



НАЦЫЯНАЛЬНАЯ АКАДЭМІЯ НАВУК БЕЛАРУСІ  
ПАЛЕСКІ АГРАРНА-ЭКАЛАГІЧНЫ ІНСТЫТУТ

# **ПРЫРОДНАЕ АСЯРОДДЗЕ ПАЛЕССЯ: АСАБЛІВАСЦІ І ПЕРСПЕКТЫВЫ РАЗВІЦЦЯ**

Зборнік навуковых прац  
VIII Міжнароднай навуковай канферэнцыі  
«Прыроднае асяроддзе Палесся  
і навукова-практычныя аспекты  
рацыянальнага рэсурсакарыстання»

*12-14 верасня 2018 года, Брэст*

**Заснаваны ў 2008 годзе**  
*Выпуск 11*

Брэст  
«Альтэрнатыва»  
2018

**Прыроднае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця** : зб. навук. прац VIII Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», Брэст, 12-14 верасня 2018 г. / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі ; рэдкал. М.В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст : Альтэрнатыва, 2018. – Вып. 11. – 300 с.

У зборніку навуковых прац змешчаны матэрыялы VIII Міжнароднай навуковай канферэнцыі «Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсакарыстання», прысвечаныя абгульненню нацыянальнага і замежнага вопыта па захаванню ландшафтнай і біялагічнай разнастайнасці ва ўмовах антрапагеннай трансфармацыі асяроддзя, рацыянальнаму выкарыстанню зямельных (глебавых) і водных рэсурсаў рэгіёна, экалагасумяшчальным тэхналогіям у раслінаводстве і выкарыстанні адходаў, а таксама па выпрацоўцы шляхоў вырашэння надзённых праблем Палесся з мэтай дасягнення ўстойлівага сацыяльна-эканамічнага развіцця дадзенага трансгранічнага рэгіёна.

Выданне адрасавана навукоўцам, спецыялістам сельскай, лясной гаспадарак і органаў сыхovy навакольнага асяроддзя, выкладчыкам і студэнтам адпаведных спецыяльнасцей устаноў вышэйшай адукацыі.

**Рэдакцыйная калегія:**

М.В. Міхальчук – галоўны рэдактар,  
А.М. Ажгирэвіч, А.Г. Арцямук, М.А. Багдасараў, В.М. Босак, А.А. Волчак, С.Я. Галаваты,  
В.Т. Дзямянчык, І.І. Кірвель, В.Н. Кісялеў, К.К. Красоўскі, І.І. Ліштван, Ул.Ф. Логнаў,  
П.С. Лопух, А.С. Меяроўскі, Т.А. Раманавы, В.С. Хоміч, Л.С. Цвірко, А.В. Сарожа,  
Е.А. Брыль (адказны сакратар)

## ЗМЕСТ

## НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

V.I. Chorna, N.V. Voroshylova, I.V. Vagner THE ROLE OF COMPOUNDS IRON IN THE PROFILES TECHNOLOGICALLY DISTURBED SOIL.....	10
V.I. Lyalko, L.A. Elistratova, A.A. Apostolov, A.Ya. Hodorovskiy, I. Romanciuc UKRAINIAN POLISSIA'S SETTLEMENTS NUMBER CHANGE DYNAMICS ON THE BASIS OF SPACE IMAGERY .....	12
М.А. Богдасаров, Н.Ф. Гречаник, О.И. Грядунова, Ю.Д. Кожанов, Е.А. Кухарик МИНЕРАГЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ .....	16
В.В. Валетов, А.А. Кишко ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗНИКА «МОЗЫРСКИЕ ОВРАГИ» .....	19
А.А. Волчек, Ан.А. Волчек ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ПОЛОВОДИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ ПОЛЕСЬЯ .....	21
А.А. Волчек, А.В. Гречаник ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	24
А.А. Волчек, С.И. Парфомук, И.И. Кирвель ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ ОЗЕР БЕЛАРУСИ И ПОЛЬШИ .....	27
А.А. Волчек, С.И. Парфомук, С.В. Сидак АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФА РЕЧНОГО СТОКА .....	29
А.А. Волчек, М.А. Таратенкова, А.А. Шляхов ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДА .....	33
А.А. Волчек, О.П. Мешик, Ю.А. Мажайский, А.Н. Рокочинский, Е. Езнах ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ПРИРОДООУСТРОЙСТВА ПОЛЕСЬЯ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА .....	36
О.И. Грядунова, О.О. Дорожко ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ .....	39
Е.К. Деревская, М.Д. Крочак, А.А. Ливенцева ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СЕРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ ПО ТРАНСГРАНИЧНОМУ ПОЛЕСЬЮ .....	42
Я.К. Еловичева ПАЛЕОБАСЕЙНЫ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА БРЕСТСКОГО И ПРИБУГСКОГО ПОЛЕСИЙ БЕЛАРУСИ .....	45
Л.Н. Журавович, И.С. Данилович, Е.Г. Квач, Д.С. Поликша МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕКИ ЦНА В РАЙОНЕ Д. ДЯТЛОВИЧИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ NBV .....	50
А.А. Зиновьев РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПРИПЯТЬ .....	53

И.Т. Ивусь БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОД К ОХРАНЕ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ РЕК НИЗОВЬЯ ДЕСНЫ .....	56
Н.В. Клебанович ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ЛЕСОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	58
К.К. Красовский ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ .....	61
Н.О. Крюченко, Э.Я. Жовинский ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	64
М.Ф. Курьянович, Ф.Е. Шалькевич СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОДРАЗДЕЛОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ И ЕЕ ИНДИКАЦИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННЫХ СЪЕМОК .....	67
В.О. Мартинюк РЕГОНАЛЬНЕ ЛАНДШАФТНО-ГІДРОГРАФІЧНЕ ПС-МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПОЛІССЯ.....	70
В.И. Мельник, Е.В. Комаровская, С.М. Кравцова СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ.....	74
Н.В. Михальчук, Д.А. Трофимук, И.В. Ковалев, М.М. Дашкевич, А.Н. Мялик, С.Н. Михальчук, О.А. Галуц ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ Г. БРЕСТА И ОСОБЕННОСТИ ИХ НАКОПЛЕНИЯ В ОГОРОДНЫХ ПОЧВАХ ЖИЛОЙ УСАДЕБНОЙ ЗАСТРОЙКИ .....	77
А.Н. Мялик, О.А. Галуц, М.М. Дашкевич НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТРАВЕ <i>ACHILLEA MILLEFOLIUM L.</i> В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ .....	81
З.А. Ничипорович, В.С. Микуцкий ВОЗМОЖНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫМ СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ IKONOS.....	85
Е.А. Ремезова ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УКРАИНЫ И БЕЛАРУСИ В СФЕРЕ ЭКО- И ГЕОТУРИЗМА .....	88
Е.В. Санец, О.В. Кадацкая, Е.П. Овчарова ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	91
Р.К. Спиров, А.Н. Никитин КОНВЕРСИОННЫЕ ДОЗОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА .....	94
Н.С. Стулень СТЕКЛОМАГНЕЗИАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ.....	98
М.А. Хитриков БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	101

В.Б. Цырибко, А.М. Устинова, Н.Н. Цыбулько ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ $^{137}\text{Cs}$ ДЕФЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ .....	103
О.Е. Чезлова, А.А. Волчек СООБЩЕСТВО УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ СЕМ. <i>ENTEROBACTERIACEAE</i> В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОДАХ .....	106
Т.А. Шелест, Н.П. Мельник ИЗМЕНЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	109
А.И. Яковенко АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЛЕССОВЫХ «ОСТРОВОВ» ЧЕРНИГОВСКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	113
В.Н. Яромский О РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ Г. БРЕСТА .....	116
<b>СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА</b>	
В.М. Босак, Г.Д. Стральцова, А.Ф. Кузьмянкова, Т.У. Сачыўка САΠΑЇНУТРЫМЛІВАЮЧЫЯ БАЗАЛЬТАВЫЯ ТУФЫ ПАЎДНЁВАГА ЗАХАДУ БЕЛАРУСІ .....	120
О.В. Валецкая, В.А. Гаврилюк, М.Б. Августиневич ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ УДОБРЕНИЙ .....	123
С.Н. Голуб, В.А. Голуб, Г.С. Голуб ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ВОЛЫНСКОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ .....	126
Г.З. Гуцева ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСІ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ .....	129
В.А. Емелин РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ВИДА, ПИТАТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ РАЗНЫХ ЗОН ЗЕМЛЕДЕЛИЯ .....	132
З.А. Зайцева, Е.В. Жавнерчик ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ .....	135
Л.Н. Иовик АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА ДЕРНОВО- ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ .....	138
В.В. Конончук МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ .....	141
В.В. Копытков ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА .....	145
В.Г. Кургак КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОРГАЇНІЧНОГО ЛУКВІНІЦТВА .....	148
А.Н. Лицкевич, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, А.Ф. Демянчук, Е.Н. Басалай ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «БИО- ПОСТ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР .....	151

Л.Н. Лученок, О.В. Пташец, А.А. Шабанов СОЯ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	155
А.А. Мариневич, Е.Г. Артемук РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ .....	158
М.А. Пастухова, Б.В. Шелюто, А.Н. Мялик ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ СИЛЬФИИ ПРОНЗЕННОЛИСТНОЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ .....	161
М.Л. Романова, Г.В. Ермоленкова, А.В. Пучило, А.Н. Червань ЛУГОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ И ПРОБЛЕМЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА .....	164
А.В. Сорока, А.С. Антонюк, Н.Ф. Терлецкая, Е.А. Брыль, Е.М. Глушень, Г.М. Петрова, С.И. Гусак ОЦЕНКА СОСТАВА ОТХОДОВ СОВРЕМЕННЫХ МТФ И ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ .....	167
А.В. Сорока, Е.А. Брыль, А.Н. Гапонюк, Н.Н. Костюченко ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ФЕСТУЛОЛИУМНО-КЛЕВЕРНОЙ ТРАВΟΣМЕСИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	170
К.М. Сторожишина ЛЕСОТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДУБРАВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	173
Н.И. Штакал, В.Н. Штакал, С.Ф. Иващенко ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЛУГОВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДООХРАННАЯ РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ .....	175
В.М. Яцухно, С.С. Бачила, Е.Е. Давыдик ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ .....	178
<b>ЭКАЛОГІЯ</b>	
М.У. Shulman, О.У. Pakhomov, А.А. Reva, I.M. Loza FEATURES OF DECOMPOSITION PROCESS OF MICROMAMMALIA AND SMALL BIRDS CORPSES IN DIFFERENT BIOGEOCENOSES IN THE SAMARA RIVER AREA .....	184
И.В. Абрамова ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИЙ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ .....	187
Е.С. Блоцкая, И.В. Абрамова ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ХОДЕ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ ЧЕРНООЛЬХОВЫХ ЛЕСОВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ .....	190
П.А. Бузунко НОВЫЕ НАХОДКИ СОЗОФИТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЩОРСКО-СЕМЕНОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА .....	193
В.Е. Гайдук ТРЕНДЫ ЧИСЛЕННОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ ОХОТНИЧЬИХ ЗВЕРЕЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ .....	196
Е.Е. Давыдик, Д.С. Воробьев, И.А. Рудаковский, И.В. Пенкрат ЛАНДШАФТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗАКАЗНИКА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» ....	199

А.Л. Демидов, Д.С. Воробьев, О.М. Олешкевич, В.М. Храмов ОБОСНОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ» ..	202
М.Г. Демянчик ЗИМОВКА <i>ERTESICUS SEROTINUS</i> , <i>NYCTALUS NOCTULA</i> , <i>PLECOTUS AURITUS</i> В ГОРОДЕ БРЕСТЕ И БРЕСТСКОМ РАЙОНЕ.....	205
В.В. Демянчик, О.С. Грода ПОДЗЕМНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ – АКТУАЛЬНЫЙ ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ СКОПЛЕНИЙ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ .....	208
В.Т. Демянчик, М.Г. Демянчик, И.А. Дятчук РЕЗУЛЬТАТЫ УЧЕТОВ МЕЛКИХ НАЗЕМНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ <i>MICROMAMMALIA</i> В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	214
В.Т. Демянчик, В.П. Рабчук, И.А. Дятчук, В.В. Демянчик КОНЦЕПЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА «ЭКОТЕХНОПАРК «ЕВРОПОЛЕСЬЕ» .....	218
В.Т. Демянчик, А.М. Семеняк, А.И. Ольгомец ФИЛИН <i>VUVO VUVO</i> В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ .....	221
В.Т. Демянчик, В.В. Демянчик, В.П. Рабчук, И.А. Дятчук, М.Г. Демянчик ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АРЕАЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА ЛЕСОХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ БРЕСТА: БИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ.....	228
Т.Н. Жилина, В.Л. Шевченко СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИХ НЕМАТОД ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ .....	231
Ю.А. Карпенко, С.А. Потоцкая ПАРКИ-ПАМЯТНИКИ САДОВО-ПАРКОВОГО ИСКУССТВА ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ЦЕНТРЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО И КУЛЬТИВИРУЕМОГО ДЕНДРОФИТОРАЗНООБРАЗИЯ .....	234
Н.Ф. Ковалевич, К.С. Воцанко ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ КОНХИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ <i>SEPAEA NEMORALIS L.</i> ИЗ ПОПУЛЯЦИЙ Г. БРЕСТА.....	237
Н.Ю. Колбас, А.П. Колбас ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НАКОПЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВ В ПЛОДАХ ЧЕРНИКИ .....	240
С.И. Кориняк ГРИБЫ РОДА <i>CLADOSPORIUM</i> – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ» .....	243
Т.И. Кухарчик, В.Д. Чернюк О РЕГУЛИРОВАНИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ .....	246
А.И. Ларченко, А.В. Шлак НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ФАУНЕ РУКОКРЫЛЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ .....	249
А.Н. Лицкевич, А.А. Волчек, Л.И. Чирук, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, А.Ф. Демянчук СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БРЕСТСКОГО РАЙОНА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ .....	251

А.Н. Лицкевич, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, Е.Н. Басалай, А.Ф. Демянчук СОСТАВ И СВОЙСТВА ВТОРИЧНЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....	255
А.В. Лукаш, А.В. Данько АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПСАММОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. ЧЕРНИГОВА (УКРАИНА).....	258
Е.В. Маковецкая ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ НЕКРОФИЛЬНЫХ КАЛЛИФОРИД ( <i>DIPTERA:</i> <i>CALLIPHORIDAE</i> ) РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗАКАЗНИКА «СПОРОВСКИЙ».....	261
Т.Н. Мысльва, О.Н. Левшук БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОМИЦЕТОВ ПАРКОВО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ГОРКИ.....	263
А.Н. Мялик СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ДИНАМИКИ АРЕАЛОВ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ.....	267
М.П. Пасичник ЛИМНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БОЛЬШАЯ БЛИЗНА).....	271
В.П. Рабчук, В.Т. Демянчик РАССЕЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНО НОВЫХ ВИДОВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ГОРОДСКИЕ ЗЕМЛИ Г. БРЕСТА.....	275
Е.Г. Сарасеко МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СБОРА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ.....	282
К.А. Сливинска, А.В. Алехнович, Д.В. Молотков МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ДЛИННОПАЛОГО РАКА <i>ASTACUS</i> ( <i>PONTASTACUS</i> ) <i>LEPTODACTYLUS</i> ВОДОЕМОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	285
А.В. Утянец, Д.К. Гарбарук, М.В. Кудин РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОДЛЕСКА В ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ДУБРАВАХ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	288
В.В. Шималов ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗООНОЗОВ У ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕМЕЙСТВА <i>MUSTELIDAE</i> В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ.....	291
С.В. Шумак СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ <i>PULSATILLA PATENS</i> (L.) MILL. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА.....	295
А.В. Яцьк, И.А. Пашенюк, И.В. Гопчак, Т.А. Басюк ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ РОВЕНСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА)...	297

# НАВУКІ АБ ЗЯМЛІ

UDK: 631.423.3

## THE ROLE OF IRON COMPOUNDS IN THE PROFILES TECHNOLOGICALLY DISTURBED SOIL

V.I. Chorna, N.V. Voroshylova, I.V. Vagner

Dnipro State Agrarian and Economical University, Dnipro, Ukraine

Study on balance of trace elements in agriculture acts as a factor determining the potential crop productivity. Iron plays an important in the process of pedogenesis soil. The proportion of iron forms is the diagnosis basis of different types and subtypes of soils. Iron has a direct impact on the growth and development of plants, participates in the process of photosynthesis and prevents the formation of chlorosis. Iron content depends on the type of soil, on the mixture heterogeneity and infiltration layers this stage of the soil. The ratio of  $Fe^{2+}$  and  $Fe^{3+}$  mobile forms is important for plants, but it can have both positive and negative consequences that may arise depending on the compounds formed. Coefficients of variation of the studied soils characterize their homogeneity. It was found that the soddy-lithogenic soil onto gray-green clays consists the most mobile iron compounds. Iron is involved in all processes of pedogenesis, so determining of its quantity and distribution by the soil profile is important in development the ways of anthropogenically disturbed soils restoration.

### Introduction

Iron plays an important in the process of pedogenesis soil. The proportion of iron forms is the diagnosis basis of different types and subtypes of soils. Iron has a direct impact on the growth and development of plants, participates in the process of photosynthesis and prevents the formation of chlorosis.

Study on balance of trace elements in agriculture acts as a factor determining the potential crop productivity.

Ore mining activity is one of the most powerful factors, leading to deterioration of a natural landscapes variety. Because of mineral extraction, man-made landscapes and destructive areas are developed instead of native cenoses and agroecosystems; a whole spectrum of man-made processes are typical for the such landscapes, leading to a decrease in species richness and biological diversity within such areas. Disturbed territories formed in the process of mining are often partially restored with remediation.

### Data and methods of the research

120 soil samples were analyzed in the research Hydroecology's laboratory of Dniprovsk State Agrarian and Economical University. Iron content was determined in accordance with GOST 27395-87 Soils. Method for determination of mobile connections ferric iron-on Verigina Arinushkina profiles technogenic disturbed soil to a depth of 100 cm every 10 cm. The reference sample was selected chernozemic soil. Test profiles presented an inhomogeneous mixture of ground rocks. It was established that sod-lithogenic soil to gray-green clays most secured mobile iron compounds and are similar to a reference sample. The active layer 0–10 cm are weathering processes that lead to the destruction and leaching of substances in the lower layers of the profile.

During the implementation of the technical stage of remediation, substrates with different potential fertility having different environmental properties and quality are used. In Ukraine, the most common model of remediation is carried out by the means of backfill method («dumping») using loam, clay, sand in 1–1,5 m layer and then placing of 0,6–0,8 m fertile soil on these shields.

### Results and their discussion

The problem of anthropogenically disturbed soils restoration remains unresolved. Iron is one of the most essential elements in process of soil formation; its ability to change valence plays a crucial role in pedogenesis.

The presence of iron in the soil in the ferric form  $Fe^{3+}$  and ferrous form  $Fe^{2+}$  is determined by regimes of soil humidity. Ferric iron developed under aerobic conditions ( $Fe_2O_3$  is oxide practically insoluble in groundwater), and ferrous iron developed under anaerobic conditions ( $FeO$ , which is water-soluble and mobile) [1, p. 521]. The role of iron in pedogenesis include many aspects. Iron performs many functions, such as following: 1) complexing with soil humic acids; 2) ferrololysis (destruction of soil minerals as a result of iron exposure); 3) participation in soil aggregation; 4) a catalytic role in reactions of organic residues decomposition [2, p.191].

In soils, source minerals of rocks origin are main sources of iron accumulation. Such rocks contain iron in form of ferrous, ferric and hydroxide compounds. Because of weathering and soil formation iron released from the rocks and goes in colloidal ferric (oxide), hydroxide ferrous (protoxydic) compounds, and especially in secondary minerals (clay) [3, p.1380]. Amount of dissolved iron constitutes very small part of total iron content in soil. However, in oxygen-rich soils, the proportion of  $Fe^{2+}$  in the total amount of soluble inorganic iron is small. The exceptions are soils with high pH values. Typically, concentration of iron in soil solutions varies from 30 to 550  $\mu g/l$  at circumneutral pH levels, and it may reach 2000  $\mu g/L$  in high acidic soils. At alkaline pH values the minimum content of soluble iron observed. That is why acid soils are more enriched with soluble inorganic iron than neutral and alkaline [4, p. 24]. Thus,  $Fe^{2+}$  cations in the acidic, anaerobic soils can reach levels toxic to plants, and in alkaline well-aerated soils low concentration of soluble iron may not meet the plants requirement in this metal [5, c. 512].

### Conclusions

Mobile iron largely represented by ferrous iron in the investigated layers of soddy-lithogenic soils with loesslike loam, gray-green, red-brown clays subsoil and in pedozem on loesslike loam; it may be associated with a slightly alkaline reaction of soil solution (pH ranges from 7.2 to 7.9). Iron reduction in soils occurs under the effect of organic humic acids and accompanied by oxidation of that. Finally,  $Fe(II)$ -fulvate complexes are formed that involved in hydroxides synthesis.

Compared with reference sample (chernozem), concentration of mobile iron in the studied soils was lower than 1,5–2 folds, and iron concentration reached

a minimum value required to vegetation development. Soddy-lithogenic soils with red-brown clays as a subsoil are the most close to the reference soil sample by content of mobile iron.

Content of  $Fe^{2+}$  in the soddy-lithogenic soils varies from 75 % (red-brown clays) to 93 % (loeslike loam) depending on the type of studied soils. Sod-lithogenic soils on red-brown clays have value nearest to the reference sample (60 %).

Ratio of mobile iron in the forms  $Fe^{2+}$  and  $Fe^{3+}$  is important for plants, but it can have both positive and negative consequences occurred depending on the compounds forming from ferric and ferrous iron.

Iron is involved in all processes of pedogenesis, so determining of its quantity and distribution by the soil profile is important in development the ways of anthropogenically disturbed soils restoration.

## REFERENCES

1. Lucas, Y. The relation between biological activity of the rain forest and mineral composition of soil / Y. Lucas, F.J. Luizao, A. Chauvel, J. Rouiller, D. Nahon // *Science*. – 1993. – V. 260. – P. 521–523.
2. Tipping, E. The adsorption of aquatic humic substances by iron oxides / E. Tipping // *Geochim.cosmochim.* – 1981. – V. 45. – P. 191–199.
3. Dospaltiev, L. Correlation between soil characteristics and iron content in above ground biomass of Virginia tobacco / L. Dospaltiev, P. Zaprijanova, K. Ivanov, V. Angelova // *Bulgarian of agricultural science*. – 2014. – V. 20 (№ 6). – p. 1380–1385.
4. Чорна, В.І. Особливості змісту рухомих сполук заліза у технозомах за профілем / В.І. Чорна, І.В. Вагнер // *Наукові доповіді НУБІП України*. – Київ, 2016. – № 6 (63). – С. 20–27.
5. Brown, T.H. The distribution of Si, Al and Fe compounds in two mollisols differing in landscape position / T.H. Brown, R.L. Mahler // *Soil Sc. Plant Analysis*. – 1987. – Vol. 18, Issue 5. – P. 512–528.

## РОЛЬ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА В ПРОФИЛЯХ ТЕХНОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ПОЧВ

ЧЕРНАЯ В.И., ВОРОШИЛОВА Н.В., ВАГНЕР И.В.

Железо принимает участие во всех процессах почвогенеза, поэтому установление его количества и распределение по профилю имеет большое значение в понимании путей возобновления техногенно-нарушенных почв. Главными источниками накопления железа в почвах являются первичные минералы генетических пород. Концентрация подвижного железа в исследуемых почвах в 1,5–2 раза меньше, чем в эталонном образце и имеет минимальное значение, которое может обеспечить железом развитие растений. Дерново-литогенные почвы на красно-бурых глинах являются наиболее приближенными к эталонному образцу по содержанию подвижного железа. По полученным результатам можно предложить подкисление исследуемых почв для повышения доступности подвижных соединений железа и установления минерального состава почв.

UDK 528.88:504.03

## UKRAINIAN POLISSIA'S SETTLEMENTS NUMBER CHANGE DYNAMICS ON THE BASIS OF SPACE IMAGERY

V.I. Lyalko, L.A. Elistratova, A.A. Apostolov, A.Ya. Hodorovskiy, I. Romanciuc

State institution «Scientific Centre for Aerospace Research of the Earth Institute of Geological Science National Academy of Sciences of Ukraine», Kiev, Ukraine.

The perspectives of satellite data using regarding the nightlight illumination of the territory together with statistical data on economic development and population number as an indicator of the general socio-economic state of administrative areas in the territory of Ukrainian Polissia have been studied. The express-analysis of the region localities state was carried out and their rating according to the level and development characteristics was determined. Satellite analysis of night illumination for the period from 1992 to 2012 showed that the socio-economic situation in most settlements in the region has deteriorated.

### Introduction

Regions are integral part of both the administrative-territorial structure and whole economic system of the country. Therefore, it is necessary to stimulate and regulate their development in order to ensure a sufficient standards of living for the population. Almost all countries have different level of individual regions development – allocation of investments in one of them lead to is increasing the number of workplaces, volume of production, while others become depressed. This situation has recently been observed in Ukraine, were there are perspective and depressed regions. Since changes of economical situation of Ukraine, as well as in other counties, are attended by the movement of population within individual territories, which is reflected by increasing or decreasing of the size of individual settlements with corresponding change of population in them. These processes undoubtedly affect the social and economic conditions in the regions. The assessment of these phenomena could lay down for adopting the necessary administrative measures for the development of territories, but for it is necessary to elevate the situation promptly. Due to the considerable size of the studied area, it is possible to solve the problem quickly by the allowing the use of space imagery survey data. Consequently, monitoring and comparing the status of regions is relevant for further analysis and planning of their development.

The aim of the research was focused on analyzing the possibilities of using satellite images taken by American sensor DMSP/OLS to assess the social-economic situation of the Ukrainian Polissia region. On the basis of these data is possible to trace the change of nightlight of certain territories, and to determine the regional disproportionate rating according to the level of development, consistent with statistical data. The survey took place between 1992 and 2012.

The Ukrainian Polissia region by physical and geographical conditions refers to the zone of mixed forests of the Polissia region with distinctive landscape, biological diversity and corresponding conditions of anthropogenic transformation of the natural environment. Accordingly, all this has an impact on economic development and management in this region.

The main object of our research was the territory of the Ukrainian Polissia, which is located within the Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kiev, Chernihiv Regions. Each region

were studied separately. As an indicator of the availability of settlements size and location, was used total night illumination intensity of the area [1, 2].

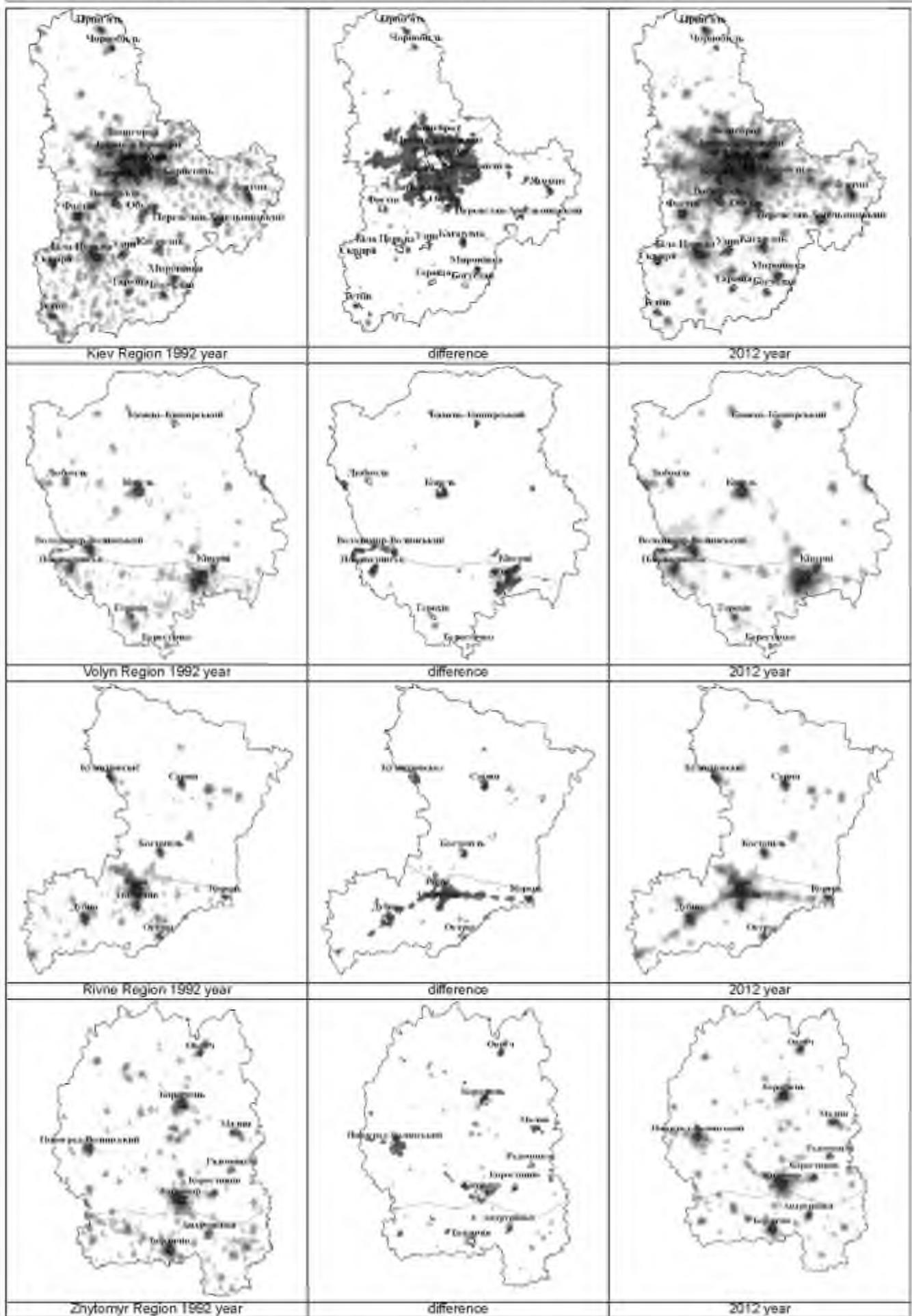
### Data and methods of the research

Methodological approaches to the definition of regional socio-economic development are very different, since the region is extremely complex in terms of structure and manifestation of the system. In this study, the method of F. Zastavnyi was used [3], which is based on the fact that Ukraine is in a state of significant economic, demographic, and environmental crisis, determined as «depression» that influence to the conducted research which was executed from the viewpoint of the depression level. It should be noted that the formation of regional economic policy requires a clearer diversification of problem regions. The Law of Ukraine «On stimulating the development of regions» from September 8, 2005 sets indicators which determine why the region is considered depressed [4]. These materials define four types: with the highest, high, with medium and low levels of depression.

### Results and their discussion

Within the research, maps of total illumination from 1992 to 2012 were elaborated (figure 1).

The maps of the area with low illumination intensity correspond to values 0–25, and with higher 26–100. The intensity of the illumination was reflected in the density of the corresponding color. The analysis of maps demonstrates that within each of the region is reflected a lot of different in size and illumination intensity objects. Cities are confident reflected everywhere. Kiev was especially bright. In fact, we see not only the city itself, but also the Kiev agglomeration, which includes the closed positioned settlements. A characteristic feature of increasing the size of most cities and agglomerations is the growth of their areas, primarily due to objects located along roads, mostly highways. It is well demonstrated on example of Kiev, Rivne, Zhytomyr, whose images have various character. Despite the fact that on elaborated maps are reflected almost all cities, their size and illumination intensity are confidently established. Based on these maps it is difficult to assess the dynamics of their changes. In order to obtain more concrete data on the dynamics of change and illumination intensity, were compiled maps of the difference in illumination intensity of 1992 and 2012 years (Fig. 1).





**Figure 1.** – Night illumination of Ukrainian Polissia's administrative regions from DMSP/OLS satellite data (from 1992 to 2012 years) and its changes (the map of the difference).

Legend: 0 10 30 50 75 %

Within the maps drawing with the illumination intensity difference, the same principle of objects isolation were applied, as in the case of the elaboration of initial maps with illumination intensity. Values from 30 to 100 correspond to the area where the illumination intensity has increased, and from 5 to 30 where it is decreased. Within all five studied areas, only part of the territory is located in Polissia. The comparison of the territory belonging to the Polissia with the territory located near has shown that the territory of Polissia is less developed, because the fewer settlements has lower illumination, which demonstrate a smaller number of population in them. Within the study period, were registered the growth of lightening in only one settlement – Novograd-Volynsky, Zhytomyr region, which is probably appear due to an increase number of population. Another insignificant area with high illumination is recorded near Zhtomyr. This only confirms the general pattern of variation of illumination – this area is located practically on the southern border of Polissia. Thus, it allows to consider the territory of Polissia as a depressed territory. This tendency is well illustrated on the example of the Kiev region, where the number of localities together with the population has decreased in the north direction outside of Kiev. This happened due to the deterioration of natural conditions affected by the Chernobyl accident in 1986. The impact of this accident provoke the ecological disaster within the area of 30-kilometer, which due to intense radiation pollution, was withdrawn from economic use and is unsuitable for life. The consequence of the Chernobyl accident has deteriorated the other Polissia regions as well in the north part of Kiev, where the exclusion zone is located, affected definitely the most intensity.

Since the DMSP/OLS archive satellite data expired in 2012, statistics for the period 2013–2017 were drawn based on verification of the reliability of satellite information received, as well as on further assessing the dynamics and trends of the Ukrainian Polissia region in terms of productive capacity and employment population, standards of living, ecological situation, demographic situation and cash income of the population [5]. Analysis of the statistical indicators data showed that the agricultural

lands of Rivne and Zhytomyr regions started to be used long time ago, reached the high level of depression. The level of depression of other regions depend on ecological situation due to great violation of the economic activity conditions. The average level of depression includes the Volyn and Chernihiv regions. This is due to the fact that the area of these areas is characterized by a small density and quantity of population. These areas also have a small number of enterprises, which can also be characterized by low levels of production and labor productivity. The Kiev region could be considered as region with the low level of depression. In this case, the Kiev agglomeration area and the city itself plays an important role due to the economy, high level of socio-economic development and the efficient usage of existing potential.

#### Conclusions

Thus, the obtained results show, that the value of night illumination combined with statistical data can be used as an indicator for characterizing the socio-economic state of the Ukrainian Polissia region, and this indicator can be used for express analysis of the region's ranking in production activity. This should be taken into account in the formation of regional economic policy. Transforming the region of the Ukrainian Polissia from the level of depression to a progressive level, which become over the time may a significant donor of tax revenues to the state budget, could be performed just in case of active state support and corresponding normative regulations.

#### REFERENCES

1. Savin, I.Yu. Satellite based night lights data as an indicator of general socio-economic development of regions of Russia / I.Yu. Savin, D. Stathakis, P.A. Dokukin // *Current Problems in Remote Sensing of the Earth from Space*. – 2017. – Vol. 14, № 6. – P. 210–221.
2. Lyalko, V.I. The assessment of the social-economic elaboration of the Ukraine in independent years within the DMSP/OLS satellite data about the night lighting / V.I. Lyalko, A.A. Apostolov, L.A. Elistratova, A.Ya. Khodorovsky // *Ukrainian journal of remote sensing*. – 2018. – № 16. – P. 27–33.
3. Zastavnyi, F.D. Problems of depression in Ukraine (socio-economic, ecological, demographic) / F.D. Zastavnyi. – Lviv: Ivan Franko National University of Lviv, 2006. – 348 p.

4. Law of Ukraine «On stimulating the development of regions» from 8 Sep. 2005. Verkhovna Rada of Ukraine, 2005.
5. State Statistics Service of Ukraine. [Electronic resource]. Available at: [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

## **ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ КОСМОСНИМКОВ**

**ЛЯЛКО В.И., ЕЛИСТРАТОВА Л.А., АПОСТОЛОВ А.А., ХОДОРОВСКИЙ А.Я., РОМАНЧУК И.**

В статье представлена динамика изменения численности населенных пунктов территории Украинского Полесья по материалам космических снимков. Спутниковые данные DMSP/OLS о ночной освещенности вместе со статистическими показателями характеризуют социально-экономическое состояние региона Украинского Полесья и могут быть использованы в качестве средства мониторинга общего состояния региона и выявления рейтинга региона по показателям уровня развития производственной деятельности.

УДК 551.43 (476)

**МИНЕРАГЕНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ****М.А. Богдасаров<sup>1</sup>, Н.Ф. Гречаник<sup>1</sup>, О.И. Грядунова<sup>1</sup>, Ю.Д. Кожанов<sup>1</sup>, Е.А. Кухарик<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Работа посвящена установлению особенностей строения четвертичных отложений, распространенных в пределах Брестской области как минерагенической толщи, обладающей практическим потенциалом для освоения, детализации состава и генезиса отложений.

**Введение**

В пределах Брестской области четвертичные отложения развиты повсеместно, сплошным чехлом разной мощности покрывая более древние породы. Они являются материнскими породами для формирования почв, форм рельефа, вмещающих в себе полезные ископаемые, которые являются основой для развития местной строительной индустрии. Литологическое разнообразие отложений, их своеобразный комплекс, специфическое положение и выражение в рельефе, приуроченность территории к Балтийско-Черноморскому водоразделу, использование ее в качестве региональной ресурсной базы строительных материалов определяет актуальность проведения работ в этом направлении.

В тектоническом отношении территория области охватывает восточную и южную части Подляско-Брестской впадины, Полесскую седловину, Микашевичско-Житковичский выступ кристаллического фундамента, западную часть Припятского прогиба, южную часть Ивацевичского погребенного выступа Белорусской антеклизы, Луковско-Ратновский горст и северную часть Волынской моноклинали Воыно-Азовской плиты [1].

**Методика и объекты исследования**

Объектом исследования являются четвертичные отложения, их геолого-генетические особенности как основа для минерагенических прогнозов. Выбор данного объекта исследования обусловлен его большой научно-практической значимостью для оценки ресурсного потенциала и перспектив расширения минерально-сырьевой базы исследуемой территории.

Информационную базу исследования составили данные описания скважин, пробуренных в пределах рассматриваемой территории в разное время специалистами РУП «Белгеология». В связи с этим получена информация о вещественном составе отложений и их принадлежности к определенным стратиграфическим подразделениям. Авторами также использовались литературные источники и серии опубликованных карт четвертичных отложений.

**Результаты и их обсуждение**

В основу расчленения толщи четвертичных отложений исследуемой территории положена стратиграфическая схема четвертичных отложений Беларуси. В 2017 г. в качестве официальной стратиграфической основы для научных исследований и практики геологических работ были утверждены стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси 2010 года [2] (постановление Мин-

природы РБ от 23.01.2017 № 8). При этом схемы по неогену и кварту утверждены с изменениями, касающимися объема систем в связи с принятием нижней границы четвертичной системы / периода на территории Беларуси на уровне 2,58 млн лет в соответствии с Международной хроностратиграфической шкалой [3].

Решение о перемещении вышеуказанной границы с уровня 1,8 млн лет на уровень 2,58 млн лет принято Стратиграфической комиссией, которая начала действовать в Беларуси с 2017 года. Данная комиссия образована Минприроды РБ (постановление от 30.11.2016 № 39) в соответствии с Кодексом Республики Беларусь о недрах фактически для осуществления функций национального стратиграфического комитета. Решения Стратиграфической комиссии обязательны для исполнения всеми заинтересованными резидентами после того, как Минприроды РБ утвердит их в виде своих постановлений [4].

Местной питающей провинцией при формировании четвертичной толщи послужили меловые породы, палеогеновые глауконитово-кварцевые пески и алевролиты мощностью около 5–25 м и неогеновые песчано-глинистые отложения мощностью от нескольких до 30–70 м. Кроме того, в пределах ледниковых ложбин непосредственно под четвертичной толщей могут встречаться также верхнепротерозойские отложения, представленные в основном красноцветными, хорошо отсортированными мелкозернистыми алевролитистыми песчаниками, часто переходящими в крупнозернистые песчанистые алевролиты.

Толща четвертичных образований в пределах исследуемой территории четко расчленяется на ледниковые и разделяющие их межледниковые горизонты. Наиболее представительными являются ледниковые горизонты, состоящие из собственно ледниковых, потоково-ледниковых и озерно-ледниковых образований трех оледенений – наревского, березинского и припятского. Отложения межледниковых горизонтов относительно маломощны, прерывисты и занимают малые площади. Верхнеплейстоценовые отложения формировались в перигляциальных условиях и представлены аллювиальными, озерно-аллювиальными, озерно-болотными, озерными, болотными, золовыми, пролювиальными и другими образованиями. Наиболее распространенными из них являются аллювиальные, болотные, озерные аккумуляции. Голоценовые образования завершают разрез четвертичных отложений в исследуемом регионе.

Для четвертичных отложений характерны неравномерность в распределении мощности, различ-

ный состав и генезис, невыдержанность отдельных слоев и горизонтов по простиранию, существенные нарушения залегания, вызванные проявлениями плейстогенной тектоники. Средняя мощность отложений составляет 25–50 м, резко возрастая в пределах отрицательных форм поверхности дочетвертичных пород и ледниковых переуглублений. Полезные ископаемые, приуроченные к четвертичным отложениям территории Брестской области, представлены ледниковыми отторженцами мела, глинами и суглинками, песками и песчано-гравийными породами, сапропелями, торфом и янтарем.

Продуктивные толщи месторождений мела представлены как крупными блоками, отторгнутыми от материнских пород позднемиоценового возраста и внедренными деятельностью ледников в толщу четвертичных отложений, так и линзами, пластами на площадях коренного залегания. Мергельно-меловые отторженцы обычно несколько вытянуты в субширотном, реже меридиональном направлениях, иногда залегают параллельно ориентированными группами до 10–20 объектов (в пределах Брестской области – у г. Березы и д. Бездеж).

В Брестской области размещено более 20 месторождений глинистых пород. Наибольшее промышленное значение имеют озерно-аллювиальные, ледниково-озерные и аллювиальные глины и суглинки. К ледниковому типу относится месторождение Заречное; к ледниково-озерному типу – месторождения Малые Звезды и Щебрин; к озерно-аллювиальному типу – месторождения Подлесье, Сычевское, Подземье, Плянта; к аллювиальному типу принадлежит месторождение Пески.

В Брестской области находятся месторождения строительных песков (Огово, Хотиславское, Околоты, Муховецкое, Власовецкое и др.) и песчано-гравийных пород (Козловичи, Лотвичи и др.). Основные генетические типы песчаных и песчано-гравийных месторождений сформированы тальми ледниковыми и речными, в меньшей степени ледниково-озерными и проточными, озерными водами, а также золовыми процессами.

Агромелиоранты и природные сорбенты представлены сапропелями. Сапропелевые месторождения образуются в результате последовательного напластования различных по составу слоев озерных отложений, которые отражают историю развития водоемов. Основными направлениями использования сапропелей являются: сельскохозяйственное, медицинское, производство строительных материалов и буровых растворов. Сапропелевые отложения широко используются для получения удобрений.

Горючие полезные ископаемые представлены торфом. В целом, загорфованность Брестской области составляет 18,3 %, средняя глубина торфяных залежей около 1,55 м. Доля запасов низинного торфа в области составляет 86,4 %, переходного – 7,3 %, верхового – 6,3 %. Всего в области – более 400 месторождений торфа [5].

Камнесамоцветное сырье представлено янтарем. Всего к настоящему времени в четвертичных

отложениях рассматриваемой территории отмечено более 40 точек находок ископаемых смол. Наиболее крупным и хорошо изученным проявлением янтаря является Гатча-Осовское, расположенное в 12 км к юго-западу от г. Кобрин [6].

Потребность региона в минеральном сырье необходимо оценивать с учетом перспективных планов развития реально работающих предприятий. Нами был составлен перечень предприятий Брестской области, использующих сырьевую базу минеральных строительных материалов. По адресам этих предприятий были разосланы специально составленные анкеты, с просьбой предоставить информацию о потребностях в сырье и объемах производства товарной продукции. Анализ собранных материалов позволил выполнить примерный расчет потребностей в сырье для региона в целом. Данные были сопоставлены с разведанными запасами соответствующего сырья, что послужило основанием для оценки обеспеченности предприятий этим сырьем. Анализ полученных сведений позволил рассчитать их потребности в основных видах сырья (таблица 1).

Для обоснования предложений по направлению геологоразведочных работ были проанализированы особенности геологического строения верхней (мощностью 30 м) толщ четвертичных отложений по литературным данным и разрезам буровых скважин из различных каталогов производственных и научных организаций Беларуси. В итоге построена схема масштаба 1:200 000 прогнозных площадей на строительные материалы.

**Таблица 1.** – Потребности в сырье предприятий Брестской области (тыс. м<sup>3</sup>)

Вид сырья	Этапы (годы)	
	2011–2015	2016–2020
Мел и мергель	2 104,0	2 105,9
Глинистое сырье	1 673,5	2 123,5
Песчано-гравийная смесь	5 276,5	6 357,2
Песок строительный	17 305,7	17 938,4
Песок силикатный	370,0	425,0
Камень строительный*	38 375,0	61 978,0
Щебень	3 058,9	3 575,8
Гранитный отсев	811,0	877,0

Примечание: \* данные РУПП «Гранит» (потребности в минеральном сырье в соответствии с планом социально-экономического развития предприятия могут быть полностью удовлетворены за счет собственной используемой сырьевой базы – месторождений строительного камня «Микашевичи» и «Ситницкое»).

### Выводы

В целом исследуемый регион на ближайшую перспективу (до 2020 г.) обеспечен распространенным в его пределах минеральным сырьем, но многие месторождения мела, глин, песков и торфа к настоящему времени практически выработаны, а разведанные залежи распространены неравномерно. Наиболее реальные перспективы по приросту запасов и, за счет этого, уменьшению расходов на транспортировку, существуют по глинистому сырью, строительным пе-

скам, песчано-гравийному и песчано-гравийно-галечному материалу.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Геология Беларуси / под ред. А.С. Махнач, Р.Г. Гарецкого, А.В. Матвеева. – Минск: ИГН НАН Беларуси, 2001. – 815 с.
2. Стратиграфические схемы докембрийских и фанерозойских отложений Беларуси. Объяснительная записка / С.А. Кручек [и др.]. – Минск: БелНИГРИ, 2010. – 282 с.
3. The ICS International Chronostratigraphic Chart / K.M. Cohen [et al.] // *Episodes*. – 2013. – Vol. 36, № 3. – P. 199-204.
4. Демидова, С.В. Стратиграфическая схема квартера Беларуси: новая редакция в связи с увеличением объема системы / С.В. Демидова, Т.В. Якубовская, Т.Б. Рылова // *Фундаментальные проблемы квартера. итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: материалы X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода*. Москва, 25–29 сент. 2017 г. – М.: ГЕОС, 2017. – С. 117–118.
5. Полезные ископаемые Беларуси: к 75-летию БелНИГРИ / редкол.: П.З. Хомич [и др.]. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2002. – 528 с.
6. Проблемы янтароносности Беларуси / Л.Ф. Ажгиревич [и др.], РУП «БЕЛГЕО», под ред. В.А. Москвича. – Минск, 2000. – 144 с.

## THE MINERALOGY OF QUATERNARY SEDIMENTS IN THE TERRITORY OF BREST REGION

BOGDASAROV M.A., GRECHANIK N.F., GRYADUNOVA O.I., KOZHANOV YU.D., KUKHARIK E.A.

The work is devoted to establishing the peculiarities of the structure of quaternary sediments, distributed within the Brest region as a mineragenic sequence, which has a practical potential for mastering, detailing the composition and genesis of sediments.

УДК 581.9

## ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАКАЗНИКА «МОЗЫРСКИЕ ОВРАГИ»

В.В. Валетов, А.А. Кишко

Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина, г. Мозырь, Беларусь

Рассмотрен географический состав лекарственных растений заказника «Мозырские овраги» на примере изученных 110 типичных видов лекарственных растений. Их анализ проводился по принадлежности к следующим географическим элементам: субарктическим, бореальным, неморальным, сарматским, понтическим и др. Ареал данной группы растений представлен в широтной и долготной фракциях (двухмерный тип ареала).

### Введение

Фитогеографический анализ лекарственных растений заказника показывает генетическую и географическую неоднородность и указывает на то, что данная группа растений представлена разными генетическими и географическими элементами флор. Анализ проводится как по широтным и долготным группам в отдельности, так и по двухмерным типам ареалов и позволяет выделить основные географические элементы лекарственных растений.

### Методика и объекты исследования

В анализе географической структуры флоры виды группируются по характеру современного ареала в географические элементы. Для северных флор с непрерывным циркумполярным расположением зон (тундровой, таежной) широко используется метод биогеографических координат Б.А. Юрцева (1968), в соответствии с которым ареал характеризуется широтной и долготной (двухмерный тип ареала). Названия широтным элементам даются по названию той растительной зоны, в которой вид распространен, например, субарктический (СА), бореальный (Б), неморальный (Н). При распространении в двух зонах сразу широтные элементы получают комбинированные названия (бореальнонеморальный (БН)), элементы широкого (более чем в двух зонах) диапазона распространения обозначаются как плюризональные (П). Вторая (долготная) характеристика типа ареала отражает меридиональное (секторальное) распространение вида, например, европейский, евроазиатский, евроазиатский [1]. Анализ проводится как по широтным и долготным группам в отдельности, так и по двухмерным типам ареалов.

### Результаты и их обсуждение

Географический элемент флоры составляют виды, имеющие более или менее одинаковый ареал распространения. Соответственно особенностям этого распространения различают лекарственные растения субарктические, бореальные, неморальные, сарматские, понтические и др. [2, 3].

Географическая структура лекарственных растений оврагов (рисунок 1) характеризуется заметным преобладанием зональных бореальных элементов (38,2 %). Типичными представителями данного элемента являются такие лекарственные растения как *Equisetum arvense*, *E. sylvaticum*, *Viola canina*, *Pinus silvestris* L., *Calluna vulgaris* и др.

Несколько меньше доля элементов широкого диапазона распространения (плюризональных, в том числе космополитов и гемикосмополитов) – 36,4 %.

Это виды: *Elytrigia repens*, *Galium verum*, *Artemisia absinthium*, *Pteridium aquilinum* Kuhn. и др.

Доля сарматских (*Helichrysum arenarium*, *Echium vulgare*) – 9,1 %, неморальных (*Asarum europaeum* L., *Tilia cordata*, *Convallaria majalis* L., *Saponaria officinalis*) широтных элементов составляет 8,2 %, понтические (*Potentilla argentea*, *Rosa canina* L.) и средиземноморские (*Viscum album*) виды единичны среди лекарственных растений, их доля составляет 0,9 % соответственно.

Элементы северной фракции представлены только субарктобореальными элементами (*Betula pubescens*, *Tofolium pratense* L.) их доля 1,8 %.

Адвентивная фракция лекарственных растений составляет 2,7 %. Типичными видами являются *Oenothera biennis*, *Melandrium album*, *Matricaria chamomila* и др.

Такие лекарственные растения оврагов, как *Aesculus hippocastanum* и *Syringa vulgaris* (1,8 %), встречаются в культуре и в дичающем виде, их географическая структура не выделена.

Преобладающие долготные фракции – евроазиатская (31,0 %) и голарктическая (28,3 %). Заметно участие европейских видов – 20,8 %, евроазиатских видов сравнительно мало – 18,3 %, совсем невелика доля евроамериканских элементов – 1,6 %.



Рисунок 1. – Географическая структура лекарственных растений, %

### Выводы

Преобладание широтных бореальных (32,0 %) и долготных евроазиатских (31,0 %) элементов флоры лекарственных растений заказника объясняется географическим положением территории Беларуси, находящейся в зоне сопряженности двух крупных геоботанических областей – Евразийской хвойно-лесной (таежной) и Европейской широколиственно-лесной. Таким образом, лекарственные растения заказника географически и генетически имеет много общего с растениями разных природных зон и даже разных материков земного шара.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Юрцев, Б.А. Основные понятия и термины флористики / Б.А. Юрцев, Р.В. Камелин. – Пермь, 1991. – 80 с.
2. Федорук, А.Т. Ботаническая география. Полевая практика: учебное пособие для студентов географических факультетов вузов / А.Т. Федорук. – Минск: БГУ, 1976. – С. 7–53.
3. Чинов, Л.С. Атлас ареалов и ресурсов лекарственных растений СССР / Л.С. Чинов. – Москва: Картография, 1980. – 340 с.

## GEOGRAPHIC STRUCTURE OF THE MEDICINAL PLANTS OF THE STATE RESERVE «MOZYR RAVINES»

VALETOV V.V., KISKO A.A.

The geographical composition of medicinal plants of the reserve «Mozyr ravines» is considered on the example of the studied 110 typical species of medicinal plants. Analysis of medicinal plants is carried out in accordance with groups – subarctic, boreal, immoral, Sarmatian, Pontic and other plants. The area of this group of plants is represented in latitude and longitude fractions (two-dimensional type of area).

УДК 556.044 (476)

**ОЦЕНКА КОЛЕБАНИЯ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ПОЛОВОДИЙ НА МАЛЫХ РЕКАХ ПОЛЕСЬЯ**А.А. Волчек<sup>1</sup>, Ан.А. Волчек<sup>2</sup><sup>1</sup> Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

В статье представлены результаты анализа изменения максимальных расходов воды половодий малых рек Белорусского Полесья на примере р. Лань. Дана количественная оценка влияния природных факторов и антропогенных воздействий на гидрологический режим. В целом наблюдается существенное уменьшение максимальных расходов воды.

**Введение**

Речная сеть на территории Белорусского Полесья помимо крупных рек бассейна Днепра, включая его основные притоки, – Припять, Сож, Березину, представлена множеством малых рек, которые и определяют гидрографическую сеть Белорусского Полесья. Питание рек смешанное, основные источники его – атмосферные осадки, ранней весной питанием для рек служат талые воды, зимой – преимущественно грунтовые, в остальное время – атмосферные осадки и грунтовые воды.

Территория Белорусского Полесья располагает наименьшими водными ресурсами по сравнению с другими районами Беларуси и, по мнению экспертов, в первую очередь здесь могут наблюдаться дефициты водохозяйственного баланса. Поэтому проблема рационального использования водных ресурсов в Белорусском Полесье является актуальной и требует всестороннего изучения. В свою очередь управление водными ресурсами – одна из важнейших практических задач водного хозяйства, решение которой возможно лишь на основе познания закономерностей формирования водного режима территории.

Весеннее половодье – характерная фаза естественного водного режима рек Белорусского Полесья, доля которого составляет 40–60 % от годовой величины. При этом основные гидрологические параметры весеннего половодья не отличаются стабильностью. Под влиянием и при участии комплекса разнообразных по генезису и динамике факторов они непрерывно изменяются как по территории, так и во времени.

Целью настоящей работы является оценка влияния природных факторов и антропогенных воздействий на водный режим половодий малых рек Белорусского Полесья на примере р. Лань.

**Методика и объекты исследования**

Определение основных гидрологических характеристик осуществлялось по методике, детально описанной в нормативных документах [1]. Для оценки влияния антропогенных воздействий и природных факторов на сток, исходные временные ряды расходов воды анализировались за различные интервалы осреднения: с 1948 по 2015 гг. (весь период наблюдения, 68 лет); с 1948 по 1977 гг. (период до введения в строй водохранилища Локтыши, 30 лет); с 1978 по 2015 гг. (период функционирования водохранилища, 37 лет); с 1977 по 1987 гг. (период функционирования водохранилища до начала современного потепления климата, 11 лет); с 1948 по 1987 гг. (период до начала

современного потепления климата, 40 лет); с 1988 по 2015 гг. (период функционирования водохранилища при современном потеплении климата, 28 лет).

При анализе временных рядов стока использованы методики:

– для выявления тенденций изменений стока использовались хронологические графики колебаний, разностные интегральные кривые и линейные тренды;

– для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера [2].

В качестве модельной реки принята р. Лань, которая является типовой рекой Белорусского Полесья и в полной мере отражает закономерности формирования водного режима малых рек, вызванные как природными факторами, так и антропогенными воздействиями. Лань – река Белорусского Полесья, протекает по территории Брестской и Минской областей, левый приток Припяти. Длина реки – 161 км, площадь ее водосборного бассейна – 2 190 км<sup>2</sup>, среднегодовой расход воды в устье – 11,3 м<sup>3</sup>/с [3]. Исток реки находится 1,5 км около д. Горбуны на Копыльской гряде на высоте 176,2 м, в среднем и нижнем течении река протекает по Припятскому Полесью. Отметка устья находится на высоте ниже 125,8 м. Река практически на всем протяжении канализирована, зарегулирована водохранилищем руслового типа, сезонного регулирования «Локтыши», которое построено в 1977 г. и предназначено для водообеспечения полносистемного рыбоводного хозяйства «Локтыши», обводнения земель, регулирования стока р. Лань. Площадь зеркала составляет – 15,9 км<sup>2</sup>, площадь мелководий – 2,83 км<sup>2</sup>, длина – 6,0 км, ширина: максимальная – 4,2 км, средняя – 2,85 км, средняя глубина – 3,15 м. Объем полный – 50,2 млн. м<sup>3</sup>, полезный – 29,8 млн. м<sup>3</sup> [4]. Ширина Лани в верхнем течении 4–8 м, в нижнем до 20 м, пойма шириной 0,6–1 км. Берега реки торфянистые, местами песчаные и супесчаные, высотой 1–2 м. Долина реки (ширина 1–1,5 км) покрыта смешанными лесами, заболочена, имеет сеть мелиорационных каналов. Основные притоки слева: Бабка, Нача, Люта, справа: Цепра, Болванка.

В работе использованы временные ряды максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань в створах с. Логновичи (площадь водосбора  $A=480$  км<sup>2</sup> и периодом наблюдений с 1979 по 1988 гг.); с. Локтыши ( $A=909$  км<sup>2</sup> и периодами наблюдений с 1948 по 1976 гг.); с. Мокрово ( $A=2550$  км<sup>2</sup> и периодом наблюдений с 1977 по 1993; 1995–2009; 2010–2015 гг.)

любезно представленные Брестским областным центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Для удобства расчетов и сопоставимости полученных результатов принят единый расчетный период с 1948 по 2015 гг. продолжительностью 68 лет. Пропущенные и недостающие данные восстановлены с помощью компьютерного программного комплекса «Гидролог» [5] с привлечением рек-аналогов согласно требованиям [1]. Как правило, для решения задачи восстановления пропущенных данных парные линейные уравнения регрессии вида:

$$Q(t) = \alpha \cdot Q_a(t) + \beta, \quad (1)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – эмпирические коэффициенты.

Систематическое преуменьшение дисперсий исключалось путем дополнительного расчета погодных ( $Q$ ) значений по формуле [6]

$$Q'_i = \frac{Q_i - \bar{Q}_{i'}}{R} + \bar{Q}_{i'}, \quad (2)$$

где  $Q$  – годовые значения гидрологической характеристики, рассчитанные по уравнению регрессии;

$\bar{Q}_{i'}$  – среднее значение гидрологической характеристики за совместный период наблюдений.

#### Результаты и их обсуждение

Основные статистические характеристики временных рядов максимальных расходов воды половодья р. Лань для различных створов приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** – Основные статистические характеристики временных рядов максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань

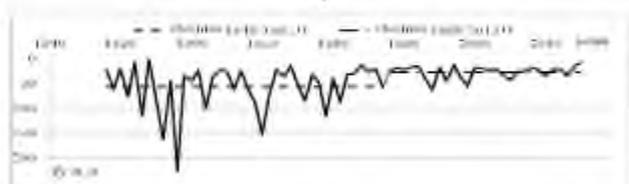
Параметры	Створ		
	с. Логновичи	с. Локтыши	с. Мокрово
Наблюдаемые гидрологические ряды			
Норма стока ( $Q$ ), м <sup>3</sup> /с ± ошибка, %	43,4±40,8	77,5±12,4	33,6±10,8
Коэффициент вариации ( $C_v$ ) ± ошибка, %	0,58±19,2	0,67±9,9	0,67±9,2
Коэффициент асимметрии ( $C_s$ ) ± ошибка, %	0,46±317	0,62±158	2,14±40,1
Число лет наблюдений, лет	10	29	38
Продленные гидрологические ряды			
Норма стока ( $Q$ ), м <sup>3</sup> /с ± ошибка, %	37,7±8,6	59,6±11,5	45,6±11,1
Коэффициент вариации ( $C_v$ ) ± ошибка, %	0,63±6,4	0,8±9,0	0,87±9,5
Коэффициент асимметрии ( $C_s$ ) ± ошибка, %	2,06±29,8	0,99±79,0	2,37±36,3
Число лет наблюдений, лет	67	66	66

Продолжительность периода наблюдений считается достаточной, если относительная среднеквадратичная погрешность для максимального стока не превышает 20 % [1]. Как видно из таблицы, полученные параметры для створов с. Локтыши и с. Мокрово формально отвечают требованиям нормативных до-

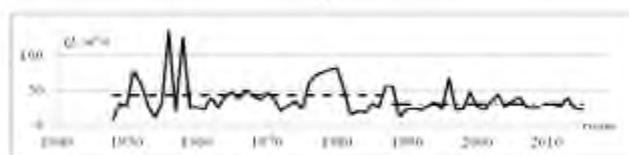
кументов, а для створа с. Логновичи условие не выполняется, поэтому расчетный ряд считается недостаточным и его необходимо привести к многолетнему периоду с привлечением реки-аналога. Кроме того, полученные параметры вычислены для различных периодов: для створа с. Локтыши до строительства водохранилища и современного изменения климата, для створа с. Мокрово для периода эксплуатации водохранилища и современного потепления, поэтому полученные нормы стока противоречат общим закономерностям формирования половодий на реках. Исходя из вышесказанного и для решения поставленных задач нами выполнено продление временных рядов для периода 1948–2015 гг. На рисунке 1 представлен хронологический ход максимальных расходов воды весеннего половодья р. Лань.



а)



б)



в)

--- среднее 1948-1987 гг.;  
- · - · - среднее 1988-2015 гг.

**Рисунок 1.** – Многолетний ход максимальных расходов воды половодья на р. Лань в створах: а) с. Логновичи; б) с. Локтыши; в) с. Мокрово

В таблице 2 приведены статистические параметры и значения критерия Стьюдента и Фишера для сравниваемых периодов.

Как видно из таблицы 2, сопоставление периодов 1948–1987 гг. и 1988–2015 гг. (влияние современного потепления) для всех створов имеет место различие в средних значениях и в характере колебаний максимальных расходов воды весеннего половодья. Сравнение периодов с начала наблюдений до строительства водохранилища и периода эксплуатации водохранилища показывает, что произошли значительные уменьшения максимальных расходов воды весеннего половодья вследствие аккумуляции больших объемов воды в чаше водохранилища. Створ с. Логновичи находится выше водохранилища, и оно не оказывает влияния на сток. В связи с тем, что попуски воды из водохранилища определяют водный режим створов, расположенных ниже по течению, климати-

ческие факторы не могут внести существенных изменений.

**Таблица 2.** – Параметры гидрологических рядов максимальных расходов воды половодья р. Лань для за выделенные периоды

Створ	Период	Среднее значение, м <sup>3</sup> /с	Дисперсия	Критерий	
				$t/t_{\text{ср}}$	$F/F_{\text{ср}}$
Оценка влияния современного потепления					
с. Логновичи	1948-1987	43,0	790,2	<b>2,69</b>	<b>5,01</b>
	1988-2015	29,9	157,8	2,00	1,86
с. Локтыши	1948-1987	73,9	2610,9	<b>3,36</b>	<b>2,28</b>
	1988-2015	39,2	1143,6	2,00	1,94
с. Мокрово	1948-1987	58,0	2202,1	<b>3,86</b>	<b>13,1</b>
	1988-2015	27,9	167,5	2,01	1,84
Оценка влияния водохранилища					
с. Логновичи	1948-1977	42,2	835,4	1,28	<b>2,55</b>
	1978-2015	34,4	327,4	2,01	1,78
с. Локтыши	1948-1977	75,5	2688,3	<b>2,47</b>	<b>1,93</b>
	1978-2015	47,0	1646,0	2,00	1,77
с. Мокрово	1948-1977	62,7	2630,23	<b>2,92</b>	<b>5,69</b>
	1978-2015	33,1	455,5	2,03	1,77
Влияние современного потепления на антропогенно-нарушенные экосистемы					
с. Логновичи	1977-1987	47,8	715,6	2,10	<b>5,17</b>
	1988-2015	30,3	138,5	2,20	2,21
с. Локтыши	1977-1987	64,3	2581,7	1,51	<b>2,25</b>
	1988-2015	39,2	1143,6	2,14	2,20
с. Мокрово	1977-1987	46,6	956,1	1,94	<b>5,71</b>
	1988-2015	27,9	167,5	2,20	2,20

Примечание: выделены статистически значимые эмпирические коэффициенты.

## Выводы

Таким образом, современное потепление вызвало уменьшение максимальных расходов весеннего половодья, особенно на малых реках Полесья, которое усиливается антропогенными воздействиями. Это нарушает естественный водный режим в нижнем бьефе водохранилищ и прудов, уменьшая площади и время затопления пойм, что угнетает пойменные экосистемы. Необходимо согласовать попуски воды с водохранилищ с экологическим стоком ниже водохранилищ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Расчетные гидрологические характеристики. Порядок определения. Технический кодекс установившейся практики ТКП 45-3:04-168-2009(02250). – Минск: РУП «Стройтехнорм», 2010. – 55 с.
2. Статистические методы в природопользовании. Учебное пособие / В.Е. Валуев, А.А. Волчек, П.С. Пойта, П.В. Шведовский – Брест: Изд-во Брестского политехнического ин-та, 1999. – 252 с.
3. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Минск: БелЭн, 2007. – 480 с.
4. Водохранилища Беларуси (справочник) / Минск: ОАО «Полиграфкомбинат им. Я. Коласа» – Минск, 2005. – 183 с.
5. Волчек, А.А. Пакет прикладных программ для определения расчетных характеристик речного стока // А.А. Волчек, С.И. Парфомук / Веснік Палесскага дзяржаўнага ун-та. Серыя прыродазнаўчых навук. – 2009. – № 1. – С. 22–30.

## EVALUATION OF FLUCTUATIONS OF THE MAXIMUM DISCHARGES OF FLOODS ON SMALL RIVERS OF THE POLESIE REGION

VOLCHAK A.A., VOUCHAK AN.A.

The article presents the results of the analysis of changes in the maximum water discharges of floods on small rivers of the Belarusian Polesie on the example of the Lan River. The quantitative estimation of influence of natural and anthropogenic factors on the hydrological regime is given. In general, there is a significant decrease in the maximum water discharges.

УДК 551.55 (476-14)

**ВЕТРОВОЙ РЕЖИМ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**А.А. Волчек<sup>1</sup>, А.В. Гречаник<sup>2</sup><sup>1</sup> Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В работе представлены изменения и современная оценка скорости ветра на территории Белорусского Полесья по данным сети метеорологических станций. Проведена оценка степени однородности основных характеристик временных рядов скорости ветра, которая позволяет сделать вывод о наличии статистически значимых изменений.

**Введение**

Белорусское Полесье, занимающее южную часть республики, отличается не только своими неповторимыми ландшафтами, но и своеобразными климатическими условиями, которые обусловлены как географическим положением, так и влиянием осушительной мелиорации земель.

Полесье является основным регионом распространения ветровой эрозии почв в республике. После проведения мелиоративных работ действие ветровой эрозии почв Полесья значительно усилилось. Исследованиями [1] установлено, что на осушенных торфяниках интенсивность ветровой эрозии определяется зависимостью, в которой скорость ветра ( $V$ ) возводится в куб. Поэтому даже незначительные изменения скорости ветра могут оказать существенное влияние на величину индекса ветровой эрозии почв. При скоростях ветра свыше 15 м/с на территории Полесья возникают пыльные бури. Наблюдаются такие скорости ветра довольно редко. Так по данным наблюдений за последние 30 лет они отмечены только на метеостанциях Полесская и Брагин, где составляют сотые доли процентов.

Эти факторы определяют актуальность изучения современного ветрового режима Полесья в условиях изменяющегося климата.

Целью данной работы является оценка современных изменений скорости ветра на территории Белорусского Полесья путем анализа временных рядов скорости ветра, осредненных за год за период инструментальных наблюдений.

**Методика и объекты исследования**

Исходным материалом для проведения исследования явились данные многолетних инструментальных наблюдений за скоростью ветра на метеорологических станциях Высокое, Брест, Ганцевичи, Пинск, Полесская, Житковичи, Лельчицы, Октябрь, Мозырь, Василевичи, Брагин, Гомель Брестского и Гомельского областных центров по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период 1986–2015 гг. Данные метеорологические станции работают по программе станций II разряда, измерения скорости ветра осуществляется по стандартной методике. Также в работе использованы данные Справочников по климату СССР за период 1951–1965 гг. [2, 3].

В работе, используя стандартные статистические методы, определены значения коэффициента вариации ( $C_v$ ), среднего квадратического отклонения ( $\sigma$ ), автокорреляции ( $r(1)$ ), корреляции линейных трендов ( $r$ ) и средний градиент скорости ветра ( $\Delta V$ ).

При статистическом анализе временных рядов использованы следующие методики: для выявления тенденций изменений использовались хронологические графики колебаний и разностные интегральные кривые; для оценки различий в статистических параметрах использовался критерий Стьюдента и критерий Фишера.

Полученное значение t-критерия Стьюдента и F-критерия Фишера сравнивалось с их критическими значениями при заданном уровне значимости  $\alpha = 5\%$ . Если  $t > t_{\alpha}$  принимается гипотеза статистического различия двух выборочных средних, а при  $F > F_{\alpha}$  принимается гипотеза статистического различия в колебаниях рассматриваемых рядов [4].

**Результаты и их обсуждение**

Анализируя хронологический ход среднегодовой скорости ветра по метеостанциям Белорусского Полесья, выявлена устойчивая тенденция снижения скорости ветра (таблица 1). Одной из причин уменьшения скорости ветра является рост интенсивности Северо-Атлантического колебания и увеличение повторяемости глубоких барических образований, проходящих через территорию Европы [5].

**Таблица 1.** – Основные статистические параметры среднегодовых скоростей ветра за различные периоды осреднения

Метеостанция	Период осреднения, годы	Коэффициенты						t-критерий Стьюдента, F-критерий Фишера
		$V_{\text{ср}}$ , м/с	$C_v$	$r(1)$	$r$	$\Delta V_{10}$ , м/10 лет		
Высокое	1951–1965	3,89	0,02	0,28	0,70	-0,48	t = 14,17; F = 1,17	
	1986–2015	2,54	0,04	0,86	0,89	-0,31		
Брест	1951–1965	3,37	0,01	-0,14	0,23	-0,09	t = 12,31; F = 2,23	
	1986–2015	2,56	0,03	0,78	0,48	-0,14		
Ганцевичи	1951–1965	3,11	0,03	0,59	0,78	-0,51	t = 6,90; F = 3,83	
	1986–2013	2,56	0,01	0,62	0,48	-0,09		
Пинск	1951–1965	3,85	0,05	0,33	0,35	0,35	t = 11,64; F = 1,41	
	1986–2015	2,32	0,06	0,93	0,76	-0,32		
Полесская	1951–1965	3,21	0,02	0,34	0,61	-0,31	t = 4,51; F = 4,00	
	1986–2015	3,68	0,06	0,83	0,86	-0,45		
Житковичи	1951–1965	3,15	0,01	0,50	0,59	-0,25	t = 14,06; F = 1,93	
	1986–2015	2,17	0,03	0,88	0,88	-0,27		
Лельчицы	1951–1965	3,59	0,04	0,63	0,85	-0,76	t = 9,96; F = 1,27	
	1986–2013	2,35	0,05	0,89	0,89	-0,38		
Октябрь	1958–1965	3,61	0,01	-0,31	0,18	0,18	t = 6,17; F = 2,47	
	1986–2015	2,93	0,05	0,84	0,83	-0,36		

Мозырь	1957–1965	3,58	0,04	0,56	0,66	0,98	$t = 10,09;$
	1986–2015	2,13	0,03	0,80	0,49	-0,15	$F = 2,38$
Василевичи	1951–1965	3,14	0,02	0,53	0,31	-0,19	$t = 14,01;$
	1986–2015	1,98	0,03	0,81	0,78	-0,22	$F = 1,17$
Брагин	1951–1965	3,33	0,04	0,63	0,26	0,22	$t = 6,77;$
	1986–2013	2,55	0,09	0,89	0,87	-0,52	$F = 1,88$
Гомель	1951–1965	3,99	0,05	0,58	0,04	-0,04	$t = 11,86;$
	1986–2015	2,35	0,07	0,87	0,92	-0,42	$F = 1,28$

Примечание: выделены статистически значимые коэффициенты корреляции.  $t_{0,05} = 1,66 \dots 1,81$ ;  $F_{0,05} = 2,06 \dots 3,38$

Среднее значение скорости ветра на территории Полесья за период 1986–2015 гг. составляет  $V_{\text{ср}} = 2,5$  м/с (рисунок 1). Максимальное среднегодовое значение скорости ветра наблюдалось на метеорологической станции Полесская в 1990 и 1993 гг. и составило  $V_{\text{max}} = 4,3$  м/с; минимальные среднегодовые значения наблюдались на метеорологических станциях Василевичи и Чечерск в 2009 и 2006 гг. соответственно и составили  $V_{\text{min}} = 1,6$  м/с, размах колебаний составил  $\Delta V = 2,7$  м/с.

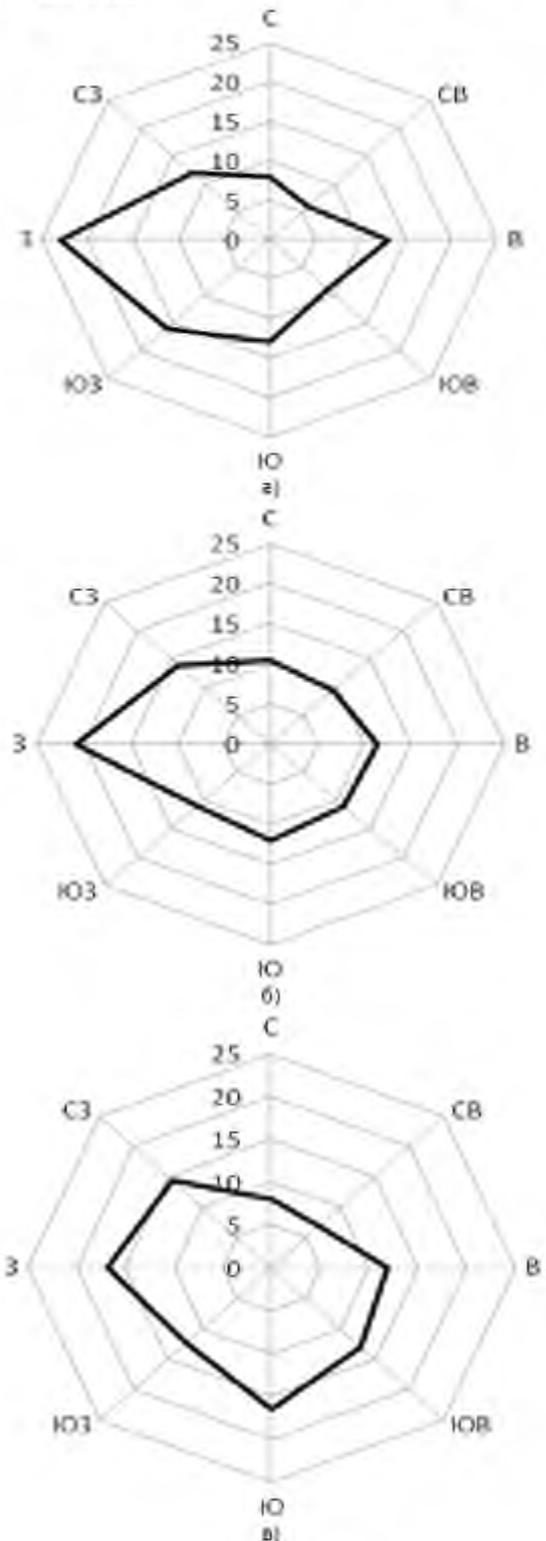


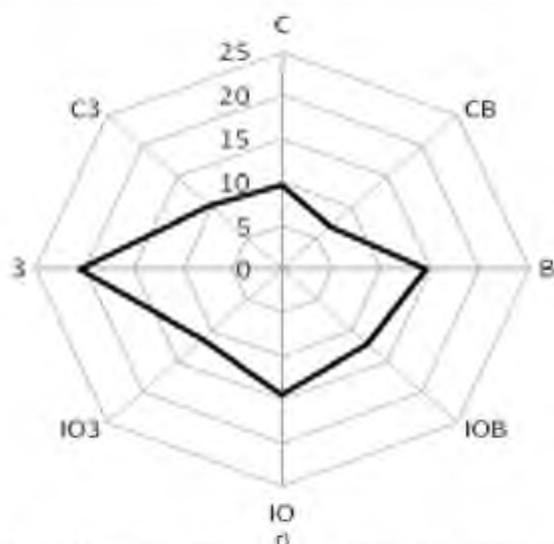
Рисунок 1. – Средняя скорость ветра за период 1986–2015 гг.

Для всех метеорологических станций проводился сравнительный анализ полученной метеорологической информации с данными, представленными в более ранних климатических справочниках. Для оценки различий в скорости ветра использованы статистические критерии Стьюдента (оценка выборочных средних) и Фишера (оценка выборочных дисперсий). В результате анализа выборочных средних среднегодовых скоростей ветра за рассматриваемые интервалы статистически значимые различия при уровне значимости  $\alpha = 5\%$  были установлены для всех исследуемых метеостанций. Статистически значимые различия коэффициентов вариации выявлены для метеорологических станций Ганцевичи, Полесская и Мозырь.

Годовой ход скорости ветра связан с годовым ходом интенсивности атмосферной циркуляции. В холодный период года из-за усиленной циклонической деятельности средние месячные скорости ветра больше, чем в теплый. Изменчивость средних месячных скоростей также больше в холодное полугодие. Сравнение двух исследуемых периодов показало, что внутригодовой ход среднемесячных скоростей ветра не претерпел изменений; наименьшие скорости характерны для июля-августа, наибольшие скорости характерны с ноября по февраль.

В ходе работы проанализирована повторяемость различных значений скорости ветра. Для Белорусского Полесья наиболее характерны слабые ветры (2–5 м/с) их доля составляет около 2/3 от всех ветров. Эрозионноопасными являются ветры со скоростью 6,5 м/с и более, их доля составляет лишь несколько процентов от общего числа случаев. Наиболее часто такие ветры отмечаются на метеостанциях Полесская, Брагин, Октябрь.





**Рисунок 2.** – Повторяемость различных направлений ветра по метеорологическим станциям: а) Брест; б) Пинск; в) Василевичи; г) Брагин

В связи с особенностями циркуляции атмосферы и под влиянием местных условий на территории Белорусского Полесья в течение года преобладают ветры юго-западной четверти. Для этих направлений характерны и наибольшие средние скорости ветра (рисунок 2).

Для зимнего периода характерно преобладание ветров юго-западной четверти горизонта, при уменьшении доли северных и северо-восточных ветров. Это связано с установлением более высокого давления на юге и юго-востоке республики, с понижением к северу и северо-западу. В весеннее время на Полесье наблюдается увеличение повторяемости восточных ветров. Летом преобладающими становятся западные и северо-западные ветры, при уменьшении повторя-

емости южных и юго-западных направлений. К осени повторяемость северо-восточных и восточных ветров уменьшается, при этом возрастает доля ветров с южной составляющей (юго-восток, восток, юго-запад).

#### Выводы

В работе рассчитаны и проанализированы основные характеристики ветровых условий территории Белорусского Полесья. Проведено сравнение характеристик скорости ветра за два периода 1951–1965 и 1986–2015 гг. Выявлена устойчивая тенденция снижения среднегодовых скоростей ветра на всей исследуемой территории. Годовой ход скорости ветра не претерпел существенных изменений, отмечено увеличение доли тихих и слабых ветров.

Изменение скорости ветра существенно сказывается на ветровой эрозии. Энергия ветра снижается, что приводит к уменьшению индекса ветровой эрозии почв.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ярошевич, Л.М. Экологические проблемы эрозии почв в Полесье / Л.М. Ярошевич, Ю.И. Кришталь // Проблемы Полесья. Вып. 14. – Минск: Наука і тэхніка, 1991 – С. 153–170.
2. Справочник по климату СССР. Белорусская ССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Обнинск: ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. II: Скорость ветра. – 1975. – 473 с.
3. Справочник по климату СССР. Белорусская ССР: Метеорологические данные за отдельные годы. Обнинск: ВНИИГМИ – МИД, 1975. – Ч. III. – Т. I: Направление ветра. – 1975. – 593 с.
4. Бурлибаев, М.Ж. Колебания уровня воды озера Балкаш в условиях изменяющегося климата / М.Ж. Бурлибаев, А.А. Волчек, Д.М. Бурлибаева // Гидрометеорология и экология. – 2017. – № 2. – С. 46–65.
5. Погинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: Тетра-Системс, 2008. – 496 с.

## WIND REGIME OF THE BELARUSIAN POLESSYA

VOLCHAK A.A., HRACHANIK A.V.

The paper presents changes and a modern estimate of the wind speed of the Belorussian Polesya according to the network of meteorological stations. The degree of homogeneity of the main characteristics of time series of wind speed is estimated, and this fact allows to conclude that there are statistically significant changes.

УДК 556.16.048 (476)

**ЗАКОНОМЕРНОСТИ КОЛЕБАНИЙ УРОВНЯ ВОДЫ ОЗЕР БЕЛАРУСИ И ПОЛЬШИ**А.А. Волчек<sup>1</sup>, С.И. Парфомук<sup>2</sup>, И.И. Кирвель<sup>2</sup><sup>1</sup> Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Поморская Академия, г. Слупск, Польша

Выполнена первая попытка выделения в отдельные группы озер Беларуси и Польши по характеру колебаний уровня воды на основе анализа сходства спектральной плотности уровней. Выявлено три группы, для которых рассчитаны основные статистические параметры. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования уровня воды неизученных и слабо изученных озер Беларуси и Польши.

**Введение**

Определение характерных пространственно-временных закономерностей является основой районирования территории по условиям формирования уровня воды и разработки прогнозов (сценариев) изменения уровня. Корректно выполненное районирование позволяет систематизировать количественную и качественную информацию об изменчивости различных гидрологических составляющих.

Ранее авторами выполнено районирование территории Беларуси по условиям колебаний годового стока, выделено 3 гидрологических района [1]. В данной работе предпринята попытка определения однородных гидрологических районов (групп озер) Беларуси и Польши по условиям формирования временной изменчивости уровней воды в озерах.

Целью настоящей работы является выявление закономерностей периодичности колебаний средних годовых уровней воды озер северо-восточной части Польши и Беларуси.

**Методика и объекты исследования**

В качестве исходных данных использованы уровни 25 озер (9 – на территории Беларуси, 16 – на территории Польши) с единым периодом наблюдений – с 1956 по 2010 гг. включительно, т.е. 55 лет.

В Польше насчитывается около 7 тыс. озер площадью водного зеркала более 1 га. По плотности озер в Европе Польша занимает второе место после Финляндии. Особенно ярко выраженным озерным краем является северо-восточная часть Польши, где озера составляют примерно 10 % территории. В Беларуси насчитывается около 10 тыс. озер, площадь водного зеркала которых составляет 2 000 км<sup>2</sup> и объем воды 6–7 км<sup>3</sup>.

Материалом для исследования озер Польши послужили данные многолетних инструментальных наблюдений за уровнем воды на 16 озерах: 3 озера расположено в Великом Польском Поозерье, 4 – в Поморском Поозерье и 9 – в Мазурском Поозерье. Материалом для исследования озер Беларуси послужили данные многолетних инструментальных наблюдений за уровнем воды выполненных Гидрометеослужбой на 9 крупнейших озер Беларуси, расположенных в Белорусском Поозерье и Белорусском Полесье. При отборе озер во внимание принималось два критерия, т.е. полнота данных наблюдений и отсутствие антропогенного влияния. В настоящее время практически все водосборы подвержены антропогенным нагрузкам в той или иной степени, даже у озер с естественным гидрологическим режимом. Поэтому гидрологический режим рассматриваемых озер является квазистационарным.

Методика объединения озер в группы основана на анализе сходства изображений спектральной плотности уровней воды [2]. Спектральная плотность рассчитывается для всех озер за одинаковый интервал времени по формуле [3]

$$S(w) = \frac{1}{\pi} \int_0^m \lambda(\tau) r(\tau) \cos(w\tau) d\tau, \quad (1)$$

где  $w = 2\pi/T$  – круговая частота;  $T$  – период;  $m$  – максимальный сдвиг при оценке ординат автокорреляционной функции;  $\lambda(\tau)$  – сглаживающая функция;  $r(\tau)$  – автокорреляционная функция.

В качестве сглаживающей функции  $\lambda(\tau)$  применялось корреляционное окно Наттола [3]

$$\lambda(\tau) = \sum_{k=0}^3 a_k \cos[(\pi k \tau) / m] \quad (2)$$

где  $a_k$  – весовые коэффициенты ( $a_0=0,364$ ;  $a_1=0,489$ ;  $a_2=1,137$ ;  $a_3=0,011$ ).

Окно Наттола использовалось для упрощения выделения типовых спектров, т.к. его применение позволяет снизить величину шумовой компоненты и получить сглаженный спектр.

Максимальный по длительности период, выделяемый на спектре, не должен превышать 1/3 длины ряда. Уровень значимости пиков назначался из нулевой гипотезы: гидрологический ряд представляет собой «белый шум». Доверительный интервал для выборочного спектра в этом случае определяется выражением [4]:

$$\frac{\chi_{1-\alpha}^2}{\sqrt{2\pi}} < S^* < \frac{\chi_{\alpha}^2}{\sqrt{2\pi}}, \quad (3)$$

где  $\chi^2$  – ордината распределения Пирсона;  $\nu$  – число степеней свободы;  $\alpha = 5\%$  – уровень значимости.

Число степеней свободы для окна Наттола при длине ряда  $n$  и максимальном сдвиге  $m$  определяется по следующей формуле [3]:

$$\nu = \frac{5,5n}{m} \quad (4)$$

**Результаты и их обсуждение**

В зависимости от вида спектра уровня исследуемые озера Беларуси и Польши разделены на три основных группы. Первая группа спектров представляет собой гладкую кривую без значимых пиков в высокочастотной

области. Она обнаружена у большинства исследуемых озер. Типичным представителем этой группы является спектр уровня озера Выгонощанское (рисунок 1).

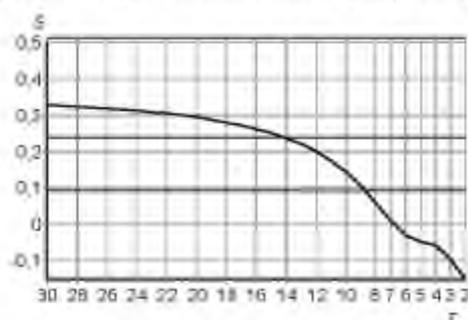


Рисунок 1. – Типовой для первой группы спектр уровня озера Выгонощанское

Для спектра уровня озер восточной части Беларуси и озера Studzieniczne характерна значимая четырехлетняя гармоника. Типичным представителем этой зоны является спектр уровня озера Лукомское (рисунок 2).

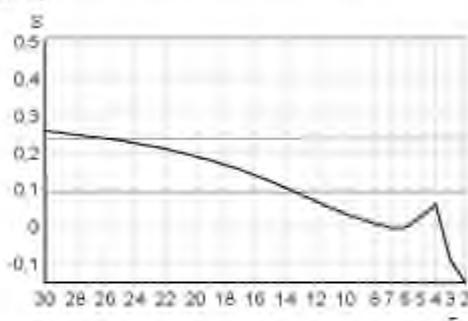


Рисунок 2. – Типовой для второй группы спектр уровня озера Лукомское

Третья группа представлена озерами из северо-западной части Польши. Данная группа спектров представляет собой кривую с наличием значимого пика трехлетнего колебания. Типичный спектр для этой группы приведен на рисунке 3, соответствующий уровню озера Łebsko.

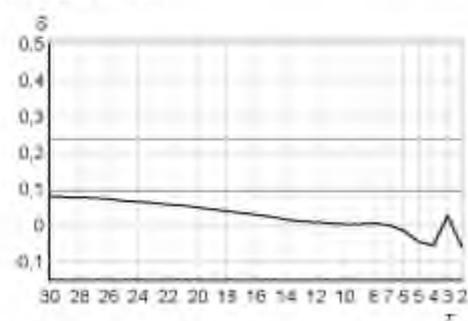


Рисунок 3. – Типовой для третьей группы спектр уровня озера Łebsko

Объединение озер в группы на анализе сходства изображений спектральной плотности уровней воды способствовало проведению оценки основных статистических параметров. Средние значения коэффициентов вариации ( $C_v$ ), отношений коэффициентов асимметрии и вариации ( $C_s/C_v$ ), а также коэффициентов автокорреляции ( $r(1)$ ) для выделенных в отдельные группы озер Беларуси и Польши приведены в таблице 1.

Таблица 1. – Основные статистические параметры озер Беларуси и Польши по группам

Номер группы	$C_v$	$C_s/C_v$	$r(1)$
I	0,06	-2,1	0,57
II	0,18	-0,4	0,64
III	0,07	0,2	0,49

Коэффициенты вариации и автокорреляции имеют наибольшие значения для второй группы озер. Соотношение коэффициентов асимметрии и вариации имеет ярко выраженную тенденцию к возрастанию от первой к третьей группе.

Уровни воды озер в выделенных группах отличаются также мощностью долгопериодных составляющих в спектре. Максимальная «степень покраснения» спектра уровня воды озер наблюдается во второй группе. В первой группе мощность долгопериодных составляющих в спектре ниже, чем во второй. В третьей группе озер «красный шум» наименее выражен.

#### Выводы

Выполнена первая попытка выделения в отдельные группы озер Беларуси и Польши по характеру колебаний уровня воды на основе анализа сходства спектральной плотности уровней. Выявлено три группы, для которых рассчитаны основные статистические параметры. Полученные результаты могут быть использованы для прогнозирования уровня воды неизученных и слабо изученных озер Беларуси и Польши.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Логинов, В.Ф. Районирование территории Беларуси по условиям колебания речного стока / В.Ф. Логинов, А.А. Волчек, С.И. Парфомук // Природопользование: сб. научн. тр. / Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т проблем использования природ. ресурсов и экологии, под ред. И.И. Пишваня, В.Ф. Логинова. – Минск, 2005. – Вып. 11. – С. 23–28.
2. Дружинин, В.С. Районирование территории Северо-Запада РФ по условиям формирования годового стока / В.С. Дружинин, А.В. Сикан // Водные ресурсы Северо-Западного региона России. – СПб., 1999. – С. 24–29.
3. Марпл-мл., С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения / С.Л. Марпл-мл., пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 584 с.
4. Кайсел, Ч. Анализ временных рядов гидрологических данных / Ч. Кайсел, пер. с англ. – Л.: Гидрометеоиздат, 1972. – 138 с.

## THE REGULARITIES OF WATER LEVEL FLUCTUATIONS OF BELARUSIAN AND POLISH LAKES

VOLCHAK A.A., PARFOMUK S.I., KIRVEL I.I.

The first attempt to release separate groups of Belarusian and Polish lakes on the fluctuating water levels on the basis of the similarity of the spectral density levels analysis is performed. Three groups of lakes are selected. Basic statistical parameters are calculated for selected groups. The results can be used to forecast water levels for unexplored and poorly studied lakes in Belarus and Poland.

УДК 556.165: 556.16.047 (476)

**АВТОМАТИЧЕСКОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ГИДРОГРАФА РЕЧНОГО СТОКА**А.А. Волчек<sup>1</sup>, С.И. Парфомук<sup>2</sup>, С.В. Сидак<sup>2</sup><sup>1</sup> Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь

Разработана программа для автоматического расчленения гидрографа речного стока и определения его основных характеристик. Предложена новая методика для выделения дат начала и окончания периода весеннего половодья по данным ежедневных расходов воды.

**Введение**

Водный режим рек зависит от множества различных факторов, среди которых ведущая роль принадлежит метеорологическим и гидрологическим, а в последнее время – и антропогенным факторам. Так как эти факторы подвержены постоянным изменениям, в водном режиме рек также проявляются периоды различной длительности.

Наиболее детальное представление о гидрологическом режиме реки дает гидрограф – график изменения во времени расходов воды в реке или другом водотоке за год, несколько лет или часть года (сезон, половодье или паводок). Гидрограф отражает сложные процессы взаимодействия поверхностных и подземных вод.

В водном режиме практически всех рек Беларуси выделяются следующие фазы: весеннее половодье, дождевые паводки, летне-осенние паводки, летняя и зимняя межень.

Условия наступления определенной фазы водного режима из года в год могут существенно меняться, так как возможны значительные отличия в температурных условиях, количестве осадков, влажности, интенсивности таяния снега и др.

Установление закономерностей, по которым происходит распределение стока внутри года, имеет важное практическое и научное значение во многих отраслях народного хозяйства (экологии, сельском хо-

зяйстве, гидрологии, водохозяйственном строительстве и др.). В связи с этим задача расчленения гидрографа, выделения фаз водного режима, определения дат их наступления и экстремальных гидрологических ситуаций является крайне важной.

В цели исследования входила разработка алгоритма и компьютерной программы, которая позволила бы в автоматизированном режиме решать ряд гидрологических задач, а именно:

- по имеющимся данным о ежедневных расходах воды строить гидрограф речного стока, выделять на графике основные фазы водного режима реки: половодье, паводки, летнюю и зимнюю межень;

- определять следующие характеристики речного стока:

- ✓ величину годового стока, среднегодовой расход воды;
- ✓ минимальный, максимальный, средний месячный расходы воды;
- ✓ даты начала и окончания половодья, продолжительность подъема и спада в днях, общую продолжительность половодья, максимальный расход воды половодья и паводка, их объемы и т.д.
- ✓ периоды (30-дневный, 10-дневный, 7-дневный) минимального стока внутри летне-осенней и зимней межени, а также минимальный расход воды за выбранный период.

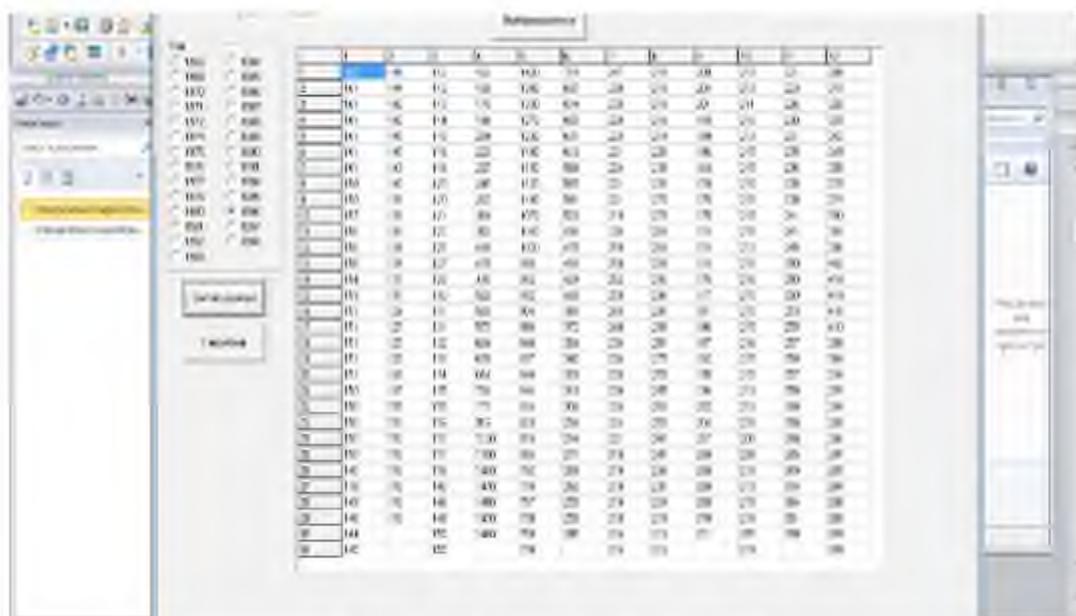


Рисунок 1. – Исходные данные

### Методика и объекты исследования

Исходными данными послужили материалы наблюдений Государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь за период инструментальных наблюдений, опубликованные в материалах государственных кадастров.

### Результаты и их обсуждение

На первом этапе работы с программой пользователю предлагается выбрать реку-створ, а также год, за который необходимо провести расчеты. На рисунке 1 показаны данные о ежедневных расходах воды р. Припять в створе Мозырь за 1996 год.

*Определение характеристик весеннего половодья.*

Весеннее половодье является основной характеристикой водного режима рек Беларуси.

Расчет характеристик весеннего половодья имеет свои трудности. Особенно затруднительным является выделение периода половодья, так как методы и способы определения дат начала и окончания половодья носят преимущественно описательный характер, не содержат формул для их вычисления. При сильнорастянном из-за похолоданий снеготаяния или при выпадении обильных дождей на реках формируются половодья, гидрографы которых имеют сложные очертания и состоят из нескольких самостоятельных волн. В годы же с дружным снеготаянием формируются стройные однопиковые половодья, характеризующиеся большой интенсивностью подъема и спада.

В работе Е.В. Шевниной «Методика расчета характеристик весеннего половодья по данным ежедневных расходов воды» предложены численные критерии для определения дат начала и окончания половодья, на основе которых рассчитаны ретроспективные характеристики весеннего половодья, и проведена оценка предложенной методики расчета слоя стока на примере данных средних рек Российской Арктики за период с начала наблюдений до 1980 г. [2, с. 45]. Для определения по предложенной методике дат начала и окончания половодья требуются величины  $\alpha_{\beta}$  (пороговое значение относительного изменения расхода воды за временной шаг) и  $\beta_{\beta}$  (продолжительность периода, в течение которого эта величина была превышена). Для определения этих параметров использованы опубликованные в многолетниках ГВК данные о сроках начала половодья, которые оптимизировались по каждому водосбору. При отсутствии таких данных расчет периода половодья по предложенной методике не представляется возможным.

В настоящей работе для расчета даты начала и окончания половодья предлагается методика, основанная на использовании коэффициента естественной зарегулированности стока.

Разница между максимальными и минимальными расходами воды за определенный период характеризует размах колебаний – амплитуду колебаний расходов воды, или степень естественной зарегулированности стока рек. Очевидно, что чем более

равномерно распределен сток в году, тем меньше амплитуда колебаний расходов воды, и наоборот. Амплитуду колебаний расходов воды в реках можно характеризовать отношением наибольшего наблюдаемого расхода к наименьшему:  $K = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}}$ . Величи-

ну  $K$  называют коэффициентом естественной зарегулированности.

В данной работе использован предложенный нами коэффициент естественной зарегулированности за период времени от  $t_1$  до  $t_2$ :

$$K|_{t_1}^{t_2} = \frac{Q_{\max}|_{t_1}^{t_2}}{Q_{\min}|_{t_1}^{t_2}}, \quad (1)$$

где  $Q_{\min}|_{t_1}^{t_2}$  – минимальный расход воды за период времени от  $t_1$  до  $t_2$ .

*Порядок определения дат начала и окончания половодья.*

1. Определяется максимальный расход воды с середины февраля по июнь с учетом того, что реки Беларуси относятся к рекам западно-европейского типа со стоком во все сезоны года, но с преобладанием весеннего стока (в Беларуси период половодья на реках наступает в весенний или весенне-летний сезоны), и обозначен как  $Q_{\max}$ . За  $t_{\max}$  принят день, в который наблюдается пик половодья.

2. Определяются средний и минимальный расходы воды от середины февраля до

$$t_{\max} - \overline{Q}_{45}^{t_{\max}} \text{ и } Q_{\min}|_{45}^{t_{\max}}.$$

3. Определяются средний и минимальный расходы воды от  $t_{\max}$  до конца июня –  $\overline{Q}_{180}^{t_{\max}}$  и  $Q_{\min}|_{t_{\max}}^{180}$ .

4. Определяются коэффициенты естественной зарегулированности стока за 2 периода (1 – с середины февраля до  $t_{\max}$ , 2 – от  $t_{\max}$  до конца июня):

$$k_1 = K|_{45}^{t_{\max}} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}|_{45}^{t_{\max}}}, \quad (2)$$

$$k_2 = K|_{t_{\max}}^{180} = \frac{Q_{\max}}{Q_{\min}|_{t_{\max}}^{180}}, \quad (3)$$

$$t_1 = Q_{\min}|_{45}^{t_{\max}} \cdot (1 + 0,15 \cdot k_1),$$

$$t_2 = Q_{\min}|_{t_{\max}}^{180} \cdot (1 + 0,15 \cdot k_2).$$

6. Для определения даты начала половодья ( $t_b$ ) «спускаются влево» по гидрографу от точки с координатами ( $t_{\max}, Q_{\max}$ ) до тех пор, пока выполняется условие  $Q(t_1) \geq \min(\overline{Q}_{45}^{t_{\max}}, t_1)$ . Первую точку, в которой будет нарушаться данное условие, т.е. точку  $t_b$ , для которой  $Q(t_b) < \min(\overline{Q}_{45}^{t_{\max}}, t_1)$ , и будем считать датой начала весеннего половодья.

7) Для определения даты окончания половодья ( $t_2$ ) «спускаются вправо» по гидрографу от точки с координатами ( $t_{\max}, Q_{\max}$ ) до тех пор, пока выполняется одно из двух условий:  $Q(t_j) \geq \min(\overline{Q}_{j/\max}^{180}, t_2)$ .

$D(t_j) \geq 0$ , где  $D(t_j) = 1 - \frac{Q(t_{j+1})}{Q(t_j)}$  (относительное изменение расхода воды за сутки). Первая точка, в которой нарушаются оба условия, считается датой окончания весеннего половодья ( $t_2$ ).

В таблице 1 приведены результаты вычисления максимальных расходов весеннего половодья, а также значения коэффициентов  $k_1$  и  $k_2$  для р. Припять в створе Мозырь за период с 1980 по 1988 гг., которые показывают неравномерность расхода воды, как в течение рассчитанного промежутка времени, так и значительные отличия в соотношении между максимальным и минимальным расходами из года в год.

**Таблица 1.** – Значения коэффициентов естественной зарегулированности стока

Год	Максимальный расход половодья, м <sup>3</sup> /с	Коэффициент $k_1$	Коэффициент $k_2$
1980	964	6,06	2,4
1981	1900	2,72	6,42
1982	1330	3,32	2,5
1983	1210	2,85	4,45
1984	383	3,02	2,1
1985	907	7,67	2,24
1986	998	4,25	6,57
1987	847	9,16	2,58
1988	783	4,04	3,05

*Определение летней и зимней межени и паводков*

При выделении данных фаз водного режима учитывали, что в меженный период включаются паводки, если величина объема каждого из них не превышает 15 % объема стока за меженный период, предшествующий и последующий этому паводку.

На втором этапе работы программа проводит выделение фаз водного режима реки и определяет различные характеристики речного стока. Пример расчленения гидрографа для р. Припять в створе Мозырь (1996 г.) представлен на рисунке 2.

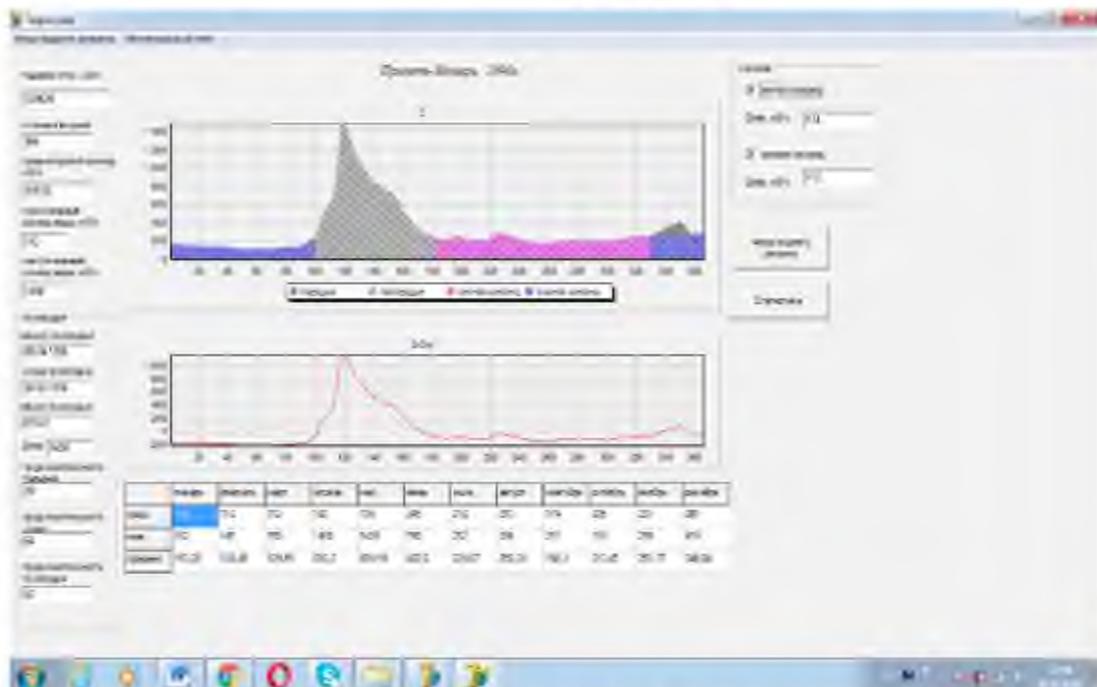
*Определение характеристик минимального стока*

Исследование характеристик минимального стока в зимний и летне-осенний сезоны имеет большое значение для правильного и наиболее эффективного использования вод в ряде отраслей народного хозяйства.

Минимальный сток – наименьший по величине сток, обычно наблюдающийся в межень. Периодом минимального стока называют отрезок времени от 1 до 30 суток внутри меженного периода, когда наблюдаются наименьшие расходы воды. Расчет минимального 30-дневного расхода вместо минимального среднемесячного исключает влияние календарных месяцев, завышавших оценки низкого стока в условиях прерывистой межени. В зависимости от целей водохозяйственных расчетов применяются также величины 7 и 10-дневных минимальных расходов воды [1].

На третьем этапе работы программы выполняется расчет периодов минимального стока, а также минимальных расходов воды за выбранный период. Пользователь может выбрать интересующий его период (30-дневный, 10-дневный, 7-дневный), а также межень, внутри которой необходимо получить рассчитываемые параметры.

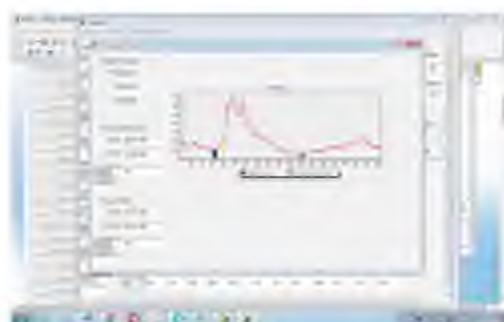
Результаты начала периодов минимального стока для р. Ясельда в створе Береза представлены в таблице 2.



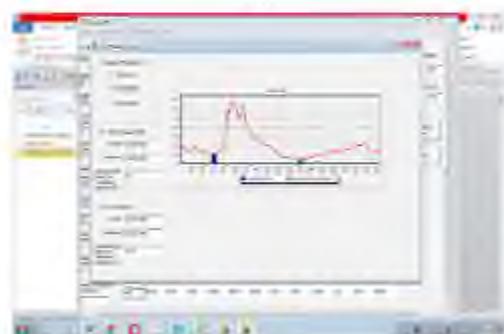
**Рисунок 2.** – Расчленение гидрографа речного стока

Таблица 2. – Динамика начала периода минимального стока

Река-створ	Год	Летне-осенний			Зимний		
		30-дневный	10-дневный	7-дневный	30-дневный	10-дневный	7-дневный
Ясельда-Берега	1979	20 октября	3 ноября	19 июля	8 февраля	20 января	21 января
	1980	15 мая	29 мая	1 июня	29 февраля	17 марта	25 января
	1981	16 июля	19 июля	18 июля	6 февраля	26 февраля	28 февраля
	1982	25 августа	8 сентября	10 сентября	30 января	15 февраля	17 февраля
	1983	15 августа	4 сентября	5 сентября	4 февраля	23 февраля	26 февраля
	1984	9 августа	25 августа	27 августа	7 января	16 января	18 января
	1985	10 июля	19 июля	22 июля	17 февраля	22 февраля	27 февраля
	1986	4 июля	15 июля	18 июля	1 февраля	4 февраля	5 февраля
	1987	28 октября	11 ноября	9 ноября	7 января	13 января	14 января
	1988	13 мая	23 мая	22 мая	16 февраля	18 февраля	9 марта
1989	14 июня	26 мая	26 мая	21 января	10 февраля	8 февраля	



а)



б)



в)

**Рисунок 3.** – Расчет характеристик минимального стока. а) продолжительностью 7 дней; б) продолжительностью 10 дней, в) продолжительностью 30 дней

## AUTOMATIC DISMEMBERMENT OF THE RIVER FLOW HYDROGRAPH

VOLCHAK A.A., PARFOMUK S.I., SIDAK S.V.

A program is developed for automatic dismemberment of the river flow hydrograph and determination of its main characteristics. A new method for allocation of dates of the beginning and the end of the period of a spring high water according to data of daily expenses of water is offered.

На рисунке 3а–3в продемонстрирована работа программы по определению характеристик минимального стока для р. Ясельда в створе Сенин, 1986 г.

### Выводы

Авторами разработана программа для автоматического расчленения гидрографа речного стока и определения основных его характеристик. Данная программа может быть использована для изучения динамики, колебаний стока во времени, внутригодового распределения стока, при прогнозировании стока рек в будущем, на этапах планирования мероприятий по улучшению экологического состояния рек, при рационализации использования водных ресурсов, при оценке возможности сезонного превышения среднего месячного расходов воды и соответствующих экономических ущербов.

В настоящее время ведется работа по расширению возможностей и функциональному наполнению программы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Волчек, А.А. Минимальный сток рек Беларуси / А.А. Волчек, О.И. Грядунова, Брест. гос. ун-т имени А.С. Пушкина – Брест. БрГУ, 2010. – 300 с.
2. Шевнина, Е.В. Методика расчета характеристик весеннего половодья по данным ежедневных расходов воды / Е.В. Шевнина // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2013. – № 1 (95). – С. 44–50.

УДК 656.53(476.7)

**ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ ЯСЕЛЬДА**

А.А. Волчек, М.А. Таратенкова, А.А. Шляхов

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет», г. Брест, Беларусь

Статья содержит оценку трансформации качества поверхностных вод р. Ясельда по таким показателям, как аммоний-ион, нитрит-ион, нитрат-ион и общее железо за период наблюдения с 1994 по 2016 гг.

**Введение**

Водные ресурсы являются важным ресурсом для любого государства. Поэтому одной из первоочередных задач является комплексное использование водных ресурсов. Для этого необходима объективная оценка количественных и качественных характеристик водных ресурсов с целью их рационального использования. В настоящее время имеющийся объем водных ресурсов на территории Полесья достаточен для нормального функционирования природных экосистем и развития экономики региона. Основными проблемами, связанными с водными ресурсами, являются: наводнения, маловодье, внутригодовое распределение и качество природных вод. Последняя проблема в настоящее время стремительно нарастает и требует немедленного решения.

**Методика и объекты исследования**

При проведении исследований использовались данные Государственного водного кадастра (ГВК) Республики Беларусь в период с 1994 по 2016 гг. Трансформация гидрохимического режима исследовалась на примере р. Ясельда по следующим показателям: железо общее, аммоний-ион, нитрит-ион, нитрат-ион, фосфат-ион.

Река Ясельда является типичной рекой Белорусского Полесья. Это второй по водности и величине левобережный приток р. Припять. Ее бассейн расположен в центральной части Брестской области. Проведенные мелиоративные работы в бассейне р. Ясельды внесли существенные изменения в гидрографическую сеть (рисунк 1).

Водосбор занимает площадь 7 790 км<sup>2</sup>. Более 40 % бассейна Ясельды занимают болота и заболоченные леса, что обуславливает формирование речных вод с малой и средней минерализацией, среднегодовое значение которой изменяется в пределах 140–230 мг/дм<sup>3</sup>. Преобладающими анионами в речной воде является гидрокарбонаты, а катионами – кальций [2, 3].

Основные объекты коммунального хозяйства и промышленности находятся в городах Береза и Белоозерск, которые расположены непосредственно на реке, а также на территории водосбора в городах Пружаны, Иваново, Дрогичин, Пинск и Ивацевичи. Наиболее крупные предприятия, расположенные в г. Береза – сыродельный комбинат, мясоконсервный комбинат, комбикормовый завод и предприятие по производству керамической плитки. На территории бассейна расположена крупнейшая тепловая электростанция Беларуси – Березовская ГРЭС, мощностью 900 тыс. кВт. Специализация сельского хозяйства территории бассейна р. Ясельды направлена на выращивание пшеницы, льна, картофеля, сахарной и кормовой свеклы, а также крупного рогатого скота мясо-молочного направления. Рыбхоз «Селец» занимается выращиванием карпа, серебряного караса, обыкновенной щуки, пестрого толстолобика, осетра, стерляди и белого амура [4, 5].

**Результаты и их обсуждение**

Концентрация биогенных элементов в воде р. Ясельда за 2016 г. имеет достаточно большой диапазон варьирования по всем измеренным показателям. Особый интерес представляет гидрохимический режим реки в

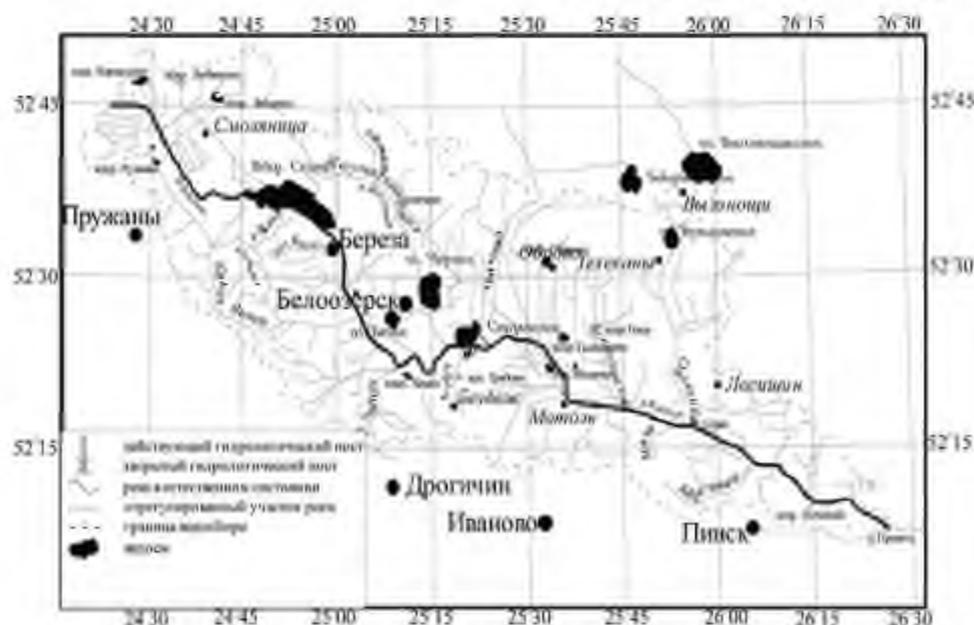
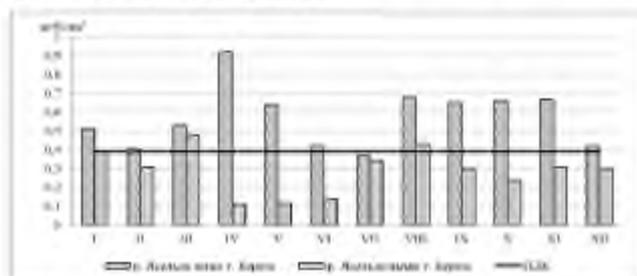


Рисунок 1. – Бассейн р. Ясельда [1]

районе г. Береза, т.к. на данном участке происходит увеличение содержания всех наблюдаемых элементов [6]. Превышение ПДК по аммоний-иону (ПДК=0,39 мгN/дм<sup>3</sup>) зафиксировано на постах наблюдения возле д. Старомлыны (0,45 мгN/дм<sup>3</sup>) и ниже г. Береза (0,63 мгN/дм<sup>3</sup>). В годовом разрезе содержание аммоний-иона в воде реки ниже г. Береза превышает ПДК во все месяцы года, кроме июня (0,37 мгN/дм<sup>3</sup>), что определяет устойчивость загрязнения на данном участке. Выше города загрязнение менее выражено (рисунок 2).



**Рисунок 2.** – Внутригодовое распределение содержания аммоний-ион в воде р. Ясельда в 2016 г.

В многолетнем разрезе наблюдается превышение ПДК по аммоний-ионам в воде р. Ясельда на участке ниже г. Береза, что для данного элемента прослеживается уже на протяжении последних 18 лет. Среднее значение содержания аммоний-иона за период наблюдения с 1994 по 2016 гг. составило 0,73 мгN/дм<sup>3</sup>. Основным источником загрязнения поверхностных вод ионами аммония являются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые сточные воды и сточные воды предприятий пищевой, химической и другой промышленности, стоки от животноводческих ферм и сельскохозяйственных угодий (при использовании аммонийных удобрений). Повышенная концентрация ионов аммония является показателем ухудшения санитарного состояния водного объекта, а также загрязнения поверхностных и подземных вод сельскохозяйственными и бытовыми стоками.

Превышение содержания нитрит-иона в воде реки было отмечено на тех же створах, что и аммоний-иона. В районе д. Старомлыны превышение ПДК (0,024 мгN/дм<sup>3</sup>) среднегодового содержания нитрит-иона составляло 1,4 раза, а ниже г. Береза – 2,6 раза.

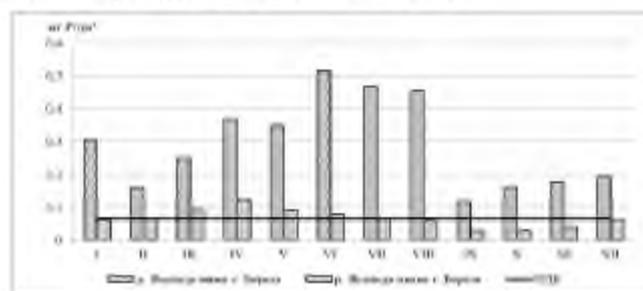
Во внутригодовом разрезе содержания нитрит-иона в районе г. Береза наблюдается превышение ПДК во все месяцы года, кроме декабря (0,023 мгN/дм<sup>3</sup>) ниже г. Береза. На участке выше г. Береза превышение ПДК зафиксировано в феврале (0,027 мгN/дм<sup>3</sup>), марте (0,043 мгN/дм<sup>3</sup>) и апреле (0,029 мгN/дм<sup>3</sup>) 2016 г. Повышенное содержание нитритов указывает на усиление процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты. Сезонные колебания нитритов в природной среде характеризуются снижением зимой и увеличением весной при разложении неживого органического вещества. Повышение содержания нитрит-иона в январе спровоцировано периодом небольшой оттепели. Многолетняя динамика содержания в воде р. Ясельда нитрит-иона носит достаточно специфичный характер. Зафиксированы некоторые пиковые значения содер-

жания данного ингредиента. В 1997 году содержание нитрит-иона превысило ПДК в 12 раз. Такие же скачки наблюдались в 2007 (0,049 мгN/дм<sup>3</sup>) и в 2012 (0,063 мгN/дм<sup>3</sup>). В последние годы наблюдения также зафиксировано превышение ПДК по нитрит-иону. Это происходит в связи с интенсификацией развития сельского хозяйства на территории региона.

Что касается содержания нитрат-иона, то его значения не превышают ПДК (9,03 мгN/дм<sup>3</sup>) на всех наблюдаемых створах. Однако, в районе д. Старомлыны, выше и ниже г. Береза концентрация этого ингредиента несколько выше экологически благоприятной величины (0,5 мгN/дм<sup>3</sup>).

Повышенное содержание фосфат-иона в воде р. Ясельда наблюдается уже на 5 створах. При этом на двух пунктах наблюдения (мост трассы М1 и выше г. Береза) фиксировалось пограничное значение среднегодовой концентрации данного элемента.

Превышение ПДК по фосфат-ионам (0,066 мгP/дм<sup>3</sup>) в районе г. Береза (рисунок 3) наблюдается во все месяцы года в створе ниже г. Березы,



**Рисунок 3.** – Внутригодовое распределение содержания фосфат-иона в воде р. Ясельда в 2016 г.

Что касается участка выше г. Береза, то здесь превышения ПДК были зафиксированы в марте, апреле, мае и июне. Прослеживая динамику многолетних наблюдений, фиксируется широкий диапазон изменения концентраций фосфат-иона в речной воде. Начиная с 1999 года наблюдается превышение содержания этого ингредиента по ПДК. На 2016 год превышение ПДК концентрации фосфат-иона составляет 4,4 раза. Это обусловлено увеличением использования в быту и промышленности катализаторов, моющих средств, содержащих полифосфаты, удобрений и пестицидов в сельском хозяйстве. Сложившаяся ситуация увеличивает нагрузку на очистные сооружения, которые не рассчитаны на такой объем загрязняющего вещества, вследствие чего сточные воды не получают достаточной степени очистки, что и приводит к повышенному содержанию загрязняющих веществ в природных водах.

Увеличение поступления в природные воды соединений азота и фосфора приводит к бурному развитию водорослей (процессу эвтрофикации). При разложении этих водорослей расходуется огромное количество кислорода, что сказывается на экологическом состоянии водоема. Низкое содержание кислорода в воде (0,5–3,0 мг/дм<sup>3</sup>) оказывает губительное действие на рыб. Дефицит кислорода влияет на интенсивность обмена веществ, приводит к снижению устойчивости рыб ко многим ядам органической и неорганической природы [7].

Во внутригодовом ходе содержание железа в воде повышено во все месяцы. Это связано, прежде всего, с повышенными фоновыми концентрациями данного элемента во всем Полесье. Так, например, для р. Ясельда природное фоновое содержание железа общего составляет 0,515 мг/дм<sup>3</sup>. При анализе многолетнего наблюдения за концентрацией общего железа в воде р. Ясельда можно выделить пиковые значения, которые приходятся на 2003–2004 и 2013 гг. Пик 2003 г. вызван взаимодействием антропогенных и природных факторов. В период 2003–2004 гг. наблюдается снижение уровня воды в р. Ясельда и перенесение выпуска сточных вод в г. Береза, что и привело к увеличению концентрации химических элементов.

#### Выводы

На современном этапе на территории Белорусского Полесья наблюдается повышенное содержание антропогенных элементов в поверхностных водах. Наиболее актуален данный вопрос для территории бассейнов, на которых расположены города, являющиеся источником повышенной антропогенной нагрузки. Основными источниками трансформации гидрохимического режима рек являются сброс недостаточно очищенных хозяйственно-бытовых сточных вод и сточных вод промышленных предприятий, внесение большого количества удобрений в

сельскохозяйственные угодья, сток от животноводческих комплексов и др.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ясельда. Реки Полесья / под общей ред. А.А. Волчека, И.И. Кирвеля, Н.В. Михальчука. – Минск: Беларуская навука, 2017 – 416 с.
2. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 5: Белоруссия и Верхнее Поднепровье / под ред. З.И. Мироненко. – Л.: Гидрометиздат, 1966. – 720 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Описание рек и озер и расчеты основных характеристик их режима / под ред. З.И. Мироненко. – Л.: Гидрометиздат, 1971 – 700 с.
4. Ризевский, В.К. Динамика состава фауны рыб водоемов Беларуси / В.К. Ризевский // Проблемы сохранения биол. разнообразия и использования биол. ресурсов: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 110-летию Н.В. Смольского, Минск, 7–9 окт. 2015 г.: в 2 ч. – Минск: Конфидо, 2015. Ч.2: Нац. акад. наук Беларуси; редкол.: В.В. Титок [и др.]. – С. 260–262.
5. Ризевский, В.К. Новые виды рыб в фауне Беларуси / В.К. Ризевский [и др.] // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2009 – Т. 53, № 3 – С. 96–97.
6. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество (за 1994–2016 годы). – Минск, 2017.
7. Лукьяненко, В.И. Токсикология рыб / В.И. Лукьяненко. – Москва: Пищевая промышленность, 1967 – 139 с.

## ESTIMATION OF THE QUALITY OF SURFACE WATERS OF THE BELARUS FIELD ON THE EXAMPLE OF THE YASELDA RIVER

VOLCHAK A. A., TARATSENKAVA M. A., SHLIAKHAY A. A.

The article contains an assessment of the transformation of surface water quality in the river Yaselda on such indicators as ammonium ion, nitrite ion, nitrate ion and total iron during the observation period from 1994 to 2016. The greatest change is in the territory of basins, on which cities are the source of increased anthropogenic load.

УДК 631.62

**ОБОБЩЕНИЕ ОПЫТА ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА ПОЛЕСЬЯ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА****А.А. Волчек<sup>1</sup>, О.П. Мешик<sup>1</sup>, Ю.А. Мажайский<sup>2</sup>, А.Н. Рокочинский<sup>3</sup>, Е. Езнах<sup>4</sup>**<sup>1</sup> Брестский государственный технический университет, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Мецкерский научно-технический центр, г. Рязань, Россия<sup>3</sup> Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина<sup>4</sup> Варшавский университет естественных наук, г. Варшава, Польша

Статья характеризует аспекты международного сотрудничества по подготовке монографии «Природообустройство Полесья», где обобщаются результаты многолетних исследований и опыта ведущих ученых и специалистов водохозяйственно-мелиоративного профиля о природных, исторических, конструктивных, режимно-технологических, экологических и других аспектах природообустройства зоны Полесья Беларуси, Украины, Польши и России.

**Введение**

Полесье – это уникальный природно-территориальный комплекс, который находится на территории четырех государств: Республики Беларусь (южные районы Брестской и Гомельской областей, или пять физико-географических районов: Брестское Полесье, Загородье, Припятское, Мозырское и Гомельское Полесья), Украины (Правобережное и Левобережное Полесье, иногда используются топонимы Западное и Восточное или Припятское и Наддеснянское; в зависимости от административного деления различают пять физико-географических областей: Воынокое, Ровенское, Житомирское, Киевское, Черниговское и Сумское), Российской Федерации (Брянско-Жиздринское Полесье) и Полесье Республики Польша (в составе некоторых районов Люблинского воеводства: долина Буга в районе Воли-Ургуской и Ленчицко-Влодавское поозерье, известные как Люблинское, или Западное Полесье). Общая площадь Полесья составляет около 130 тыс. км<sup>2</sup> [1].

Уникальность Полесья состоит в том, что здесь выделяется многообразный животный и растительный мир, в совокупности указывающий на высокую степень сохранности природных систем. Разнообразные минерально-сырьевые ресурсы делают Полесье привлекательным для природопользования. Этнокультурная самобытность проживающего здесь населения является «визитной карточкой» исследуемой территории.

Точные границы Полесья провести достаточно сложно. Это касается всех существующих компонентных географических районирований территории (геоморфологического, гидрологического, почвенного, геоботанического и др.). В разных видах районирования границы Полесья несколько отличаются. В этой связи, вопрос о границах Полесья является дискуссионным, учитывая также неизбежные трансформации границ под влиянием различных факторов, например, климатических.

**Результаты и их обсуждение**

Обустройство Полесья под потребности человека имеет давнюю историю [2]. Рост численности населения, развитие социально-экономических и производственных отношений в XVI веке потребовали включения в сельскохозяйственный оборот новых зе-

мель и их улучшения. При этом, мелиорации стала отводиться ведущая роль. По распоряжению польской королевы Боны, с целью освоения принадлежащих ей земель, в районе Кобрина было проложено несколько мелиоративных каналов (1549–1557 гг.). Самый крупный канал сохранился до наших дней и продолжает действовать. Продолжили начатые работы по мелиорации земель голландские поселенцы, обосновавшиеся в районе Бреста (XVII век). Они осушали болота в собственных сельскохозяйственных целях. В конце XVIII века начались работы по сооружению двух судоходных каналов между бассейнами Черного и Балтийского морей. Днепровско-Бугский и Огинский каналы в наши дни имеют важное водохозяйственное значение.

Наиболее значимой по масштабу мелиоративных работ была проведенная в конце XIX века экспедиция генерала И.И. Жилинского. Мелиорация земель осуществлялась в соответствии с Генеральным планом осушения Полесья, реализация которого позволила за 1874–1897 гг. построить 4367 верст осушительных каналов, 549 мостов и 30 шлюзов, очистить 127 верст заросших русел рек.

В первой половине XX века мелиорация земель Полесья проходила невысокими темпами, связанными со сменами власти, войнами и, в итоге, с низким финансированием работ. Однако, уже в середине 50-х годов с мелиорированного гектара в колхозах получали 18–19 центнеров ржи, 20–27 – овса, 200–300 – картофеля, 250–400 – корнеплодов, 400–500 центнеров кукурузы на силос.

Важнейший исторический этап в развитии мелиорации земель открыл майский (1966 года) Пленум ЦК КПСС. Мелиорация земель была введена в ранг всенародной общегосударственной задачи, а Полесье отнесено к числу важнейших водохозяйственных строек Советского Союза.

Наряду с крупномасштабными осушительными мероприятиями, в 1971 году началось строительство оросительных систем. Первоначально, для орошения земель применялись быстроразборные, переносные и передвижные дождевальные устройства, а в дальнейшем – широкозахватные. Одновременно со строительством мелиоративной сети создавалась соответствующая инфраструктура. На пике мелиоративного освоения продуктивность гектара осушенных

сельхозгодий составляла 33–38 центнеров кормовых единиц (цке), в том числе, продуктивность мелиорированной пашни – 43–53 цке. Общий валовой сбор продукции растениеводства составлял до 45 %, в том числе кормов до 60 %. В ходе комплексной мелиорации земель Полесья создавались совхозы, производственная и жилая зона, общественные и торговые помещения, зона отдыха.

В условиях Полесья, территория которого характеризуется избыточным увлажнением, на сельскохозяйственных землях имеют место как избытки тепла и влаги, так и их дефициты в засушливые годы. Агронимические свойства почв Полесья, уровень природного плодородия, неустойчивость их естественного увлажнения не гарантируют получение высоких и стабильных урожаев сельхозкультур. В этой связи, мелиорации на современном этапе рассматриваются как инженерные мероприятия, посредством которых обеспечиваются оптимальные водный, воздушный, тепловой и питательные режимы почв.

В связи с изложенным, учитывая огромный многолетний теоретический и производственный опыт ведущих ученых и специалистов водохозяйственно-мелиоративного профиля о природных, исторических, социально-экономических, конструктивных, режимно-технологических, экологических, экономических и других аспектах мелиорации и обустройства зоны Полесья, группой ученых из Беларуси, Украины и России на международной научно-практической конференции «Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания» (г. Брест, 6–8 апреля 2016 г.) было принято решение об обобщении накопленного опыта мелиоративного освоения земель Полесья и написании монографии «Природообустройство Полесья». Была создана редакционная группа в составе: доктора сельскохозяйственных наук, профессора, главного научного сотрудника Мещерского филиала ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, генерального директора ООО «Мещерский научно-технический центр» Ю.А. Мажайского (Россия); доктора технических наук, профессора, кафедры водной инженерии и водных технологий Национального университета водного хозяйства и природопользования А.Н. Рокочинского (Украина); доктора географических наук, профессора, декана факультета инженерных систем и экологии Брестского государственного технического университета (БрГТУ) А.А. Волчека (Беларусь); кандидата технических наук, доцента, заведующего кафедрой природообустройства БрГТУ О.П. Мешика (Беларусь); доктора технических наук, профессора Варшавского университета естественных наук – SGGW, члена президиума и ученого секретаря комитета агрономических наук Польской академии наук Е. Езнаха (Польша).

Коллективная научная монография «Природообустройство Полесья» издается в четырех книгах, по количеству стран. Книги «Украинское Полесье» и «Белорусское Полесье» представляются двумя томами. Для написания разделов монографии задействован многочисленный авторский коллектив, только с украинской стороны состоящий более чем из 100 чело-

век, в том числе более 20 докторов наук. Первый том белорусской книги написан 40 авторами, в том числе 10 докторами наук и 23 кандидатами наук, представляющими 16 организаций. В написании российской книги задействованы ведущие ученые ГНУ ВНИИГиМ Россельхозакадемии, ОАО «Мещерский научно-технический центр», Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина, Рязанского государственного агротехнологического университета имени П.А. Костычева, Брянского государственного аграрного университета и др. С польской стороны участвуют: Варшавский университет естественных наук, Люблинская политехника, Поморская академия (г. Слупск) и др.

Вступительное слово к монографии подписали известные ученые Беларуси, Украины, Польши и России – академики В.Ф. Логинов (Беларусь), П.И. Коваленко (Украина), И.П. Кружилин (Россия), члены президиума Комитета агрономических наук Польской академии наук Е. Езнах и Ю. Мосей (Польша).

Мелиоративные системы, как и любые другие сложные природно-техногенные комплексы, характеризуются не только положительным, но и отрицательным влиянием на окружающую среду. Как показывает опыт многих стран, это вызвано тем, что при проектировании и строительстве гидромелиоративных систем предполагалось обязательное соблюдение условий их эксплуатации, что не всегда имело место. Учитывая результаты многолетних научных исследований и практический опыт разных стран, можно сказать: мелиорации были, есть и остаются главным условием обеспечения развития и дальнейшего процветания сельского хозяйства, в том числе в зоне Полесья.

Первый том белорусской книги раскрывает природно-ресурсный потенциал белорусской части Полесья, приводятся общая физико-географическая характеристика и социально-экономические условия, описываются природная среда и ресурсы Полесья. Значимая роль отводится исследованиям климатических и водных ресурсов, их трансформациям и прогнозу на различную перспективу. Второй том посвящен нормативно-правовому регулированию отношений в системе природообустройства, мелиорациям земель, как составной части природообустройства, оцениваются последствия влияния мелиорации на природную среду Полесья и рассматриваются меры по снижению негативных воздействий. Разрабатываются вопросы рекультивации нарушенных земель, рассматриваются проблемы обустройства водных объектов: водохранилищ, прудов, каналов, карьеров, систем водоснабжения и водоотведения. Особая роль отводится природоохранному обустройству ландшафтов, включающему защиту почв от эрозии, предотвращение затопления и подтопления земель, рассматриваются вопросы абразии берегов рек и водохранилищ, сохранения болотных экосистем, флоры и фауны, восстановления малых рек.

В первом томе украинской составляющей монографии подробно рассмотрены вопросы, касающиеся общей характеристики и объективных предпосылок к мелиорации Украинского Полесья как необходимого условия его развития, а также режимно-технологиче-

ские и конструктивно-технические аспекты реализации сельскохозяйственных гидротехнических мелиораций в данном регионе. Второй том украинской книги посвящен, главным образом, режимным, технологическим, гидрологическим и экологическим аспектам влияния мелиорации на почвы и их продуктивность, водный и гидрологический режимы рек и т. п., обустройству региона и использованию его природно-ресурсного потенциала, общей оценке их экономической и экологической эффективности в такой чрезвычайно специфической природно-географической зоне, к которой относится Полесье.

Российская книга обобщает, помимо рассматриваемых в белорусской и украинской книгах вопросов, особенности ландшафтно-мелиоративных систем земледелия полесских агроэкосистем, формирования пространственной структуры осушаемых Мещерских торфяных болот и стадийности освоения мелиорированных земель, мелиорации и агроэкологических аспектов использования почв – земель Окско-Мещерского Полесья.

Польская книга представляет интерес с точки зрения национальных особенностей обустройства территории Польского Полесья и зарубежного опыта мелиорации земель, который безусловно полезен как для науки, так и практики различных стран.

### Выводы

Подготовленная многочисленным международным авторским коллективом монография «Природобустройство Полесья» будет полезна для специалистов в области экологии, природоохранной деятельности, мелиорации и водного хозяйства, сельскохозяйственного производства, научных работников, аспирантов, магистрантов и студентов соответствующих специальностей, а также послужит повышению эффективности производства, высокопроизводительного и природоохранного использования мелиорированных земель и агроэкологического потенциала Полесья в целом.

Авторы и редакционная коллегия выражают благодарность коллективу ООО «Мещерский научно-технический центр» за оказание методической и материальной помощи в издании монографии «Природобустройство Полесья».

### ЛИТЕРАТУРА

1. Природобустройство Полесья: монография: в 4 кн. / под общ. науч. ред. Ю.А. Мажайского, А.Н. Рокочинского, А.А. Волчека, О.П. Мешика, Е. Езнаха. – Рязань: Мещер ф-л ВНИИГИМ им. А.Н. Костякова, 2017. – Кн. 2: Украинское Полесье. – Т. 1. – 902 с.
2. Климович, Н.А. Мелиорация земель в Брестской области: состояние, проблемы, перспективы / Н.А. Климович, О.П. Мешик // Актуальные научно-технические и экологические проблемы сохранения среды обитания: науч. статьи Междунар. науч.-практ. конф., Брест, 6–8 апр. 2016 г.: в 2-х частях / УО БрГТУ; под ред. А.А. Волчека [и др.]. – Брест, 2016. – Ч. I. – С. 42–48.

## SUMMARIZING THE EXPERIENCE OF POLESYE REGION ENVIRONMENTAL ENGINEERING WITHIN THE INTERNATIONAL COOPERATION

VOLCHAK A.A., MESHUK A.P., MAZHAYSKIY YU.A., ROKOCHYNSKIY A.N., JEZNACH J.

The paper summarizes the results of long-term research and experience of leading scientists and experts in the area of land reclamation and water management in Belarus, Ukraine, Poland and Russia. It presents such aspects of land reclamation and natural resource management in Polesye region as natural, historical, social, economic, constructional, technological, environmental, etc.

УДК 551.5 (476)

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЕТРОВОГО РЕЖИМА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**

О.И. Грядунова, О.О. Дорожко

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В данной работе проведен анализ ветрового режима Брестской области за период с 2001 по 2015 гг., который включает оценку индекса патогенности скорости ветра. На основании расчета и изучения данного индекса дается оценка степени изменения данного показателя с целью определения воздействия воздушного потока на организм человека, а также выявления комфортных и дискомфортных погодных условий.

**Введение**

Ветер играет важную роль в создании климатического режима местности. Зависимость состояния человеческого организма от направления ветра определяется физико-химическими характеристиками перемещающегося воздуха. Однако, наибольшее значение для организма человека имеет скорость ветра. Вымышленный на его основе индекс патогенности скорости ветра (ИПСВ) дает представление о благоприятности погодных условий в течение всего года. Скорость ветра зависит от величины барического градиента, который в свою очередь определяется господствующими синоптическими процессами.

Цель исследования – расчет и оценка индекса патогенности скорости ветра Брестской области за период 2001–2015 гг.

**Методика и объект исследования**

Исходными данными послужили материалы Государственного учреждения «Брестский областной центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды»: среднесуточная скорость ветра за 2001–2015 гг.

В работе был использован индекс патогенности скорости ветра, предложенный В.Г. Бокшей. Этот индекс представляет собой:

$$Iv = 0,2 * v^2 \quad (1)$$

где  $v$  – среднесуточная скорость ветра, м/с;

**Результаты и их обсуждение**

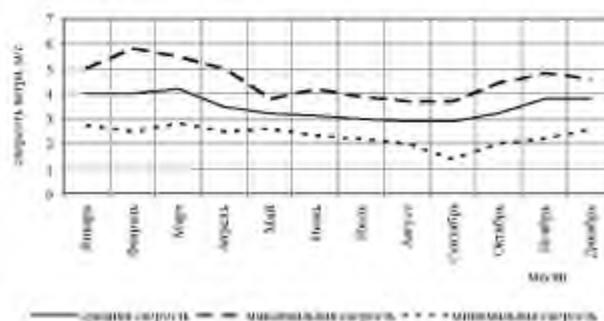
Ветровой режим обусловлен общей циркуляцией атмосферы над Евразией и Атлантикой и определяется наличием стационарных барических центров. Общая циркуляция обуславливает преобладание в Брестской области в течение года ветров западных направлений. В холодный период года преобладают ветры юго-западного направления (21 %). В отдельные годы, когда со стороны Карского моря вторгается континентальный арктический воздух, очень существенным бывает влияние восточных (13 %) и северо-восточных ветров (7 %). При северо-западных ветрах (повторяемость 9 %) приходит арктический воздух с Гренландского и Норвежского морей. Более редки в Брестской области в зимнее время северные ветры (6 %). Их роль в формировании погоды и климата невелика.

Летом ослабевают барические градиенты, поэтому воздушные течения слабее зимних и приобретают несколько иной характер. Давление атмосферного воздуха понижается с юго-запада на северо-восток и преобладающими становятся северо-западные и западные ветры, которые связаны либо с тыловой частью западных циклонов, либо с восточной окраиной областей высокого давления, идущих с Атлантики.

В сумме ветры с западной составляющей (СЗ+З+ЮЗ) отмечаются в более 50 % времени теплого периода года. Относительно мала повторяемость восточных румбов. Вместе с северо-восточными и юго-восточными они характерны для 25 % времени теплого периода года. Повторяемость северных и южных ветров составляет 20 %.

Весной и осенью воздушные течения менее определены, чем летом и зимой. Ветры всех направлений почти равновероятны, хотя весной более выражены ветры восточного и западного направления, а осенью – юго-западного и западного.

Скорость ветра зависит от величины барического градиента, который в свою очередь определяется господствующими синоптическими процессами. Кроме того, существенную роль в учете скорости ветра играет и местоположение метеостанции как в макроклиматическом плане (возвышенность, долина), так и в микроклиматическом (центр населенного пункта, окраина, поле и т.д.) [1, с. 16]. Максимальные скорости характерны для осенне-зимнего сезона, когда усиливается циклоническая деятельность. Минимальные наблюдаются в конце лета, когда уменьшается повторяемость и глубина циклонических образований. Различия скорости ветра в зимние и летние месяцы составляют 1–1,2 м/с (рисунок 1). В течение всего года преобладают слабые (до 5 м/с) ветры, повторяемость которых составляет около 80 % зимой и около 90 % летом. Скорость ветра 6–9 м/с, напротив, наблюдается зимой вдвое чаще, чем летом. На долю сильных ветров со скоростью 10 м/с и более приходится в основном десятые доли процента и лишь на открытых пространствах повторяемость этих ветров увеличивается до 2–3 %. Наблюдаются эти ветры в основном в холодный период года.



**Рисунок 1.** – Годовой ход скорости ветра по Брестской области

В среднем за исследуемый период величина индекса патогенности скорости ветра изменяется от

1,1 до 2,4. На преобладающей части Брестской области самые высокие показатели ИПСВ наблюдались в 2012 г. Самое низкое среднегодовое значение за исследуемый период отмечалось в 2003 г. В отдельные годы ИПСВ как летних, так и зимних месяцев резко отличался от средних многолетних. Так абсолютные максимумы ИПСВ изменяются от 6,8 (Полесская, 2007 г.) до 7,1 (Полесская, 2012 г.), а минимальные значения индекса патогенности скорости ветра опускались до 0,3 (Ивацевичи, 2003 г.). Среднегодовой индекс патогенности скорости ветра по Брестской области за рассматриваемый период составляет 1,6. Наибольшими показателями отличается восточная часть, а наименьшими центральная часть области. Динамика индекса патогенности скорости ветра Брестской области представлена на рисунке 2.

Годовой ход индекса патогенности скорости ветра характеризуется наибольшими значениями зимой и наименьшими весной и летом (таблица 1). С зимним сезоном связаны частые смены метеоусловий, что приводит к повторяемости ветров различной силы и значительным колебаниям ИПСВ [2, с. 125]. В среднем, показатели индекса патогенности скорости ветра равны 2,2. Максимальные значения за период наблюдения фиксируются на Полесской метеостанции и составляют 6,6 (2007 г.), в то время как минимальные наблюдаются в Ивацевичах и составляют 0,5 (2004 и 2015 гг.).

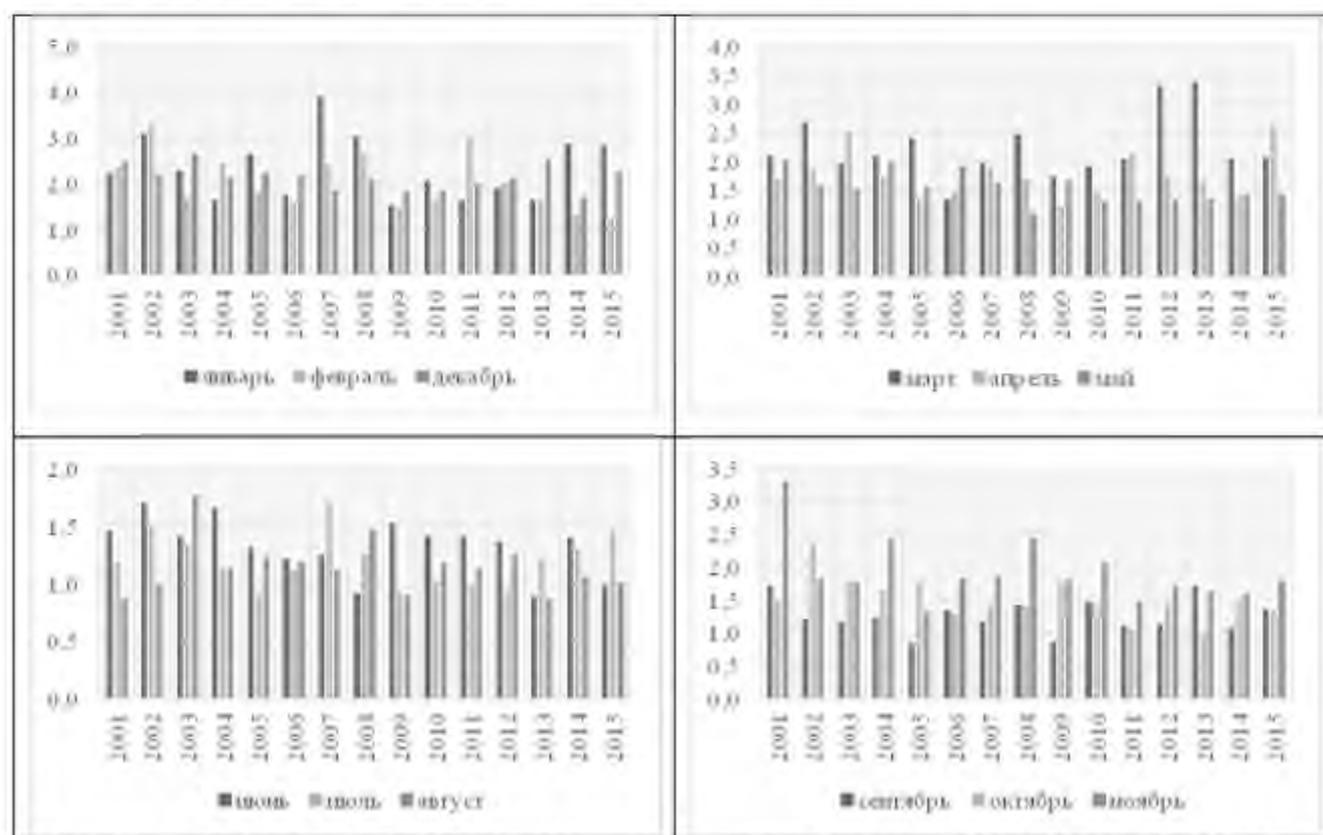
Весной атмосферное давление постепенно уменьшается, а, следовательно, уменьшается сила ветра [2, с. 126]. Средние показатели изменяются от 0,9 (Ивацевичи) до 3,0 (метеостанция Полесская). Наибольшие среднемесячные показатели ИПСВ за

период исследования были отмечены в 2012 г. на метеостанции Полесской и составили 7,1, а минимальные значения наблюдались в Ивацевичах (2003, 2011 и 2012 гг.) и составили 0,5. Средний показатель ИПСВ по Брестской области не превышает 1,8. По сравнению с зимними месяцами, весенние месяцы отличаются достаточно благоприятными условиями по индексу патогенности скорости ветра.

**Таблица 1.** – Средние значения индекса патогенности скорости ветра за сезон по метеостанциям Брестской области за 2001–2015 гг

Времена года	Барановичи	Брест	Высокое	Полесская	Ганцевичи	Пружаны	Пинск	Ивацевичи
Зима	2,6	1,8	1,7	3,6	1,9	3,5	1,2	1,3
Весна	2,2	1,5	1,4	3,0	1,6	3,0	0,9	1,1
Лето	1,4	1,2	0,9	1,7	1,1	2,1	0,6	0,8
Осень	1,9	1,3	1,2	2,5	1,3	2,6	0,8	0,9

Летом увеличивается повторяемость штилевых условий и слабого ветра, а доля сильных и умеренных ветров доходит до минимума [2, с. 126]. В данный период индекса патогенности скорости ветра достигает своего минимума в годовом ходе. Диапазон изменения показателей незначителен. Максимальные значения характерны для северо-восточной части Брестской области и минимума они достигают в Ивацевичах. Август является самым благоприятным по режиму скорости ветра.



**Рисунок 2.** – Динамика индекса патогенности скорости ветра Брестской области за период 2001–2015 гг.

**Таблица 2.** – Статистические характеристики индекса патогенности скорости ветра по метеостанциям Брестской области

Месяцы	Среднее	Max	Min	КНЛТ	R <sup>2</sup>
январь	2,4	6,8 (Полесская)	0,5 (Ивацевичи)	-0,01	0,05
февраль	2,0	5,9 (Полесская)	0,5 (Ивацевичи)	-0,07	0,204
март	2,2	7,1 (Полесская)	0,7 (Ивацевичи)	0,028	0,137
апрель	1,8	4,6 (Пружаны)	0,7 (Ивацевичи)	0,003	0,098
май	1,5	3,6 (Полесская)	0,5 (Ивацевичи)	-0,04	0,286
июнь	1,3	3,1 (Пружаны)	0,4 (Ивацевичи)	-0,03	0,187
июль	1,2	2,6 (Пружаны)	0,4 (Ивацевичи)	-0,01	0,0129
август	1,1	3,2 (Полесская)	0,4 (Ивацевичи)	-0,01	0,09
сентябрь	1,2	3,5 (Полесская)	0,3 (Ивацевичи)	0	0,121
октябрь	1,5	4,3 (Полесская)	0,4 (Ивацевичи)	-0,05	0,254
ноябрь	1,9	5,8 (Полесская)	0,7 (Ивацевичи)	-0,05	0,171
декабрь	2,1	4,7 (Полесская)	0,8 (Ивацевичи)	-0,02	0,25

Осень характеризуется усилением циклонической деятельности, что способствует увеличению скорости ветра и числа дней с умеренными и сильными ветрами. Средние показатели ИПСВ по территории Брестской области находятся в пределах от 0,8 (Пинск и Ивацевичи) до 2,6 (Пружаны). Среднее многолетнее значение ИПСВ составляет 1,6. Минимум ИПСВ наблюдался в Ивацевичах и составил 0,7 (2004 г.), а максимум показателя ИПСВ в 2001 г. составил 5,8 на Полесской метеостанции.

С целью выявления тенденций изменения индекса патогенности скорости ветра во времени рассчитывались коэффициенты наклона линейного тренда (КНЛТ) и коэффициенты детерминации (R<sup>2</sup>), показывающие, каков вклад линейного тренда в общую изменчивость данного индекса патогенности (таблица 2). Оказалось, что во все месяцы КНЛТ, за исключением марта и апреля, имеет отрицательный знак. При этом, в холодный период года значения КНЛТ несколько выше, чем в теплый период. Отсюда следует, что полученные результаты указывают на тенденцию уменьшения патогенных условий ветрового режима, особенно в холодный период года.

Анализ данных коэффициентов по метеостанциям Брестской области за наблюдаемый период 2001–2015 гг. позволил сделать следующие выводы:

- в Барановичах за весь исследуемый период наблюдается понижение ИПСВ по всем месяцам;
- в Ивацевичах значения индекса патогенности скорости ветра, по сравнению с холодным периодом, несколько растут в теплый сезон;

– наиболее существенное повышение ИПСВ отмечается в Бресте, Ганцевичах и Пинске;

– в Пружанах, на метеостанции Полесская и Высокое отмечается тенденция к снижению показателей, однако не во все месяцы. Так, незначительный рост значений индекса патогенности скорости ветра наблюдается в январе, марте и апреле.

#### Выводы

Таким образом, изучение режима скорости ветра показало, что индекс патогенности скорости ветра на территории Брестской области характеризуется неустойчивостью в течение исследуемого периода. Наблюдаются значительные различия индекса патогенности скорости ветра по сезонам года и от месяца к месяцу. Существенное понижение показателей фиксируется в Барановичах и Ивацевичах, а повышение в Бресте, Пинске и Ганцевичах. Наибольшими контрастами среднемесячных значений индекса патогенности скорости ветра отличаются переходные сезоны (осень и весна).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Русанов, В.И. Комплексные биометеорологические показатели и методы оценки климата для медицинских целей. учеб. пособие / В.И. Русанов. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1976. – С. 14–33.
2. Крылова, О.В. Влияние динамики метеозлементов на качество климатического лечения на курортах Беларуси / О.В. Крылова // Современные глобальные и региональные изменения геосистем: тез. докл. конф. – Казань, 2004. – С. 125–127.

## ECOLOGICAL ASSESSMENT OF WIND CONDITIONS BREST REGION

GRYADUNOVA O.I., DOROZHKO O.O.

This article analyzes the wind regime of the Brest region for the period from 2001 to 2015, which includes an assessment of the wind speed pathogenicity index. Based on the calculation and study of this index, an assessment is made of the degree of change in this indicator in order to determine the effect of air flow on the human body, as well as to identify comfortable and uncomfortable weather conditions.

УДК 55:06.076(447.42)

## ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ СЕРИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ МАРШРУТОВ ПО ТРАНСГРАНИЧНОМУ ПОЛЕСЬЮ

Е.К. Деревская<sup>1</sup>, М.Д. Крочак<sup>2</sup>, А.А. Ливенцева<sup>3</sup><sup>1</sup> НаУКМА, Национальный научно-природоведческий музей НАНУ, г. Киев, Украина<sup>2</sup> УНИ «Институт геологии» КНУ имени Тараса Шевченко, г. Киев, Украина<sup>3</sup> ЧБУЗ «Институт Тутковского», ОО «Союз геологов Украины», г. Киев, Украина

В статье рассматриваются перспективы создания и научная значимость серии геологических экскурсий по Трансграничному Полесью. Такие экскурсии в дальнейшем должны объединить уже существующие и вновь созданные туристические маршруты по названной территории.

### Введение

Полесье – самобытная в геолого-геоморфологическом и культурно-историческом аспекте территория, объединяющая часть Польши, Беларуси и Украины с уникальными природными ресурсами. Полесье привлекательно для создания сети геотуристических маршрутов, основой которых могут стать геологические памятники региона. Серия маршрутов по приграничной территории раскроет геологическую историю Полесья от протерозоя до настоящего времени.

В пределах правобережной части Украинского Полесья (Волинская, Ровенская, Житомирская области, частично Киевская область) находятся национальные природные парки Шацкий, Припять-Стоход и Цуманская пуща; Черемский заповедник, а также много памятников природы с различным природоохранным статусом.

На территории Брестской области Беларуси размещается биосферный резерват Прибужское Полесье, формирующий вместе с Польским Полесским национальным парком и Шацким национальным природным парком, Трансграничный биосферный заповедник «Западное Полесье».

Цель данной работы – анализ перспектив создания серии геологических маршрутов в пределах правобережного Полесья, которые в дальнейшем станут объединяющим центром сети уже существующих и вновь созданных туристических маршрутов названных территорий.

### Результаты и их обсуждение

До сих пор Полесье остается неизведанным краем со сложным геологическим и геоморфологическим строением, который в течение многих лет исследовали и продолжают изучать ученые разных стран. Известный естествоиспытатель П. А. Тутковский посвятил исследованию Украинского Полесья 30 лет активной научной деятельности [4, 7]. Однако, непроходимые болота, закрытые зоны и слабая инфраструктурная сеть данной территории затрудняли рекреационное развитие региона [2, 3].

Идея создания сети геологических маршрутов была сформулирована на Международной конференции «Современные проблемы естественных наук», посвященной 155-летию П.А. Тутковского в мае 2013 г. В рамках конференции была разработана и проведена двухдневная геологическая экскурсия по Житомирскому Полесью «Маршрутами академика Павла Аполлоновича Тутковского» [1, 5]. Участники экскурсии

ознакомились с выходами гранитоидов Житомирского комплекса, обнажающимися в пойме р. Уж; осмотрели карьеры и естественные выходы на дневную поверхность древних кристаллических пород Коростенского плутона и Словечанско-Овручского кряжа Волинского мегаблока Украинского щита; посетили геологический заказник государственного значения «Каменное село». Маршрутами, которыми 100 лет назад ходил Павел Тутковский, прошли и участники международной конференции [4].

Природной красотой и живописностью ландшафтов, количеством и уникальностью исторических и культурных памятников Житомирское Полесье не уступает другим местам Украины. Плотность населения региона небольшая, дорог проложено не так много, а существующие – невысокого качества. Некоторые отдаленные участки нельзя преодолеть автомобилем, а весенние паводки делают эти места почти непроходимыми. Такое ощущение возникает, когда пытаешься пройти тропами от старинного, основанного в 1545 году, с. Рудня-Замысловичская Олевского района в геологический заказник – урочище «Каменное село» через мост, стоящий на столетних дубовых «быках». Почему в названии села есть слово «Рудня»? В древние времена в этом районе добывали болотную железную руду. За пару километров начинается собственно «Каменное село» – разбросанные различные по размерам (до 40 тонн) гранитные глыбы. Такое название этой части леса дали местные жители. Максимально интригуют экскурсантов «следы Бога» на некоторых глыбах: на их поверхностях есть вмятины, очертаниями напоминающие человеческую ступню. Вода, наполняющая следы, круглый год остается теплой. Считается, что, если в эту водичку ступить босиком, исчезнут всякие болезни, а загаданные желания исполнятся. Эти валунообразные глыбы – останцы гранитного массива. Долгое время, находясь под влиянием разных экзогенных факторов, массив сначала распался на блоки по системе тектонических трещин различного направления, а затем глыбы, обработанные процессами физического выветривания (десквамации), приобрели вид гигантских валунов [2]. Подтверждением этого является хорошо заметная сеть аплит-пегматитовых жил. Можно наблюдать пегматитовую жилу, которая прослеживается в гранитном теле двух отдельно стоящих валунов (рисунком 1). Жила протягивается на 100 м и «прорезает» несколько глыб. Этот факт и расположение валунов

часто субпараллельными рядами указывает на то, что жилы, трещины и разломы служили участками для заложения эрозионной сети.



**Рисунок 1.** – Пегматитовая жила, которая пересекает несколько гранитных валунов

Мощные флювиогляциальные потоки, сформировавшиеся во время таяния днепровского ледника, вынесли значительную массу элювия. Та дресва, которая сохраняется возле валуноподобных скал, стала почвой для фиторазнообразия данной территории, особенно рододендронов.

Природный (ботанический и геологический) феномен Житомирского Полесья – заросли желтого рододендрона, редкого лесного листопадного куста. Рододендрон желтый (азалия понтийская, *Rhododendron ponticum* L.) – растение семейства вересковых; растет на пугах в субальпийской зоне; распространен преимущественно на Кавказе и северной части Малой Азии [6]. На территории Украины встречается в лесах Полесья и Карпат. Единичные находки рододендрона известны в Польше и южной Беларуси: в Йельском, Житковичском и Пельницком районах Гомельской области. В 1983 г. в Ляховицком районе Брестской об-

ласти обнаружен единичный, очевидно, интродуцированный куст рододендрона (рисунок 2).



**Рисунок 2.** – Рододендрон желтый

Местные жители Житомирского Полесья называют этот куст «дряпоштаном». А в былые времена здесь заготавливали значительные объемы рододендрона как «сырье азалии» по заказу французских парфюмерных предприятий.

Жемчужина края – Словечанско-Овручский кряж – простирается почти на 60 км в субмеридиональном направлении от с. Червонка до г. Овруч. Кряж состоит из различных горных пород, выходящих на поверхность. Породы раскрыты карьерами и активно добываются. Овручские кварциты имеют розовый и бордовый цвет за счет микроскопических примесей железистых минералов. В некоторых обнажениях на поверхностях напластования можно наблюдать окаменевшие знаки ряби – свидетельство волнений древних морей (рисунок 3а). Красивые, прочные овручские кварциты с древности использовались как строительный камень. Известно, что они находятся в кладке стен и пола в древнем Свято-Васильевском



а)



б)

**Рисунок 3.** – Овручские кварциты: а) знаки ряби на Овручских кварцитах; б) фрагмент стены Свято-Васильевского собора в г. Овруч

соборе в г. Овруч (рисунок 3б), в Софийском соборе г. Киева и в других храмах эпохи Киевской Руси.

В пределах кряжа расположен ботанический памятник природы общегосударственного значения «Урочище Корнеев», площадью 15 га. В западной части Словечанско-Овручского кряжа, где наблюдаются выходы гранитов на дневную поверхность, находится уникальный островной центр горной растительности. Это дуб скальный, рододендрон желтый, кадило мелиссолистное и ряд орхидных, относящихся к краснокишечным растениям.

Анализ развития геологического туризма и маршрутов зеленого туризма в пределах Полесья открывает сильные и слабые стороны региона. Сильной стороной является природная среда. Главные проблемы: недостаточная туристическая и техническая инфраструктура, низкий уровень туристического маркетинга, нерациональное использование ресурсов Западного Полесья (незаконная добыча полезных ископаемых и нерациональное использование природных и человеческих ресурсов).

Для ускорения развития геотуризма по трансграничному Полесью необходимо воспользоваться зарубежным опытом в создании Геопарков и сети маршрутов: проводить исследования такого направления как «геологический туризм»; принимать меры по популяризации геологических маршрутов и информировать население об интересных природных объектах путем выпуска специализированных газет, листовок, журналов; размещать информацию в Интернет сетях, на специализированных туристических сайтах.

Геологическую экскурсию «Маршрутами академика Павла Аполлоновича Тутковского» можно продолжить на территорию Польши и Беларуси, где также работал П.А. Тутковский, а в 1928 г. получил звание академика Национальной академии наук Беларуси.

## PROSPECTS OF CREATING A SERIES OF GEOLOGICAL ROUTES ON THE TRANSBOUNDARY POLISSYA

DEREVSKA K.I., KROCHAK M.D., LIVENTSEVA H.A.

The article discusses the prospects for the creation and scientific significance of a series of geological surveys on the Transboundary Polissya, which in the future should unite the existing and newly created tourist routes the said territory.

Геологический туризм – прекрасная возможность улучшения состояния экономики Полесского региона, поскольку его развитие повлияет на усовершенствование туристической, производственной и социальной инфраструктуры.

### Литература

1. Деревська, К.І. Маршрутами Павла Аполлоновича Тутковского (путеводитель). Геологическая экскурсия. – посв. 155-лет со дня рожд. ак. П. А. Тутковского / К.І. Деревська, С.Р. Коженевський, О.В. Митрохин, В.П. Гриценко – Київ, 2013. – 31 с.
2. Деревська, К. Валунподібні скелі північно-західної частини коростенського плутону (історія вивчення валунувтворення у контексті досліджень Волинського мегаблока) / К. Деревська, С. Коженевський, р. Пац, Є. Мирижук // Вісник Львівського університету. Серія геологічна. – 2015. – С. 90–96.
3. Деревська, К.І. Житомирське Полісся – «Легендарна Країна» – унікальний об'єкт для створення в Україні Першого Геологічного парку / К.І. Деревська, С.Р. Коженевський, О.М. Пилипчук [та ін.] // Об. научных трудов посв. 155-лет. со дня рожд. ак. П. А. Тутковского. – Київ, 2013. – 343 с.
4. Деревская, Е.И. Дорогами Павла Аполлоновича Тутковского / Е. И. Деревская, С.Р. Коженевский. – Киев: ООО «Водоспад», 2013. – 295 с.
5. Ливенцева, Г. Маршрутами академика П.А. Тутковского / Г. Ливенцева, М. Крочак // Геолог України. – 2013. – С. 164–170.
6. Лукаш, А.В. Редкие и охраняемые растения Полесья (Польша, Беларусь, Украина, Россия) / А.В. Лукаш, Т.П. Андриенко. – Киев: Фитосоцицентр, 2011. – 168 с.
7. Коженевский, С.Р. У подножия Словечанско-Овручского Кряжа. Реки Жерев и Уж / С.Р. Коженевский, Е.И. Деревская. – Киев: ООО «Водоспад», 2014. – 156 с.

УДК 551.492

## ПАЛЕОБАССЕЙНЫ ГЛЯЦИОПЛЕЙСТОЦЕНА И ГОЛОЦЕНА БРЕСТСКОГО И ПРИБУГСКОГО ПОЛЕСИЙ БЕЛАРУСИ

Я.К. Еловичева

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В пределах территории Брестского и Прибугского Полесий Беларуси палинологически изучено около 40 разрезов с отложениями, накопившимися преимущественно в современных и палеоводоемах гляциоплейстоцена и характеризующих природные условия в течение голоцена, александрийского, муравинского, шкловского межледниковий и раннего плейстоцена. Приведены наиболее выраженные пыльцевые диаграммы из исследованных ископаемых толщ.

### Введение

В соответствии с районированием территории Беларуси на юге региона выделяется Полесская ландшафтная провинция, юго-западная часть которой представляет физико-географические районы Прибугское и Брестское (Берестейское) Полесья. Северной их границей является Прибугская равнина, восточной – Пинское Полесье, южной – Волынская возвышенность, западной – р. Западный Буг. В административном отношении Прибугское и Брестское Полесья региона расположены в пределах юго-запада Брестской области и включают Брестский, Малоритский, Каменецкий, Жабинковский, Кобринский районы, южную часть Дрогичинского и Ивановского районов.

### Методика и объекты исследования

Поверхность этих физико-географических районов Белорусского Полесья невысокая, расположена примерно на 140–160 м над уровнем моря, плосковогнутая,

однообразная и заболоченная равнина, наклоненная в сторону слияния Мухавца с Западным Бугом. Расположена в пределах холмисто-моренного рельефа, созданного последним на этой территории днепровским ледником (возможно, отчасти и еще более древним) и последующими геологическими процессами. Равнина сложена зандровыми, аллювиальными, болотными, реже озерными отложениями. В рельефе выделяются переработанные ветром песчаные параболические дюны (высота 8–10 м), бугристые песчаные поля. Распространены размытые моренные гряды, плоские речные долины и небольшие озерные котловины. Характерная особенность Брестского Полесья – наличие многочисленных сквозных долин, ориентированных обычно в юго-западном направлении [1, 2, 3].

Климат территории довольно благоприятный – зима наиболее мягкая в Беларуси (от  $-4,5$  до  $-5,0$  °С), лето – теплое и влажное (температура июля  $+18,0$ – $+18,5$  °С), что

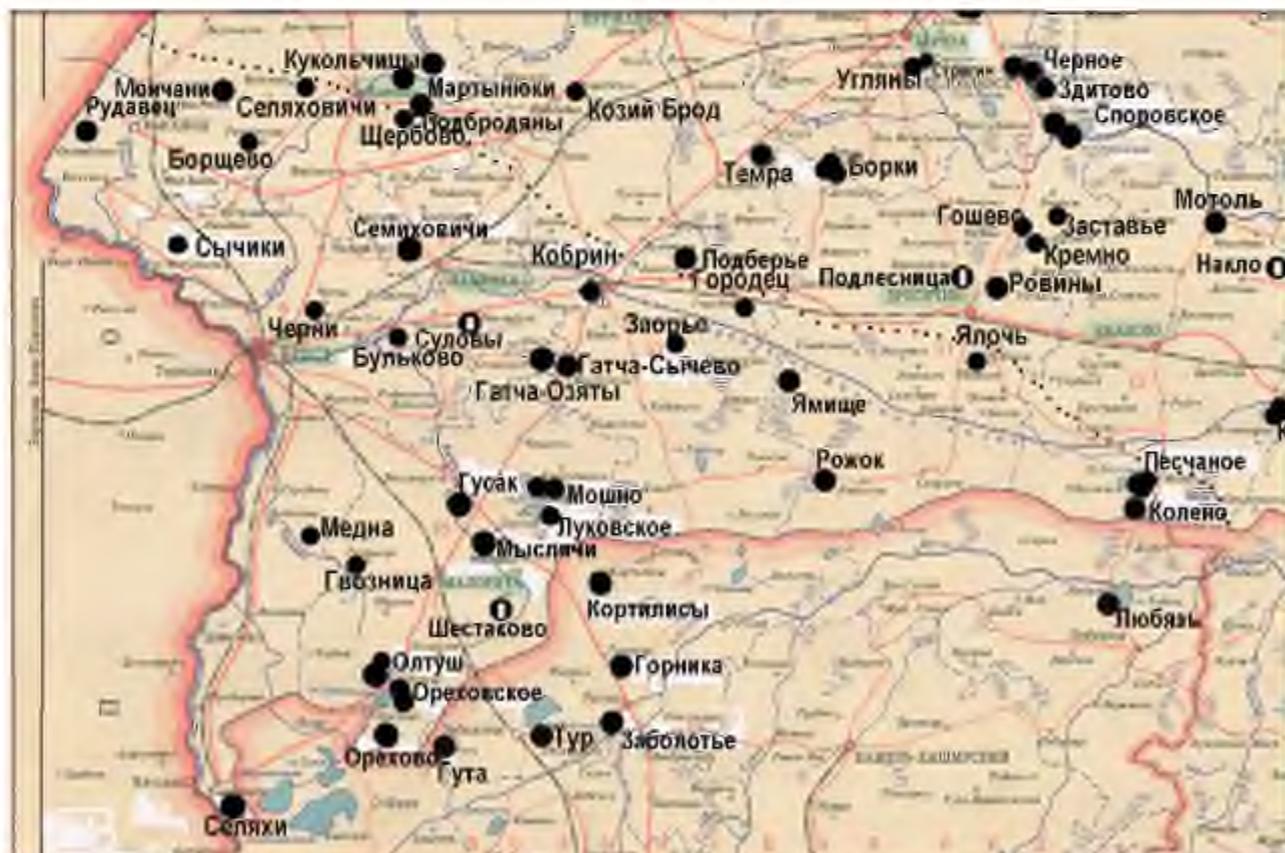


Рисунок 1. – Местонахождения палинологически изученных разрезов в пределах Брестского и Прибугского Полесий Беларуси (граница – точечный пунктир) [1]

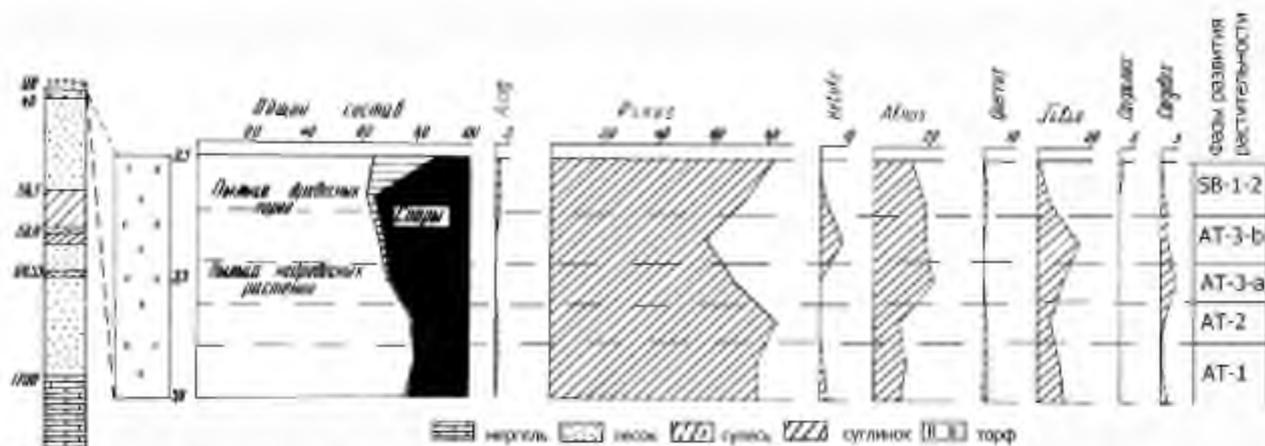


Рисунок 2. – Пыльцевая диаграмма болотных отложений у д. Сычки. Анализ Н.Ф. Тылиндуз [4]

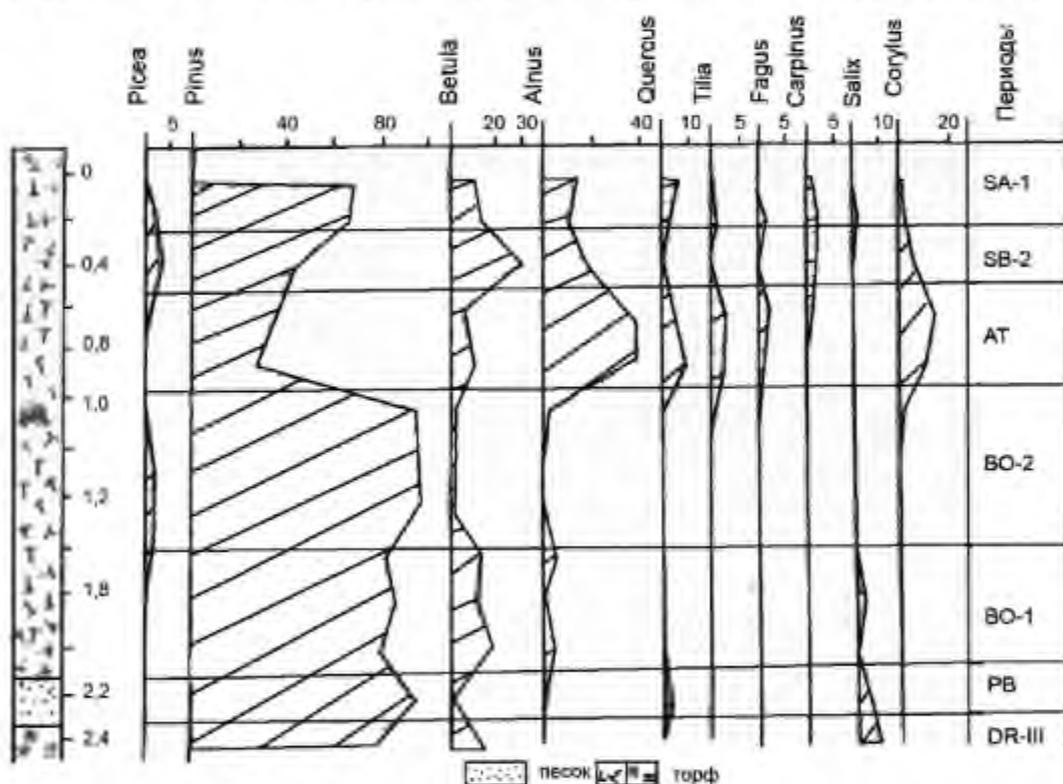


Рисунок 3. – Пыльцевая диаграмма болотных отложений у д. Колоно. Анализ С. Кульчинского [4]

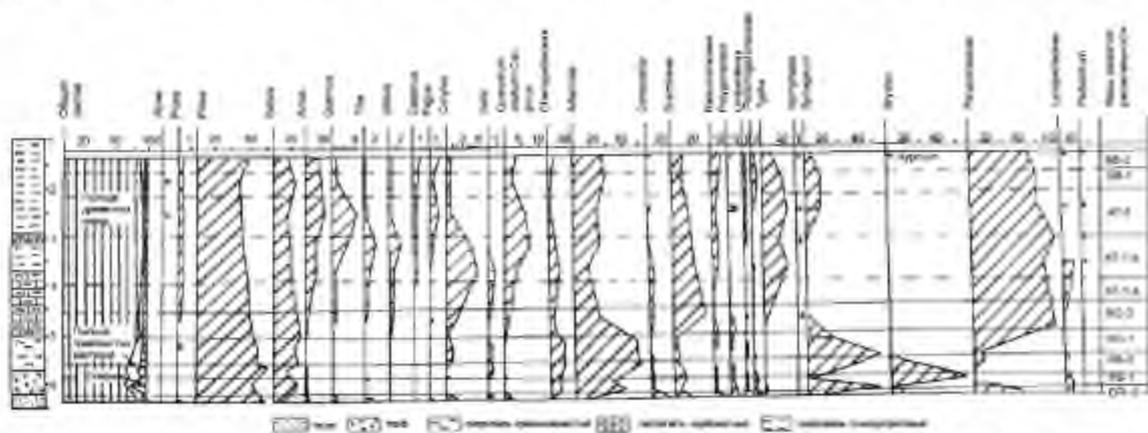


Рисунок 4. – Палинологическая диаграмма донных отложений в оз. Олтуш (окв. 1). Анализ Я.К. Еловичевой [4]

теплее и суше по сравнению с Центральной и Северной частями региона, но прохладнее и влажнее Мозырского и Гомельского Полесий.

Крупнейшими реками являются Западный Буг с правыми притоками Копаевка, Прырва, Мухавец (левые притоки Рыта, Осиповка, Тростяница, правые – Дохловка, Жабинка), Лесная (Правая и Левая), Пульва (бассейн Балтийского моря) и верховья Ясельды (приток Припяти), Пины (бассейн Черного моря). Здесь же известны озерные системы Ореховское, Олтушское, Любань, Луково, Песчаное, Белое; каналы Днепровско-Бугский (западная часть судоходный, Ореховский, Мухавец и др. В этих Полесьях болот распространено меньше, чем в соседнем Припятском Полесье [1, 2, 3].

Растительность представлена сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами, на юге – небольшими участками дубово-грабовых лесов. В пределах Брестского Полесья расположен Радостовский ботанический заказник дикорастущих растений республиканского значения.

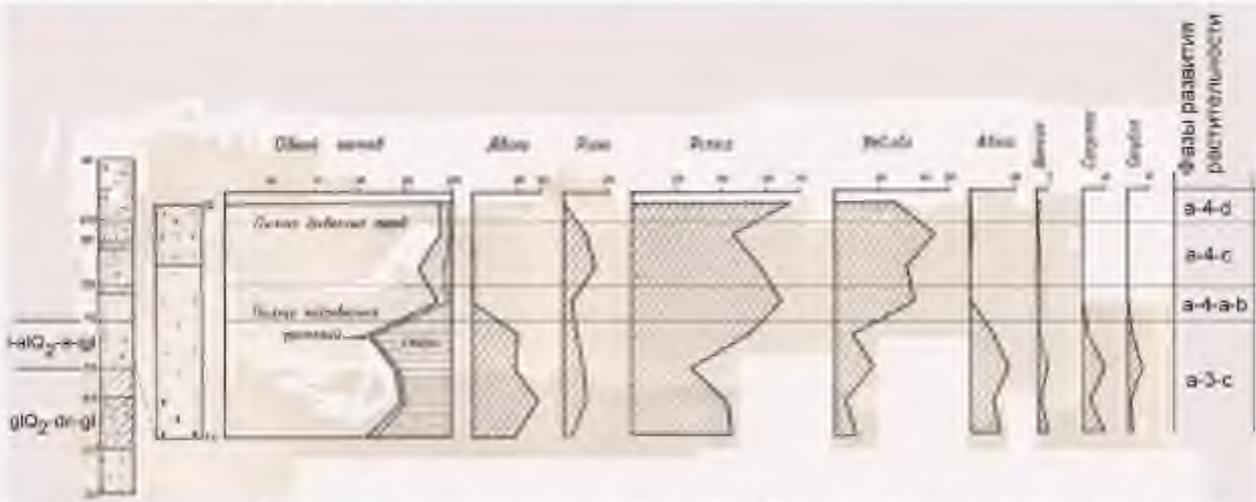
Почвы в основном торфяно-болотные низинные (крупные массивы вдоль Днепровско-Бугского канала),

дерново-подзолистые, по долинам рек – пойменные (аллювиальные). Под пашней находится около 30 %, под лесом в центральной части Брестского Полесья – 10–20 %, на юге до 40 %. [1, 2, 3].

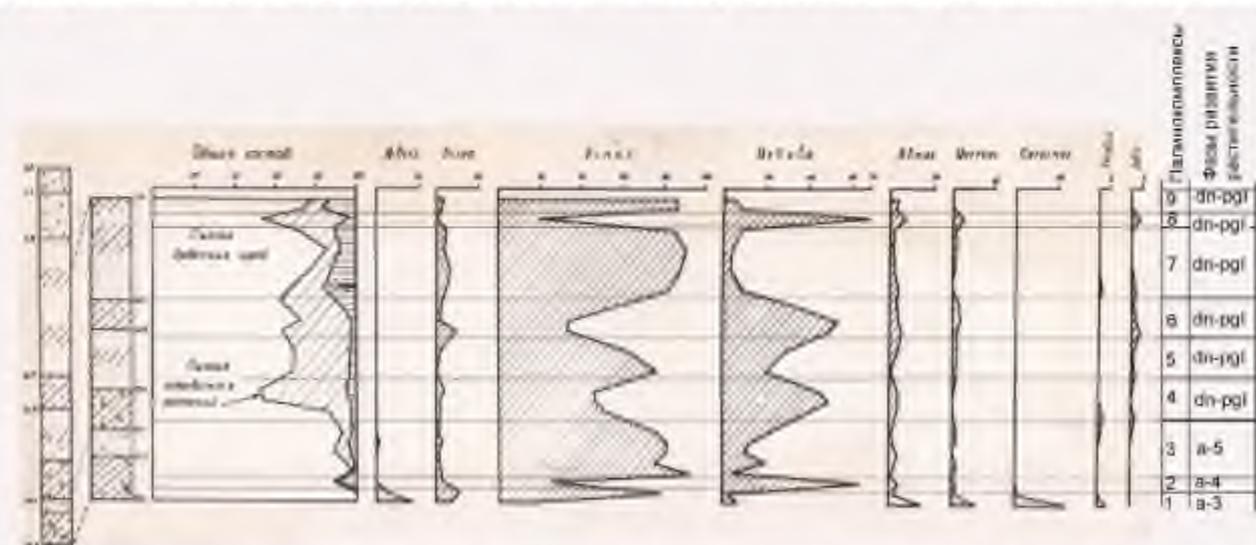
**Результаты и их обсуждение**

По данным Палинологической Базы Данных Беларуси [4], в пределах исследуемой территории известно 43 палинологически изученных разновозрастных геологических разреза (рисунок 1).

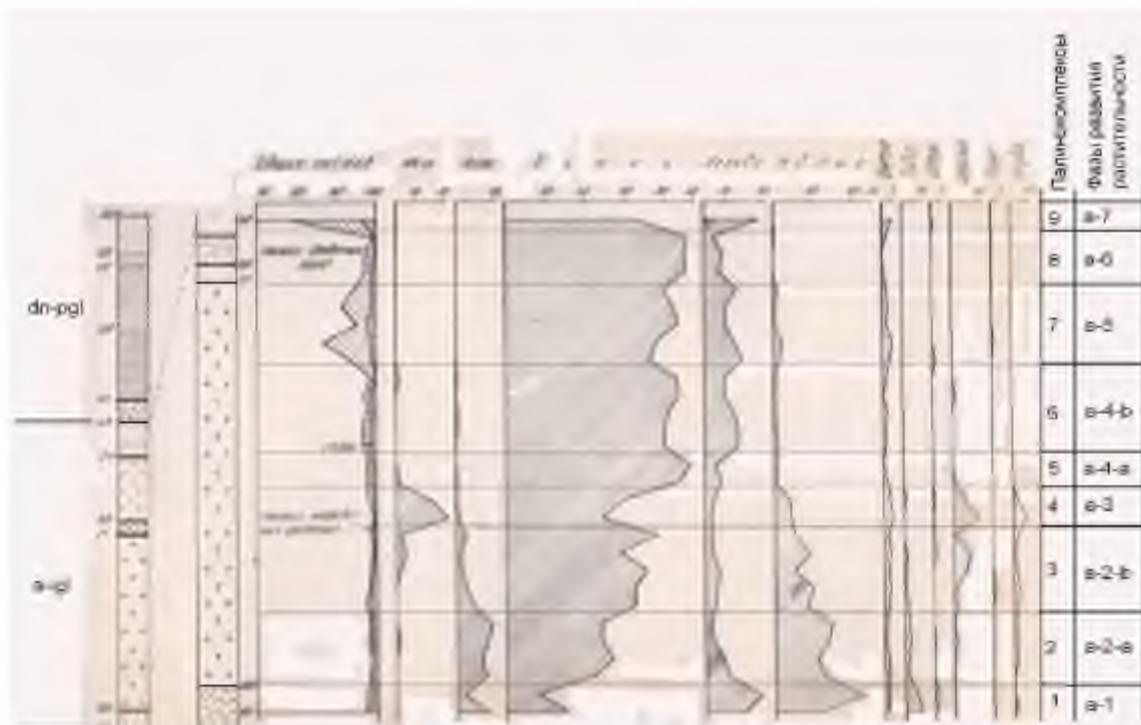
Наибольшее количество разрезов характеризует существование озерных, болотных и речных бассейнов в голоцене (22 ед.; последние 10 300 лет), немногим меньше палеобассейнов было в гляциоплейстоцене (10 300–800 000 лет): 14 – в александрийскую межледниковую эпоху (МИС-11 – 310–380 тыс. лет), а прочие временные интервалы знаменуются малым их числом: 2 – в муравинское межледниковье (МИС-5 – 80–110 тыс. лет), 2 – в шкловское межледниковье (МИС-7 – 125–89 тыс. лет), 1 – ранний гляциоплейстоцен (МИС-19 – 700–800 тыс. лет), 1 разрез (Рудавец) предположительно характеризует от-



**Рисунок 5.** – Пыльцевая диаграмма древне-озерных отложений у д. Борцово (скв. 225). Анализ И.А. Григорович [4]



**Рисунок 6.** – Пыльцевая диаграмма древне-озерных отложений у д. Селяховичи (скв. 184). Анализ Е.И. Шириной [4]



**Рисунок 7.** – Пыльцевая диаграмма древне-озерных отложений у д. Щербово (сква. 1128). Анализ палинологов ЦЛ [4]

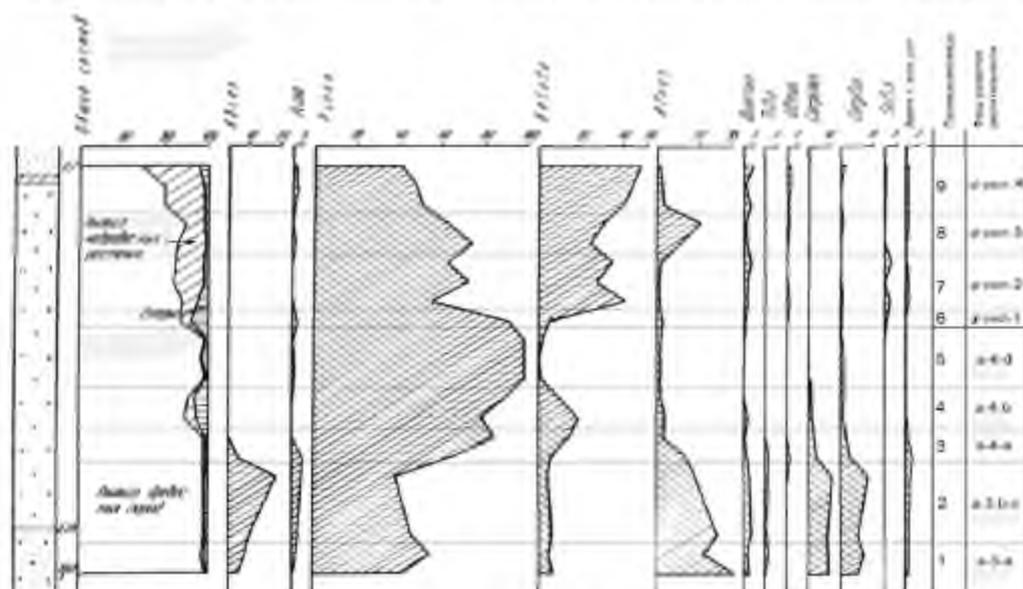
ложения александрийского, шкловского и муравинского межледниковий. Здесь же известно 2 разреза неогена.

В современных котловинах водоемов летопись природных событий за 10 300 лет зафиксирована достаточно надежно ископаемыми остатками пыльцы и спор в толще озерных, болотных и речных накоплений. Пыльцевым диаграммам свойственен так называемый полесский тип – доминирование сосны, невысокая роль ольхи, орешника и широколиственных пород, малое участие темно-хвойных пород (рисунки 2–4).

В сравнении с голоценом, более древние толщи гляциопейстоцена (рисунки 5–10) претерпевали менее устойчивый режим седиментации, осложненный явлени-

ями размыва и перебива, что отражено на диаграммах малым числом фаз развития растительности. Более надежно выражены раннемежледниковье, оптимальная и раннеледниковая части разреза и преимущественно александрийской межледниковой эпохи, которой свойственны не столько теплый, сколько более влажный климат по сравнению с другими эпохами. При этом полнее выражены разрезы на окраинах Полесий, в равнинной их части, чем в низинах.

Следует отметить, что характерная особенность растительного покрова юго-западных Полесий в александрийскую межледниковую эпоху заключается в том, что даже в климатические оптимумы доминантной породой



**Рисунок 8.** – Пыльцевая диаграмма древне-озерных отложений у д. Шестаково (сква. 97). Анализ Е.И. Шириной и К.И. Демешко [4]

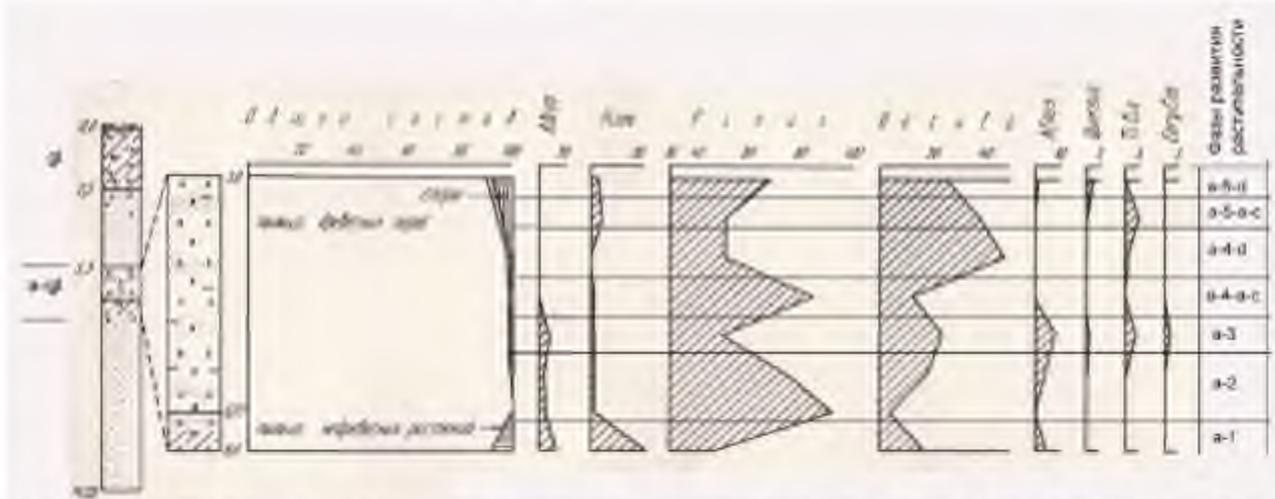


Рисунок 9. – Пыльцевая диаграмма древне-озерных отложений у д. Городец (скв. 351). Анализ К.И. Демешко [4].

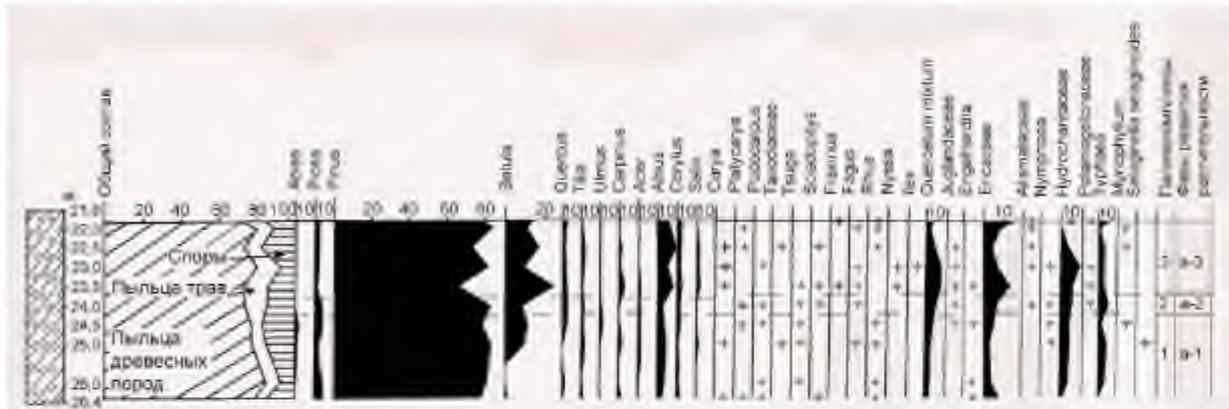


Рисунок 10. – Палинологическая диаграмма древне-озерных отложений у д. Ялочь (скв. 30-Д). Анализ О.П. Леонович [4].

также являлась ососна, как и в голоцене; а темно-хвойные породы (пихта, ель) не имели столь широкого распространения, как в центре и севере региона. Кроме того, участие этих темно-хвойных ассоциаций в растительном покрове было большим на западе и юго-западе Прибугского и Брестского Полесья по сравнению с восточной их частью.

#### Выводы

В пределах юго-запада Белорусского Полесья палинологические диаграммы разновозрастных отложений более определенно характеризуют александрийские межледниковые отложения и имеют специфически выраженный полесский тип: преобладает сосна при небольшом содержании мезо- и термофильных пород, а темно-хвойные (пихта, ель) получали меньшее развитие в растительном покрове.

Изучение отложений древнейших межледниковий гляциоплейстоцена в различных частях Белорусского

Полесья имеет научную и практическую значимость с позиции обоснованной оценки благоприятности климата для развития влаголюбивых еловых и пихтовых пород, а также перспективы их восстановления в условиях глобального потепления климата на современном этапе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас па геаграфіі Беларусі. – Мінск: БДУ, 2005. – 41 с.
2. Природа Белоруссии. Популярная энциклопедия. – Минск: «Белорусская Энциклопедия» им. Петруся Бровки, 1986. – 80 с.
3. Титов, И.В. Белорусское Полесье глазами современника / И.В. Титов. – Минск: Беларусь, 2000. – 30 с.
4. Палинологическая база данных Беларуси (палинокартотека). – Минск, 1970–2018 гг. – 1 300 с.

## PALEOBASINS GLACIOPYROSTOCENE AND HOLOCENE BREST AND PRIBUGSKY POLESYI BELARUS

YELOVICHEVA YA.K.

About 40 sections with the sediments accumulated mainly in the modern and paleobasins of the Glaciopleistocene and characterized the natural conditions during the Holocene, the Alexandriyat, Muravian, Shklovian interglaciations and the Early Pleistocene were palynologically studied on the territory of the Brest and Pribug Polesii of Belarus. The most pronounced pollen diagrams from the studied fossil strata are presented.

УДК 556.013, 556.04, 556.5

**МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕКИ ЦНА В РАЙОНЕ Д. ДЯТЛОВИЧИ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ HBV**Л.Н. Журавович<sup>1</sup>, И.С. Данилович<sup>2</sup>, Е.Г. Квач<sup>1</sup>, Д.С. Поликша<sup>1</sup><sup>1</sup> Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, г. Минск, Беларусь<sup>2</sup> Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В работе приводятся результаты первого этапа работ по моделированию поверхностного стока на примере реки Цна. Моделирование осуществлялось на основе гидрологической модели HBV. Входные данные для моделирования включали суточные значения осадков, температуры воздуха и ежедневные расходы воды. Выходные данные представлены расчетными значениями снежного покрова и поверхностного стока. Сходимость наблюдаемых и расчетных данных характеризуется коэффициентом детерминации 0,7.

**Введение**

При изучении водных объектов исследователи все чаще прибегают к методу математического моделирования. Использование моделей движения водных потоков в речной системе позволяет исследовать гидрологический режим для любого временного отрезка и делать прогнозные оценки в целях профилактики и предупреждения возникновения чрезвычайных ситуаций [1].

Исследования режима рек Беларуси на основе моделирования предпринимались рядом авторов [2, 3, 7, 9] в работах использовались усовершенствованные методики, разработанные программы по расчету гидрологических характеристик и модели, разработанные зарубежными авторами. Выполнение таких работ имеет важное прикладное значение, поскольку позволяет решать такие прикладные задачи как расчет гидрографов стока с малоизученных бассейнов, прогноз и предупреждение последствий изменения речного стока. В связи с этим, развитие гидрологического моделирования является актуальной проблемой научных исследований в Беларуси.

**Методика и объекты исследования**

Объектом исследования являлся гидрологический режим реки Цна в районе деревни Дятловичи. Выбор объекта связан с типичностью водосбора реки и ее режима для региона Полесья [4].

Река Цна является левобережным притоком реки Припять, длина реки составляет 120 км, площадь водосбора 1 300 км<sup>2</sup>. Водосбор реки Цна расположен в Полесской низменности. В пределах водосбора преобладают смешанные леса с доминированием сосны; часть территории занимают преимущественно низинные болота; значительных озер, влияющих на гидрологический режим реки, нет (озерность ~1 %). Режим реки изучался на 3 постах, из которых пост у д. Дятловичи действует и в настоящее время.

Для изучения гидрологического режима реки Цна и в дальнейшем оценки будущих изменений режима реки была использована гидрологическая модель HBV (Hydrologiska Byråns Vattenbalansavdelning model), которая разработана в Шведском гидрометеорологическом институте [10]. Модель HBV является компьютеризированной моделью водосбора, которая преобразует осадки, потенциальное испарение и тающий снег в речной сток с помощью моделирования естественных гидрологических процессов.

Модель является частью компьютеризированной системы, предназначенной для гидрологического прогнозирования, моделирования расхода, вычисления расчетных паводков и изучения влияния изменения климата, под названием HBV/IHMS (интегрированная система гидрологического моделирования).

Модель включает ряд процедур, описывающих накопление снега и его таяние, расчет почвенной влаги, учет подземных вод и расчет гидрографа стока.

Стандартная модель HBV рассчитывает сток путем совместного использования уравнения водного баланса на расчетном участке и кривой объемов, выраженной в виде линейной зависимости объема воды на участке от среднезвешенного расхода с дополнительной функцией добегания. Расчет стока при прохождении его через озера осуществляется с помощью расчета уровней. В очень сложных системах водохранилища в случае регулирования могут быть приняты в расчет схемы их эксплуатации.

Самые важные параметры оцениваются с помощью процедуры калибровки, для которой обычно требуются синхронные ряды расходов воды и метеорологические данные за три-пять лет.

Входная информация включает следующие параметры: характеристики речного бассейна, суточные суммы осадков, а в случае выпадения снега, также суточная температура воздуха (по используемым временным интервалам) и потенциальная эвапотранспирация.

Выходная информация: расчетные значения снежного покрова, запасов влаги в почве и поверхностного стока. Система моделирования обладает обширными средствами графического представления. До осуществления калибровки, моделирования или прогнозирования можно применять различные методы контроля данных. Результаты работы системы в виде графиков включают осадки, зарегистрированный или рассчитанный сток, накопленные разности между зарегистрированным и рассчитанным стоком, рассчитанная влажность почвы, накопление снега, таяние снега и испарение, а также статистический анализ результатов.

При установке и настройке модели были использованы данные Государственного климатического и водного кадастров [5, 6]. В качестве исходных данных были использованы характеристики водосбора и материалы инструментальных наблюдений. Водосбор реки Цна состоит из лесных ландшафтов (70 %), сельскохозяйственных (26 %) и заболоченных земель (4 %). Почвы преимущественно

дерново-подзолистые супесчаные и торфяно-болотные низинного типа. Входные параметры: суточные суммы осадков и суточные значения температуры воздуха по МС Ганцевичи и БС Полесская, ежедневные расходы воды по посту р. Цна – Дятловичи. Потенциальная испаряемость была рассчитана по эмпирической формуле Н.Н. Иванова. Входная информация сформирована за период 2011–2015 гг.

### Результаты и их обсуждение

**Гидрологический режим.** Основным источником питания водных ресурсов для рек Беларуси, в том числе, для рек Полесья и реки Цна в частности, являются атмосферные осадки, которые пополняют запасы влаги на водосборе, поэтому водность реки варьирует в соответствии с динамикой увлажнения и характеризуется отсутствием устойчивой тенденции изменения в последние десятилетия [8]. При этом с повышением температурного фона в зимний сезон и частыми оттепелями отмечаются изменения во внутригодовом распределении стока реки.

Частые оттепели способствуют снижению запасов воды в снеге, которые обычно расходуются на дополнительное питание рек во время зимней межени. К началу весеннего половодья основные снеготопления в бассейне Припяти в среднем снизились на 10–30 % за последние десятилетия. В результате этого на реке Цна на 6 % увеличилась доля зимнего стока, уровни воды в период зимней межени увеличились на 4–7 см.

Начало весеннего половодья в бассейне реки сместилось на более ранние сроки (на 7 дней), дата

окончания половодья изменилась на 9 дней в сторону ранних сроков.

Отмечается снижение доли весеннего стока на реке Цна в годовом цикле до 12 %. Высшие уровни воды весеннего половодья снизились на 15 см.

Формирование уровня режима реки в период летне-осенней межени характеризуется отсутствием значимых изменений.

**Результаты моделирования.** Комплексный график результатов моделирования для расчетного створа р. Цна – Дятловичи представлен на рисунке 1. График включает результаты наблюдений (температура воздуха, осадки и расходы воды) и результаты расчетов (снежный покров и поверхностный сток).

Сопоставление наблюдаемого и расчетного стока показало достаточно высокую сходимость при преобладании дождевого типа питания, формирующегося преимущественно в теплый период года. Однако результаты моделирования при отрицательных температурах, формировании снежного покрова и задержке вступления атмосферных осадков в гидрологический процесс показало расхождение, что свидетельствует о необходимости дополнительных исследований и калибровки модели. В целом сходимость данных наблюдений и расчетов характеризуется коэффициентом детерминации 0,7.

На следующем этапе исследования, после дополнительной калибровки модели, будет выполнен расчет изменения гидрологического режима реки на далекую перспективу с использованием расчетных

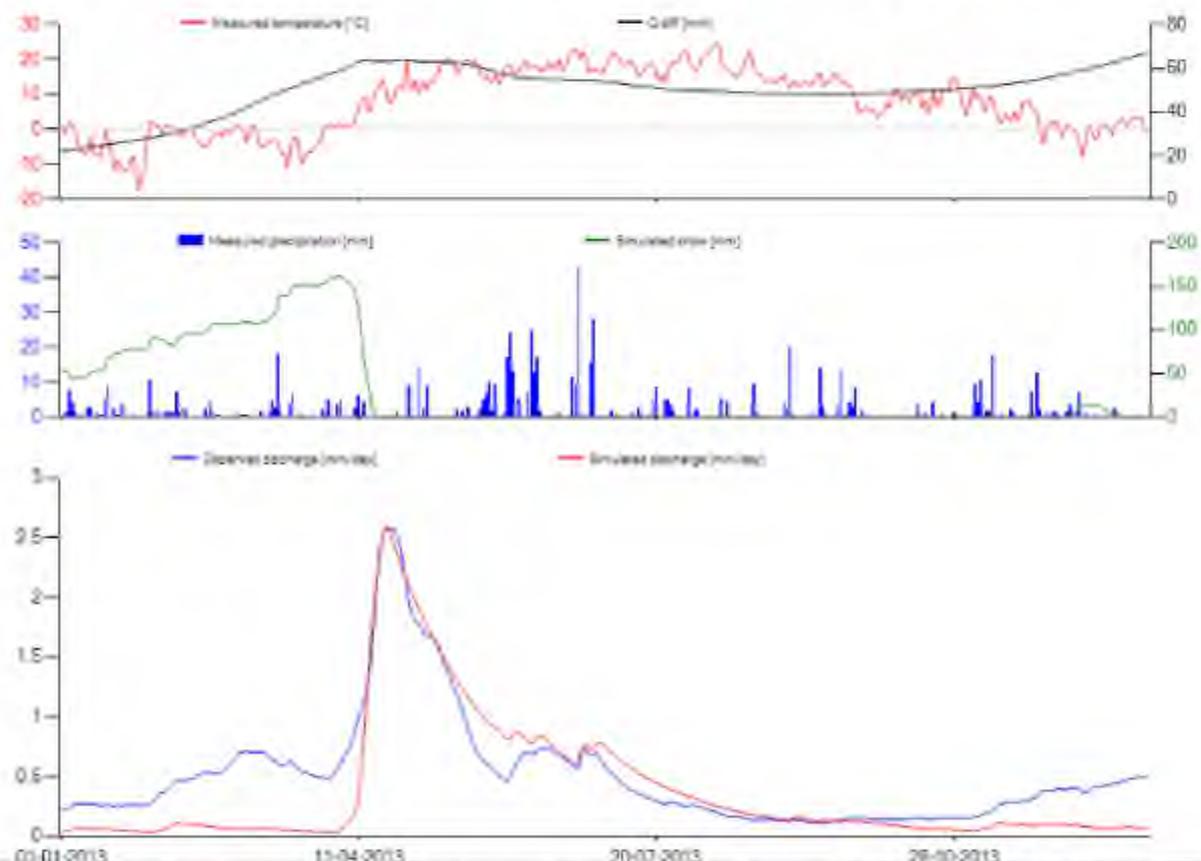


Рисунок 1. – Комплексный график расчетов гидрологической модели NBV по р. Цна у д. Дятловичи

данных ансамбля климатических моделей в качестве исходной информации.

#### Выводы

Выполненные работы по моделированию стока с использованием гидрологической модели HBV показали на первом этапе удовлетворительные результаты. При этом необходимо продолжение более детальных исследований взаимодействия метеорологических факторов и морфологических свойств водосбора для выполнения калибровки модели и ее дальнейшего использования для прогнозных расчетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Виноградов, Ю.Б. Математическое моделирование в гидрологии / Ю.Б. Виноградов, Т.А. Виноградова. – М.: Издательский центр «Академия», 2010. – 304 с.
2. Волчек, А.А. Водные ресурсы Беларуси: современное состояние и прогноз / А.А. Волчек // Проблемы гидрометеорологического обеспечения хозяйственной деятельности в условиях изменяющегося климата: материалы Международной науч. конф., 5–8 мая 2015 г. / редкол.: П.С. Лопух (отв. ред.) и др. – Минск: Белорус. гос. ун-т, 2015. – С. 337.
3. Волчек, А.А. Моделирование дождевых паводков рек Беларуси при отсутствии данных гидрометрических наблюдений / А.А. Волчек, Т.А. Шелест // Вестник Брестского технического университета. – Брест: БрГТУ, 2013 г. – № 2. – С. 3-7.
4. Гидрологический мониторинг Республики Беларусь / под ред. А.И. Полищука, Г.С. Чехана – Мн.: Книгасбор, 2009. – 260 с.
5. Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши / ред. Л.Н. Журавович, Е.Г. Квач – Белгидромет, 2011–2015 – Т 3 – С. 445.
6. Государственный климатический кадастр. Метеорологический ежегодник / отв. И.Е. Черепович. – Белгидромет, 2011–2015. – С. 238.
7. Корнеев, В.Н. Стратегические направления по адаптации водных ресурсов бассейна реки Неман к изменениям климата / В.Н. Корнеев // Водные ресурсы и климат: материалы V Международного водного форума, 5–6 октября 2017. – Минск: БГТУ, 2017. – С. 244.
8. Данилович, И.С. Особенности формирования водности рек Беларуси в последние десятилетия / И.С. Данилович, Л.Н. Журавович, М.Е. Нагибина, Е.Г. Квач // Природные ресурсы. – 2017 – № 2. – С. 5–12.
9. Ясельда. Реки Полесья / под ред. А.А. Волчека, И.И. Кирвеля, Н.В. Михальчука. – Минск: Беларуская навука, 2017. – С. 416.
10. Bergström, S. Development and application of a conceptual runoff model for Scandinavian catchments // SMHI Report RHO 7, Norrköping, 1976. – 134 p.

## SIMULATION OF THE RIVER TSNA FLOW AROUND C. DYATLOVICH I ON THE BASIS OF USE OF THE HYDROLOGICAL HBV MODEL

ZHURAVOVICH L.N., DANILOVICH I.S., KVACH E.G., POLIKSHA D.S.

The study presents first results of hydrological regime modelling of the Tsna river. The calculation of stream flow was conducted via HBV hydrological model. The input data consisted of time-series of daily precipitation sums, daily means of air temperature and daily discharges. The output data are presented by simulated means of snow and stream flow. The convergence of observed and simulated data is characterized by determination coefficient 0.7.

УДК 004.42:632.123.1

## РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ АНАЛИЗА И ОЦЕНКИ ВЕРОЯТНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО УРОВНЯ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ В БАССЕЙНЕ РЕКИ ПРИПЯТЬ

А.А. Зиновьев

Научно-исследовательский институт труда Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Минск, Беларусь

Разработан программный модуль для анализа и оценки вероятности формирования максимального уровня весеннего половодья в бассейне реки Припять. Представленный программный модуль, основанный на создании математической модели формирования максимального уровня весеннего половодья, позволяет увеличить точность и заблаговременность прогноза.

### Введение

Многие отрасли экономики, деятельность которых тесно связана с использованием водных ресурсов, нуждаются в различного рода гидрологических прогнозах. Надежный прогноз позволяет оптимизировать хозяйственную деятельность с учетом потребностей производства. На основе прогноза уровней воды устанавливаются площади и объекты, которые будут подвержены затоплению. Это позволяет вовремя принять меры, сводящие к минимуму ущерб от наводнений.

### Результаты и их обсуждение

Для расчета максимального уровня весеннего половодья в бассейне реки Припять разработана математическая модель на основе уравнения множественной регрессии [1]. Уравнение множественной регрессии может быть представлено в виде:

$$Y = f(\beta, X) + \varepsilon, \quad (1)$$

где:  $X = X(X_1, X_2, \dots, X_m)$  – вектор независимых (объясняющих) переменных;

$\beta$  – вектор параметров (подлежащих определению);

$\varepsilon$  – случайная ошибка (отклонение);

$Y$  – зависимая (объясняемая) переменная.

Линейное уравнение множественной регрессии имеет вид [2]:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_m X_m + \varepsilon, \quad (2)$$

где:  $\beta_0$  – свободный член, определяющий значение  $Y$ , в случае, когда все объясняющие переменные  $X_i$  равны 0.

Данные наблюдений и параметры модели должны быть представлены в матричной форме.

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T$  –  $n$ -мерный вектор – столбец наблюдений зависимой переменной;

$B = [a, b_1, b_2, \dots, b_p]^T$  –  $(p+1)$ -мерный вектор – столбец параметров уравнения регрессии;

$Y = [y_1, y_2, \dots, y_n]^T$  –  $n$ -мерный вектор – столбец отклонений выборочных значений  $y_i$  от значений  $Y_i$ .

Для удобства записи столбцы записываются как строки и снабжаются штрихом для обозначения операции транспонирования.

Значения независимых переменных записываются в виде прямоугольной матрицы размерности  $n \times (p+1)$ :

$$X = \begin{bmatrix} 1 & x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2p} \\ \vdots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ 1 & x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{np} \end{bmatrix} \quad (3)$$

Каждому столбцу построенной матрицы отвечает набор из  $n$  значений одного из факторов, а первый столбец состоит из единиц, которые соответствуют значениям переменной при свободном члене.

В этих обозначениях эмпирическое уравнение регрессии имеет следующий вид:

$$Y = XB + e \quad (4)$$

Отсюда вектор остатков регрессии можно выразить следующим образом:

$$e = Y - XB \quad (5)$$

Таким образом, функционал  $Q = \sum e_i^2$ , который минимизируется по методу наименьших квадратов, можно записать как произведение вектора – строки  $e'$  на вектор – столбец  $e$ :

$$Q = e'e = (Y - XB)'(Y - XB)' \quad (6)$$

В соответствии с методом наименьших квадратов дифференцирование  $Q$  по вектору  $B$  приводит к выражению:

$$\frac{\partial Q}{\partial B} = -2X'Y + 2(X'X)B, \quad (7)$$

которое, для нахождения экстремума, следует приравнять к нулю.

В результате преобразований получаем выражение для вектора параметров регрессии:

$$B = (X'X)^{-1} X'Y, \quad (8)$$

где  $(X'X)^{-1}$  – матрица, обратная к  $X'X$ .

Основными исходными материалами при построении математической модели послужили данные наблюдений государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды». Для прогнозирования максимальных уровней половодий и построения математической модели в гидрометеорологическом центре использовались 3 переменные: общие снегозапасы, высота снега, зимний сток. При построении такой модели использовались данные гидрометеорологических наблюдений 1966–1986 годов. Средняя ошибка аппроксимации по выбранному ряду наблюдений составила 11,06 %. 1986 год, как год окончания используемого ряда наблюдений, был выбран в связи с последующими существенными изменениями климата, вызванного глобальным потеплением [3].

Для повышения качества и точности модели проведен анализ наиболее влиятельных 9 факторов, обуславливающих формирование пика половодья –

осадки до наступления максимального уровня, общие снегозапасы, высота снега, зимний сток, талодождевой сток (общий), талодождевой сток (поверхностный), талодождевой сток (групповой), осадки во время прохождения половодья, глубина промерзания почвы [4].

Построенная гидролого-математическая модель прогноза максимального уровня весеннего половодья в бассейне реки Припять имеет следующий вид:

$$Q_{\max} = 386,7562 \times (-0,9082) \times O_d + 0,4614 \times O_s + 3,382 \times H_s + 5,8549 \times W_f + 20,8571 \times T_o + (-17,382) \times T_r + (-27,0877) \times T_g + (-0,0215) \times O_p + 0,238 \times G,$$

где  $Q_{\max}$  – максимальная высота половодья, мм.,

$O_d$  – осадки до наступления максимального уровня, мм.,

$O_s$  – общие снегозапасы, мм.,

$H_s$  – высота снега, мм.,

$W_f$  – зимний сток,

$T_o$  – талодождевой сток (общий),

$T_r$  – талодождевой сток (поверхностный),

$T_g$  – талодождевой сток (групповой),

$O_p$  – осадки во время прохождения половодья, мм.,

$G$  – глубина промерзания почвы, мм.

Проверка расчетов показала высокую точность предлагаемых методов. Построение математической модели по 9 переменным повысило точность прогноза и снизило среднюю ошибку аппроксимации с 11,08 % до 6,33 % [4].

Фактические и прогнозные максимальные уровни высоты половодья представлены на рисунке 1.

С целью автоматизации расчетов параметров максимального уровня высоты половодья произведена разработка программного модуля, предназначенного для выполнения следующих функций [5]:

- внесение и хранение гидрометеорологической информации;

- построение математической модели, прогнозирующей максимальный уровень весеннего половодья, используя уравнение множественной регрессии;

- выполнение расчета, средняя ошибка аппроксимации, оценка дисперсии, несмещенная оценка дисперсии, оценка среднеквадратичного отклонения, множественный коэффициент корреляции (индекс множественной корреляции), коэффициент детерминации, коэффициент вариации, а так же других показателей, характеризующих точность модели и качество прогноза;

- создание отчета, содержащего рассчитанную модель и ее параметры;

- построение различных графиков;

- импорт/экспорт данных в другое программное обеспечение

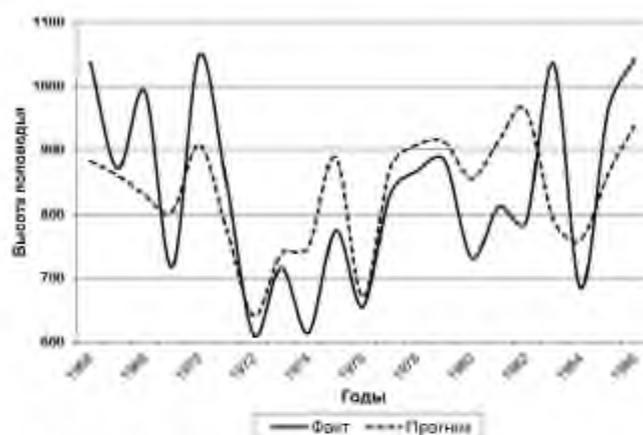


Рисунок 1. – Отклонение фактических значений максимальной высоты половодья от рассчитанных



Рисунок 2. – Окно вывода рассчитанных данных

Для реализации программного модуля выбрана система программирования Delphi фирмы Borland, так как она предоставляет наиболее широкие возможности для программирования приложений ОС Windows. Вид одного из основных рабочих окон программного обеспечения представлен на рисунке 2.

#### Выводы

Создан программный модуль для анализа и оценки вероятности формирования максимального уровня весеннего половодья в бассейне реки Припять. Технология программного обеспечения предусматривает оптимизацию параметров математической модели прогноза в ходе ее применения. Для этого используется электронная база данных многолетних гидрометеорологических данных и наблюдений, обеспечивающая автоматизированный перебор и моделирование возможных гидрометеорологических ситуаций. Структура базы предоставляет возможность многократного использования данных различными модулями и приложениями. Разработанный программный модуль нашел применение в отделе гидрологических прогнозов государственного учреждения «Республи-

канский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», а также может быть использован в территориальных органах и подразделениях Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Корень, В.И. Математические модели гидрологических прогнозов / В.И. Корень. – М.: Гидрометеоиздат, 1991. – 199 с.
2. Виноградов, Ю.Б. Математическое моделирование процессов формирования стока / Ю.Б. Виноградов. – Л.: Гидрометеоиздат, 1988. – 312 с.
3. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: Тетра-Системс, 2008. – 495 с.
4. Зиновьев, А.А. Программное обеспечение комплексного гидрологического прогнозирования и анализа. Официальное свидетельство о регистрации компьютерной программы от 16 ноября 2018 г. № 917.
5. Zinoviev, A. Development of software for integrated hydrological forecasting and flood levels analysis / A. Zinoviev // Natural resources of border areas under a changing climate. – 2017. – P. 187–195.

## DEVELOPMENT OF A SOFTWARE MODULE FOR ANALYSIS AND ASSESSMENT OF THE PROBABILITY OF FORMING THE MAXIMUM LEVEL OF SPRING FLOOD IN THE PRIPYAT RIVER BASIN

ZINOVIEV A. A.

A software module was developed for analyzing and assessing the probability of forming a maximum spring flood in the Pripjat river basin. The presented software module, based on the creation of a mathematical model for the formation of the maximum level of spring high water, makes it possible to increase the accuracy and lead time of the forecast.

УДК 502.171:556.51. (477.51)

## БАСЕЙНОВЫЙ ПОДХОД В ОХРАНЕ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ МАЛЫХ РЕК НИЗОВЬЯ ДЕСНЫ

Т.И. Ивусь

Национальный университет «Черниговский колледжиум» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

Прибрежно-водная растительность является одним из важнейших компонентов и индикаторов состояния водных экосистем, активно участвующих в процессе самоочищения водоемов, перераспределяя вещество во времени и пространстве. Рассмотрены направления охраны макрофитов в устьевой зоне бассейна реки Десна

### Введение

Согласно геоботаническому районированию основная территория исследований принадлежит к Остерскому району сосновых, зеленомошных и лишайниковых лесов, эвтрофных осоковых болот, настоящих лугов и охватывает часть Олишевско-Коропского района дубовых пещиновых лесов, настоящих лугов и эвтрофных болот, Черниговско-Новгород-Северского (Востоchnопопеского) округа дубово-сосновых лесов, Полесской подпровинции, Восточно-европейской провинции Европейской широколиственной лесной области [1, с. 256].

В соответствии с Водным кодексом Украины (ст. 79) к категории малая река относятся реки с площадью водосбора до 2 000 км<sup>2</sup> [2, с. 21]. Основным отличием малых рек от больших или средних является не только длина или площадь бассейна, но, в первую очередь, степень зависимости свойственных им биопроцессов от окружающего водосбора.

### Результаты и их обсуждение

Гидрологическая сеть региона исследований представлена 9 малыми реками: Вдвиг, Золотинка, Вереб, Жевидь, Смолянка, Махнея, Меша, Любич, Любич-2.

Реки региона характеризуются небольшими уклонами, широкими и слабо-углубленными долинами, плавными переходами от интенсивно заболоченных пойм и надпойменных террас к низким, часто заболоченным водоразделам. Такие условия обуславливают сильное зарастание малых рек прибрежно-водной растительностью, потому регион исследования представлен богатым видовым разнообразием.

В современной гидрологии и водном законодательстве актуален приоритет бассейнового принципа охраны водных экосистем. Такой подход предполагает условия для комплексного изучения и охраны не только отдельных элементов, но и экосистем в целом. Это позволяет оценить гидрологические условия способов питания рек и их наполняемость в течение года, трансформационные процессы и состояние отдельных групп биоразнообразия.

Важными составляющими малых рек являются прибрежно-водные экосистемы и их компоненты, в том числе и макрофиты [3, с. 11; 4, с. 3]. Макрофиты региона исследований представлены следующими таксонами.

Отдел *Equisetophyta* представлен 1 семейством *Equisetaceae*, 1 родом и 2 видами.

Отдел *Polypodiophyta* включает 2 семейства *Thelypteridaceae* и *Salviniaceae*, 2 рода и 2 вида.

Отдел *Magnoliophyta* включает 2 класса. Класс *Liliopsida*, который представлен 13 семействами – *Poaceae* (7 родов; 11 видов), *Cyperaceae* (3; 12), *Hydrocharitaceae* (3; 3), *Lemnaceae* (2; 4), *Alismataceae* (2; 3), *Juncaceae* (1; 10), *Polypodiaceae* (1; 8), *Typhaceae* (1; 2), *Sparganiaceae* (1; 2), *Araceae* (1; 1), *Acoraceae* (1; 1), *Butomaceae* (1; 1), *Indicaceae* (1; 1). Класс *Magnoliopsida* представлен 25 семействами – *Apiaceae* (5 родов; 5 видов), *Lamiaceae* (4; 6), *Polygonaceae* (3; 6), *Scrophulariaceae* (3; 6), *Ranunculaceae* (2; 6), *Asteraceae* (2; 9), *Primulaceae* (2; 4), *Nymphaeaceae* (2; 2), *Caryophyllaceae* (1; 4), *Onagraceae* (1; 4), *Lythraceae* (1; 3), *Rubiaceae* (1; 3), *Urticaceae* (1; 2), *Brassicaceae* (1; 2), *Rosaceae* (1; 1), *Balsaminaceae* (1; 1), *Hippuridaceae* (1; 1), *Menyanthaceae* (1; 1), *Convolvulaceae* (1; 1), *Boraginaceae* (1; 1), *Solanaceae* (1; 1), *Valerianaceae* (1; 1), *Cucurbitaceae* (1; 1), *Trapaceae* (1; 1), *Ceratophyllaceae* (1; 1).

Среди редких видов макрофитов региона исследований следует акцентировать внимание на виде *Salvinia natans*, который занесен в Красную книгу Украины, и формациях *Nupharetalutae*, *Nymphaeeta candidae*, *Nymphaeeta albae*, *Salvinia natantis*, которые занесены в Зеленую книгу Украины [6, с. 456; 7, с. 67].

К системе природоохранных мероприятий, которые касаются охраны прибрежно-водных экосистем и макрофитов в частности, следует отнести следующие: регулирование непосредственного антропогенного воздействия (выпас скота, сенокосение, выжигание сухой растительности, рекреационная нагрузка); соблюдение водного законодательства, касающегося охраны прибрежно-защитных полос (25 м) [8, 23]; регулирование уровня русла в реках с плотинами или иными водорегулирующими сооружениями; для поддержания открытого зеркала воды проведение соответствующих биотехнологических мероприятий, связанных с зарыблением растительноядными рыбами (белый амур, толстолобик обыкновенный); создание на определенных отрезках малых рек (истоки, пойменные леса, типичные и ценные луга) объектов природно-заповедного фонда; организация системы мониторинга за состоянием прибрежно-водных и водных экосистем с использованием видов-биоиндикаторов; изучение исторических русел малых рек с целью их возможного восстановления и расчистки родников и источников их подземного питания; предупреждение попадания в прибрежно-водные экосистемы адвентивных и карантинных видов *Bidens frondosa* L., *Impatiens glandulifera* Royle., *Ambrósia artemisiifolia* L.,

*Xanthium strumarium* L., *Cyclachaena pedicellata* Rydb.; изучение видового разнообразия макрофитов прибрежно-водных экосистем во время учебно-полевых практик студентов – природоведов (экологов, биологов, географов) и изучение макрофитов при выполнении научно-исследовательских работ.

#### Выводы

Таким образом, система охраны прибрежно-водных экосистем должна быть представлена комплексом мероприятий, который включает 3 направления: инженерно-технологическое, организационно-техническое и эколого-просветительское.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Національний атлас України / голова ред. кол. Б.Є. Патон, гол. ред. Л.Г. Руденко. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
2. Водний кодекс України. Принятий ВР № 213/95 6.06.1995. Редакція від 18.12.2017, підстава 2059-19.
3. Дубына, Д.В. Макрофиты – индикаторы изменений природной среды / Д.В. Дубына, С. Гейны, З. Гроудова. – К.: Наук. думка, 1993. – 436 с.
4. Чорна, Г.А. Рослини наших водойм: атлас-довідник / Г.А. Чорна. – К.: Фітосоціоцентр, 2001 – 134 с.
5. Прибрежно-водная растительность приграничных территорий Брянской (Россия), Гомельской (Беларусь) и Черниговской (Украина) областей / Л.Н. Анищенко (и др.). – Чернигов: Десна Полиграф, 2014. – 176 с.
6. Червона книга України Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – К.: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
7. Зелена книга України. Ліси / під ред. акад. НАН України Ю.Р. Шеляг-Сосонка. – К.: Наук. думка, 2002. – 255 с.
8. Земельний кодекс України. Принятий ВР №2768-III 25.10.2001. Редакція від 12.04.2018, підстава 2354-19.

## BASIN APPROACH TO COASTAL WATER ECOSYSTEMS PROTECTION OF SMALL RIVERS OF THE DESNA RIVER LOWER REACHES

IVUS T.I.

The hydrographic basin is a functionally integral system united by flows of matter and energy. Obviously the industrial and agricultural development of the hydrographic basin always affects on the economics and the quality of people's life in the parts of this basin, which unfrequently makes the basin approach in integrated environmental management not only expedient, but also practically inevitable. The directions of protection of macrophytes in the estuary zone of the Desna river basin are considered.

УДК 631.474

**ПОЧВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СПЕЦИФИКА ЛЕСОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ**

Н.В. Клебанович

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

На основании мониторинговых данных проведено статистическое обобщение данных обследования лесных почв Белорусского Полесья. Почвенный покров отличается повышенной долей дерновых заболоченных и аллювиальных дерновых и дерново-заболоченных почв и пониженной долей дерново-подзолистых почв, широким распространением оглеенных аэропочв. По гранулометрическому составу в Полесской провинции резко доминируют связнопесчаные почвы, доля которых достигает 56,6 %.

**Введение**

Белорусское Полесье – обширная территория на юге страны, выделяемая обычно при районировании на уровне провинции. Под физико-географической провинцией понимают часть физико-географической зоны, выделяемую по морфоструктурным признакам (низменности и возвышенности среди платформенных равнин, изолированные горные массивы и т.п.) и по провинциальным особенностям климата (увлажнение, степень континентальности и др.). Полесская провинция выделяется морфоструктурно, представляя собой обширное понижение, уходящее за пределы страны. Северная граница Полесской провинции примерно совпадает с линией южной границы продвижения сожского ледника.

Поверхность современного Полесья – огромная водно-ледниковая и озерно-ледниковая задровая низменность с надпойменными террасами и слабым наклоном на юго-восток. В пределах провинции преобладают абсолютные высоты 100–150 м. Конечнo-моренные возвышенности в пределах провинции четко не выражены, помимо Мозырской гряды.

В наиболее пониженной части Полесской низменности, характеризующейся почти плоским рельефом, развиты болота и обширные заболоченные пространства с дюнами и другими формами эолового рельефа, а также с древними береговыми валами.

Сложное тектоническое и геологическое строение территории, широкое распространение водупорных горных пород (глина, суглинки), развитие карстовых воронок и суффозионных западин создают благоприятные условия для гидрологической связи подземных водоносных горизонтов с поверхностными водами, что приводит в итоге к заболачиванию обширных пониженных пространств. Провинция располагает большими массивами болот. Считается, что повсеместно преобладают низинные болота, на водоразделах формируются верховые болота. Многие низинные болота осушены и превращены в продуктивные сельскохозяйственные земли. Наиболее распаханными частями провинции являются Брестское Полесье и Загородье.

**Методика и объекты исследования**

Для проведения исследований были использованы фондовые материалы почвенного мониторинга лесных земель, реестр земельных ресурсов Республики Беларусь на 01.01.2017. Информация по лесхозам группировалась и статистически обрабатывалась, но на отдельные части Полесья она отсутствовала (Национальный парк Припятский, Полесский радиационно-экологический заповедник, Полесский во-

енный лесхоз). Хотя границы лесхозов не совпадают строго с границами физико-географических районов, с определенными допущениями территории Брестского, Кобринского, Малоритского и Дрогичинского лесхозов отнесены нами к физико-географическому району 845.2 Брестское Полесье; Пинского, Телеханского, Ганцевичского, Лунинецкого, Столинского, Житковичского и Милошевичского – к физико-географическому району 845.4 Припятское Полесье; Мозырского, Лельчицкого, Ельского, Хойникского и Наровлянского – к физико-географическому району 845.5 Мозырское Полесье; Петриковского, Октябрьского, Калинковичского, Жлобинского, Светлогорского, Гомельского, Комаринского, Речицкого – к физико-географическому району 845.6 Гомельское Полесье.

Площади отдельных почвенных разновидностей лесов Полесья были обработаны статистически и группировались по типам, степени увлажнения, гранулометрическому составу.

**Результаты и их обсуждение**

Полесье – лесная провинция, доля лесных земель достигает здесь 49 %, а с учетом болот – 56 %. Наименее лесистым является Брестское Полесье – 34 %, в Пинском и Гомельском лесистость превышает среднереспубликанский уровень, 43 и 47 % соответственно. Наиболее лесистым является Мозырское Полесье, где 67 % территории занято лесом. Полесье относится к подзоне широколиственно-сосновых лесов. При резком доминировании сосны встречаются дубово-грабовые и дубово-ясеневые леса, пойменные дубравы. Как вторичные формируются мелколиственные леса из березы и осины.

Под влиянием доминирующей хвойной растительности на Полесье в лесах широко распространен зональный подзолистый процесс, он протекает на 64 % территории, что ниже среднереспубликанского уровня – 69 %. Степень зональности почвенного покрова выше в Гомельском (71 %), Брестском и Мозырском (по 69 %) районах, тогда как в Припятском Полесье она падает до 50 %. Вследствие преобладания низинного рельефа и близости к поверхности грунтовых вод еще шире распространен болотный процесс почвообразования – 89 % территории. Третьим широко распространенным процессом является дерновый, протекающий на 80 % территории.

Почвы лесов Полесья отличаются повышенной долей таких типов почв, как дерновые заболоченные и аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные почвы (таблица 1). Примечательно, что на Полесье в лесах не так много торфяно-болотных почв, ниже среднереспубликанского уровня. Меньше в провин-

Таблица 1. – Распределение почв песков Полесья по типам

Типы почв	Брестское	Припятское	Мозырское	Гомельское	Все Полесье	Беларусь
Дерново-карбонатные	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01
Бурые лесные	0,00	0,02	0,02	0,05	0,03	0,08
Дерново-подзолистые	34,8	21,5	33,0	45,5	33,9	38,4
Дерново-подзолистые заболоченные	33,9	29,1	36,4	26,1	30,1	30,2
Дерновые заболоченные	13,3	11,9	7,3	8,8	10,1	7,3
Аллювиальные дерновые и дерновые заболоченные	0,7	5,2	4,9	4,0	4,2	2,1
Торфяно-болотные низинные	13,5	18,6	9,6	10,5	13,4	13,3
Торфяно-болотные верховые	3,7	13,5	8,5	4,8	8,2	8,5
Антропогенно-преобразованные	0,11	0,06	0,35	0,10	0,13	0,1
Площадь, млн. га	0,27	0,72	0,42	0,76	2,17	

ции в силу гидрологического фактора и дерново-подзолистых почв.

Отдельные физико-географические районы заметно отличаются особенностями почвенного покрова в лесах. В Гомельском Полесье доля дерново-подзолистых почв значительно выше, а в Припятском – значительно ниже, чем в целом по провинции и в других районах. К тому же в Гомельском Полесье в меньшей степени заболочены дерново-подзолистые почвы, а в Брестском и Мозырском Полесьях их доля сравнительно велика.

Относительно высокое количество внепойменных дерновых заболоченных почв в Брестском районе сочетается с минимальной долей пойменных их аналогов, тогда как в Припятском районе повышенное количество и тех, и других.

Более высока доля лесных торфяно-болотных низинных почв в Брестском и, особенно, Припятском районах, но во втором много и верховых торфяно-болотных почв (таблица 1). Деградированные торфяники распространены в лесах Полесья слабо, в отличие от сельскохозяйственных земель, где доля антропогенно-преобразованных почв достигает 3 %.

По степени увлажнения Полесье выделяется пониженной в 1,5 раз по сравнению со среднереспубликанским уровнем долей собственно автоморфных почв, но очень широко представлены во всех районах оглеенные внизу почвы вследствие широко распространенного близкого к поверхности уровня стояния грунтовых вод (таблица 2). Напротив, на Полесье мало контактно-оглеенных почв, так как связные породы редки, даже в качестве подстилающих. Следует оговориться, что

мы относим дерново-подзолистые оглеенные внизу и контактно-оглеенные к дерново-подзолистым, несмотря на протекание в них болотного процесса почвообразования, так как оглеение выражено слабо и не меняет общей сущности этих почв, не нуждающихся в осушении. В лесном почвоведении страны относят такие почвы к полугидроморфным, что по меньшей мере спорно ввиду отсутствия необходимости регулирования водно-воздушного режима. Более того, с точки зрения плодородия такие почвы на легких породах даже лучше чисто автоморфных, так как меньше страдают от характерного для песков недостатка влаги. Больше на Полесье и доля глееватых и глеевых почв, так как резко преобладает грунтовое переувлажнение.

По отдельным районам следует отметить повышенную долю автоморфных почв в Брестском и Гомельском Полесье, высокую долю оглеенных внизу почв, особенно в Мозырской и Гомельской частях, где ниже среднего количество торфяно-болотных и глеевых почв.

По гранулометрическому составу в Полесской провинции резко доминируют связнопесчаные почвы, доля которых достигает 56,6 % (таблица 3). По сравнению с лесами всей республики резко снижена доля супесчаных и суглинистых почв. Доля почв, развивающихся на органогенных породах, вопреки исходной гипотезе не отличается от среднего для страны уровня. Обращает на себя внимание и довольно существенное количество верховых торфяно-болотных почв, что тоже диссонирует с написанным во многих книгах, начиная со школьного учебника по географии, тезисом о резком доминировании низинных торфяников.

Таблица 2. – Распределение почв песков Полесья по степени увлажнения, %

Степень увлажнения почв	Брестское	Припятское	Мозырское	Гомельское	Все Полесье	Беларусь
автоморфные	15,0	6,3	8,7	17,2	11,7	18,0
оглеенные внизу	19,2	14,9	22,2	24,6	20,3	13,4
контактно-оглеенные	0,7	0,4	2,3	3,7	2,0	7,1
временно избыточно увлажненные	12,2	7,8	12,3	9,7	9,9	13,2
глееватые	23,0	23,9	28,0	19,8	23,1	19,1
глеевые	12,7	14,7	8,4	9,6	11,5	7,4
торфяные	17,2	32,0	18,1	15,3	21,6	21,8

**Таблица 3.** – Распределение почв песов Полесья по гранулометрическому составу

Гранулометрический состав почв	Брестское	Припятское	Мозырское	Гомельское	Все Полесье	Беларусь
рыхлопесчаные	16,4	7,0	12,9	7,5	9,5	5,3
связнопесчаные	57,2	49,6	55,1	64,7	56,6	46,4
рыхлосупесчаные	6,3	6,5	10,1	8,7	8,0	15,1
связносупесчаные	1,1	1,7	2,4	1,9	1,8	6,8
легкосуглинистые	0,0	0,5	0,2	0,2	0,3	3,1
перегнойные	1,5	3,4	1,5	1,6	2,1	1,4
Торфяно-болотные низинные	13,7	18,8	10,0	10,6	13,5	13,3
Торфяно-болотные верховые	3,7	13,7	7,8	4,8	8,2	8,5

По отдельным провинциям целесообразно отметить повышенную долю рыхлопесчаных почв в Брестском физико-географическом районе, особенно высокую долю связнопесчаных почв в Гомельском Полесье, незначительное количество суглинистых почв во всех районах. Сравнительно много, особенно на территории Припятского Полесья, почв на перегнойных отложениях.

#### **Выводы**

Наиболее характерными чертами почвообразовательных процессов и почвенного покрова лесов Полесья являются: высокая лесистость (49 %); широкое распространение болотного процесса почвообразования – 89 % территории при пониженном уровне распространения зонального подзолистого процесса (64 %); повышенная доля дерновых заболоченных почв; пониженная доля торфяно-болотных почв из-за массового осушения и дерново-подзолистых почв из-за широкого распространения грунтового переувлаж-

нения; резкое доминирование связнопесчаных почв (56,6 %).

Наиболее характерные черты почвенного покрова песов отдельных частей Полесья:

Брестское – высокое количество внепойменных дерновых заболоченных почв сочетается с минимальной долей пойменных их аналогов; повышенная доля рыхлопесчаных почв;

Припятское – минимальная в провинции степень зональности почвенного покрова 50 % против 69–71 % в других районах; высокая доля лесных торфяно-болотных низинных и верховых почв;

Мозырское: особенно высокая лесистость (67 %); высокая доля оглеенных внизу почв;

Гомельское: доля дерново-подзолистых почв значительно выше, дерново-подзолистых заболоченных ниже среднего; высокая доля оглеенных внизу почв; особенно высокая доля связнопесчаных почв.

## **SOIL-GEOGRAPHICAL SPECIFICITY OF FORESTS OF THE BELARUS POLESYE**

KLEBANOVICH N.V.

A statistical summary of the monitoring data of the survey of forest soils of the Belarusian Polesye was carried out. The soil cover is characterized by a high proportion of gleysols and fluvisols and a low proportion of retisols. The widespread spread of the marsh soil formation process is established – 89 %. Sandy loam soils sharply dominated in the Polesie Province according to the granulometric composition.

УДК 911.3:314 (476)

**ГЕОДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ ОБСТАНОВКА КАК ОСНОВА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ БЕЛАРУСИ****К.К. Красовский**

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

На основе данных текущей статистики и материалов переписей населения проведен анализ геодемографической обстановки в Республике Беларусь и ее регионах в начале XXI века. Выявлены тенденции показателей естественного движения населения и его демографических структур. Обоснована необходимость эффективной долгосрочной научно-обоснованной демографической политики.

**Введение**

На современном этапе общественного развития большинство европейских стран сталкивается с проблемой депопуляции и старения населения. Не является исключением и Республика Беларусь, где отрицательный естественный прирост к концу XX века вследствие снижения рождаемости и роста смертности привел к суженному типу воспроизводства населения в стране в целом и ее регионах. Усиление названных демографических проблем стало представлять собой серьезную угрозу национальной безопасности страны, что потребовало проведения на государственном уровне долгосрочной и целенаправленной демографической политики. На решение этих проблем на национальном и региональном уровнях были нацелены Закон Республики Беларусь «О демографической безопасности», Национальные программы демографической безопасности Республики Беларусь на 2007–2010 гг., 2011–2015 гг. и 2016–2020 гг., а также Национальные стратегии устойчивого развития. В Национальной стратегии устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2020 года учитывались геополитические, экономические, экологические и демографические особенности развития Беларуси.

Цель и задачи исследования – выявить пространственно-временные особенности демографической обстановки в Беларуси и ее регионах в начале XXI века как основы их устойчивого развития.

**Результаты и их обсуждение**

Геодемографическая обстановка выступает объектом географического исследования населения региона любого ранга и включает в себя структурно-функциональные подсистемы, характеризующие различные стороны развития населения. Среди них, наряду с экономической, этнической, расселенческой, социальной и экологической, важнейшее значение имеет собственно демографическая подсистема [1].

Вследствие продолжающегося в стране процесса урбанизации происходит дальнейшее перераспределение населения между городскими и сельскими населенными пунктами в пользу городов и городских поселков, что привело к увеличению уровня урбанизированности Беларуси. В 2017 году уровень урбанизации Беларуси достиг почти 80%. Региональные особенности урбанистической концентрации населения республики в 1940–2017 гг. на основе метода, предложенного польским демографом Э. Россетом, свидетельствуют, что в настоящее время все регионы Беларуси являются высокоурбанизированными [2]. Однако, как и на более ранних исторических этапах, Брестская и Гродненская области значительно

отстают от восточных регионов Беларуси по уровню урбанизированности.

Различный уровень урбанизации в областях Беларуси стал одним из важнейших факторов формирования на их территории демографической обстановки. Анализ данных текущей статистики и материалов последней переписи населения Республики Беларусь 2009 г. свидетельствуют о новых качественных характеристиках демографического потенциала страны в исследуемый период. Прежде всего, в демографическом развитии республики в начале XXI века следует отметить снижение среднегодовых темпов сокращения численности населения. Так, если в начале нового века ежегодно число жителей в стране уменьшалось на 40–50 тыс. человек, то по данным переписи 2009 года сокращение составило всего 13 тысяч, а в последние годы (2014–2017) наблюдался даже незначительный прирост населения. Если на 1 января 2014 года население страны составило 9 468 тыс. чел., то на 1.01.2015 – 9 481 тыс. чел., 1.01.2016 – 9 498 тыс. чел., 1.01.2017 – 9 505 тыс. чел., что свидетельствовало о незначительном увеличении демографического потенциала страны. Однако, данный факт не дает основания для констатации завершения этапа депопуляции. Рост населения в эти годы был обеспечен только за счет положительного сальдо международной миграции, которое составляло ежегодно более 10 тыс. чел. и таким образом компенсировало естественную убыль населения. Однако, итоги текущего учета населения прошлого года опять стали неутешительными. Общая численность населения на 1 января 2018 года составила 9 491,8 тыс. человек, что почти на 13 тысяч меньше, чем на 1 января 2017 года.

В областях Беларуси сокращение численности населения за счет естественного прироста не приостановилось, и только в Брестской области, единственном регионе страны, по итогам 2015 и 2016 гг. наблюдалось превышение рождаемости над смертностью (соответственно 0,8% и 0,9%). В остальных областях Беларуси и в эти годы по-прежнему наблюдалась естественная убыль населения. Таким образом, по итогам 2017 года во всех регионах страны продолжился процесс депопуляции.

Пространственно-временной анализ данных по естественному приросту населения в областях Беларуси свидетельствует, что более благоприятная демографическая ситуация характерна для областей Белорусского Полесья, где показатели естественной убыли населения значительно меньше, чем в других регионах страны и в целом по республике (таблица 1).

**Таблица 1.** – Естественный прирост населения в областях Беларуси, %

Регионы	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2017
Брестская	17,3	18,6	9,8	6,9	4,5	-1,9	-2,1	-1,0
Витебская	16,2	14,6	6,1	2,9	0,7	-6,6	-6,6	-4,8
Гомельская	20,6	19,7	9,0	6,9	2,7	-4,4	-3,5	-1,7
Гродненская	14,4	17,2	8,1	3,2	3,2	-4,8	-4,2	-2,8
Минская	16,8	17,9	8,1	3,8	1,3	-6,3	-4,6	-2,5
Могилевская	19,3	17,1	6,9	5,3	1,7	-5,4	-4,8	-3,1
РБ	17,5	17,8	8,6	6,1	3,2	-4,1	-3,0	-1,8

Показатели естественной убыли населения значительно дифференцированы по областям страны вследствие существенных различий в уровне рождаемости и смертности населения. Проведенный анализ динамики показателей рождаемости и смертности показал, что в начале XXI века (с 2006 года) наметилась тенденция незначительного роста рождаемости и снижения показателей смертности. Рост общего коэффициента рождаемости в Беларуси стал следствием не только демографической политики по социально-экономической поддержке семей с детьми, пропаганды семейного благополучия и здорового образа жизни, но и влияния демографической волны. В этот период в наиболее активном детородном возрасте находились женщины, родившиеся в 80-х годах XX века до аварии на Чернобыльской АЭС и до распада Советского Союза, когда рождаемость в стране была наиболее высокой по сравнению с предыдущим и последующим периодами. Эта особенность возрастной структуры населения, вызванная демографической волной, и привела к совсем незначительному увеличению в последние годы общего коэффициента рождаемости. Однако маловероятно, что данное повышение рождаемости, вызванное структурными сдвигами, сможет продолжаться длительное время. Через несколько лет, по мере вступления в наиболее активный детородный возраст малочисленного поколения, рожденного в конце XX века в период системной трансформации, показатели рождаемости опять начнут снижаться, что и подтверждают некоторые статистические данные о демографической ситуации в регионах Беларуси в 2017 году.

Общий коэффициент смертности из-за вымирания поколения, рожденного во время бэби-бума, станет расти. При сохранении такого режима рождаемости и смертности естественная убыль населения Беларуси и ее регионов возрастет, что подтверждают многочисленные прогнозы, в том числе и ООН.

По расчетам демографов, даже для простого воспроизводства населения каждая брачная пара, способная к деторождению, в среднем должна иметь не менее двух детей. В Беларуси суммарный коэффициент рождаемости хотя и повысился в последние годы (в 2017 году до 1,8), однако, учитывая поправку на смертность, такой ее показатель даже для простого воспроизводства следует признать недостаточным. В связи с этим существующую в настоящее время проблему рождаемости в Беларуси можно назвать проблемой даже не третьего, а второго ребенка.

Динамика показателей естественного движения населения страны в значительной степени обусловле-

на его возрастной структурой, анализ которой на основе статистической, биологической и экономической группировок за исследуемый период свидетельствует о наличии устойчивой тенденции демографического старения населения как в целом по стране, так и по ее регионам. Так, если по данным первой послевоенной переписи населения 1959 г. доля населения моложе трудоспособного возраста составляла 31,3 % от всего населения Беларуси, а доля пенсионеров 13,5 %, то в 2017 г. доля людей пенсионного возраста превысила 20 % во всех регионах Беларуси.

Старение населения в регионах Беларуси обусловлено как снижением показателей рождаемости, так и ростом средней ожидаемой продолжительности жизни. Ожидаемая продолжительность жизни при рождении является одним из показателей индекса человеческого развития, который использует ООН для сравнения и оценки уровня развития различных государств мира. И хотя в последнее десятилетие этот показатель несколько увеличился, однако по-прежнему остается одной из самых высоких в Европе разница в средней продолжительности жизни мужского и женского населения, составляющая в настоящее время около 10 лет.

Чтобы воспрепятствовать негативным тенденциям в воспроизводственных процессах на территории Беларуси, необходима научно-обоснованная, долгосрочная и эффективная демографическая политика. Принятые в стране Закон и Программы демографической безопасности при повышении уровня жизни населения должны способствовать выходу республики из демографического кризиса. К сожалению, некоторые меры демографической политики носят разрозненный, централизованный, не учитывающий местных условий характер. В современной действительности при реализации новой Программы демографической безопасности необходимо разграничить сферы деятельности местных и республиканских органов в области демографической политики. На верхнем уровне должна быть разработана концепция демографического развития республики и научные рекомендации по внедрению ее в жизнь. Местным органам необходимо предоставить возможность решения всех вопросов, касающихся демографической политики, включая вопросы финансирования ее мероприятий из собственного бюджета.

При разработке и проведении мероприятий демографической политики необходимо обратить внимание не только на количественные параметры, но и качественные – физическое и умственное здоровье людей, их социальное благополучие. Как показывает практика, третьи и последующие дети рождаются зачастую в неблагополучных семьях, с целью получения и использования материнского капитала не по назначению.

Снижение рождаемости на современном этапе развития общества – в том числе есть результат внутрисемейного регулирования числа рожденных детей в семье. С целью выяснения демографических установок молодого поколения и их планируемого демографического поведения необходимо специальное

социо-демографическое исследование, которое стало бы научной основой для проведения мер демографической политики по увеличению не общего, а специальных коэффициентов рождаемости (в том числе суммарного). Проводившаяся до настоящего времени демографическая политика по стимулированию рождаемости заключалась в основном в предоставлении льгот семьям, имеющим детей. Но льготы – не стимул рождаемости, а выравнивание уровня жизни. Политика должна быть направлена на помощь семьям в удовлетворении их потребностей, на сокращение разрыва между тем числом детей, которое родители собираются иметь в данных социально-экономических условиях, и тем, которое они хотели бы иметь в благоприятной во всех отношениях ситуации.

#### **Выводы**

Проведенный анализ геодемографической обстановки регионов Беларуси в начале XXI века показал, что вследствие проводимой в стране демогра-

фической политики, несколько выросла рождаемость, постепенно растет средняя продолжительность жизни. В тоже время итоги демографического развития регионов страны в 2017 году свидетельствуют о негативном воздействии на динамику воспроизводственных процессов демографических волн. Поэтому мероприятия реализуемой в настоящее время Программы демографической безопасности Республики Беларусь на 2016–2020 гг. должны быть направлены на закрепление наметившихся положительных тенденций в демографическом развитии страны и ликвидацию угрозы ее демографической безопасности.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Федоров, Г.М. Научные основы концепции геодемографической обстановки / Г.М. Федоров. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. – 180 с.
2. Россет, Э. Процесс старения населения: Демографические исследования / Э. Россет; пер. с польск. – М.: Статистика, 1968. – 510 с.

## **GEODEMOGRAPHIC SITUATION AS BASIS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONS OF BELARUS**

**KRASOVSKY K.K.**

Analysis of the main demographic criteria of Belarus at the beginning of the 21-st. centuries has been conducted on the basis of statistical data. Unfavorable tendencies of birth and death rates, age-sex and matrimonial structures have been detected. The necessity for conducting an effective long-term scientific-grounded demographic policy has been proved.

УДК 550.4

## ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПОЧВ УКРАИНСКОГО ПОЛЕСЬЯ

Н.О. Крюченко, Э.Я. Жовинский

Институт геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семеновко НАН Украины, г. Киев, Украина

На основе расчета коэффициента концентрации (Кс) химических элементов в почвах установлено накопление (Кс 2,5–1,5); дерново-подзолистыми почвами – Сe, Au, В, Со, U, Pt, Y; болотными почвами – Mn, Mo; карбонатными – Be, Pt, Zr, As (содержание As выше ПДК). Вынос Be (Кс 0,5) и Au (Кс 0,2) характерен лишь для болотных почв. Установлено, что сельскохозяйственные почвы Украинского Полесья являются не загрязненными.

### Введение

Эколого-геохимическая оценка сельскохозяйственных почв Украинского Полесья (дерново-подзолистые, болотные, карбонатные) проведена на основе изучения их микроэлементного состава. Сельское хозяйство Полесья специализируется на выращивании картофеля, льна, зерна, сахарной свеклы, овощей, ягод, плодов. В структуре посевных площадей сельскохозяйственных культур доминируют зерновые культуры.

Для выращивания экологически чистой продукции на территории Украинского Полесья необходимо проведение эколого-геохимической оценки сельскохозяйственных почв. Как известно, наиболее распространенными в почве являются следующие элементы, %: кислород–49, кремний–33, алюминий–7,13, железо–3,8, углерод– 2,0, кальций–1,37, калий–1,36, натрий–0,63, магний–0,63, азот–0,10 [1]. Однако, микроэлементы, содержание которых невысокое ( $10^{-2}$ – $10^{-3}$  %), играют важную биологическую роль. Экспериментально доказано, что микроэлементы необходимы для многих важнейших биохимических процессов; недостаток элементов замедляет эти процессы и даже останавливает. Для белкового, углеводного и жирового обмена необходимы Mo, Fe, V, Co, W, B, Mn, Zn; в синтезе белков участвуют Mg, Mn, Fe, Co, Cu, Ni, Cr; в дыхании – Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Co [1]. Микроэлементы стимулируют деятельность микроорганизмов. В результате интенсифицируются процессы образования гуминовых веществ из растительных остатков.

Культурные растения по-разному реагируют на один и тот же уровень содержания в почве доступных (легкорастворимых) элементов питания. Так, наиболее требовательными к пищевому режиму почвы являются овощные и плодово-ягодные культуры, менее требовательны яровые зерновые, лен, травы, промежуточное положение занимают пропашные – картофель, кукуруза.

Был проанализирован химический состав почв с помощью современного масс-спектрометрического анализа с индуктивно связанной плазмой, что дало возможность определить 53 химических элемента (Ag, Al, As, Au, B, Ba, Be, Bi, Ca, Cd, Ce, Co, Cr, Cs, Cu, Fe, Ga, Ge, Hf, Hg, In, K, La, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Nb, Ni, P, Pb, Pd, Pt, Rb, Re, S, Sb, Sc, Se, Sn, Sr, Ta, Te, Th, Ti, Tl, U, V, W, Y, Zn, Zr) [2] и установить степень их накопления в сельскохозяйственных почвах.

Химический состав почвы можно рассматривать как показатель ее эколого-геохимического состояния, в результате чего корректировать его путем внесения удобрений.

### Методика и объекты исследований

Исследование содержания химических элементов в поверхностных отложениях фоновых (пастбищных) и сельскохозяйственных земель осуществлялось путем отбора литохимических проб по регулярной сети в масштабе 1:50 000–1:25 000; сеть – 250x250 м. Пробы поверхностных отложений отбирались специальным отборником с фиксированным диаметром кольца с верхнего слоя 0–0,25 м, методом «конверта» со стороны квадрата 10 м, с последующим объединением пяти точечных проб в одну, общим весом 1,5–2,0 кг. Отобранные пробы высушивались до воздушно-сухого состояния, разминались и просеивались на капроновом сите с размером отверстий 2 мм. Далее просеянные пробы квартовались и разделялись на лабораторные навески и дубликаты.

Химический состав почв Полесья масс-спектрометрическим анализом с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS – лаборатория АСМЕ в г. Ванкувер, Канада) вытяжкой «царской водкой» получен в результате выполнения международного проекта GEMAS (Геохимическое картирование сельскохозяйственных земель Европы) [2].

Одним из главных показателей оценки геохимической и эколого-геохимической информации является коэффициент концентрации Кс:  $K_c = C_i / C_{fi}$ , где  $C_i$  – фактическое содержание химического элемента в почве;  $C_{fi}$  – фоновое содержание химического элемента в почве.

### Результаты и их обсуждение

Для анализа химического состава почв было выбрано три типа, наиболее распространенных: дерново-подзолистые, болотные и карбонатные. Повышенные элементы рельефа покрыты дерново-подзолистыми почвами разного механического состава: дерново-слабоподзолистые почвы залегают на песчаных и глинисто-песчаных отложениях, дерново-среднеподзолистые – на супесчаных породах, дерново-сильноподзолистые – на супинистых и глинистых породах. Это слабогумусированные почвы, которые имеют небольшую емкость поглощения, сильно- или среднекислые (pH 4,8–5,5). В случае карбонатных подстилающих пород выделены карбонатные почвы, реакция их почвенного раствора слабокислая (pH 5,3–6,4). Почвы слабо насыщены основаниями, в поглощающем комплексе много катионов водорода и алюминия. Среди болотных почв преобладают торфяно-болотные (pH 4,9–5,1). Большинство химических элементов в почвах не имеют варибельности содержания (Кс=1), поэтому в таблице представлены лишь

**Таблица 1.** – Содержание химических элементов (мг/кг) в пастбищных (фоновых) и сельскохозяйственных почвах Полесья

Химические элементы и pH	Фоновые почвы			Сельскохозяйственные почвы		
	1	2	3	1	2	3
pH	4,875	5,15	6,34	5,51	4,97	5,44
As	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	3,0
Au	0,0001	0,0005	0,0001	0,0002	0,0001	0,0001
B	0,5	0,75	3,0	1,0	1,0	3,0
Be	0,07	0,1	0,12	0,1	0,05	0,4
Ce	10,0	15,5	33,5	24,0	15,0	46,0
Cl	30,0	40,0	10,0	45,0	35,0	10,0
Co	1,1	1,05	3,6	2,0	0,9	4,7
Cr	19,0	18,0	38,0	26,0	16,0	49,0
K	5643,0	5348,0	9629,0	6397,5	5340,5	14138,0
Li	1,7	1,6	3,9	2,35	1,25	4,5
Mg	603,0	573,0	2111,0	874,5	603,0	2231,0
Mn	263,5	128,0	387,0	267,0	174,0	434,0
Mo	1,2	0,93	1,3	1,2	1,4	1,2
Na	1596,0	1615,0	2779,0	2264,0	1572,0	4460,0
Pt	0,0005	0,0005	0,0005	0,001	0,001	0,001
Sc	1,0	1,0	3,5	1,0	1,0	5,0
Sr	31,0	39,5	73,0	49,0	41,0	71,0
Tl	0,03	0,04	0,05	0,04	0,03	0,07
U	0,15	0,2	0,4	0,3	0,2	0,5
V	13,5	12,5	29,5	19,5	16,0	35,0
Y	9,0	9,0	19,0	15,0	11,5	24,0
Yb	2,3	2,3	2,1	2,45	2,9	3,1
Zr	230	224	316,5	270	211,5	624

Примечание 1 – дерново-подзолистые почвы, 2 – болотные почвы, 3 – карбонатные почвы

**Таблица 2.** – Ранговые геохимические ряды сельскохозяйственных земель по значению Кс

Тип почв	Геохимические ряды
Дерново-подзолистые	Ce <sub>25</sub> (Au, B, Co, U, Pt, Y) <sub>2</sub> Be, Cl, Cr, Li, Mo, Na, Sr, V) <sub>1,5</sub>
Болотные	Pt <sub>2</sub> (Mn, Mo) <sub>1,5</sub> Be <sub>35</sub> Au <sub>62</sub>
Карбонатные	Be <sub>35</sub> (Pt, Zr, As) <sub>2</sub> (Sc, Tl, Yb, Na, K, Ge, Cl) <sub>1,5</sub>

Примечание: цифра справа от элемента – величина Кс

некоторые из них (таблица 1). Для определения количественной геохимической характеристики использовался ранговый ряд химических элементов в дерново-подзолистых, болотных и карбонатных почвах.

Местоположение элемента в ранговому ряду определялось по Кс – от большего к меньшему (таблица 2).

Установлено накопление (Кс 2,5–1,5): для дерново-подзолистых почв – Ce, Au, B, Co, U, Pt, Y; для болотных почв – Mn, Mo; для карбонатных – Be, Pt, Zr, As. Вынос Be (Кс–0,5) и Au (Кс–0,2) характерен лишь для болотных почв.

Особое внимание необходимо уделить содержанию мышьяка. Мышьяк относится к элементу первого класса опасности в почвах (ПДК 2 мг/кг). Среднее

содержание As в почве Полесья составляет 1,5 мг/кг, его накопление отмечено в карбонатных сельскохозяйственных почвах – 3 мг/кг.

Среди соединений мышьяка важны мышьяковистая H<sub>2</sub>AsO<sub>4</sub> и особенно мышьяковая H<sub>3</sub>AsO<sub>4</sub> кислоты и их соли – арсениты и арсенаты соответственно [3, с.123]. В нейтральной и щелочной средах арсенаты соосажаются с гидроксидами железа и алюминия или адсорбируются на их поверхности. Находящиеся в почве соединения мышьяка легко растворимы, особенно в кислой среде в восстановительных условиях (pH карбонатных почв Полесья 5,44–6,34).

Способность мышьяка связываться со многими почвенными компонентами – причина его накопления в верхних слоях и, следовательно, загрязнения почв

этим элементом. Накопление мышьяка возможно и при использовании минеральных и органических удобрений, загрязненных этим элементом. В двойном суперфосфате содержание мышьяка может достигать 300, аммиачной селитре – 60 мг/кг. Больше никакие элементы в почве не вызывают опасений. По такому показателю, как суммарный показатель загрязнения (элементы 1–3 класса опасности) рассматриваемые почвы являются не загрязненными.

#### Выводы

Проанализирован химический состав почв Украинского Полесья. Установлено накопление ( $K_c$  2,5–1,5): дерново-подзолистыми почвами – Се, Au, В, Со, U, Pt, Y; болотными почвами – Mn, Mo; карбонатными – Be, Pt, Zr, As (содержание As выше ПДК в карбонатных почвах). Выявлено, что вынос Be ( $K_c$ –0,5) и

Au ( $K_c$ –0,2) характерен лишь для болотных почв. Сделаны выводы, что сельскохозяйственные почвы Украинского Полесья являются не загрязненными.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Орлов, Д.С. Химия почв: учеб. для вузов / Д.С. Орлов – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1985. – 376 с.
2. Регіональні геохімічні дослідження ґрунтів України в рамках міжнародного проекту з геохімічного картування сільськогосподарських та пасовищних земель Європи (GEMAS). / В.Р. Клоп [та інш.] // Пошукова та екологічна геохімія. – Київ, 2012. – № 1(12). – С. 51–66.
3. Биологическая функция химических элементов: справочное пособие / Н. Чертко [и др.] // Минск: Четыре четверти, 2012. – 172 с.

## ECOLOGICAL-GEOCHEMICAL ASSESSMENT OF AGRICULTURAL SOILS OF UKRAINIAN POLESIE

KRYUCHENKO N.O., ZHOVINSKY E.YA.

Based on the calculation of the concentration coefficient ( $K_c$ ) of chemical elements in soils, an accumulation ( $K_c$  2.5–1.5) is established: sod-podzolic soils – Se, Au, B, Co, U, Pt, Y; bog soils – Mn, Mo. Carbonate – Be, Pt, Zr, As (content of As above MPC). It was found that the removal of Be ( $K_c$ –0.5) and Au ( $K_c$ –0.2) is characteristic only of bog soils. It is established that the agricultural soils of the Ukrainian Polesie are not contaminated.

УДК: 631.4(476-13)+528.88:551.4

**СТРУКТУРА ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ВОДОРАЗДЕЛОВ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ И ЕЕ ИНДИКАЦИЯ ПО МАТЕРИАЛАМ ДИСТАНЦИОННЫХ СЪЕМОК**М.Ф. Курьянович<sup>1</sup>, Ф.Е. Шалькевич<sup>2</sup><sup>1</sup> Филиал «Институт геологии» Государственного предприятия «НПЦ по геологии», г. Минск, Республика Беларусь<sup>2</sup> Белорусский государственный университет, г. Минск, Республика Беларусь

Изложены результаты изучения почвенных комбинаций выпуклых и плоских высоких водоразделов Белорусского Полесья по материалам дистанционных съемок с использованием метода ключевых участков и аэрокосмосталонирования.

**Введение**

В практике крупномасштабного картографирования почв и научно-исследовательских работах существуют различные методы и приемы агрономической интерпретации почвенных материалов. Наиболее распространенной формой агрономической интерпретации материалов почвенного обследования территорий сельскохозяйственных предприятий является карта агропроизводственной группировки почв [3].

Однако, такой подход приемлем только для территорий со слабоконтрастным почвенным покровом. Для территорий с высокой контрастностью агропроизводственные группы будут повторять границы отдельных почвенных разновидностей.

Одним из конструктивных методов интерпретации почвенного покрова является типизация земель на основе материалов дистанционных съемок. Данному вопросу посвящены лишь отдельные работы [1], что требует дальнейших исследований.

**Материалы и методика исследования**

Объектом исследования послужил почвенный покров (ПП) водоразделов Белорусского Полесья. Методология исследований состоит в системном подходе к анализу почвенного покрова на базе визуального и автоматизированного дешифрирования материалов дистанционных съемок.

Для изучения особенностей дешифрирования почвенных комбинаций (ПК) различных типов земель послужили космические снимки съемочной системы БКА и аэрофотоснимки, а также почвенные карты отдельных хозяйств масштаба 1:10 000 и районные почвенные карты 1:50 000, составленные почвоведом РУП «Проектный институт Белгипрозем».

Методические подходы по типизации земель на основе СПП базируются на теоретической основе, созданной В.М. Фридрихом [4] и модифицированные для условий Беларуси профессором Т.А. Романовой [2].

Под типом земель понимается отчетливо обнаруживаемый на местности участок территории, соизмеримый с единицей хозяйственного использования, однотипным строением мезорельефа, с одной группой почвообразующих пород, занятой одной комбинацией почв, совокупные свойства которых определяют уровень и степень хозяйственного использования территории, направления его оптимизации и охраны. В соответствии с разработанной Т.А. Романовой [2] схемой типов земель на самом высоком уровне ПК делятся по общей динамике природных процессов на «пойменные» и «внепойменные».

**Результаты исследований и их обсуждение**

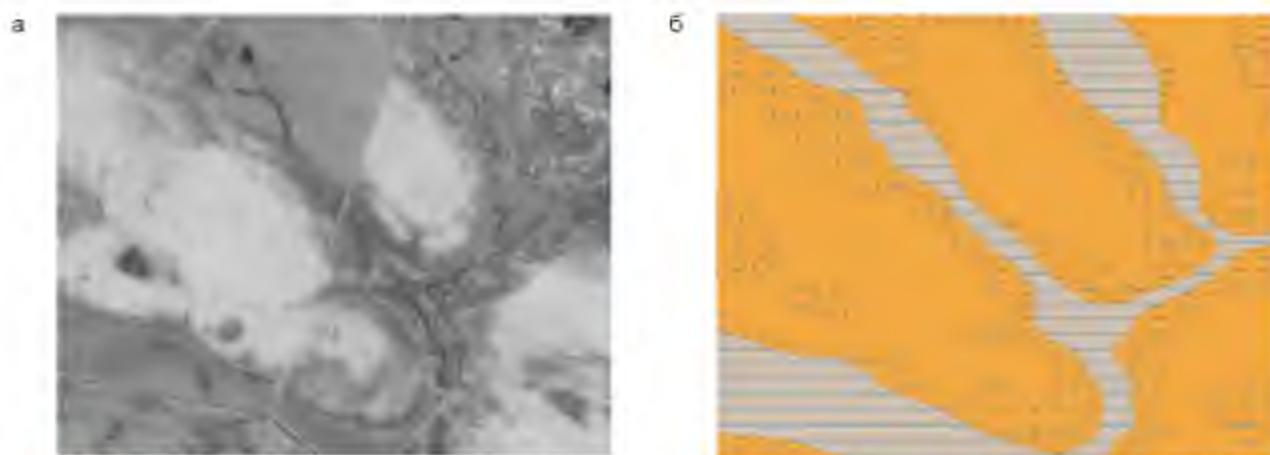
В Белорусском Полесье наряду с равнинным рельефом и высокой степенью заболоченности, чрезвычайная пестрота почвенного покрова определяет здесь мелкоконтурность большей части сельскохозяйственных и песчаных земель. Если для песков такое положение может не считаться фактором, существенно снижающим общую продуктивность, то в сельском хозяйстве выбор оптимального направления использования, приемов и методов ведения хозяйства требует не только большого опыта, но и точного расчета, основанного на корректной информации о специфике условий для каждого ландшафта, которое нередко можно сравнивать по характеру их неоднородности. Одним из оптимальных выходов из данной ситуации, является составление карт типов земель на основе классификации, разработанной Т.А. Романовой [2].

Данная разработка была положена в основу при составлении карты типов земель Белорусского Полесья в масштабе 1:50 000. Всего на карте выделено 11 типов земель; карта послужила основой для выбора мест закладки ключевых участков и аэрокосмосталонирование при изучении дешифровочных признаков почвенных комбинаций выпуклых и плоских высоких водоразделов. Всего было заложено три ключевых участка.

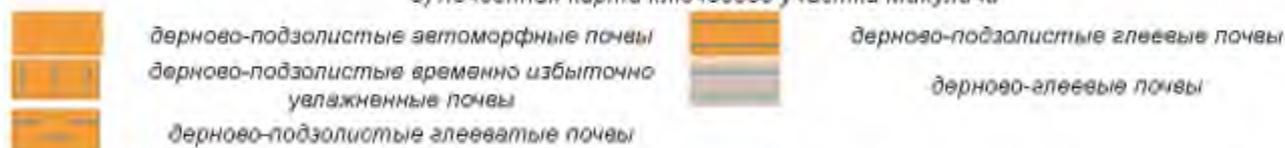
Водоразделы выпуклые высокие изучались на двух ключевых участках – «Микуличи» в Брагинском районе и «Светлогорский» в Светлогорском районе Гомельской области, а водоразделы плоские высокие – на ключевом участке «Листопадовичи», заложенном в Солигорском районе Минской области.

Ключевой участок «Микуличи» площадью 384,5 га характеризует почвенный покров плоских высоких водоразделов (рисунок 1). Рельеф участка представлен плоскими грядкообразными повышениями, которые расчленены различными по ширине ложбинообразными понижениями (ДП<sup>к</sup>+ДПБ<sub>2,3</sub><sup>к</sup>+ДПБ<sub>1</sub><sup>к</sup>+ДБ<sup>к</sup>).

Более полное представление о компонентном составе почвенного покрова, его распространении и строении дает формула почвенной комбинации, почвенная карта и космический снимок ключевого участка (рисунок 1). На панхроматических космических снимках данная почвенная комбинация дешифрируется по хорошо выраженному лопастному рисунку изображения, особенно он выразителен на мелко-масштабных снимках.



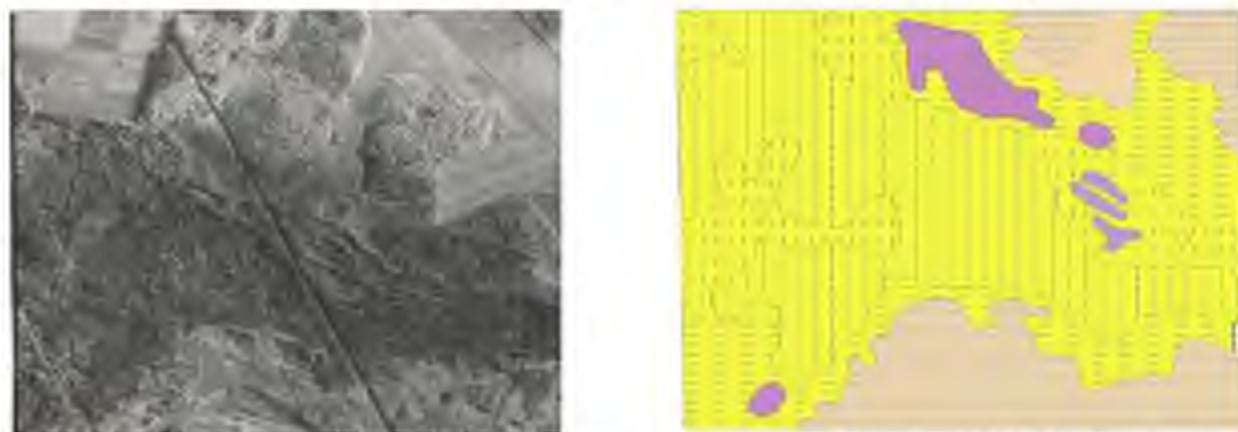
**Рисунок 1.** – Ключевой участок «Микуличи»: а) панхроматический космический снимок БКА, б) почвенная карта ключевого участка Микуличи



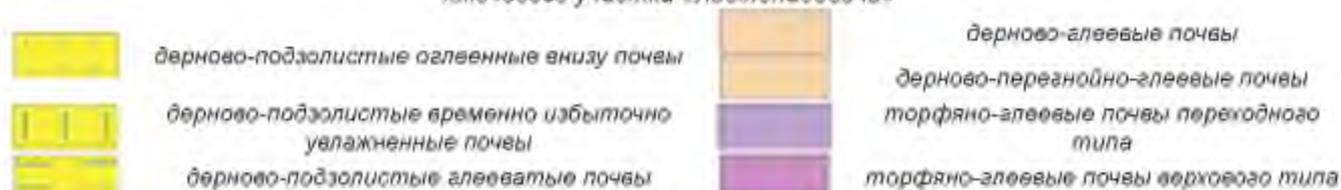
Так как снимок получен в весенний период, видно, что территория участка почти полностью распахана. Это позволило использовать прямые дешифровочные признаки (тон, форму, размер и рисунок). Светло-серым тоном с овальной формой контуров изображаются автоморфные почвы. На фоне автоморфных почв дерново-глееватые и глеевые контрастно выделяются по темно-серому тону распаханных участков и серовато-темным тех же почв под естественной луговой растительностью. Форма контуров – в виде разветвляющихся в разные стороны лопастей. Контуров дерновых почв окаймляют дерново-подзолистые слабоглееватые и глееватые почвы, изображающиеся серым тоном. В отдельных замкнутых понижениях вытянутой формы черным тоном изображаются дерново-подзолисто-глеевые почвы. Анализ изобразительных и информаци-

онных свойств многозональных космических снимков на данном ключевом участке показал, что наиболее информативными при дешифрировании СПП являются снимки красной и инфракрасной зоны. На распаханных участках очень выразительно по тону изображения дифференцируются почвы по степени увлажнения.

Ключевой участок «Листопадовичи» площадью 269 га характеризует почвенный покров плоского высокого водораздела (рисунок 2). Анализ почвенных карт и космических снимков на территории Белорусского Полесья показал, что данный тип земель не имеет широкого распространения и преимущественно занят лесной растительностью. Почвообразующей породой ключевого участка являются флювиогляциальные пески. Почвенный покров в основном дифференцируется по степени увлажнения почв. Рельеф



**Рисунок 2.** – Ключевой участок «Листопадовичи»: а) инфракрасный аэрофотоснимок, б) почвенная карта ключевого участка «Листопадовичи»



пологоволнистый, встречаются замкнутые западины и ложбинообразные понижения. Преобладающей лесообразующей породой является сосна и береза.

В исследованиях использовались инфракрасные снимки (0,84 мкм) масштаба 1:10 000 летнего сезона съемки. Дополнением служила карта таксационных выделов лесной растительности. Дерново-подзолистые оглеенные внизу почвы приурочены к платообразным и грядкообразным повышениям. На более повышенных элементах рельефа с автоморфными рыхлопесчаными почвами произрастают сосняки лишайниковые, которые дешифрируются по разреженному крапчатому рисунку изображения, иногда на ярко выраженном на светлом фоне.

Наиболее распространенным типом леса на оглеенных внизу почвах являются сосняки мшистые, которые дешифрируются по зернистому рисунку изображения.

Дерново-подзолистые временно избыточно увлажняемые (слабоглееватые) почвы приурочены к ложбиннообразным понижениям. Преобладающим типом леса на данных почвах являются сосняки вересковые. Отличительным дешифровочным признаком данных почв является мелкозернистый рисунок изображения, обусловленный более высоким проективным покрытием древостоя. Кроме того значительно возрастает в древостое примесь березы, изображающаяся в виде светлых зерен на общем сером фоне и придающая более ярко выраженный зернистый рисунок изображению.

Торфяно-болотные почвы переходного типа приурочены к замкнутым вытянутым понижениям. Из типов леса на них произрастают сосняки багульниковые. На снимках они изображаются серым тоном с ровным мелкозернистым рисунком. Контуры данных болот особенно контрастно выделяются среди сосняков мшистых и вересковых в виде впадин из-за падения высоты древостоя. Почвенную комбинацию можно выразить в виде следующей формулы:  $ДПБ_0^{70} + ДПБ_1^{26} + ТБ_1^2$ .

Расчлененность и контрастность почвенной комбинации невысокая ( $K_p=0,3$ ;  $K_k=2,0$ ), что и пред-

определило невысокий коэффициент неоднородности – 0,6. На инфракрасных снимках (рисунок 2а) данный тип земель дешифрируется слабовыраженным пятнистым рисунком. На общем сером фоне дешифрируются контуры светло-серого тона с хорошо выраженным зернистым рисунком.

#### Выводы

1. Неоднородность и пестрота чередования природных факторов на территории Белорусского Полесья обуславливает сложность почвенного покрова, отражение которого на почвенной карте без применения материалов дистанционных съемок возможно только при детальной съемке.

2. Установлено, что ведущим дешифровочным признаком почвенных комбинаций для различных типов земель является рисунок изображения. Выпуклые и плоские высокие водоразделы дешифрируются по лопастному рисунку изображения.

3. Разработанные дешифровочные признаки, почвенные карты и аэрокосмические снимки ключевых участков выпуклых и плоских высоких водоразделов могут служить в качестве эталонов при визуальном и автоматизированном дешифрировании структуры почвенного покрова.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Королюк, Т.В. Структура почвенного покрова юга Европейской России (на примере равнинного Предкавказья): автореф. дис. ... д-ра геогр. наук: 03.00.27 / Т.В. Королюк; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 1997. – 64 с.
2. Романова, Т.А. Методика составления карт СПП и их востребованность в Беларуси / Т.А. Романова, Ч.А. Романовский // Пространственно-временная организация почвенного покрова: теоретические и прикладные аспекты: материалы Междунар. науч. конф., Санкт-Петербург, 1–3 марта 2007 г. / С.-Петерб. гос. ун-т [и др.]; редкол.: Б.Ф. Апарин [и др.]. – СПб., 2007. – С. 98–100.
3. Смеян, Н.И. Агропроизводственная группировка и районирование почв БССР в соответствии с их пригодностью под основные сельскохозяйственные культуры: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.03 / Н.И. Смеян; Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 1980. – 39 с.
4. Фридланд, В.М. О структуре (строении) почвенного покрова / В.М. Фридланд // Почвоведение. – 1965. – № 4. – С. 15–28.

## SOIL COVER STRUCTURE OF WATERSHEDS OF THE BELARUSIAN POLESIE AND ITS INDICATION ON THE BASIS OF REMOTE SURVEY MATERIALS

KURYANOVICH M.F., SHALKEVICH F.E.

The results of soil combinations study on convex and high flat watersheds of the Belorussian Polesie on remote surveys data by key areas and aerospace method were outlined.

УДК 911.52: 556.5

## РЕГІОНАЛЬНЕ ЛАНДШАФТНО-ГІДРОГРАФІЧНЕ ГІС-МОДЕЛЮВАННЯ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПОЛІССЯ

В.О. Мартинюк

Рівненський державний гуманітарний університет, м. Рівне, Україна

Актуалізуються питання ландшафтно-гідрографічного моделювання Полісся з допомогою ГІС-технологій, в зв'язі з реалізацією планів по інтегрованому управлінню водними ресурсами (ІУВР). Представлено усовершенствована схема фізико-географічного районування Волинського Полісся (Україна). На прикладі модельного Любомльсько-Ковельського природного району здійснено оцінку гідрографічної мережі поверхневих вод. Предложено використання ландшафтно-гідрографічних моделей в сфері багатоцільового кадастра та ІУВР конкретних природних регіонів Полісся.

## Вступ

Ухвала Водної рамкової директиви ЄС (ВРД ЄС, [2]) та підписання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС і його державами-членами [14] зобов'язує Україну запроваджувати європейські стандарти у сфері оцінки, управління водними ресурсами, їхньої охорони та боротьби із забрудненням вод. Відповідно до згаданої угоди Верховна Рада України прийняла закон № 1641-VIII [3], згідно із яким передбачено перехід системи управління водними ресурсами України з 01.02.2017 р. на басейновий принцип. Головною операційною одиницею інтегрованого управління водними ресурсами (ІУВР) сьогодні виступає район річкового басейну та відповідні суббасейни. З метою створення кадастрової паспортизації вододійного уповільненого водообміну та розробки природно-господарських моделей озерно-басейнових систем (ОБС) нами ведуться ландшафтно-гідрографічні пошуки фізико-географічних районів Українського Полісся. У кінцевому результаті досліджень мають бути сформовані гідрографічні ГІС-моделі фізико-географічних районів масштабу 1:100 000 та конкретних ОБС (м-б 1:25 000-1:10 000), які укладаються у сучасну схему природної регіоналізації та річкову мережу суббасейнів відповідного порядку.

## Методика і об'єкти дослідження

Модельним регіоном гідрографічних досліджень є прикордонна фізико-географічна область Волинського Полісся, що розташована у межиріччі Західного Бугу і Случі (рисунок 1). Основою для виділення літологічно та орографічно обумовлених меж фізико-географічних районів слугували тектонічні, геологічні та геоморфологічні карти Волинського Полісся. Враховувалися також особливості проявів плейстоценових зледенень та геодинамічні умови території дослідження, зокрема тектонічні зони мантийного закладання, розломи та низка розривних порушень. Окрім тектонічного чинника щодо обґрунтування меж природних районів, важливими були склад та потужність дочетвертинних порід та власне антропогенних відкладів території. З метою уточнення меж районування використовувалися цифрові моделі рельєфу та ортофотоплани Публічної кадастрової карти України [11], а також закладалися у польових умовах ключові ділянки на стику ландшафтів.

Важливим підґрунтям у наших дослідженнях стала монографія українських та білоруських вчених з управління транскордонним суббасейном р. Прип'ять [15]. Безпосередньою методикою геоінформаційного

ландшафтно-гідрографічного картографування поверхневих вод слугували праці В.В. Гребеня та ін. [1; 9], І.П. Ковальчука [4], О.О. Світличного та ін. [12], О.В. Токарчука та ін. [13], В.К. Хілічевського та ін. [16], а також особистий досвід ГІС-картографування водотоків та вододій локальних територій Полісся [6–8].

Мета статті – здійснити гідрографічну оцінку поверхневих вод модельного Любомльсько-Ковельського фізико-географічного району Волинського Полісся.

## Результати та їх обговорення

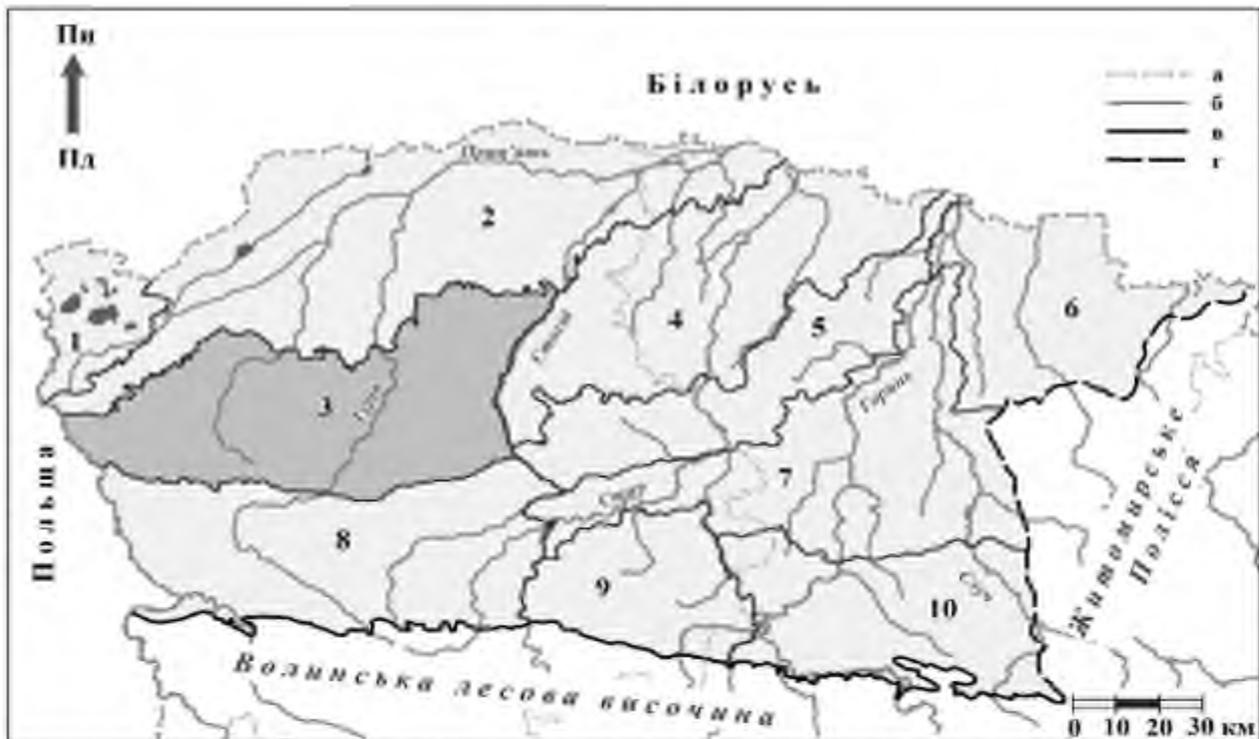
Площа фізико-географічної області Волинського Полісся, за нашими оцінками складає 27 239,5 км<sup>2</sup> (таблиця 1), що становить 24,11 % території Українського Полісся.

Таблиця 1. – Площі фізико-географічних районів Волинського Полісся

№ з/п	Фізико-географічний район	Площа ландшафту	
		км <sup>2</sup>	%
1	Шацький	734,31	2,7
2	Верхньоприп'ятський	5014,73	18,41
3	Любомльсько-Ковельський	3561,44	13,07
4	Нижньостирський	3276,63	12,03
5	Маневицько-Володимирецький	1981,22	7,27
6	Льва-Горинський	2091,28	7,68
7	Колківсько-Сарненський	3425,11	12,57
8	Турійсько-Рожищенський	3375,78	12,39
9	Ківерцьсько-Цуманський	1454,02	5,34
10	Костопільсько-Березнівський	2324,98	8,54
<b>Всього</b>		<b>27239,5</b>	<b>100,00</b>

У межах регіону нами виокремлено 10 природних районів (рисунок 1). Площа Любомльсько-Ковельського фізико-географічного району становить 3 561,44 км<sup>2</sup>, або 13,07 % від площі Волинського Полісся. Територія має доволі розгалужену гідрографічну мережу. Річки природного регіону належать до басейну Вісли та суббасейну Прип'яті.

Любомльсько-Ковельський фізико-географічний район займає західну частину Волинського кінцево-моренного пасма між ріками Західний Буг та Стохід. Характерними рисами ландшафтно-географічної структури цього природного району є поширення кінцево-моренних горбистих місцевостей, які добре дреновані, акриті сосново-дубовими лісами з багатим видовим складом підліску і трав'яного покриву.



**Рисунок 1.** – Схема фізико-географічного районування Волинського Полісся (за [10; 5], з уточненнями, випраєленнями і доповненнями автора у 2017 р.) Відтинком показано модельний Любомльсько-Ковельський фізико-географічний район дослідження

Кордони (межі): а) державна, б) фізико-географічних районів, в) фізико-географічних зон, г) фізико-географічних областей. Східноєвропейська (Руська) рівнина. Зона мішаних (хвойно-широколистяних) лісів. Поліський край. Фізико-географічна область Волинського Полісся. Підобласть Верхньоприп'ятського Полісся. Фізико-географічні райони: 1. Шацький 2. Верхньоприп'ятський 3. Любомльсько-Ковельський 4. Нижньостирський. Підобласть Буго-Горинського Полісся. Фізико-географічні райони: 5. Маневицько-Володимирецький. 6. Льва-Горинський. 7. Колківсько-Сарненський. 8. Турійсько-Рожищенський. 9. Ківерцівсько-Цуманський. 10. Костопільсько-Березнівський

У межах природного району протікає 74 водотоки, з них 29 річок, 30 струмків, 14 пересихаючих струмків та одна пересихаюча стариця (таблиця 2). Сумарна довжина водотоків становить понад 523 км, загальною площею 5,2 км<sup>2</sup>. Найдовшими річками є Західний Буг (майже 41 км), Вижівка (понад 103 км), Турія (близько 77 км). Серед лінійних водних об'єктів нами виокремлено 107 каналів пересихаючих довжиною понад 73 км і площею 0,15 км<sup>2</sup>. Оцифровано каналів діючих довжиною 4320,5 км (21,6 км<sup>2</sup>) і меліоративний канал (МК-1) Дурниця довжиною понад 13 км (0,066 км<sup>2</sup>). Загальна довжина меліоративних каналів та спрямлених русел

малих водотоків Любомльсько-Ковельський району становить 4407,272 км, загальною площею 21,816 км<sup>2</sup> (таблиця 2). Помітне місце у структурі поверхневих вод району займають штучні водойми. Ними виокремлено 19 відстійників, 18 кар'єрних водойм, 422 копани і 86 ставків. Загальна площа штучних водойм складає 2,862 км<sup>2</sup>. Значне місце у районі посідають озера заплавного та карстового походження. Оцифровано 26 озер, що мають власну назву та 39 озерець без назви. Велика кількість водойм припадає на старичні озера української частини басейну Західного Бугу (62 шт.), та по кілька водойм у басейнах Вижівки (5 шт.) і Турії

**Таблиця 2.** – Гідрографічна оцінка поверхневих вод Любомльсько-Ковельського фізико-географічного району

№ з/п	Водний об'єкт	Довжина, км	Площа, км <sup>2</sup>	Кількість, шт.
1	2	3	4	5
Меліоративні канали та спрявлені русла малих водотоків				
Канали пересихаючі				
	Лінійні	73,475	0,146950	107
Канали діючі				
	Лінійні	4 320,538	21,602690	
1	МК-1 Дурниця	13,259	0,066295	
<b>ВСЬОГО</b>		<b>4407,272</b>	<b>21,815935</b>	
Річки				
1	Бобровка	6,3436	0,0507	
2	Боровка	7,39706	0,0592	

3	Вижівка	103,3974201	0,82632203	
4	Воронка	14,5159	0,1161	
5	Гала	16,8148	0,1345	
6	Ельниця	5,618	0,0449	
7	Закревщина	7,73604	0,0619	
8	Зак. Буг	40,9913556	0,795418	
9	Зубре	5,50368	0,044	
10	кан. Ставкова	4,84848	0,0396	
11	кан. Шкуратська	9,22888	0,0738	
12	Кезювка	24,474362	0,1936	
13	Коростянка	2,95822	0,0237	
14	Локниця	10,21164	0,0817	
15	Нережа	7,60293	0,0608	
16	Особик	5,84526	0,0415	
17	Плиска	8,62895	0,069	
18	Полова	5,38098	0,043	
19	Рудка	29,5789	0,2366	
20	Став	8,43123	0,0674	
21	Стобихівка	18,9344	0,1515	
22	Стопирка	2,18505	0,0175	
23	Сукачи	14,4378	0,1155	
24	Суша	5,67972	0,0454	
25	Тенетиска	0,243215	0,0019	
26	Турія	76,762975	1,29849739	
27	Широка	9,48071	0,0758	
28	Ягодінка	5,03761	0,0403	
29	Ясинівка	12,794	0,1024	29
	Стариці пересихаючі	0,139124	0,0007	1
	Струмки	39,540109	0,2232	30
	Струмки пересихаючі	12,207887	0,0611	14
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>523,0502877</b>	<b>5,198</b>	<b>74</b>
	Штучні водойми			
	Відстійники		0,069427178	19
	Кар'єрні водойми		0,288131079	18
	Копанки		0,811745664	422
	Ставки		1,692932388	86
	<b>ВСЬОГО</b>		<b>2,862236309</b>	<b>545</b>
	Озера			
1	Бабінець		0,02091	
2	Велике		0,11478	
3	Велике		0,04093	
4	Глибоке		0,00963	
5	Наболотське		0,12770	
6	Заболотське		0,06580	
7	Королівське		0,02433	
8	Кричевицьке		0,43770	
9	Мале		0,01892	
10	Мале		0,02195	
11	Міхліське		0,01311	
12	Мякотин		0,01391	
13	Ничемлі		0,00536	
14	Окунин		0,11114	
15	Панське		0,04491	
16	Повурське		0,12618	
17	Свето		0,01898	
18	Скомор'я		0,18943	
19	Сліпе		0,01309	
20	Сліпе 2-ге		0,02147	
21	Сомин		0,22457	
22	Сомине		0,96528	
23	Стобихівське		0,03764	
24	Ухове		0,17619	
25	Хотин		0,09177	

26	Ягодинське	0,60797	26
	Інші озера	0,808130806	39
	Старичні озера Вижівки	0,009097257	5
	Старичні озера Західного Бугу	0,214345295	82
	Старичні озера Турії	0,01141035	3
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>4,586629</b>	

(3 шт.). Загальна площа озер природного походження становить 4,587 км<sup>2</sup>.

#### Висновки

У структурі водних угідь Любомльсько-Ковельського фізико-географічного району річки та струмки складають 0,15 %, меліоративні канали та спрямлені русла малих водотоків 0,61 %, озера 0,13 %, штучні водойми (водосховища, ставки, коланки, кар'єрні водойми) – 0,08 % площі. Загальна площа поверхневих вод району становить 34,4627 км<sup>2</sup>, або 0,97 %. Створена ПС-модель поверхневих вод фізико-географічного району призначена для кадастрових потреб та ІУВР за ландшафтно-басейновим принципом. Дана модель відкрита для поповнення й оновлення сучасною еколого-гідрологічною інформацією.

#### ЛІТЕРАТУРА

- Гребінь, В.В. Гідрографічне районування території України: принципи, критерії, порядок здійснення / В.В. Гребінь, М.В. Яцюк, О.В. Чунарьов // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2013. – Т. 1 (28). – С. 6–16.
- DIRECTIVE 2000/60/EC of the European Parliament and of the council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. [Electronic resource]. Mode of access: [http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bd18-756d3d654eeb.0004.02/DOC\\_1&format=PDF](http://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:5c835afb-2ec6-4577-bd18-756d3d654eeb.0004.02/DOC_1&format=PDF). – Date of access: 26.04.2018.
- Закон України «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо впровадження інтегрованих підходів в управління водними ресурсами за басейновим принципом» від 04 жовтня 2016 р. № 1641-VIII // [Електронний ресурс]. Режим доступу: . – Date of access: 30.04.2018)
- Ковальчук, І.П. Перспективи укладання атласу водних ресурсів (водного балансу) регіону Західної України та його структура / І.П. Ковальчук // Часопис картографії. 36. наук. праць – 2012. – Вип. 5. – С. 36–45.
- Мартинюк, В.О. Уточнена схема фізико-географічного районування Волинського Полісся в межах Рівненської області / В.О. Мартинюк // Географія та екологія: наука і освіта. Матеріали III Всеукраїнської наук.-практ. конф. «Географія та екологія: наука і освіта», 15–16 квітня 2010 р. – Умань: Видавець «Сочинський», 2010. – С. 162–165.
- Мартинюк, В.О. Цифрова карта гідрографічної мережі ландшафту як превентивна модель паводкових ризиків / В.О. Мартинюк // Екологічні аспекти регіонального пар-
- тнерства в надзвичайних ситуаціях: 36. матер. і міжвуз. наук.-метод. конф. – Харків: НУЦЗУ, 2012. – С. 67–70.
- Мартинюк, В.О. Ландшафтно-гідрографічна характеристика Рамсарської транскордонної території Регіональний ландшафтний парк «Прип'ять-Стохід» / В.О. Мартинюк // Заповідна справа в Україні. – 2013. – Т. 19. – Вип. 1. – С. 93–98.
- Мартинюк, В.О. Регіональні особливості ландшафтно-географічного кадастру озерних ресурсів Волинського Полісся (Україна) / В.О. Мартинюк // Природные ресурсы Полесья: оценка, использование, охрана: материалы Межд. науч.-практ. конф., (Пинск, 8-11 июня 2015 г.: в 2-х ч.); редкол.: В.С. Хомич (отв. ред.) [и др.]. – Пинск: УО «Полесский государственный университет», 2015. – Ч. 2. – С. 3–6.
- Методики гідрографічного та водогосподарського районування території України відповідно до вимог Водної Рамкової Директиви Європейського Союзу / В.В. Гребінь, В.Б. Мокін, В.А. Сташук [та ін.]. – К.: Інтерпрес ЛТД, 2013. – 55 с.
- Національний атлас України [Карти] / Нац. акад. наук України; гол. редкол. Б.Є. Патоць; відп. ред. П.М. Веклич; наук. ред. П.Ю. Гриценко; ред. І.О. Європіна та інш. – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
- Публічна кадастрова карта України. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://map.land.gov.ua/kadastrova-karta> – Дата доступу: 26.04.2018
- Світличний, О.О. Основи геоінформатики: Навчальний посібник / О.О. Світличний, С.В. Плотницький; за заг. ред. О.О. Світличного. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2006. – 295 с.
- Токарчук, О. В. Електронний еколого-гідрографічний атлас Брестської області / О.В. Токарчук, Е.В. Трофимчук [Електронний ресурс] / Библиотека Брестского государственного университета имени А.С. Пушкина (Регистрационный № 17/2015) – [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://lib.brsu.by/node/959> – Date of access: 26.04.2018.
- Угода про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом і його державами-членами, з іншої сторони. – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/ua/diyalnist/evropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciju>. – Date of access: 26.04.2018.
- Управление трансграничным бассейном Днепра: суббасейн реки Припяти / под ред. А.Г. Ободовского, А.П. Станкевича и С.А. Афанасьева. – К.: Кафедра, 2012. – 448 с.
- Хильчевський, В.К. Гідрографічне та водогосподарське районування України 2016 р. – реалізація положень ВРД ЄС / В.К. Хильчевський, В.В. Гребінь // Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2017. – Т. 1 (44). – С. 8–20.

## REGIONAL LANDSCAPE-HYDROGRAPHIC GIS-MODELING OF SURFACE WATER OF POLESIA

MARTYNIUK V.A.

The issues of landscape-hydrographic modeling of Polesia with the help of GIS-technologies have been foregrounded, concerning the implementation of plans for integrated water resources management (IWRM). An improved scheme of physico-geographical regionalization of Volyn Polesia (Ukraine) has been presented. On the example of a model of Lyubomi-Kovel natural region the estimation of the hydrographic network of surface waters has been made. The use of landscape-hydrographic models in the field of multi-purpose cadastre and IWRM of specific natural regions of Polesia has been proposed.

УДК 551.58

**СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА МЕЛИОРИРОВАННЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ****В.И. Мельник<sup>1</sup>, Е.В. Комаровская<sup>2</sup>, С.М. Кравцова<sup>2</sup>**<sup>1</sup> Институт природопользования НАН Беларуси, Минск, Беларусь<sup>2</sup> Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды, Минск, Беларусь

На территории Белорусского Полесья в последние десятилетия как и в целом на территории Беларуси, отмечается четко выраженная тенденция потепления, обусловленная общими тенденциями изменения климата. Потепление климата за период 1989–2015 гг. привело к изменению основных агроклиматических показателей, что в совокупности изменило условия произрастания сельскохозяйственных культур. Несмотря на общие тенденции изменения агроклиматических показателей, на мелиорированных торфяных почвах сохраняются более экстремальные климатические условия для возделывания сельскохозяйственных культур, вызванные в первую очередь микроклиматическими особенностями осушенных торфяно-болотных почв.

**Введение**

Белорусское Полесье в силу своего географического положения характеризуется самой высокой в Беларуси теплообеспеченностью и продолжительностью вегетационного периода. В данном регионе, как и в целом на территории Беларуси, с конца 1980-х гг. отмечаются изменения климата. Особенности этих изменений, начиная с 1989 г., являются: высокая повторяемость теплых зим, раннее наступление весенних процессов, увеличение продолжительности и теплообеспеченности вегетационного периода, незначительное увеличение (в среднем на 4 %) годового количества осадков, увеличение повторяемости засух, волн тепла, высоких температур воздуха и др.). В целом, как показали исследования, годовая температура на территории Белорусского Полесья увеличилась за 1989–2015 гг. на 1,2 °С по сравнению с климатической нормой. Под влиянием изменений климата в Белорусском Полесье произошли заметные изменения ряда агроклиматических показателей [1, 2, 3]. Особый интерес представляют оценки изменений агроклиматических показателей на осушенных и освоенных торфяниках по сравнению с минеральными почвами.

**Результаты и их обсуждение**

Последствия изменения микроклимата территории осушенных торфяно-болотных почв достаточно хорошо изучены [4, 5, 6]. Осушение торфяно-болотных почв, как известно, приводит, в первую очередь, к изменениям теплофизических свойств почв (теплопроводности, теплоемкости, влагопроводности и т. д.). Понижение теплопроводности и повышение в 2,0–2,5 раза по сравнению с минеральной почвой объемной теплоемкости торфяных почв приводит к их значительному прогреву в дневное время и охлаждению в ночные часы, в результате чего увеличивается количество заморозков и замедляется прогрев пахотного слоя весной, происходят перераспределение приходящей солнечной радиации и фазовые превращения влаги, увеличивается альбедо и уменьшается радиационный баланс. В первую половину теплого периода баланс на освоенном болоте на 3–7 % меньше, а суммарное испарение за теплый период на 10–13 % больше, чем на неосушенном. Суммарное испарение больше на болотах, интенсивно освоенных под посевы сельскохозяйственных культур, особенно

в первую половину теплого периода: в это время года при интенсивной транспирации на освоенных болотах воздух более влажный, чем на неосушенных. После уборки урожая в конце лета воздух становится более теплым и сухим на освоенном болоте. В целом, дневная температура воздуха в теплое время года над осушенным торфяным болотом выше, а ночная ниже, чем над неосушенным.

Особый интерес представляют современные изменения климатических показателей за период потепления на болотной гидрометеорологической станции Полесская, расположенной непосредственно на осушенных торфяниках Лунинецкого массива и характеризующей климат осушенных и освоенных торфяно-болотных почв. Анализ изменения температуры воздуха и осадков на болотной станции Полесская за весь период инструментальных наблюдений (1948–2015 гг.), включая период потепления, изложен в работе [7]. Автор приходит к выводу, что изменения указанных показателей за период потепления в большей степени вызваны общими изменениями климата, чем мелиорацией. Аналогичные результаты также получены для территории Украинского Полесья [8]. Для более детальной оценки изменения климата осушенных и освоенных торфяно-болотных почв в настоящей работе приведен анализ ряда агроклиматических показателей за период потепления (1989–2015) по данным станции Полесская и близлежащих станций (Пинск, Лельмицы, Житковичи, Ганцевичи), расположенных на минеральных почвах (таблица 1). Указанные данные получены по результатам научно-исследовательской работы «Оценка агроклиматических ресурсов и новое агроклиматическое районирование территории Беларуси с учетом изменения климата», выполненной в 2016–2017 гг. в рамках задания 1.06 «Оценка влияния урбанизации и мелиорации на климатические, водные, земельные и лесные ресурсы Беларуси» мероприятий подпрограммы 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность» Государственной программы научных исследований на 2016–2020 годы «Природопользование и экология» [2]. В таблице 1, кроме периода потепления, приведены результаты наблюдений до периода мелиорации (1945–1962), многолетние данные (1961–1990), которые можно считать периодом активной мелиорации.

**Таблица 1.** – Агроклиматические показатели пунктов наблюдений, расположенных на мелиорированных торфяных и минеральных почвах Белорусского Полесья

Агроклиматические показатели	Полесская	Пинск	Лельницы	Ганцевичи	Житковичи
Температура июля, °С	17,8 /17,9/ 18,7	18,2 /18,3/ 19,7	18,5 /18,4/ 19,8	17,6 /17,8/ 19,4	18,3 /18,3 / 19,6
Продолжительность периода с t-рой выше 10°С, дни	154 /153/ 156	157 /158/ 165	156 /155/ 163	149 / 151/ 157	155 / 155/ 161
Продолжительность периода с t-рой выше 5°С, дни	201 /200/ 208	202 /203/ 216	202 /201/ 212	196 /197/ 209	198 / 199/ 212
Суммы температур выше 10°С, °С	2347 /2338/ 2441	2441 /2458/ 2690	2445 /2441/ 2647	2250 /2286/ 2473	2420 /2406/ 2607
Суммы температур выше 5°С, °С	2699 /2690/ 2830	2778 /2799/ 3070	2791 /2782/ 3016	2604 /2635/ 2860	2742 /2741/ 2989
Средняя дата последнего заморозка весной	08.05 /16.05/ 10.5	28.04 /26.04/ 20.4	30.04 /29.04/ 30.4	16.05 /09.05/ 4.5	04.05 /29.04/ 30.4
Средняя дата первого заморозка осенью	22.09 /16.09/ 22.9	05.10 /06.10/ 13.10	26.09 /03.10/ 2.10	24.09 /29.09/ 29.9	30.09 /02.10/ 30.9
Продолжительность беззаморозкового периода, дни	136 /122/ 134	161 /162/ 175	147 /156/ 154	130 /142/ 146	148 /155/ 152
Продолжительность периода залегания со снежным покровом, дни	94 /98/ 79	83 /84/ 73	88 /95/ 79	100 /98/ 85	94 /96/ 85

Примечание: первое значение показателей – период 1945–1962 (для БС Полесская период 1947–1962), второе значение показателей – многолетние данные или период активной мелиорации (1961–1991), третье значение – период потепления (1989–2015) или после мелиорационный период. Условно это выглядит так: 1945–1962 /1961–1990/ 1989–2015. Сведения по заморозкам до периода мелиорации (первый показатель) приведены за период 1961–1962.

Данные таблицы 1 подтверждают полученные ранее выводы, что мелиорация торфяных почв Полесья оказала существенное влияние на микроклимат. Интересно отметить, что температурный режим на станции Ганцевичи до периода мелиорации и в период активной мелиорации был ниже относительно температурного режима станции Полесская. Это говорит о том, что изменение в целом климата Белорусского Полесья в большей степени вызвано глобальным потеплением, и в большей степени выражено на минеральных почвах, чем на осушенных торфяниках.

В результате анализа данных станции Полесская и близлежащих станций за период потепления (1989–2015) получены следующие результаты:

- на станции Полесская существенно ниже (на 0,3–1,0 °С) температура самого теплого месяца июля;
- в среднем на 10 дней короче продолжительность самого теплого периода со средней суточной температурой воздуха равной и выше 15 °С;
- на станции Полесская отмечена самая поздняя не только в Белорусском Полесье, но и в республике средняя многолетняя дата последнего заморозка весной, самая ранняя средняя многолетняя дата начала заморозка осенью и соответственно самая короткая продолжительность беззаморозкового периода. Соответственно, на станции Полесская остается самая высокая повторяемость заморозков весной и осенью [2].

Расчеты выполненные для станций Беларуси [2] показали, что повторяемость числа дней с сочета-

нием минимальной температуры воздуха минус 20 °С и ниже и высоты снега 10 см и менее на станции Полесская составляет 70 %, и является наиболее высокой на территории Беларуси, что говорит о более суровых условиях перезимовки сельскохозяйственных культур на осушенных торфяниках на больших открытых территориях.

Приведенные примеры показывают, что, несмотря на общие тенденции изменения климатических показателей в результате изменения (потепления) климата, на мелиорированных торфяных почвах сохраняются более экстремальные условия для возделывания сельскохозяйственных культур, вызванные в первую очередь микроклиматическими особенностями торфяно-болотных почв. Полученные результаты необходимо учитывать при возделывании сельскохозяйственных культур на мелиорированных торфяных землях.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мельник, В.И. Изменение климата и водных ресурсов на территории Полесья / В.И. Мельник, Е.В. Комаровская, И.С. Партасенок, С.М.Кравцова // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.]; редкол.: В. Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.] – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 399–403.
2. Оценка влияния урбанизации и мелиорации на климатические, водные, земельные и лесные ресурсы Беларуси / Оценка агроклиматических ресурсов и новое агроклиматическое районирование территории Беларуси с учетом изменения климата // Белгидромет. – Мн., 2017. – 132 с.

3. Melnik, V.I. Heatwaves in Belarus / V.I. Melnik, Y.A. Sokolovskaya // 1<sup>st</sup> Baltic Earth Conference «Multiple drivers for Earth system changes in the Baltic Sea region», Nida, Lithuania, 13–17 June, 2016. – p. 88.
4. Изменения климата и их последствия: научное издание / В.Ф. Логинов, Г.И. Сачок, В.И. Мельник и др., под общ. ред. В.Ф. Логинова // Ин-т пробл. использования природных ресурсов и экологии НАН Беларуси. – Мн.: ОДО «Тонтик», 2003. – 330 с.
5. Шебеко, В.Ф. Изменение микроклимата под влиянием мелиорации болот / В.Ф. Шебеко. – Мн.: «Наука и техника», 1977. – 288 с.
6. Ковриго, П.А. Микроклимат болотных экосистем и его оптимизация / П.А. Ковриго. – Белгосуниверситет, 1996. – 154 с.
7. Авраменко, Н.М. Климатические изменения на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства за период инструментальных наблюдений / Н.М. Авраменко // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.], редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 318–322.
8. Лялько, В.И. Оценка изменений климата и их влияние на природную среду и хозяйственную деятельность на территории Украинского Полесья / В.И. Лялько, Л.А. Елистратова, А.А. Апостолов, В.М. Чехний // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. (Минск, 14–17 сент. 2016 г.). В 2 т. Т. 1 / Нац. акад. наук Беларуси [и др.], редкол.: В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 390–393.

## MODERN CLIMATE CHANGES ON MELIORED PEAT SOILS

MELNIK V.I., KOMAROUSKAYA A.V., KRAVTSOVA S.M.

On the territory of Belarussian Polesia in recent decades, as well as on the whole territory of Belarus, there is a clearly pronounced tendency of warming, caused by the general trends of climate change. Climate warming for the period of 1989–2015 led to change in the main agroclimatic indicators, which changed the conditions for the growth of agricultural crops together. Despite the general trends in the changes in agroclimatic indicators, meliorated peat soils retain more extreme climatic conditions for the cultivation of crops, caused primarily by the microclimatic features of drained peat-bog soils.

УДК 631.416.9(467)

**ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОЧВАХ Г. БРЕСТА И ОСОБЕННОСТИ ИХ НАКОПЛЕНИЯ В ОГОРОДНЫХ ПОЧВАХ ЖИЛОЙ УСАДЕБНОЙ ЗАСТРОЙКИ****Н.В. Михальчук, Д.А. Трофимук, И.В. Ковалев, М.М. Дашкевич, А.Н. Мялик, С.Н. Михальчук, О.А. Галуц**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси. г. Брест, Беларусь

Установлены зоны наибольшего загрязнения ТМ почв г. Бреста, которые в основном приурочены к автомобильным и железным дорогам с интенсивным движением, а также к историческому центру города, восточной промышленной зоне, юго-восточному «следу» эмиссий Брестской ТЭЦ. Основными элементами, накапливающимися в городских почвах, являются цинк и свинец, в огородных почвах зоны жилой усадебной застройки – цинк, свинец, медь и кадмий.

**Введение**

Приоритетными загрязнителями городских территорий являются тяжелые металлы (ТМ), которые поступают в окружающую среду с выбросами промышленных, энергетических предприятий, автотранспорта, а в огородные почвы – дополнительно с компостами, а также со средствами химизации (удобрениями и пестицидами). Накапливаясь в поверхностных горизонтах почв, ТМ в течение длительного времени остаются доступными для корневого поглощения растениями и активно включаются в процессы миграции по трофическим путям. Попадая в организм человека, они вызывают серьезные физиологические нарушения, токсикоз, аллергию, онкологические заболевания, отрицательно влияют на развитие зародыша и генетическую наследственность.

**Методика и объекты исследования**

Проводили эколого-геохимические исследования почв урбололандшафтов г. Бреста. Образцы почв отбирали из поверхностного горизонта до глубины 10 см. Почву сушили до воздушно-сухого состояния, измельчали до частиц менее 1 мм. Содержание подвижных форм ТМ определяли в вытяжке 1 N HCl (отношение почвы к экстрагенту 1:10) методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе SOLAAR MkII M6 Double Beam AAS.

В работе рассмотрены восемь элементов, которые всегда включаются в группу ТМ: цинк, медь, марганец, свинец, кадмий, никель, кобальт, хром (часть исследуемых элементов – Zn, Cu, Mn, Co – входят в группу почвенных микроэлементов). Эколого-геохимическую оценку осуществляли не только по санитарно-гигиеническим нормативам (ПДК/ОДК), но и с учетом региональных и субрегиональных особенностей. С этой целью применяли такие показатели, как коэффициент концентрации химического элемента ( $K_c$ ) и суммарный показатель загрязнения почв ( $Z_c$ ). Коэффициент концентрации определяли как отношение реального содержания элемента в почве (С) к фоновому ( $C_{ф}$ ):  $K_c = C/C_{ф}$ . Поскольку почвы зачастую загрязнены сразу несколькими элементами, то рассчитывали суммарный показатель загрязнения, отражающий эффект воздействия группы элементов:

$$Z_c = \sum_{i=1}^n K_{ci} - (n - 1)$$

где  $Z_c$  – суммарный показатель загрязнения;

$K_{ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -ого элемента в пробе;

$n$  – число элементов с  $K_c > 1$ .

Значение  $Z_c$  от 1 до 5 соответствует низкой степени загрязнения,  $Z_c$  от 5,1 до 20 – средней,  $Z_c$  от 20,1 до 50 – высокой,  $Z_c$  более 50 – очень высокой [1].

С использованием ГИС-пакета ArcGIS 10.3 информация о содержании ТМ в городских почвах нанесена на топографическую основу, привязана к системе координат и внесена в базу данных, что позволило провести интерполяцию данных и построить интегральную карту суммарного загрязнения почв. При этом принимали во внимание, что крупные промышленные предприятия и ТЭЦ влияют на окружающую среду в радиусе до 5 км и более, автотранспорт – 0,1–0,2 км [2]. Учитывали, что техногенные ореолы рассеяния в почвах вокруг источников загрязнения обычно имеют зональное строение: для эпицентра характерна полиэлементная ассоциация загрязнителей, ближе к периферии отдельные элементы выпадают из ее состава, наиболее обширные ореолы рассеяния чаще всего образуют Zn и Pb.

**Результаты и их обсуждение**

Основными стационарными источниками загрязнения воздуха в г. Бресте ввиду отсутствия крупных предприятий металлургии и тяжелого машиностроения являются предприятия теплоэнергетики, представленные Брестской ТЭЦ, тремя районными и пятью мини-котельными, а также предприятия сельскохозяйственного машиностроения (ОАО «Брестсельмаш») и некоторые другие. Однако основные объемы загрязняющих вещества (до 80 % и более) поступают в воздушный бассейн города в результате функционирования транспорта, в первую очередь автомобильного – выхлопы и продукты трения механических частей, коррозии металлических конструкций. Так, известно, что Pb, Zn, Co и Cr являются типичными компонентами выхлопов автотранспорта [3], поэтому в городские почвы они попадают при осадении с атмосферными осадками. Кроме того, не исключена вероятность трансграничного переноса поллютантов с потоками воздушных масс. Загрязнения рассеиваются преимущественно с северо-запада на юго-восток – согласно розе господствующих ветров.

Ниже приведена интерпретация количественной информации о содержании загрязняющих веществ в почвах г. Бреста, накопленной Республиканским центром радиационного контроля и мониторинга.

га окружающей среды [4], а также полученные нами данные, в том числе и о фоновом содержании ТМ в дерново-подзолистых песчаных почвах – наиболее широко распространенной категории минеральных почв юго-запада Беларуси.

Установлено, что в настоящее время ситуация с загрязнением ТМ почвенного покрова для г. Бреста в целом не является критической, так как доля проб с превышением ПДК незначительна. В то же время сравнение данных фактического содержания загрязняющих веществ с их фоновыми концентрациями свидетельствует о тенденции накопления в почвах ТМ. Так, в целом для города отмечается превышение фоновой концентрации кадмия в 1,2 раза, свинца в 2 раза, цинка в 4,7 раза, меди в 5 раз, никеля в 6,7 раза (таблица 1). Доля проб с превышением коэффициента аномальности ( $K_a$ ) составляет для кадмия – 66 %, свинца – 71 %, цинка – 97 %, меди – 98 %, никеля – 100 %.

**Таблица 1.** – Содержание тяжелых металлов в почвах г. Бреста

Показатель	мг/кг				
	Cd	Zn	Pb	Cu	Ni
Среднее содержание	0,11	34,7	10,8	6,5	4,4
Минимальное содержание	0,02	4,0	1,5	1,1	1,0
Максимальное содержание	0,29	148	49,2	26,6	10,1
Региональный фон	0,09	7,43	5,39	1,29	0,66
Коэффициент аномальности ( $K_a$ )	1,2	4,7	2,0	5,0	6,7
ПДК/ОДК	0,5	55	32	33	20
% проб с превышением фонового значения	66	97	71	98	100
% проб с превышением ПДК/ОДК	0	20,7	5,7	0	0

Содержание кадмия в почвах г. Бреста варьирует от 0,02 до 0,29 мг/кг, что значительно ниже ПДК. Более того, на большей части города содержание кадмия ниже фоновых значений. Фоновые концентрации кадмия превышены практически на всей застроенной территории города. Более чем двукратное превышение фоновой концентрации кадмия выявлено в центральной части города, в районе ул. Ленина, на востоке города вдоль улицы Я. Купалы, и на юге города в зоне поступления эмиссий от Брестской ТЭЦ.

Содержание цинка в почвах г. Бреста находится в пределах от 4,0 до 148 мг/кг. Региональные фоновые концентрации превышены на более чем 80 % территории города. Содержание данного металла в сравнении с другими загрязняющими веществами наиболее часто (20,7 % проб) превышает ПДК. Участки с содержанием цинка выше ПДК ( $K_a = 7,5$ ) тяготеют к промышленным районам города; кроме того, четко прослеживаются зоны повышенного содержания цинка вдоль линий железнодорожного транспорта и наиболее крупных автомагистралей. Влияние Zn обусловлено его присутствием в придорожном пространстве в результате истирания различных деталей транспортных средств, эрозии оцинкованных поверхностей, износа

шин (при их изготовлении используется оксид цинка), за счет использования в маслах цинк-содержащих присадок [5], [6].

Содержание свинца варьирует от 1,5 до 49,2 мг/кг. Превышение фоновой концентрации свинца характерно для всей застроенной части города, в то время как в лесных массивах на севере и юге города, а также в пойме р. Буг концентрации свинца находятся в пределах фоновых значений. Аномалии свинца с  $K_a$  более 4 четко приурочены к промышленным зонам города, а участки с превышением ПДК – к отдельным предприятиям в границах промзон.

Содержание меди находится в пределах от 1,1 до 26,6 мг/кг. Особенности распределения меди по территории города схожи с другими загрязняющими веществами. В ландшафтно-рекреационной зоне на севере и юге концентрации меди не превышают фоновых значений, в застроенной части города коэффициент аномальности достигает 5, в восточном промышленном районе и историческом центре наблюдаются превышения содержания меди над фоновым уровнем в 10–15 раз. Вместе с тем участков с превышением ПДК меди в г. Бресте не выявлено.

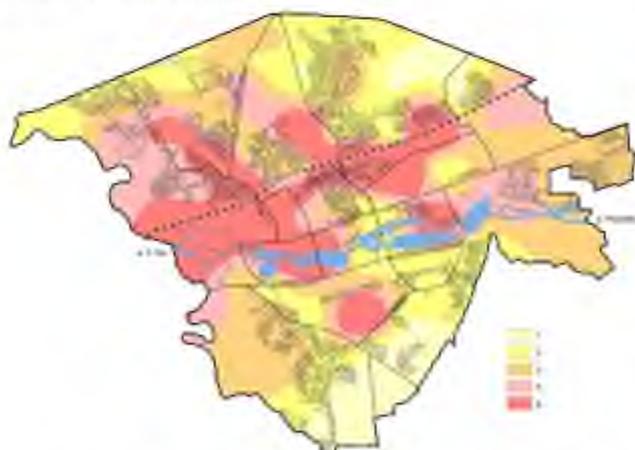
Установленные концентрации никеля в почвенном покрове Бреста не превышают 0,5 ПДК и находятся в пределах от 1,0 до 10,1 мг/кг. Ореолы его накопления в целом повторяют ореолы накопления меди. В г. Бресте выявлены участки с концентрациями никеля более чем в 12 раз превышающими местный фон; данные участки приурочены к историческому центру города и восточной промышленной зоне.

В результате расчета суммарного индекса загрязнения почв ( $Z_c$ ) и моделирования пространственного распределения его значений выявлено, что почвы г. Бреста в основном характеризуются средним и низким уровнем загрязнения (рисунок 1). Очень низкую степень загрязнения ( $Z_c \leq 5$ ) имеют территории лесов и лесопарков, окружающих город с востока, юга и юго-востока. Указанные территории занимают всего 9,1 % площади города. Низкая степень загрязнения почвы ( $5 < Z_c \leq 10$ ) характерна для 23,3 % территории города. На данных землях размещаются практически все районы жилой усадебной застройки (ЖУЗ), а также недавно созданные микрорайоны многоэтажной жилой застройки. Территории со средним уровнем загрязнения ( $10 < Z_c \leq 15$ ) занимают 32 % площади города, практически полностью локализованы на правом берегу р. Мухавец и приурочены к основным железнодорожным и автомагистралям, а также к промышленным районам города.

Повышенный уровень загрязнения почв ТМ ( $15 < Z_c \leq 20$ ) отмечен на 16,1 % городских территорий, непосредственно прилегающих к промышленным районам и историческому центру города. Участки с высоким уровнем загрязнения ( $Z_c > 20$ ) локализованы на правобережье р. Мухавец и занимают 19,5 % территории г. Бреста. Высокий уровень загрязнения характерен для исторического центра города и восточного промышленного узла, причем эти два ореола загрязнения соединены узкой полосой по оси ул. Пушкинской. Единственным местом с высоким уровнем

загрязнения в южной части города является район, прилегающий к Брестской ТЭЦ.

Установлено, что наиболее оптимальные условия для проживания населения с точки зрения уровня загрязнения почв ТМ формируются в новых микрорайонах многостажной застройки, а также в пределах зон ЖУЗ при условии их удаленности от крупных транспортных магистралей. Жилые массивы, примыкающие к производственным и коммунально-складским зонам, а также соседствующие с авто- и железнодорожными путями, характеризуются тенденцией к увеличению накопления ТМ в почвах.



**Рисунок 1.** – Суммарное загрязнение тяжелыми металлами почв в Бресте: 1 –  $Z_c \leq 5$ ; 2 –  $5 < Z_c \leq 10$ ; 3 –  $10 < Z_c \leq 15$ ; 4 –  $15 < Z_c \leq 20$ ; 5 –  $Z_c > 20$

Учитывая, что в зонах ЖУЗ население зачастую занимается выращиванием огородной продукции, нами выделены зоны повышенного риска накопления ТМ в соответствующих почвах и разработана схема отбора проб. Она удовлетворяла следующим требованиям: размещение точек отбора на расстоянии 10–40 м от полотна оживленных магистралей, их

расположение вблизи узлов сочленения транспортных коммуникаций (перекрестки, сопряжение авто- и железнодорожных путей, остановочные пункты общественного транспорта), наличие обрабатываемых и необрабатываемых (условно целинных) участков в границах усадьбы. Нами отобраны образцы почв на 10 участках ЖУЗ г. Бреста. Проведен анализ содержания ТМ в обрабатываемых огородных почвах и почвах необрабатываемых участков усадеб – в каждом случае по 6 образцов.

Установлено, что в исследованных почвах наиболее высокие уровни накопления характерны для цинка: во всех без исключения случаях – выше значений ПДК (55 мг/кг). В отдельных случаях в огородных почвах концентрация элемента превышает 6,5 ПДК, достигая значений 360,0 мг/кг (улица Суворова, 49); в необрабатываемых почвах – 8,2 ПДК или 453,7 мг/кг (район железнодорожного вокзала, улица Кижеватова, 44/1). В целом для обеих категорий почв  $K_p$  для цинка составляет около 23 единиц (таблица 2).

Вторым по значимости элементом-загрязнителем является свинец – как по уровням накопления, особенно в сравнении с фоновыми почвами, так и по своей опасности (1 класс). Так, усредненное содержание элемента в огородных почвах составляет 22,14 мг/кг (0,7 ПДК), в условно целинных – 74,14 мг/кг (2,3 ПДК) или без учета случая артефакта (292,5 мг/кг ул. Речицкая 62/1) – 30,47 мг/кг (около 1,0 ПДК). Однако в половине проб возделываемых почв концентрация свинца находится на уровне ПДК и в половине залежных почв – приближается к 1,8 ПДК. Для первой категории почв  $K_p$  составляет 4,1, для второй – 13,8 (или 5,7 – при отбраковывании случая-артефакта).

Обращает на себя внимание довольно высокий уровень накопления меди в почвах жилой усадебной застройки г. Бреста, который в возделываемых почвах в 3,1 раза, а в условно целинных аналогах – в 2,2 раза превосходит усредненные содержания элемента в го-

**Таблица 2.** – Содержание ТМ в огородных и необрабатываемых почвах жилой усадебной застройки г. Бреста

Показатель	мг/кг								
	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Mn	Co	Cr	
Региональный фон	5,39	0,09	1,29	7,4	0,66	109,60	0,45	1,65	
1*	Среднее содержания	22,14	0,21	20,15	172,4	4,47	194,90	1,87	6,38
	Максимальное содержание	39,37	0,33	41,36	360,4	7,22	279,50	2,66	8,41
	Минимальное содержание	6,48	0,11	7,95	83,3	2,87	117,30	1,16	4,28
	Коэффициент аномальности	4,10	2,30	15,60	23,3	6,8	1,80	4,20	3,40
2	Среднее содержание	74,14 (30,74)**	0,28	14,18	169,9	4,08	155,80	1,69	5,54
	Максимальное содержание	292,46	0,90	36,90	453,7	8,61	217,90	3,02	7,51
	Минимальное содержание	6,07	0,12	7,19	56,7	2,39	121,20	1,13	3,21
	Коэффициент аномальности	13,80 (5,7)	3,10	11,00	23,0	6,20	1,40	3,80	3,00
ПДК/ОДК	32,0	0,5	33,0	56,0	20,0	1500,0	8,0	100,0	

\* 1 – огородные почвы, 2 – необрабатываемые почвы \*\* () – без учета случая-артефакта

родских почвах (таблица 1). Отмечены также случаи превышения значений ПДК (33,0 мг/кг) в огородной почве участка по ул. Герцена, 5 – 41,36 мг/кг (1,3 ПДК) и в условно целинной почве усадьбы на ул. Кижеватова, 44/1 – 36,9 мг/кг (1,1 ПДК). Региональный фон по данному элементу для возделываемых почв превышен в 15,6 раза, для невозделываемых – в 11,0 раз. Подобная разница объясняется, по-видимому, применением медьсодержащих препаратов для защиты плодовых и других культур.

Кадмий также относится к числу опасных загрязнителей почв, входя в так называемую «большую четверку» наиболее токсичных ТМ (наряду со свинцом, ртутью и мышьяком) [7]. Хотя усредненные значения концентрации элемента не превышает показателей ПДК (0,5 мг/кг) и находятся на уровне примерно 0,5 ПДК, его содержание в огородных почвах в 1,9–2,6 раза превышает уровни, установленные для урбозем г. Бреста (0,11 мг/кг). Кроме того на участке по ул. Кижеватова, 44/1 в условно целинной почве зафиксировано содержание кадмия 0,9 мг/кг (1,8 ПДК). Для данного элемента  $K_d$  составляет 2,3 для возделываемых почв и 3,1 – для их невозделываемых аналогов.

Уровни накопления в почвах жилой усадебной застройки остальных исследуемых элементов, большинство из которых относится к числу эссенциальных, не вызывают опасения – их концентрации составляют доли ПДК и лишь у никеля они приближаются к 1/3 ПДК (при этом у данного элемента  $K_d$  составляет 6,2–6,8).

Таким образом, установлены зоны наибольшего загрязнения ТМ почв г. Бреста. Они в основном приурочены к автомобильным и железным дорогам с интенсивным движением, а также к историческому центру города, восточной промышленной зоне, юго-восточному «следу» эмиссий Брестской ТЭЦ. Основными элементами, накапливающимися в городских почвах,

являются цинк и свинец. На основе комплексного подхода выделены зоны жилой усадебной застройки, испытывающие максимальное воздействие урботехногенных эмиссий, в первую очередь – автотранспортных. Установлено, что приоритетными загрязнителями огородных почв жилой усадебной застройки являются цинк (содержание во всех образцах превышает ПДК, достигая в отдельных случаях 6,5–8,2 ПДК), свинец (превышение ПДК в 50 % случаев), а также медь и кадмий (превышение ПДК в отдельных случаях). Региональный фон содержания перечисленных элементов в огородных почвах повышен от 2,3 раз у кадмия и до 23-кратного уровня – у цинка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Земли. Правила и порядок определения загрязнения земель (включая почвы) химическими веществами. ТКП 17.03-02-2013. – Введ. 29.11.2013. – Минск: Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь, 2013. – 12 с.
2. Сзет, Ю.Е. Вторичные геохимические ореолы при поисках рудных месторождений / Ю.Е. Сзет. – М.: Наука, 1982. – 168 с.
3. Gobel, P. Storm water runoff concentration matrix for urban areas / P. Gobel, C. Dirkes, W.G. Coldewey // Journal of Contaminant Hydrology. – 2007. – № 91. – p. 26–42.
4. Загрязнение почв на территории Республики Беларусь (по результатам работ в 2012 году): ежегодник / Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды; рук. В.В. Парфенов. – Минск, 2013. – 57 с.
5. Водяницкий, Ю.Н. Тяжелые металлы и металлоиды в почвах / Ю.Н. Водяницкий. – М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН, 2008. – 164 с.
6. Белюченко, И.С. Экология Кубани (Часть II) / И.С. Белюченко. – Краснодар: Изд-во КГАУ, 2005. – 470 с.
7. Тиво, П.Ф. Тяжелые металлы и экология / П.Ф. Тиво, И.Г. Быцко. – Минск: Юнипол, 1996. – 191 с.

## HEAVY METALS IN THE BREST SOILS AND FEATURE OF THEIR ACCUMULATION IN GARDEN SOILS OF HOUSING FARMSTEAD ESTATES

MIKHALCHUK N.V., TROFIMUK D.A., KOVALEV I.V., DASHKEVICH M.M., MYALIK A.N., MIKHALCHUK S.N., GALUC O.A

Zones of the greatest pollution of HM of Brest soils, which are mainly confined to highways and railways with intensive traffic, as well as to the historic center of the city, the eastern industrial zone, and the southeaster «trace» of Brest heat power plant emissions are identified. The main elements accumulating in urban soils are zinc and lead, in garden soils of a zone of housing farmstead estate – zinc, lead, copper and cadmium.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта фундаментальных и прикладных научных исследований по проблеме Брестской области № X17Б-002 от 14.11.2017 г.

УДК 581.5

## НАКОПЛЕНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ТРАВЕ *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. В УСЛОВИЯХ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

А.Н. Мялик, О.А. Галуц, М.М. Дашкевич

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье представлены результаты изучения микроэлементного состава ценного и широко распространенного вида лекарственных растений – *Achillea millefolium* L. – тысячелистника обыкновенного. Установлено, что в условиях юго-западной Беларуси данный таксон обладает способностью к деконцентрации таких тяжелых металлов как свинец, никель, медь, марганец и железо. Только кадмий и цинк *Achillea millefolium* L. накапливает в количествах существенно более высоких, чем их содержание в почвах и относится, тем самым, к группе растений макроконцентраторов.

### Введение

Влияние тяжелых металлов на растения изучается исследователями разных стран на протяжении уже нескольких десятилетий, что свидетельствует о большом и по-прежнему неослабевающем интересе к данной теме [1]. Особую актуальность представляют исследования, касающиеся изучения особенностей накопления тяжелых металлов видами растений, используемыми в хозяйственной деятельности человека. Поскольку в связи с техногенезом количество различных химических веществ-загрязнителей (в том числе и тяжелых металлов) поступающих в окружающую среду только возрастает, актуальность названных выше вопросов также будет оставаться достаточно высокой, а их решение иметь не только теоретическую, но и практическую значимость [2]. Особый интерес в настоящее время представляют вопросы выяснения факторов, обуславливающих микроэлементный состав конкретных видов растений. Среди них важнейшее значение имеет количество тяжелых металлов в почве, ее гранулометрический состав, кислотность, влажность, содержание гумуса и ряд других. Вероятно, существует также генетическая и экологическая обусловленность формирования элементного состава растений, поскольку известна различная способность накапливать тяжелые металлы видами, имеющими разное систематическое и филогенетическое положение. Однако генетико-таксономическая специфичность минерального обмена растений

в настоящее время остается недостаточно изученной, так как работы по сравнению микроэлементного состава большого количества видов различных систематических групп в конкретном географическом районе практически отсутствуют [3]. В связи с вышесказанным определяется актуальность и цель данной работы – изучить микроэлементный состав травы такого широко распространенного лекарственного вида растений как *Achillea millefolium* L. в условиях юго-запада Беларуси. Расширение перечня анализируемых видов растений в будущем позволит выявить наличие экологических и генетико-таксономических факторов в формировании микроэлементного состава сосудистых растений.

### Объекты и методы исследования

Группа лекарственных растений во флоре юго-западной части Беларуси является одной из самых многочисленных и представлена более чем 390 аборигенными таксонами [4]. Среди них особое место занимает *Achillea millefolium* L. (тысячелистник обыкновенный) – повсеместно распространенный вид, применяющийся в официальной и народной медицине [5]. Данный таксон, обладая широкой экологической амплитудой, может произрастать в составе разнообразных фитоценозов, имеющих различную степень антропогенного воздействия (от лесных опушек и пойменных лугов до склонов железнодорожных насыпей и пустырей). Тем самым, возникает вероятность заготовки загрязненного тяжелыми металлами лекар-

Таблица 1. – Характеристика мест отбора почвенных и растительных образцов

№ образца	Географические координаты	Тип почвы	Фитоценоз
1	52°14'52.0"N 25°59'17.2"E	аллювиально-дерновая	умеренно увлажненная разнотравная луговина
2	52°36'57.7"N 25°50'48.2"E	дерново-подзолистая	опушка смешанного леса
3	52°32'59.8"N 25°55'04.2"E	дерново-подзолистая	влажная луговина в заболоченном березняке
4	52°43'06.9"N 25°21'27.3"E	антропогенно-преобразованная	травянистый склон железнодорожной насыпи
5	52°29'43.6"N 25°51'06.3"E	торфяно-болотная низинная	культурный фитоценоз (посевы клевера лугового)
6	52°27'41.7"N 25°17'59.8"E	дерново-карбонатная	культурный фитоценоз (посевы сильфии пронзеннолистной)
7	52°39'53.7"N 25°15'00.3"E	антропогенно-преобразованная	разнотравная луговина у железной дороги
8	52°33'02.6"N 25°53'44.5"E	дерново-подзолистая	опушка смешанного леса

ственного сырья (травы) *Achillea millefolium* L. Для изучения особенностей накопления тяжелых металлов данным видом был выполнен отбор почвенных и растительных образцов в различных частях Брестской области. При выборе участков для отбора проб учитывалась степень антропогенной нагрузки на эти участки, тип почв и богатство фитоценозов, сформированных на них (таблица 1). Из фитоценоза отбирались усредненные почвенные и растительные образцы, содержание тяжелых металлов в которых определялось методом атомно-абсорбционной спектрометрии.

Для характеристики процессов накопления тяжелых металлов растениями использовали значение коэффициента накопления ( $K_n$ ) элементов [6], представляющего отношение средней концентрации элемента в золе растений к его содержанию в соответствующей почве:  $K_n = C_{\text{раст}} / C_{\text{почв}}$ . По величине аккумуляции тяжелых металлов растения условно подразделяют на макро- ( $K_n > 2$ ), микро- ( $K_n = 1-2$ ) и деконцентраторы ( $K_n < 1$ ).

### Результаты и их обсуждение

Всего было отобрано 8 образцов травы *Achillea millefolium* L. на различных типах почв, имеющих разную степень техногенного воздействия, что позволяет выявить специфику микроэлементного состава данного вида в различных условиях. Результаты выполненных аналитических исследований представлены в таблице 2.

Полученные данные показывают, что содержание различных тяжелых металлов в траве *Achillea millefolium* L. колеблется в широких пределах, что может быть обусловлено как экзогенными (свойства самих почв), так и эндогенными (эколого-биологические свойства растений) факторами. Выявить особенности накопления отдельных элементов можно рассмотрев рисунок 1.

Неомотря на достаточно высокое содержание подвижных форм свинца в отдельных почвенных образцах (до 22,49 мг/кг), накопление данного элемента в тканях *Achillea millefolium* L. не происходит –  $K_n$

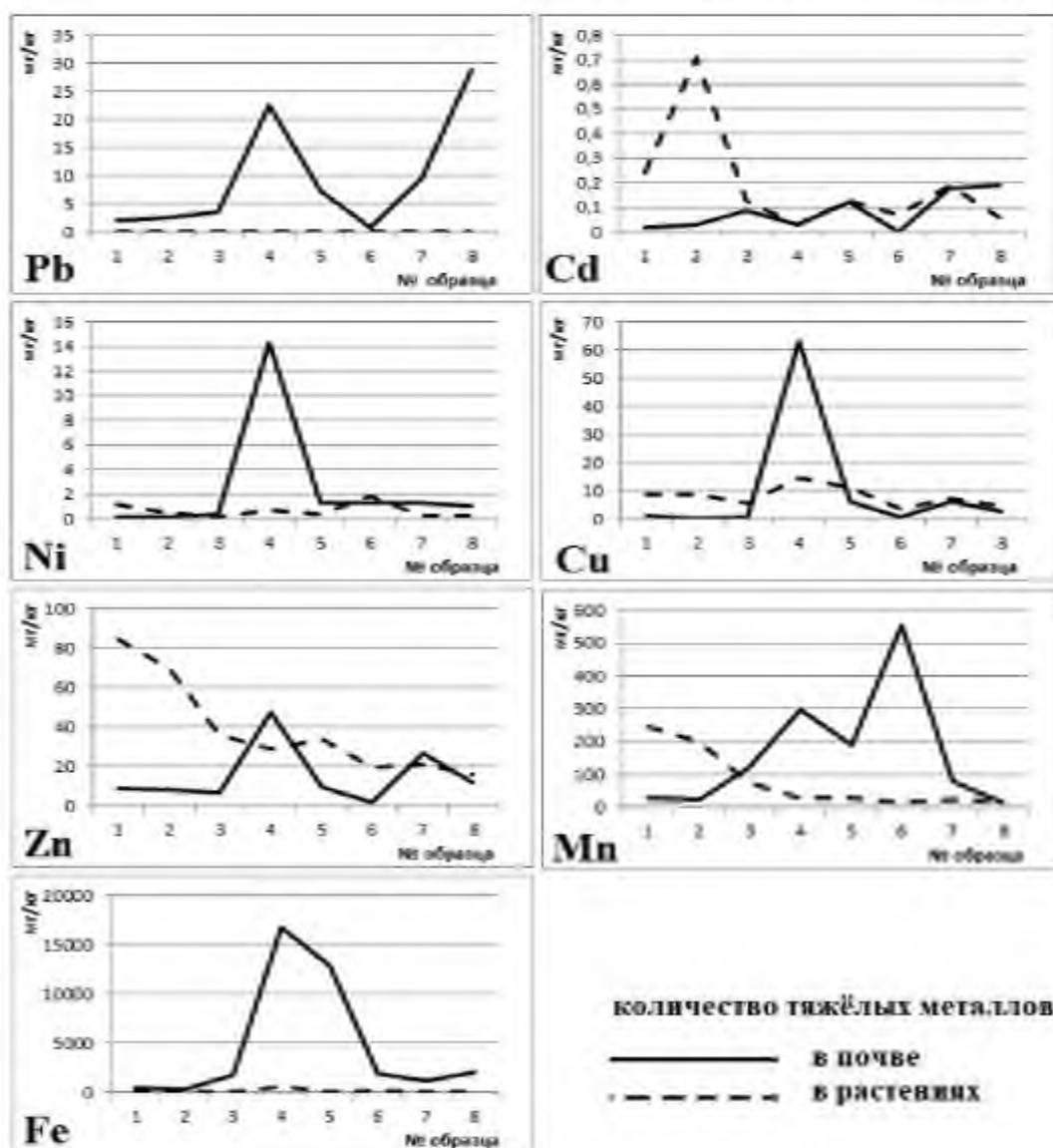


Рисунок 1. – Особенности накопления тяжелых металлов *Achillea millefolium* L.

Таблица 2. – Содержание тяжелых металлов в траве *Achillea millefolium* L. и почвенных пробах

№ образца	Содержание тяжелых металлов (мг/кг)													
	свинец		кадмий		медь		цинк		никель		марганец		железо	
	п*	р**	п	р	п	р	п	р	п	р	п	р	п	р
1	2,19	0,00	0,02	0,24	1,28	8,47	8,53	84,15	0,14	1,16	29,00	245,75	450,00	46,37
2	2,67	0,00	0,03	0,71	0,24	8,55	8,44	69,41	0,14	0,48	24,80	198,61	324,00	86,91
3	3,51	0,00	0,09	0,13	0,83	5,73	6,35	36,23	0,42	0,18	123,40	74,39	1728,00	37,76
4	22,49	0,00	0,03	0,03	62,95	14,57	47,06	28,55	14,37	0,78	297,80	27,22	16717,0	629,95
5	7,33	0,00	0,12	0,13	6,14	11,27	9,17	34,15	1,32	0,36	191,90	28,88	12946,0	99,13
6	0,91	0,00	0,00	0,07	0,45	3,69	1,54	19,61	1,32	1,90	555,90	14,62	1954,00	129,26
7	9,55	0,00	0,18	0,19	6,39	7,13	26,67	21,16	1,25	0,26	78,70	24,28	1244,00	39,58
8	28,94	0,19	0,19	0,06	2,42	4,85	11,48	16,21	1,11	0,29	12,60	19,01	2102,00	73,87
C <sub>ф</sub>	9,70	0,02	0,08	0,20	10,09	8,03	14,91	38,68	2,51	0,68	164,24	79,10	4683,13	142,85
K <sub>к</sub>	0,00		2,5		0,80		2,59		0,27		0,48		0,03	

Примечание: \*содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах; \*\* содержание тяжелых металлов в растительных образцах

равен 0. Тем самым, данный вид относится к растениям деконцентраторам свинца. В достаточно широких пределах *Achillea millefolium* L. накапливает кадмий – от 0,03 до 0,20 мг/кг. При этом, в ряде образцов накопление данного элемента в тканях растений идет пропорционально его содержанию в почвах. В целом K<sub>к</sub> кадмия для данного вида равен 2,5, что позволяет отнести *Achillea millefolium* L. к растениям накопителям или макроконцентраторам данного элемента. Накопление никеля, наоборот, происходит более равномерно вне зависимости от содержания элемента в почвах. В связи с этим, выявленные значения содержания никеля в тканях *Achillea millefolium* L. (в среднем 0,68 мг/кг) можно считать фоновыми. Такой биофильный элемент, как медь, накапливается в гораздо больших количествах (до 14,57 мг/кг), однако относительно его содержания в почвах (в среднем 10,09 мг/кг) K<sub>к</sub> не высокий и равен всего 0,80. Тем самым, *Achillea millefolium* L. можно считать растением-индикатором содержания меди в почвах. Наиболее интенсивно в тканях рассматриваемого вида накапливается цинк (K<sub>к</sub> равен 2,59), что позволяет отнести *Achillea millefolium* L. к группе растений макроконцентраторов или накопителей. Марганец и железо *Achillea millefolium* L. накапливает достаточно равномерно и в количествах значительно более низких, чем содержание подвижных форм данных элементов в почвах. Следовательно, рассматриваемый вид также относится к группе растений микроконцентраторов марганца и железа.

Полученные результаты показывают, что степень антропогенной нагрузки на ландшафты не является определяющим фактором в формировании ми-

кроэлементного состава рассматриваемого вида. Так, для почв образца № 4 (отобран в пределах железно-дорожной насыпи в пределах города Ивацевичи) свойственны максимальные значения содержания свинца, никеля, меди, цинка, марганца и железа. Однако, микроэлементный состав собранной здесь травы *Achillea millefolium* L. соответствует по аналогичным показателям фоновым ландшафтам. Тем самым, вероятно, существует генетически обусловленный физиологический барьер, препятствующий избыточному накоплению отдельных элементов в тканях растений.

#### Выводы

Сопоставляя полученные данные можно предположить, что с учетом мест отбора образцов травы *Achillea millefolium* L. преимущественно в пределах естественных фитоценозов с относительно чистыми почвами, выявленные значения можно считать фоновыми для юго-запада Беларуси. Однако, способность данного вида к повышенной концентрации кадмия и цинка даже на относительно чистых почвах необходимо учитывать при промышленных заготовках лекарственного сырья *Achillea millefolium* L. Полученные результаты могут быть использованы в будущем при выполнении мониторинговых исследований и при оценке антропогенной составляющей в изменении микроэлементного состава объектов растительного мира.

Работа выполнена при финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (грант НАУКА-М № X16M-057).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Титов, А.Ф. Тяжелые металлы и растения / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2014. – 194 с.

2. Ильин, В.Б. Тяжелые металлы в системе «почва-растение» / В.Б. Ильин. – Новосибирск: Наука. Сибирское отделение, 1991. – 151 с.
3. Алексеева-Попова, Н.В. Микроэлементный состав растений Полярного Урала в контрастных геохимических условиях / Н.В. Алексеева-Попова, И.В. Дроздова // Экология. – 2013. – № 2. – С. 90–97.
4. Мялик, О.М. Різноманітність лікарських рослин у флорі центральної частини Білоруського Полісся / О.М. Мялик // Лікарське рослинництво: від досвіду минулого до новітніх технологій: матеріали VI Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції. – Полтава, 26–27 грудня 2017 р. – Полтава – Лубни: Комунальне видовництво «Лубни», 2018. – С. 79–81.
5. Лекарственные растения и их применение / Д.К. Гель [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1974. – 501 с.
6. Ялынская, Н.С. Накопление микроэлементов и тяжелых металлов в растениях рыбоводных прудов / Н.С. Ялынская, А.Г. Лолотун // Гидробиологический журнал. – 1993. – Т. 29, № 5. – С. 40–46.

## ACCUMULATION OF HEAVY METALS AND MICROELEMENTS IN THE HERBS OF *ACHILLEA MILLEFOLIUM* L. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHWEST OF BELARUS

MIALIK A.M., HALUC V.A., DAŠKEVIČ M.M.

The article presents the results of studying the microelement composition of such a valuable and widespread type of medicinal plants as *Achillea millefolium* L. – yarrow. It was found that in the conditions of southwestern Belarus, this taxon has the ability to deconcentrate such heavy metals as lead, nickel, copper, manganese and iron. Only cadmium and zinc *Achillea millefolium* L. accumulates in quantities substantially higher than their content in soils and therefore belongs to the group of plants of macroconcentrators.

УДК 631.445.12: 528.7 (476)

## ВОЗМОЖНОСТИ КАРТИРОВАНИЯ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ ПОЛЕСЬЯ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПО СПЕКТРОЗОНАЛЬНЫМ СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ IKONOS

З.А. Ничипорович<sup>1</sup>, В.С. Микуцкий<sup>2</sup><sup>1</sup> ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь<sup>2</sup> Центр климатических исследований ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси» г. Минск, Беларусь

В статье представлены результаты автоматизированного картографирования мелиорированных торфяных почв Полесья по спектральному спутниковым данным высокого разрешения Ikonos с использованием языка программирования Python, аппарата построителя ModelBuilder в рамках интегрированной среды ArcGIS 10.0 по заданным уровням зольности в зависимости от яркости космоснимка с визуализацией выходных растров.

### Введение

Проблема оценки состояния, динамики и прогнозной трансформации мелиорированных торфяных почв Полесья в условиях их сельскохозяйственного использования является актуальной проблемой в области земельных ресурсов Республики Беларусь. Специфическая особенность почв, обусловленная их мозаичностью и мелкоконтурностью с повсеместным выходом минеральной подстилающей породы, затрудняет использование традиционных, базирующихся на наземных обследованиях, трудоемких и дорогостоящих методов для картирования почв на достаточно точном и оперативном уровне. В последнее время для решения подобного класса задач все активнее используются данные дистанционного зондирования (ДДЗ) высокого и сверхвысокого разрешения.

Исследования оптических свойств торфяных почв Полесья были начаты в конце 90-х прошлого века, и одним из важнейших результатов была разработка способа оценки степени деградации (по зольности) на основе аэрофотосъемки [1]. Однако высокая стоимость материалов аэрофотосъемки, а также значительные объемы и трудозатраты по их обработке вызвали необходимость поиска более оптимизированных технологических решений.

Начиная с 2000 годов исследования направлены на автоматизацию процесса картирования торфяных почв, повышение достоверности распознавания границ, снижения времени обработки и использование коммерчески более доступных материалов космосъемки. Апробированы компьютерные визуально-инструментальные методы дешифрирования, автоматизированные безэталонная (ISODATA) и с обучением (Supervised classification) классификации, нормализованный вегетационный индекс NDVI и другие [2–4]. Однако каждый из подходов имел свои недостатки, к главному из которых следует отнести неоднозначность при индикации границ перехода условно от органогенной к органо-минеральной и минеральной почве с зольностью 25–30 %, 35–85 % и более 85 % соответственно.

В рамках данной статьи представлены результаты картирования торфяных почв с помощью специальных программных средств (ПС), разработанных на основе алгоритма зависимости яркости от зольности.

### Методика и объекты исследования

Методика работ включала следующие этапы: 1 – выбор полигонов дистанционного зондирования торфяных

почв Полесья, калибровочно-эталонных участков, тематических профилей; 2 – разработка структуры и создание баз геоданных (БГД); 3 – разработка ПС распознавания и классификации с целью компьютерного картирования торфяных почв.

В качестве полигонов ДДЗ были определены Старобинский полигон и Полесская опытная станция мелиоративного земледелия и луговодства (далее ПОСМЗ и Л) Солигорского и Лунинецкого районов соответственно. Базы данных включали 51 участок открытых торфяных почв, свободных от растительности, которые были использованы как эталонные для разработки алгоритмов, так и экстраполяционные – для их отработки [2]. Анализ почвенных образцов на влажность и зольность с двух полигонов выполнялся в химико-аналитической испытательной лаборатории ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». Общий объем выборки составил 778 образцов, зольность варьировала в интервале 10–98 %.

*Исходные ДДЗ.* Мелкоконтурность и мозаичность торфяных почв Полесского региона предопределила использование спутниковых данных высокого пространственного разрешения для снижения потерь множества мелких контуров, которые повсеместно дешифрируются в виде минеральных песчаных островов различной формы и размеров. На рисунке 1 представлен фрагмент космоснимка Ikonos (калибровочно-эталонный участок), иллюстрирующий оптическое многообразие поверхностного горизонта исследуемых почв.



Рисунок 1. – Фрагмент космоснимка Ikonos торфяных почв Старобинского полигона

Для решения поставленных задач были использованы спектрально-аналитические данные высокого пространственного разрешения (1 м) сенсоров IKONOS (17.09.2006 и 22.07.2007) в четырех спектральных каналах видимого и ближнего инфракрасного диапазонов электромагнитного спектра. Также для оценки точности

Record	GR2007_05	W	ASH	L1	L2	L3	L4	N	E	DATA
22	G07_2-01	26.470000	12.480000	125	190	223	193	52°42'29.9321"N	27°12'24.4115"E	Gr2007\sept10-14_2_01
23	G07_2-03	30.890000	31.100000	139	205	232	207	52°42'29.7604"N	27°12'24.3713"E	Gr2007\sept10-14_2_03
24	G07_2-04	19.600000	53.960000	190	253	264	262	52°42'29.6989"N	27°12'24.3035"E	Gr2007\sept10-14_2_04
25	G07_2-05	8.070000	80.260000	246	306	300	322	52°42'29.6699"N	27°12'24.3034"E	Gr2007\sept10-14_2_05
26	G07_2-06	11.870000	79.430000	246	306	300	322	52°42'29.6666"N	27°12'24.3034"E	Gr2007\sept10-14_2_06
27	G07_2-07	2.300000	95.540000	246	306	300	322	52°42'29.6561"N	27°12'24.3171"E	Gr2007\sept10-14_2_07
28	G07_2-08	0.550000	97.570000	273	328	314	346	52°42'29.5839"N	27°12'24.2208"E	Gr2007\sept10-14_2_08
29	G07_2-09	0.550000	98.350000	361	407	353	447	52°42'29.4794"N	27°12'24.0834"E	Gr2007\sept10-14_2_09
30	G07_2-10	0.380000	98.240000	458	499	407	569	52°42'29.4362"N	27°12'23.9997"E	Gr2007\sept10-14_2_10
31	G07_2-11	0.400000	98.420000	509	593	442	627	52°42'29.3854"N	27°12'23.9756"E	Gr2007\sept10-14_2_11
32	G07_2-12	1.530000	96.120000	449	507	408	564	52°42'29.3501"N	27°12'23.9789"E	Gr2007\sept10-14_2_12
33	G07_2-13	6.230000	86.820000	274	335	292	373	52°42'29.2739"N	27°12'23.9530"E	Gr2007\sept10-14_2_13
34	G07_2-14	6.540000	85.140000	279	335	297	372	52°42'29.2364"N	27°12'23.8459"E	Gr2007\sept10-14_2_14
35	G07_2-15	23.850000	56.200000	206	268	263	275	52°42'29.1986"N	27°12'23.7200"E	Gr2007\sept10-14_2_15
36	G07_2-16	23.950000	31.800000	136	209	225	208	52°42'29.0294"N	27°12'23.7302"E	Gr2007\sept10-14_2_16

Рисунок 2 – Структура ГИС (фрагмент) торфяные почвы

координатной привязки контрольных точек тематических профилей были задействованы новейшие спутниковые данные GeoEye-1 (29.06.2009) сверхвысокого разрешения (0,4 м). Обработка спутниковых данных осуществлялась на единой информационной платформе в специализированном программном обеспечении ERDAS Imagine и ArcGIS. Программа классификации растров создана с использованием аппарата построителя моделей Model Builder в рамках интегрированной среды ArcGIS 10.0.

#### Результаты и их обсуждение

**Структура ГИС торфяных почв.** На основе комплексного анализа отражательной способности торфяных почв, выборочного наземного космозатонирования и тематической интерпретации спектральной космосьемки была разработана геоинформационная система (ГИС) на примере полигонов Старобинский и ПОСМЗ и Л, включающая четыре взаимосвязанные базы геоданных (БГД): БГД наземной мониторинговой информации КЭУ; БГД космоснимков; БГД GPS-привязки контрольных точек профилей, БГД химико-аналитических (влажность,

зольность) и атрибутивных данных. Контролируемые показатели, взаимосвязаны в десять информационных слоев и представлены в таблице атрибутов (фрагмент) «Attributes for d:\mvs\_grst05/n\_pr1-5\_2007.shp», рисунок 2.

В состав информационных слоев входят: наименование полигона, номер тематического профиля, номер контрольной точки отбора проб (слой 1); влажность, зольность (слой 2, 3), спектральные яркости в четырех каналах Ikonos (слои 4–7); координатная привязка точек отбора проб в системе WGS-84 (слои 8, 9); дата космосьемки (слой 10) [2].

Работоспособность алгоритма зависимости спектральной яркости торфяных почв от зольности почвы в четырех спектральных каналах Ikonos (синем, зеленом, красном и ближнем инфракрасном) показала, что наиболее информативным из них является красный, а характер распределения значений достоверно описывается полиномом четвертой степени с коэффициентом детерминации  $R^2 = 0,83$ . На рисунке 3 в качестве примера представлены графики для двух полигонов: Старобинский и ПОСМЗ и Л.

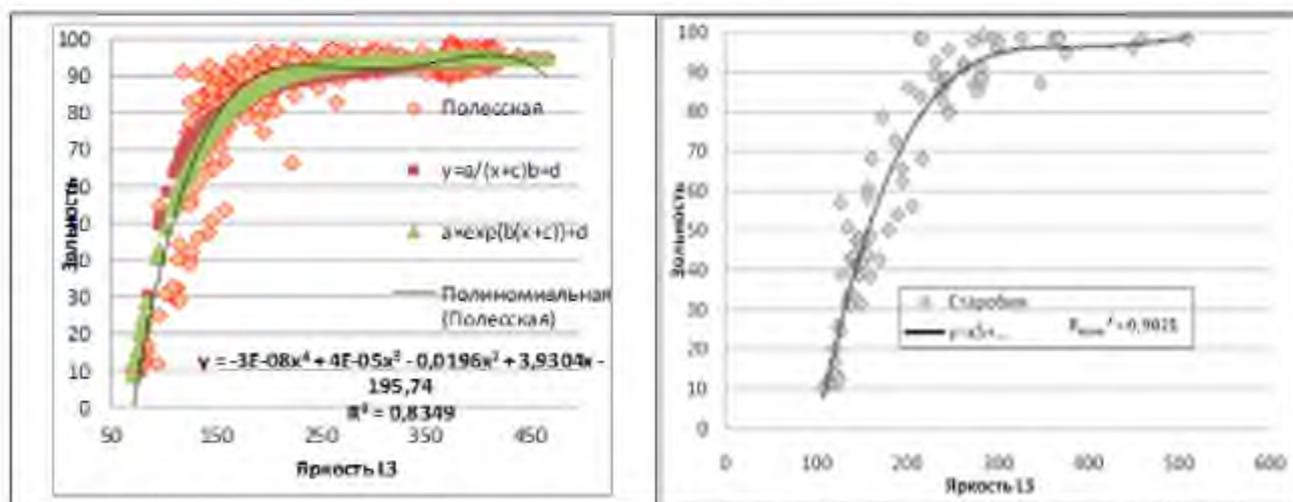


Рисунок 3. – Алгоритмы зависимости яркости от зольности открытых торфяных почв (по Ikonos), Старобинский и ПОСМЗ и Л

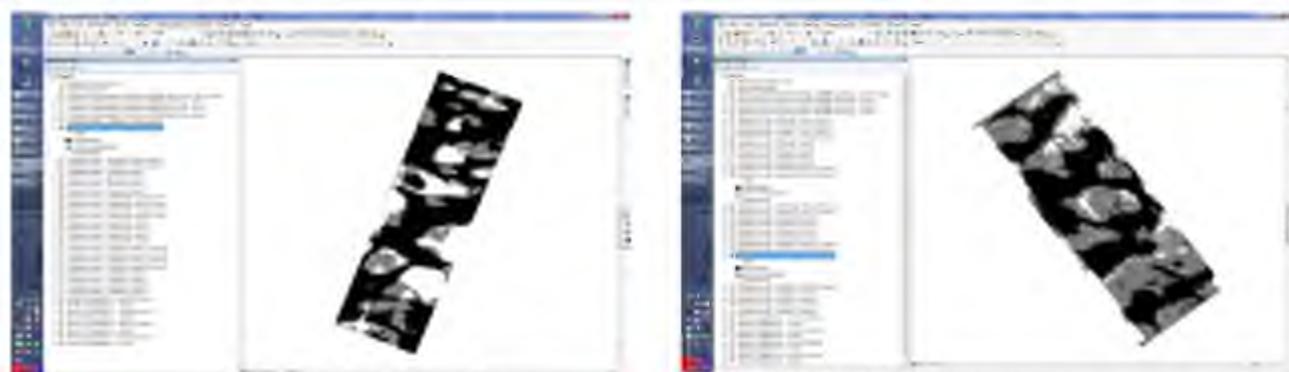


Рисунок 4. – Классифицированные растры ПОСМЗ и Л 2-х эталонов

На рисунке 4 представлен результат картирования торфяных почв (два эталонных участка) с визуализацией в виде классифицированного растра по трем уровням зольности с использованием специальных ПС, которые позволяют решать задачу по любому заданному количеству классов. В окне графического интерфейса ArcGIS (левая часть рисунка 4) представлен используемый инструментарий для управления процессом.

Работоспособность ПС апробирована на основе независимой классификации аэрофотоснимков 2015 года сверхвысокого разрешения (0,3 м) и получена однозначная сходимость результатов классификации.

Достигнутые результаты были получены в ходе реализации заданий по программам Государства Космос–СГ (2004–2007), Космос–НТ (2008–2011), «Мониторинг–СГ» (2013–2017) и в настоящее время являются продолжением работ по развитию и внедрению методов дистанционной диагностики для мониторинга деградированных земель Беларуси.

#### Выводы

1. ПС позволяют снизить затраты на обработку, анализ наземных мониторинговых и дистанционных данных, а также упростить процессы получения, представления и визуализации выходной продукции. Результаты направлены на расширение и оптимизацию функциональных возможностей космического мониторинга торфяных почв Полесья.

2. По сравнению с традиционными наземными методами учета и контроля торфяных почв данные подходы позволяют повысить точность индикации границ мелких контуров и исключить их потери при подсчете деградированных площадей, повысить детальность и оперативность информации о состоянии земель.

3. Задачи, решаемые на основе ПС, обоснованы с точки зрения научно-практической и экологической значимости, а также методической возможностью их реализации на основе ДДЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Способ оценки степени деградации мелиорированных торфяных почв / О.В. Кривонос, З.А. Ничипорович, А.А. Ковалев // Патент РБ № 7938 от 30.04.2006.
2. Ничипорович, З.А. Создание сети калибровочно-эталонных участков как первый этап в решении задач спутникового мониторинга нарушенных торфяных месторождений Беларуси (на примере Гричино-Старобинского полигона) / З.А. Ничипорович, Е.К. Радевич // Мелиорация. – 2012. – № 2. – С. 89–94.
3. Nichiporovich, Z.A. Experience with mapping of bog ecosystems based on remotely sensed spectral data / Z.A. Nichiporovich, E.A. Radevich // Journal of Applied Spectroscopy. – 2013. – V. 79. – № 6. – P. 944–948.
4. Nichiporovich, Z.A. Experience using the NDVI normalized difference vegetation index for monitoring Polesye agricultural land based on multispectral Ikonos satellite imaging data / Z.A. Nichiporovich and E.A. Radevich // Journal of applied spectroscopy. – 2012. – V. 79, № 4. – P. 670–673.

## POSSIBILITIES OF POLESIA PEAT SOILS MAPPING UNDER THE SOFTWARE TOOLS FOR MULTISPECTRAL SATELLITE DATA OF HIGH RESOLUTION IKONOS

NICHIPOROVICH Z.A., MIKUTSKIY V.S.

The article presents the results of automated mapping of reclaimed peat soils on Polesie spektrozonaln high-resolution Ikonos satellite data using the Python programming language Builder apparatus Modelbuilder in ArcGIS 10.0 in environmen through the integrated according to specified levels of ash, depending on the brightness of the spase image with visualization of raster output.

УДК 338.48:551(477+476)

## ПЕРСПЕКТИВЫ ТРАНСГРАНИЧНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА УКРАИНЫ И БЕЛАРУСИ В СФЕРЕ ЭКО- И ГЕОТУРИЗМА

Е.А. Ремезова

Институт геологических наук НАН Украины, г. Киев, Украина

В статье анализируются перспективы трансграничного сотрудничества Украины и Беларуси в сфере туризма. Предложен вариант геотуристического маршрута по территории Киевской и Житомирской областей Украины и Гомельской области Беларуси. Во взаимосвязи с природными условиями рассматриваются процессы этногенеза славян.

### Введение

Способствуя развитию предпринимательства, улучшению доступа в регионы и безопасности на границах, охране окружающей среды, развитию региональных и местных возможностей для социально-экономического развития, проявлению местных общественных инициатив, туризм является одной из наиболее важных сфер в экономике многих стран. Территориальная кооперация в рамках ЕС преодолевает негативные эффекты границ как барьеров, максимизирует синергию потенциалов территорий, продвигает совместные решения общих проблем и в результате этого способствует гармонизации и сбалансированной интеграции территорий в ЕС и улучшению качества жизни граждан [1, с.10]. Такое сотрудничество способствует в сфере экологии унификации природных экосистем, разделенных границами, выработке единого подхода к их изучению, освоению и сохранности. В Европе существует множество трансграничных маршрутов, таких как «Янтарный путь», «Пиренейское железно», «Парки, сады и пейзаж» и другие, объединяющие несколько стран и пользующиеся популярностью у туристов [2]. Однако в целом отмечается недостаточная вовлеченность регионов Украины и Беларуси в проекты трансрегионального сотрудничества, хотя оно перспективно в сфере туризма [3, с.150]. Менее разработанным в этом контексте является эко- и геотуризм, а значит, тут есть перспективы для разработки совместных проектов.

### Методика и объекты исследования

Автором проанализированы многочисленные источники (архивные и опубликованные) по приграничным регионам Украины и Беларуси, проведен ряд полевых маршрутов по уточнению объектов геотуризма, в т.ч. в рамках украинско-польского проекта «Пути янтаря» (2015–2017 гг.).

### Результаты и их обсуждение

Приграничные регионы Украины и Беларуси объединяет их расположение в пределах Полесья. Согласно определению, приведенному в [4, с. 56] Полесье – это собственное название территории в пределах южной части Беларуси, северной части Украины и частично России (в басс. Днепра, Припяти и Десны) общей площадью около 270 тыс. км<sup>2</sup>. Полесье имеет умеренно-континентальный климат с теплым и влажным летом и мягкой зимой. Здесь господствуют ПТК аллювиально-зандровых низменностей с дерново-слабоподзолистыми почвами под борами и суборами, низинными болотами; моренно-зандровыми равнинами с дерново-среднеподзолистыми почвами под

грабовыми суборами; террасные песчаные равнины с дерново-слабоподзолистыми почвами в комплексе с дерновыми и торфяно-болотными почвами под борами и суборами; проходные слабодренованные долины с дерново-подзолистыми глеевыми почвами, низинными торфяниками и ольховыми кустарниками; лесные и лугово-болотные поймы. Т.е. это местность смешанных лесов с низменным рельефом, который сформировался при участии водно-ледниковых и аллювиальных отложений, с чрезмерным увлажнением, густой гидросетью, распространением дерново-подзолистых и болотных почв, с низинными болотами и хвойно-широколиственными лесами. В культурно-историческом, археологическом отношении – своеобразный мост, по которому происходило переселение славян с запада на восток, из Повисоленья в Приднепровье [5, с. 46]. Такая специфика региона определяет необходимость разрабатывать туристические маршруты с учетом разных составляющих: историко-культурных, природных, археологических. Одним из таких маршрутов может быть маршрут «Зелеными тропами Полесья к славянским истокам». Он начинается в Киеве, центре Киевской Руси, затем продолжается через Коростень, Олевск, Полесский заповедник (украинская и белорусская части), Овруч, Мозырь, Лоев, Гомель, Туров. Здесь собраны наиболее интересные природные памятники Полесья и историко-культурное наследие населения края.

В Киеве в контексте этого маршрута следует посетить Национальный природоведческий музей НАН Украины, где можно получить современное представление о природе края. Также интересно изучить многочисленные памятники периода Киевской Руси: Десятинную церковь, Софийский собор, Золотые ворота, Выдубицкий монастырь, церковь Спаса на Берестове и др. Здесь можно познакомиться с техникой строительства и использованием каменных материалов. Из геологических объектов заслуживает внимания разрез в с. Новые Петровцы, где обнажаются породы четвертичного, неогенового и палеогенового возраста. Здесь можно увидеть лесоовидные и моренные красно-бурые суглинки, красно-бурые глины неогена и отложения полтавской серии (пески и углистые глины), разрез палеогена, где в отложениях межигорской свиты, найден янтарь – один из священных камней славян [6, с. 59]. В Коростене интерес для туристов представляет городской парк им. Н. Островского, который является природным ландшафтом, где можно осмотреть интересные геологические памятники: Ольгиную купальню, Гигантские Котлы и Бараны Лбы

[6, с. 35]. Это выходы гранитов-рапакиви коростенского комплекса, сглаженные действием ледника днепровского материкового оледенения, Скалы Ольгины купальни связаны с именем княгини Ольги, отомстившей Искоростеню за гибель своего мужа князя Игоря. В парке находятся также памятники князю Малу, Покровы Божьей Матери, Добрыне Никитичу. Также можно осмотреть Красную горку, где располагалось замчище одного из городищ, и краеведческий музей с интересными экспонатами, среди которых находки уникальных ювелирных украшений, а также этнографический музей Полесья в школе № 5. Рядом, в с. Немировка, известен Игорев курган.

В Олевске интерес представляет местный краеведческий музей, Бабина гора, где создается уникальный археологический музей-скансен, а также близ села Рудня-Замысловичская — Каменное село, памятник природы, геологический заказник государственного значения Украины, который представляет собой скопление крупных валунов на нескольких гектарах леса. Далее маршрут пролегает по территории Полесского заповедника, где есть экотропа и ряд интересных объектов: музей «Древлянское село», природоведческий музей, урочища Золотава и Белый Берег, городище Нора, Курган деда Козака и камень Костюшка, Святой Колодец, Лысая Гора и Святые Луга. В пределах Житомирского Полесья известно 1998 видов сосудистых растений, из которых в заповеднике насчитывается 602 [7, с. 37, 184].

В Овруче интересен храм св. Василия, который является не только известным памятником архитектуры, но и образцом использования местных материалов в строительстве: резных деталей убранства храма из пиррофиллита, элементов цоколя и брусчатки — из кварцита. Недалеко от города можно осмотреть карьер по добыче кварцита, а также современный карьер (неработающий) по добыче пиррофиллита и древний карьер X в., описанный еще П.А. Тутковским возле с. Хлупляны [8].

Далее маршрут проходит по территории Беларуси. В качестве нового объекта специализированных туров может быть выбран Полесский радиационно-экологический заповедник, как нестандартный ресурс развития туризма. Это уникальный научный полигон, демонстрирующий ход процессов естественного развития животного и растительного мира без вмешательства человека. Кроме того, туристы имеют уникальную возможность побывать в покинутых местными жителями полесских деревнях, наглядно оценить масштабы и последствия чернобыльской катастрофы. Северо-западнее заповедника находится интереснейший Припятский национальный парк — «белорусская Амазония». Управление этим объектом находится в летописном Турове — городе музее. Здесь находится цепь курганов, раскопано языческое святилище. На территории окольного города главной достопримечательностью является фундамент храма XII века, накрытый современным павильоном — «Скрипта», а также остатки деревянных сооружений. Создан комплекс «Древний Туров» — филиал краеведческого музея. Следующий пункт маршрута — г. Мозырь. На территории

района расположены цепи форм краевого ледникового рельефа — Мозырская гряда, являющаяся одной из наиболее расчлененных возвышенностей в Беларуси. Близ Мозыря известны ледниковые отторженцы глауконито-кварцевых песков палеогена и неогеновых пестроцветных глин. Одной из особенностей рельефа этого района являются золотые образования-дюны, бугристые пески [9, с. 281–285]. Главной же достопримечательностью города является воссозданная копия деревянного замка [10, с. 128]. В 1999 году был открыт музей народной культуры Мозырщины «Палеская веда». В 30 км от Мозыря находится д. Юровичи, где в обнажениях можно проследить в виде надвинутой чешуи неогеновые пески и моренные суглинки [9, с. 286]. Тут известна древнейшая в Беларуси палеолитическая стоянка, несколько неолитических стоянок, городище VI–VIII века и остатки ранее неизвестного города IX–X веков. На границе Беларуси и Украины, там, где Сож впадает в Днепр, располагается Лоев. Памятником природы является «Лоевское геологическое обнажение», которое изучается белорусскими учеными с 1930 г. В 1963 г. оно было объявлено памятником природы республиканского значения. Обнажение находится в Лоеве, в городском парке, на правом берегу Днепра более 300 метров ниже устья реки Сож. Здесь на глубине 3–7 м найдена пыльца, споры и семена более ста видов растений, которые дали возможность выявить последовательность смены климата и растительности Лоевского межстадиала и последнего, муравинского межледневековья. Лоевское геологическое обнажение является опорным разрезом антропогенных отложений в Беларуси, имеет мировую известность и охраняется государством.

Заканчивается маршрут в Гомеле — крупном городе юга Беларуси. До начала XIII в. Гомель был одним из крупнейших городов на земле радимичей. Визитной карточкой Гомеля является дворцово-парковый ансамбль Румянцевых и Паскевичей — памятник архитектуры конца XVIII — середины XIX веков [10, с. 114]. В настоящее время в его состав входят шесть музейных объектов, среди которых музейная экспозиция археологии и «Мир природы».

Возможно включение в такие трансграничные маршруты и других интересных мест двух стран. Эти маршруты должны отражать особенности духовной и материальной культуры Полесья и природные особенности, которые способствовали формированию уникальности этого региона Европы.

Трансграничное сотрудничество в сфере туризма также может развиваться в контексте «Янтарных путей Европы», в создании серии маршрутов по озерно-болотным комплексам двух стран, по заповедным местам и др.

#### Выводы

Предложенный маршрут является проектом, который требует развития в контексте трансграничного сотрудничества: уточнения списка туристических аттракций, особенно геологических памятников, издания путеводителей, туристических карт, проведение этно-фестивалей, художественных выставок, фестивалей украинской и белорусской кухни, разви-

тия инфраструктуры городов Полесья и в результате – создания специального туристического бренда «Полесье». Возможны и другие маршруты в пределах Полесья, которые отражали бы взаимосвязь культуры жителей этого региона и вовлеченность в природную среду, от древнейших племен до современного населения, проживающего на Полесье.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. European territories: from cooperation to integration. / ed. by G.Gorzela, K.Zawalińska. – Wyd. Naukowe SCHOLAR: Warsaw, 2013. – 320 p.
2. Артеменко, С.В. Трансграничные туристические маршруты как одна из форм трансграничного сотрудничества / С.В. Артеменко, И.Л. Федорова // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://internationalconference2014.wordpress.com> Дата доступа: 11.06.2016.
3. Лівенцева, Г. Мережа геологічних маршрутів транскордонним Поліссям (перспективи створення та наукове значення) / Г. Лівенцева, М. Крочак // Геотуризм. Практика і досвід. Матеріали III міжнар. наук.-практ. конф. – Львів: Каменяр, 2018. – С. 148–150.
4. Маринич, О.М. Полісся / О.М. Маринич // Українська географічна енциклопедія. – К.: «УРЕ» ім. М.Бажана, 1989–1993. – Т. 3. – С. 58.
5. Кухаренко, Ю.В. Полесье и его место в процессе этногенезе славян // Полесье (лингвистика, археология, топонимика) – М.: Наука, 1968. – С. 18–40.
6. Геологические памятники Украины: справочник-путеводитель // Н.Е. Коротенко, А.С. Щирица, А.Е. Каневский [и др.]. – К.: Наук. думка, 1985. – 156 с.
7. В краю пандыша и азапии / Г.К. Смык, Н.Н. Бортняк, Л.С. Балашев [и др.]. – К.: Урожай, 1988. – 208 с.
8. Тутковский, П.А. Древнейшая добывающая промышленность на Волыни / П.А. Тутковский // Труды общества исследователей Волыни. – Житомир, 1915. – Том XI. – Вып. 1.
9. Матвеев, А.В. Рельеф Белоруссии / А.В. Матвеев, Б.Н. Гурский, Р.И. Левицкая. – Минск: Университетское, 1988. – 320 с.
10. Лучшее в Беларуси: тур. путеводитель / Е.С. Калейник и др. – Минск: Ренессанс Паблішннг, 2016. – 376 с.

## THE PROSPECTS OF TRANS-BOUNDARY COOPERATION OF UKRAINE AND BELARUS IN THE SPHERE OF ECO- AND GEO-TOURISM

REMEZOVA O.A.

In the article the prospects of trans-boundary cooperation of Ukraine and Belarus in the sphere of tourism are analyzed. The variant of geo-touristic route on the territory of Kyiv and Zhytomyr regions of Ukraine and Gomel region of Belarus is suggested. In the connection of nature conditions the processes of Slav ethno-genesis are examined.

УДК 504.4.062.2 (476-13)

## ОЦЕНКА ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

Е.В. Санец, О.В. Кадацкая, Е.П. Овчарова

«Институт природопользования НАН Беларуси», г. Минск, Беларусь

В статье рассматривается современное состояние и использование водных ресурсов в Брестской области Беларуси. Характеристика водных ресурсов дается на основании экологических показателей, применяемых в международных и национальных докладах по оценке качества окружающей среды. Приводятся сведения об особенностях водопользования в рассматриваемом регионе, а также анализируется гидрохимическое состояние трансграничной реки – Западного Буга.

**Введение**

Решение задач в области рационального использования водных ресурсов базируется на объективной оценке их состояния на основе анализа официальной статистической информации, при обработке которой, как правило, возникает проблема выбора из множества показателей необходимого минимума, отражающего специфику рассматриваемого ресурса.

Вместе с тем, как известно, существуют определенные требования к проведению оценок состояния окружающей среды в целом и водных ресурсов в частности, которые подразумевают использование унифицированных экологических показателей, позволяющих сопоставлять результаты, полученные в различных странах Европы [1].

Экологические показатели, необходимые для оценки состояния водных ресурсов, включают сведения о заборе пресных вод и их использовании, потреблении воды в расчете на душу населения, потерях воды, повторном и оборотном использовании воды, отведении сточных вод и сбросе загрязняющих веществ в водные объекты. Состояние водных объектов при этом предполагает анализ содержания в поверхностных водах органических веществ, нормируемых по БПК<sub>5</sub>, соединений азота и фосфора [2].

**Результаты и их обсуждение**

Анализ экологических показателей, характеризующих особенности водопользования в Брестской области, проводился по данным за 2012–2016 гг., представленным в информационных материалах Национального статистического комитета Республики Беларусь. Состояние водных экосистем оценивалось по гидрохимическим данным, полученным в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды Республики Беларусь за тот же период.

Экологический показатель «забор пресных вод» и конкретизирующие его показатели (добыча воды в расчете на одного жителя, использование воды на различные хозяйственные нужды) позволяет оценить давление на окружающую среду в связи с изъятием поверхностных и подземных вод и их использованием, выявить тенденции в изменении объемов забираемой и используемой пресной воды.

Из поверхностных водных объектов и подземных источников на территории Брестской области в 2016 г. забрано около 256 млн м<sup>3</sup> воды. При этом на уровне районов наиболее существенный забор воды имел место в Березовском (53 млн м<sup>3</sup>), Лунинецком (35 млн м<sup>3</sup>), Ганцевичском (33 млн м<sup>3</sup>) и Пинском (26,1 млн м<sup>3</sup>) районах, наименьший – в Дрогичинском

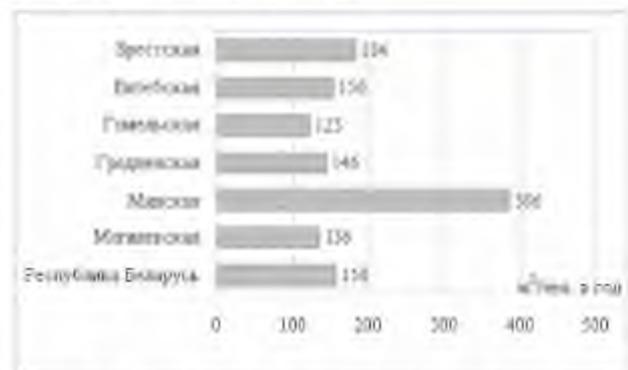
(8 млн м<sup>3</sup>), Каменецком (4 млн м<sup>3</sup> млн м<sup>3</sup>) и Столинском (4,2 млн м<sup>3</sup>). Следует отметить, что в Лунинецком районе повышенный на фоне остальных районов забор воды обусловлен главным образом интенсивным водоотливом из карьера «Микашевичский», на который в 2016 г. пришлось около 70 % забранных в районе природных вод.

Общий объем добычи природных вод в 2016 г. по сравнению с 2015 г. сократился на 10 млн м<sup>3</sup>. При этом количество забранной воды как из поверхностных, так и из подземных источников уменьшилось на 5 млн м<sup>3</sup>, что в целом и обусловило суммарный объем сокращения, которое прослеживается в Брестской области с 2014 г. В структуре общего водозабора доминирование добычи воды из подземных горизонтов особенно отчетливо проявилось в 2015–2016 гг. (таблица 1).

**Таблица 1.** – Структура добычи природных вод в Брестской области в 2012–2016 гг., млн м<sup>3</sup>

Год	Водозабор			% подземного водозабора
	общий	поверхностной воды	подземной воды	
2012	312	169	143	45,8
2013	280	139	141	50,4
2014	284	143	141	49,7
2015	266	127	139	52,3
2016	256	122	134	52,3

Обеспеченность жителей области забранными из природных источников водными ресурсами достигает 184 м<sup>3</sup>/чел. в год, что значительно превышает величину данного показателя практически для всех других областей страны (за исключением Минской) и для Беларуси в целом (рисунок 1).



**Рисунок 1.** – Забор воды из природных источников в расчете на одного жителя по областям Беларуси в 2016 г., м<sup>3</sup>/чел. в год

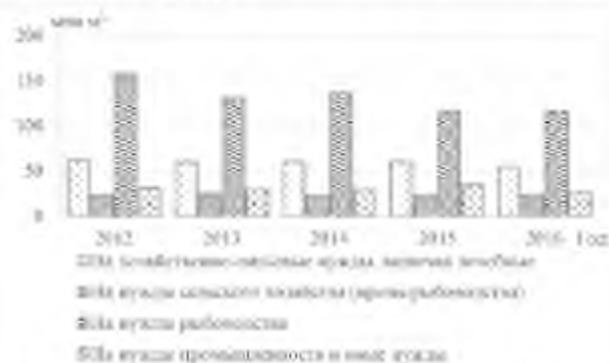
Образующиеся при транспортировке к местам использования «потери воды» характеризуют техническое состояние водопроводных систем, а динамика их количественных показателей позволяет определить эффективность мер, направленных на улучшение водохозяйственной системы как страны в целом, так и ее регионов.

В рассматриваемый период прослеживается тенденция к сокращению объема потерь воды при транспортировке во всех областях страны и, как следствие, в Беларуси в целом. Так, в 2016 г. потери воды уменьшились по сравнению с 2012 г. на 16 млн м<sup>3</sup>. При этом наименьшие потери воды характерны для Брестской и Гродненской областей, наибольшие – для Минской (рисунок 2).



**Рисунок 2.** – Потери воды при транспортировке по областям Беларуси в 2016 г., млн м<sup>3</sup>

В 2016 г. на различные хозяйственные нужды использовано 222 млн м<sup>3</sup> воды, из которых основное количество (52 %) пришлось на прудовое рыбное хозяйство. На хозяйственно-питьевые и производственные цели израсходовано соответственно 25 и 12 % (рисунок 3). Следует подчеркнуть, что в Брестской области структура распределения забранной воды среди водопользователей существенно отличается от характерной для страны в целом. Так, в Беларуси наиболее значительная часть водных ресурсов, как правило, идет на удовлетворение хозяйственно-питьевых нужд, тогда как на нужды рыбоводства по данным 2016 г. израсходовано всего 26 % от общего объема использованной воды.



**Рисунок 3.** – Динамика использования воды в Брестской области на нужды экономики в 2012–2016 гг., млн м<sup>3</sup>

Удельное водопотребление, характеризующее количество воды, расходуемое на хозяйственно-

питьевые нужды в расчете на одного человека в сутки, является важным экологическим показателем, свидетельствующим как о доступности воды для населения, так и об эффективном ее использовании.

Согласно [3], в 2016 г. данный показатель в целом для страны составил 145 л/чел./сут. и соответствовал уровню потребления воды в большинстве стран Европы (120–150 л/чел./сут.). Однако, в сравнении с 2014–2015 гг. удельное водопотребление увеличилось на 8 л/чел./сут. В то же время в Брестской области оно сократилось на 11 л/чел./сут. и составило всего 108 л/чел./сут., что оказалось существенно меньше, чем в других областях страны (114–207 л/чел./сут.).

Более 90 % образованных в области сточных вод поступает в водные объекты, количество которых в течение рассматриваемых лет варьировало в пределах 149–196 млн м<sup>3</sup>, составив в 2016 г. 189 млн м<sup>3</sup>. Риск загрязнения рек связан главным образом со сбросом в водотоки нормативно очищенных сточных вод, содержащих загрязняющие вещества в результате неэффективной работы очистных сооружений, объем которых в 2016 г. достиг 144 млн м<sup>3</sup>. Количество загрязняющих веществ, поступивших в водные объекты области, представлено в таблице 2.

**Таблица 2.** – Сброс загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты Брестской области в 2012–2016 гг. [3]

Загрязняющее вещество	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Органические вещества (БПК <sub>5</sub> ), т	1250	1400	1410	1330	1490
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии, т	20	10	20	18	25
Фосфат-ион (в пересчете на P), т	110	60	80	140	160
Сульфат-ион, т	4110	3430	3370	2940	3360
Аммоний-ион (в пересчете на N), т	1300	520	600	230	180
Нитрит-ион (в пересчете на N), т	10	0	0	3	3
Медь, т	0,26	0,26	0,22	0,19	0,19
Другие металлы (железо общее, цинк, никель, хром общий), т	77,82	50,44	38,79	37,69	26,22

Оценка химического состояния р. Западный Буг проведена с использованием среднегодовых концентраций органических веществ, нормируемых по БПК<sub>5</sub>, азота аммонийного и фосфатов (фосфора фосфатного).

Среднегодовое содержание органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) в рассматриваемый период колебалось в воде контролируемых участков Западного Буга от 2,47 до 5,08 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, причем его наименьшие значения находились в диапазоне 2,47–3,35 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, наибольшие – 3,45–5,08 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>. В 2016 г. среднегодовое значение БПК<sub>5</sub> варьировало в диапазоне 3,38–4,41 мгО<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>.

Среднегодовое содержание азота аммонийного в воде Западного Буга выше ПДК ( $0,52-0,88 \text{ mgN/dm}^3$ ) установлено во все годы пятилетнего периода на отрезке реки у н.п. Речица, У н.п. Томашевка и н.п. Новоселки повышенное содержание азота аммонийного обнаруживалось только в отдельные годы.

Наиболее серьезная ситуация наблюдается в отношении фосфора фосфатного, среднегодовое содержание которого в воде реки ( $0,116-0,222 \text{ mgP/dm}^3$ ) в 100 % случаев превышало ПДК во все рассматриваемые годы.

#### **Выводы**

Обеспеченность жителей Брестской области забранными из природных источников водными ресурсами значительно превышает таковую практически для всех других областей страны (за исключением Минской) и для Беларуси в целом.

Установленное снижение потерь при транспортировке забранной воды свидетельствует об эффективности действий, направленных на совершенствование водного хозяйства.

Структура распределения забранной воды среди водопользователей в Брестской области существенно отличается от характерной для страны в целом.

В результате отведения сточных вод, содержащих загрязняющие вещества, отчетливо проявляется загрязнение Западного Буга азотом аммонийным на отрезке реки в районе н.п. Речица и фосфатами на всем контролируемом участке реки.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Экологические показатели и основанные на них оценочные доклады. Восточная Европа, Кавказ и Центральная Азия / ЕЭК ООН – Нью-Йорк, Женева, 2007.
2. Кадацкая, О.В. Экологические показатели оценки водных ресурсов Беларуси / О.В. Кадацкая // Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения: сборник научных статей – Вып. 1 – Минск, 2013.
3. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год) – Минск, 2017.

## **EVALUATION OF WATER RESOURCES OF BREST REGION ACCORDING TO ENVIRONMENTAL INDICATORS**

**SANETS E.V., KADATSKAYA O.V., AUCHAROVA A.P.**

The current state and use of water resources in the Brest Region of Belarus are considered in this article. Characteristic of water resources is given on the basis of environmental indicators that are used in international and national reports on environmental quality assessment. Data on the features of water use in the region are given as well as the hydrochemical state of the transboundary river – the Western Bug.

УДК 57.043

## КОНВЕРСИОННЫЕ ДОЗОВЫЕ КОЭФФИЦИЕНТЫ ТРАНСУРАНОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ РАСТЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Р.К. Спилов, А.Н. Никитин

«Институт радиобиологии НАН Беларуси», г. Гомель, Беларусь

В работе представлены конверсионные дозовые коэффициенты трансураниевых элементов ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) для растений, произрастающих в условиях хронического облучения на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Полученные коэффициенты могут служить входными параметрами при оценке экологических рисков для экосистем ПГРЭЗ.

### Введение

На сегодняшний день актуальной радиозологической проблемой является вопрос о радиационной безопасности не только человека, но и биоты, особенно находящейся при воздействии хронического облучения, как в случае популяций растений Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Применение дозовых коэффициентов трансураниевых элементов (ТУЭ) необходимо при оценке экологических рисков в рамках радиационной безопасности окружающей среды.

Цель работы: определить конверсионные дозовые коэффициенты трансураниевых элементов для растений ПГРЭЗ.

### Методика и объекты исследования

Объектами исследования являлись почва, а также травянистые, кустарничковые и древесные виды высших растений, произрастающих на территории ПГРЭЗ. Отбор почвенных и растительных образцов проводили по общепринятым методикам [1] в 2015 г. на четырех площадках ПГРЭЗ, отличающихся по степени загрязнения радионуклидами. Плотность загрязнения ТУЭ почвы пробных площадок представлена в таблице 1.

Таблица 1. – Плотность загрязнения почвы пробных площадок

Пробная площадка	Плотность загрязнения, «Бк·м <sup>-2</sup> »		
	$^{238}\text{Pu}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
I	15,79±2,37	38,03±5,71	96,82±14,52
II	11,44±1,72	22,85±3,43	79,89±11,98
III	7,22±0,64	16,03±1,40	48,58±10,14
IV	1,35±0,18	2,27±0,27	7,93±2,07

Как видно из таблицы 1, наибольшая плотность загрязнения по всем исследуемым изотопам характерна для почвы пробной площадки I, наименьшая – для площадки IV. Выделение ТУЭ из образцов проводили методом радиохимического анализа [2]. Активность ТУЭ измеряли на альфа-спектрометрической системе Alpha Analyst от CANBERRA. Математическую обработку спектров проводили при помощи программного обеспечения Apex Alpha. На основе удельной активности рассчитывали мощность поглощенной дозы ТУЭ [3] и мощность эквивалентной дозы с коэффициентом качества  $\alpha$ -излучения равным 5 [4]. Конверсионные дозовые коэффициенты рассчитывали как отношение мощности эквивалентной дозы к плотности загрязнения пробной площадки.

Таблица 2. – Конверсионные дозовые коэффициенты (Дк) для травянистых растений

Фитомасса	Дк (мкЗв·сут <sup>-1</sup> )·(кБк·м <sup>-2</sup> ) <sup>-1</sup>		
	$^{238}\text{Pu}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
Семейство Астровые ( <i>Asteraceae</i> )			
Полынь горькая ( <i>Artemisia absinthium</i> ), площадка I			
Надземная	9,71·10 <sup>-3</sup>	6,69·10 <sup>-3</sup>	6,75·10 <sup>-3</sup>
Подземная	4,05·10 <sup>-1</sup>	3,77·10 <sup>-1</sup>	4,55·10 <sup>-1</sup>
Семейство Бобовые ( <i>Fabaceae</i> )			
Горошек мышиный ( <i>Viola cracca</i> ), площадка I			
Надземная (цветки)	9,26·10 <sup>-3</sup>	2,27·10 <sup>-3</sup>	2,55·10 <sup>-3</sup>
Надземная	3,37·10 <sup>-2</sup>	2,33·10 <sup>-2</sup>	2,83·10 <sup>-2</sup>
Подземная	4,42	7,42·10 <sup>-1</sup>	1,09
Семейство Деннштедтиевые ( <i>Dennstaedtiaceae</i> )			
Орляк обыкновенный ( <i>Pteridium aquilinum</i> ), площадка IV			
Надземная	1,60·10 <sup>-1</sup>	9,78·10 <sup>-2</sup>	2,62·10 <sup>-1</sup>
Подземная	1,72·10 <sup>-2</sup>	3,13·10 <sup>-2</sup>	3,52·10 <sup>-2</sup>
Семейство Ирисовые ( <i>Iridaceae</i> )			
Ирис ложноаировый ( <i>Iris pseudacorus</i> ), площадка IV			
Надземная	1,84·10 <sup>-1</sup>	4,15·10 <sup>-2</sup>	3,29·10 <sup>-2</sup>
Подземная	5,62·10 <sup>-1</sup>	5,12·10 <sup>-1</sup>	3,55·10 <sup>-1</sup>
Семейство Капустные ( <i>Brassicaceae</i> )			

Желтушник серый ( <i>Erysimum diffusum</i> ), площадка I			
Надземная (цветки)	$5,74 \times 10^{-2}$	$2,93 \times 10^{-2}$	$2,63 \times 10^{-2}$
Надземная	$1,26 \times 10^{-2}$	$9,75 \times 10^{-3}$	$1,07 \times 10^{-2}$
Подземная	$3,32 \times 10^{-1}$	$2,87 \times 10^{-1}$	$3,09 \times 10^{-1}$
Семейство Крапивные ( <i>Urticaceae</i> )			
Крапива двудомная ( <i>Urtica dioica</i> ), площадка IV			
Надземная	$1,37 \times 10^{-2}$	$1,36 \times 10^{-2}$	$1,70 \times 10^{-2}$
Подземная	$6,99 \times 10^{-1}$	1,09	$6,43 \times 10^{-1}$
Семейство Мятликовые ( <i>Poaceae</i> )			
Булавоносец седой ( <i>Corynephorus canescens</i> ), площадка I			
Надземная	$6,85 \times 10^{-2}$	$8,55 \times 10^{-2}$	$1,12 \times 10^{-2}$
Подземная	1,87	1,43	1,77
Мятлик луговой ( <i>Poa pratensis</i> ), площадка I			
Надземная	$9,79 \times 10^{-3}$	$3,01 \times 10^{-3}$	$7,15 \times 10^{-3}$
Подземная	1,60	1,44	1,83
Овсяница овечья ( <i>Festuca ovina</i> ), площадка II			
Надземная	$1,16 \times 10^{-2}$	$4,79 \times 10^{-2}$	$2,59 \times 10^{-1}$
Подземная	1,41	1,52	1,50
Тростник обыкновенный ( <i>Phragmites australis</i> ), площадка IV			
Надземная	$7,06 \times 10^{-2}$	$3,11 \times 10^{-2}$	$2,85 \times 10^{-2}$
Подземная	$1,35 \times 10^{-1}$	$1,91 \times 10^{-1}$	$3,18 \times 10^{-1}$
Семейство Осоковые ( <i>Cyperaceae</i> )			
Осока пузырчатая ( <i>Carex vesicaria</i> ), площадка IV			
Надземная	$9,74 \times 10^{-2}$	$1,66 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-2}$
Подземная	$5,08 \times 10^{-1}$	$5,19 \times 10^{-1}$	$2,69 \times 10^{-1}$
Семейство Спаржевые ( <i>Asparagaceae</i> )			
Ландыш майский ( <i>Convallaria majalis</i> ), площадка IV			
Надземная	$1,34 \times 10^{-1}$	$4,22 \times 10^{-2}$	$5,16 \times 10^{-2}$
Подземная	$6,20 \times 10^{-1}$	$6,41 \times 10^{-1}$	$8,47 \times 10^{-1}$

### Результаты и их обсуждение

Конверсионные дозовые коэффициенты  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  для надземных и подземных органов травянистых растений представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы 2, значения конверсионных дозовых коэффициентов значительно отличаются для подземных и надземных органов разных видов травянистых растений и варьируют в пределах:  $^{238}\text{Pu}$  – от  $9,26 \times 10^{-5}$  (генеративные органы *Vicia cracca*) до

4,42 (корни *Vicia cracca*),  $^{239+240}\text{Pu}$  – от  $2,27 \times 10^{-5}$  (генеративные органы *Vicia cracca*) до 1,52 (корни *Festuca ovina*),  $^{241}\text{Am}$  – от  $2,55 \times 10^{-5}$  (генеративные органы *Vicia cracca*) до 1,83 (корни *Poa pratensis*).

В таблице 3 представлены конверсионные дозовые коэффициенты  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  для надземных и подземных органов кустарничков и кустарников.

Таблица 3. – Конверсионные дозовые коэффициенты (Дк) для кустарничков и кустарников

Фитомасса / Орган	Дк, (мкЗв×сут <sup>-1</sup> )×(кБк×кг <sup>-2</sup> ) <sup>-1</sup>		
	$^{238}\text{Pu}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
Семейство Березовые ( <i>Betulaceae</i> )			
Лещина обыкновенная ( <i>Corylus avellana</i> ), площадка IV			
Лист	$7,35 \times 10^{-1}$	$7,95 \times 10^{-1}$	1,18
Побег	$8,39 \times 10^{-2}$	$1,67 \times 10^{-2}$	$7,68 \times 10^{-2}$
Ствол (кора)	$2,64 \times 10^{-2}$	$1,17 \times 10^{-2}$	$3,37 \times 10^{-2}$
Ствол (камбий)	$2,10 \times 10^{-2}$	-	$2,55 \times 10^{-2}$
Главный корень	$6,34 \times 10^{-1}$	$7,44 \times 10^{-1}$	$9,83 \times 10^{-1}$
Боковой корень	$8,06 \times 10^{-1}$	$8,51 \times 10^{-1}$	3,98
Вересковые ( <i>Ericaceae</i> )			
Черника обыкновенная ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ), площадка II			
Надземная	$7,80 \times 10^{-2}$	$6,37 \times 10^{-2}$	$1,49 \times 10^{-2}$
Подземная	$1,71 \times 10^{-1}$	$1,41 \times 10^{-1}$	$1,76 \times 10^{-1}$
Брусника ( <i>Vaccinium vitis-idaea</i> ), площадка III			
Надземная	$1,81 \times 10^{-1}$	$3,73 \times 10^{-2}$	$5,98 \times 10^{-2}$

Подземная	$5,57 \times 10^{-1}$	$5,79 \times 10^{-1}$	$7,16 \times 10^{-1}$
Черника обыкновенная ( <i>Vaccinium myrtillus</i> ), площадка III			
Надземная	$8,46 \times 10^{-2}$	$3,01 \times 10^{-2}$	$4,94 \times 10^{-2}$
Подземная	$3,03 \times 10^{-1}$	$2,54 \times 10^{-1}$	$5,48 \times 10^{-1}$
Семейство Крушиновые ( <i>Rhamnaceae</i> )			
Крушина ломкая ( <i>Frangula alnus</i> ), площадка II			
Лист	$2,16 \times 10^{-2}$	$2,94 \times 10^{-3}$	$2,58 \times 10^{-3}$
Побег	$1,46 \times 10^{-2}$	$2,47 \times 10^{-3}$	$1,91 \times 10^{-3}$
Корень	$1,58 \times 10^{-1}$	$1,49 \times 10^{-1}$	$1,02 \times 10^{-1}$

Примечание: \* – нет данных

Как видно из таблицы 3, значения конверсионных дозовых коэффициентов как и в случае травянистых растений значительно отличаются для подземных и надземных органов кустарничковых растений и кустарников и варьируют в пределах:  $^{238}\text{Pu}$  – от  $7,80 \times 10^{-3}$  (надземные органы *Vaccinium myrtillus* с площадки II) до  $8,06 \times 10^{-1}$  (боковые корни *Corylus avellana*),

$^{239+240}\text{Pu}$  – от  $2,47 \times 10^{-3}$  (побеги *Frangula alnus*) до  $8,51 \times 10^{-1}$  (боковые корни *Corylus avellana*),  $^{241}\text{Am}$  – от  $1,91 \times 10^{-3}$  (побеги *Frangula alnus*) до  $3,98$  (боковые корни *Corylus avellana*).

В таблице 4 представлены конверсионные дозовые коэффициенты  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$  для надземных и подземных органов древесных растений.

Таблица 4. – Конверсионные дозовые коэффициенты (Дк) для древесных растений

Орган	Дк ( $\text{мкЗв} \cdot \text{сут}^{-1}$ ) $\times$ ( $\text{кБк} \cdot \text{м}^{-2}$ ) <sup>-1</sup>		
	$^{238}\text{Pu}$	$^{239+240}\text{Pu}$	$^{241}\text{Am}$
Семейство Березовые ( <i>Betulaceae</i> )			
Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> ), площадка II			
Лист	$2,31 \times 10^{-2}$	$2,19 \times 10^{-2}$	$5,71 \times 10^{-3}$
Побег	$2,42 \times 10^{-2}$	$4,66 \times 10^{-2}$	$7,56 \times 10^{-3}$
Ствол (кора)	$3,79 \times 10^{-2}$	$6,12 \times 10^{-3}$	$1,59 \times 10^{-2}$
Ствол (камбий)	$3,28 \times 10^{-2}$	$3,19 \times 10^{-2}$	$3,53 \times 10^{-3}$
Главный корень	$7,53 \times 10^{-2}$	$9,00 \times 10^{-2}$	$5,89 \times 10^{-2}$
Боковой корень	$8,11 \times 10^{-1}$	$7,88 \times 10^{-1}$	$8,21 \times 10^{-1}$
Береза повислая ( <i>Betula pendula</i> ), площадка III			
Лист	$3,98 \times 10^{-2}$	$8,11 \times 10^{-2}$	$5,17 \times 10^{-2}$
Побег	$2,10 \times 10^{-2}$	*	$1,53 \times 10^{-2}$
Ствол (кора)	$4,97 \times 10^{-2}$	$1,50 \times 10^{-2}$	$1,00 \times 10^{-2}$
Ствол (камбий)	$5,21 \times 10^{-2}$	$9,83 \times 10^{-3}$	$1,29 \times 10^{-2}$
Главный корень	$1,85 \times 10^{-1}$	$1,80 \times 10^{-1}$	$4,97 \times 10^{-1}$
Боковой корень	1,82	1,62	6,14
Ольха черная ( <i>Alnus glutinosa</i> ), площадка IV			
Лист	$3,85 \times 10^{-2}$	$1,00 \times 10^{-2}$	*
Побег	$1,08 \times 10^{-1}$	$4,52 \times 10^{-2}$	$4,72 \times 10^{-2}$
Ствол (1 секция, кора)	$9,31 \times 10^{-2}$	$1,68 \times 10^{-2}$	$4,56 \times 10^{-2}$
Ствол (1 секция, камбий)	$2,86 \times 10^{-2}$	$6,24 \times 10^{-3}$	*
Ствол (2 секция, кора)	$2,07 \times 10^{-1}$	$6,24 \times 10^{-2}$	$2,02 \times 10^{-1}$
Ствол (2 секция, камбий)	$3,29 \times 10^{-2}$	$5,77 \times 10^{-3}$	$5,64 \times 10^{-3}$
Главный корень	$3,29 \times 10^{-1}$	$3,29 \times 10^{-1}$	$5,32 \times 10^{-1}$
Боковой корень	1,35	1,58	1,88
Семейство Буковые ( <i>Fagaceae</i> )			
Дуб черешчатый ( <i>Quercus robur</i> ), площадка III			
Лист	$5,46 \times 10^{-2}$	$5,68 \times 10^{-3}$	$1,26 \times 10^{-2}$
Побег	$7,24 \times 10^{-2}$	$2,21 \times 10^{-2}$	$3,52 \times 10^{-2}$
Ствол (кора)	$1,35 \times 10^{-1}$	$1,02 \times 10^{-1}$	$1,94 \times 10^{-2}$
Ствол (камбий)	$5,70 \times 10^{-2}$	$2,06 \times 10^{-2}$	$2,16 \times 10^{-2}$
Главный корень	$3,54 \times 10^{-1}$	$3,59 \times 10^{-1}$	$3,92 \times 10^{-1}$
Боковой корень	1,53	1,32	2,40
Семейство Сосновые ( <i>Pinaceae</i> )			
Сосна обыкновенная ( <i>Pinus sylvestris</i> ), площадка III			

Хвоя	$1,49 \times 10^{-1}$	$1,78 \times 10^{-2}$	$1,31 \times 10^{-2}$
Побег (1-3 года, без хвои)	$5,96 \times 10^{-2}$	$1,49 \times 10^{-2}$	$2,38 \times 10^{-2}$
Побег (многолетний, без хвои)	$4,42 \times 10^{-2}$	$8,57 \times 10^{-3}$	$1,78 \times 10^{-2}$
Ствол (1 секция, кора)	$7,69 \times 10^{-1}$	$9,87 \times 10^{-3}$	$9,11 \times 10^{-3}$
Ствол (1 секция, камбий)	$2,38 \times 10^{-2}$	$1,97 \times 10^{-2}$	$6,43 \times 10^{-3}$
Ствол (2 секция, кора)	$2,19 \times 10^{-1}$	$1,61 \times 10^{-2}$	$1,26 \times 10^{-2}$
Ствол (2 секция, камбий)	$7,78 \times 10^{-2}$	$1,02 \times 10^{-2}$	$5,24 \times 10^{-3}$
Ствол (3 секция, кора)	$6,84 \times 10^{-2}$	$1,42 \times 10^{-2}$	$9,51 \times 10^{-3}$
Ствол (3 секция, камбий)	$3,48 \times 10^{-2}$	$9,03 \times 10^{-3}$	$5,08 \times 10^{-3}$
Главный корень	$5,56 \times 10^{-1}$	$5,42 \times 10^{-1}$	1,99
Боковой корень	$9,79 \times 10^{-1}$	$8,89 \times 10^{-1}$	2,41
Пыльца	$2,47 \times 10^{-2}$	$1,93 \times 10^{-2}$	$5,70 \times 10^{-2}$

Примечание: \* – нет данных

Из таблицы 4 видно, что значения конверсионных дозовых коэффициентов значительно отличаются для подземных и надземных органов разных видов древесных растений и варьируют в пределах:  $^{238}\text{Pu}$  – от  $2,10 \times 10^{-2}$  (побеги *Betula pendula* с площадки III) до 1,82 (боковые корни *Betula pendula* с площадки III),  $^{239+240}\text{Pu}$  – от  $1,97 \times 10^{-2}$  (камбий 1 секции ствола *Pinus sylvestris*) до 1,62 (боковые корни *Betula pendula* с площадки III),  $^{241}\text{Am}$  – от  $3,53 \times 10^{-2}$  (камбий ствола *Betula pendula* с площадки II) до 6,14 (боковые корни *Betula pendula* с площадки III).

#### Заключение

Таким образом, значения дозовых коэффициентов могут отличаться для одних и тех же видов с разных площадок, что может быть связано с различием физико-химических и агрохимических показателей почвы. Для  $^{238}\text{Pu}$  рассчитанные конверсионные дозовые коэффициенты находятся в пределах  $7,80 \times 10^{-3}$  – 4,42 ( $\text{мкЗв} \times \text{сут}^{-1}) \times (\text{кБк} \times \text{м}^{-2})^{-1}$ , для  $^{239+240}\text{Pu}$   $1,97 \times 10^{-2}$  – 1,62 ( $\text{мкЗв} \times \text{сут}^{-1}) \times (\text{кБк} \times \text{м}^{-2})^{-1}$ . Максимальные значения кон-

версионных дозовых коэффициентов характерны для  $^{241}\text{Am}$  (от  $1,91 \times 10^{-2}$  до 6,14 ( $\text{мкЗв} \times \text{сут}^{-1}) \times (\text{кБк} \times \text{м}^{-2})^{-1}$ ). Полученные конверсионные дозовые коэффициенты можно применять для оценки дозы облучения ТУЭ для растений, произрастающих на территории ПГРЭЗ.

#### ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 1743.01-83 Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб = Nature protection. Soils. General requirements for sampling. – Введ. 01.07.84. – М.: Издательство стандартов, 1984. – 8 с.
- Методика определения активности стронция-90 и трансурановых элементов в биологических объектах: МВИ.МН 1882-2003 – Введ. 2003-04-30. – Минск: ИРБ НАН Б, 2003. – 17 с.
- Моисеев, А.А. Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене / А.А. Моисеев, В.И. Иванов. – Москва: Энергоатомиздат, 1984. – 292 с.
- Taranenko, V. Absorbed dose rate conversion coefficients for reference biota for external photon and internal exposures / V. Taranenko, G. Prohl, J.M. Gomez-Ros // Journal of radiological protection. – 2004. – № 24. – P 35–82.

## CONVERSION DOSE COEFFICIENTS OF TRANSURANIUM ELEMENTS FOR PLANTS IN THE POLESYE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

SPIROV R.K., NIKITIN A.N.

The conversion dose factors of transuranium elements ( $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239+240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ) are presented for aboveground and belowground organs of herbaceous, shrubby plants, shrubs and tree plants growing in the conditions of chronic exposure to ionizing radiation on the territory of Polesie State Radiation-Ecological Reserve. The obtained conversion dose factors can be used to quickly assess the dose of TUE for plants growing on the territory of radioactive contamination.

УДК 691.544

**СТЕКЛОМАГНЕЗИАЛЬНЫЕ КОМПОЗИЦИИ: ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ****Н.С. Ступень**

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Представлены экспериментальные данные по утилизации стеклобоя в качестве активной мелкодисперсной кремнеземосодержащей добавки в магнезиальный цемент на каустическом доломите. Получены результаты по оптимальному содержанию высокодисперсной добавки стеклобоя для получения водостойкой композиции экологически чистого магнезиального цемента.

**Введение**

Проблема накопления твердых бытовых отходов производства и потребления является одной из главных экологических проблем Республики Беларусь. Ежегодно на территории страны образуется около 33–34 млн. т производственных отходов, в том числе токсичных – около 240 тыс. т., а также свыше 3 млн. т. твердых коммунальных отходов. Всего в стране образуется свыше 800 видов отходов с широким спектром морфологических и химических свойств [1].

С экологической точки зрения наиболее трудно утилизируемым твердым отходом считается стекло. Оно не подвергается разрушениям под воздействием воды, атмосферы, солнечной радиации, мороза. Кроме того, стекло – это коррозионноустойчивый материал, который не разрушается под воздействием большинства сильных и слабых органических, минеральных и биокислот, солей, а также грибов и бактерий. Стекло способно сохраняться без особых разрушений десятки и даже сотни лет. Одним из способов утилизации твердых отходов является метод восстановления ресурсов, т.е. сбора, сортировки, подготовки отходов различных видов для последующей рециркуляции. Образующийся во время производства брак или бой стекла в большинстве случаев используется этими же заводами повторно. Такое стекло имеет стабильный (в рамках данной технологии) химический состав и находит применение в процессе плавки шихты. Несортированный бой различных видов стекол (оконного, тарного, оптического и пр.) имеет довольно широкий диапазон химического состава, поэтому такой стеклобой в огромных количествах образующийся в отвалах и на свалках, до сих пор не находит должного применения.

В настоящее время разработаны составы и технологии для получения различных видов строительных материалов на основе природных и техногенных стекол. Эти материалы предусматривают использование традиционных вяжущих веществ (цемент, известь, гипс) или заполнителей, а также позволяют утилизировать стеклобой. Создаваемые материалы с заданными регулирующими свойствами, можно использовать в разных областях: в промышленном и гражданском строительстве, в атомной промышленности (бетоны радиационной защиты, негорючие теплоизоляционные покрытия), в химической промышленности. Энергосберегающая технология изготовления материалов на основе стеклобоя проста, не требует специального оборудования и позволяет организовать производство на свободных площадях действующих предприятий стройиндустрии без существенных капиталовложений. После сортировки, дробления, помола и рассеивания на фракции стекло можно считать полностью подготовленным для получения строительных материалов. Фракции стеклобоя более 5 мм использу-

ются в бетонах в качестве крупного заполнителя, мелкие фракции (менее 5 мм) – в качестве мелкого заполнителя (песка), а тонкомолотый порошок – как связующее. Так как стеклобой при затворении водой не проявляет вяжущих свойств, то чтобы началась реакция гидратации, используют активатор в виде соединения щелочного металла. В щелочной среде стеклобой гидратируется с образованием кремниевых кислот, которые при достижении определенных значений кислотности среды начинают превращаться в гель. В итоге получается плотный, прочный и долговечный силикатный конгломерат – стеклобетон [2].

В настоящее время все большее внимание уделяется экологическим характеристикам строительных материалов. Таким требованиям отвечают изделия из магнезиальных композиций, которые являются биологически инертными, экологически безопасными. Основным сырьем для получения магнезиальных вяжущих служат горные породы магнезит  $MgCO_3$  и доломит  $MgCO_3 \cdot CaCO_3$ .

Целью исследований является получение водостойких магнезиальных строительных композиций с использованием стеклобоя различных фракций.

**Методика и объекты исследования**

Для исследований использовали полуобжиговый доломит месторождения Руба (Витебская область, Республика Беларусь), раствор бишофита ( $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ ) с массовой долей  $MgCl_2$  15 %, стеклобой бытовых отходов различных фракций. В экспериментальных исследованиях использованы физико-химические методы исследования, определение показателей пористости образцов по кинетике водопоглощения.

**Результаты и их обсуждение**

Магнезиальные цементы на каустическом магнезите и доломите имеют ряд отрицательных качеств при схватывании и структурообразовании. Выявлена техническая возможность применения в качестве заполнителей на каустическом доломите промышленных отходов (древесная мука, золошлаковые смеси, бумажные и пластиковые отходы, отходы переработки автомобильных шин).

Ранее было установлено, что в качестве модификаторов могут быть использованы алюмофосфатная, фосфатная, боратная добавки и их сочетания. Добавки вводили на стадии помола полуобожженного доломита. Установлено, что при использовании комплексных фосфатно-боратных добавок существенно нормализуются процессы структурообразования и твердения бетонов на основе каустического доломита и улучшаются их свойства: достигается устойчивый рост прочности, снижаются собственные деформации

расширения, уменьшается опасность развития деструктивных процессов (образование трещин) и т.д. Так, например, введение указанных добавок в количестве 1–3,2 % от массы каустического доломита в магнезиально-доломитовые бетонные смеси значительно повышает их сохраняемость. Механизм действия этих добавок как замедлителей схватывания связан, по-видимому, с осаждением и формированием фосфатно-боратных комплексов [3]. Мелкие частицы труднорастворимых добавок адсорбируются при помолу на частицах активного оксида магния, затрудняя доступ к ним затворителя. Затем в растворе образуются хелатные комплексы, влияющие на прочность и структуру цементного камня.

Экспериментально определено, что при твердении доломитового цемента с добавкой дисперсного  $\text{SiO}_2$  (силика – отход ферросплавного производства) образуются гидросиликаты магния типа серпентина ( $3\text{MgO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) и сепиолита ( $8\text{MgO} \cdot 12\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ). Затвердевший модифицированный цемент на основе доломита обладает повышенной прочностью и водостойкостью при содержании  $\text{SiO}_2$  10–20 % [4].

Стеклобой также содержит аморфную форму  $\text{SiO}_2$ . В экспериментальных исследованиях использовали измельченный стеклобой различных фракций: 4–5 мм, 2–3 мм,  $\approx 10^{-3}$  мм (тонкодисперсная фракция). Для оценки влияния добавки измельченного стеклобоа в магнезиальное вяжущее на основе каустического доломита приготавливали композиционные смеси с содержанием стеклобоа от 0 до 30 % по массе. Исследование свойств композиционных вяжущих проводили на образцах-кубиках  $2 \times 2 \times 2$  см, изготовленных из теста нормальной густоты литьевым способом.

Зависимость коэффициента размягчения (Кр) и водопоглощения (W) от содержания стеклобоа разных фракций в образцах представлены в таблицах 1–3.

**Таблица 1.** – Зависимость коэффициента размягчения и водопоглощения от содержания стеклобоа (размер частиц 4–5 мм)

№ п/п	Содержание стеклобоа, %	Фракция стеклобоа, мм	Коэффициент размягчения (Кр)	Водопоглощение по массе (W), %
1	0	–	0,85	15,5
2	5	4–5	0,84	15,5
3	10	4–5	0,84	15,6
4	15	4–5	0,82	15,3
5	20	4–5	0,79	14,5
6	25	4–5	0,78	13,6

**Таблица 2.** – Зависимость коэффициента размягчения и водопоглощения от содержания стеклобоа (размер частиц 2–3 мм)

№ п/п	Содержание стеклобоа, %	Фракция стеклобоа, мм	Коэффициент размягчения (Кр)	Водопоглощение по массе (W), %
1	0	–	0,85	15,5
2	5	2–3	0,81	15,2
3	10	2–3	0,81	15,0

4	15	2–3	0,79	14,3
5	20	2–3	0,76	14,2
6	25	2–3	0,73	13,5

**Таблица 3.** – Зависимость коэффициента размягчения и водопоглощения от содержания стеклобоа (размер частиц  $10^{-3}$  мм)

№ п/п	Содержание стеклобоа, %	Фракция стеклобоа, мм	Коэффициент размягчения (Кр)	Водопоглощение по массе (W), %
1	0	$\approx 10^{-3}$	0,85	15,5
2	5	$\approx 10^{-3}$	0,81	15,2
3	10	$\approx 10^{-3}$	0,76	13,8
4	15	$\approx 10^{-3}$	0,68	12,1
5	20	$\approx 10^{-3}$	0,63	10,5
6	25	$\approx 10^{-3}$	0,63	10,4
7	30	$\approx 10^{-3}$	0,71	11,3

Полученные данные показывают, что стеклобой измельченный до размера частиц от 0,5 до 0,2 мм существенного влияния на водостойкость образцов из магнезиального вяжущего не оказывает (таблица 1 и 2). Стеклобой тонкодисперсной фракции с размером частиц  $\approx 10^{-3}$  мм оказывает существенное влияние на водостойкость исследуемых образцов. Уменьшение коэффициента размягчения и водопоглощения особенно заметно при содержании стеклобоа 20 % по массе. Дальнейшее увеличение содержания стеклобоа до 25 % не изменяет значения исследуемых величин, а при содержании добавки 30 % наблюдается снижение водостойкости магнезиального композиционного вяжущего.

Повышение водостойкости магнезиального цемента на каустическом доломите при модификации его стеклобоем объясняется двумя факторами:

- уменьшением количества пор и изменением структуры поровой системы в образцах;
- сложными физико-химическими взаимодействиями в ходе твердения.

Установлено, что образцы, содержащие тонкодисперсный стеклобой, имеют истинную плотность, тем меньше, чем больше в них добавки. Это объясняется, по нашему мнению, меньшей истинной плотностью стеклобоа по сравнению с плотностью оксида магния, с одной стороны, меньшей плотностью гидросиликатов или оксохлоридов магния и кальция, с другой стороны. Достигается более плотная упаковка зерен оксида магния и кальция и стеклобоа высокой дисперсности. Установлено, что с увеличением содержания стеклобоа до 20–25 % общая пористость затвердевшего камня уменьшается с 44 % (контрольные образцы) до 28,35 (в 1,55 раза).

Порошок стекла при смешивании с водой не обеспечивает вяжущих характеристик. В щелочной среде магнезиального цемента образуются кислоты кремния, которые постепенно трансформируются в гель, который заполняет открытые поры в структуре цементного клинкера. В результате химического взаимодействия гелеобразного  $\text{SiO}_2$  с оксидами кальция и магния образуются на ранних стадиях субми-

крокристаллические и гелевидные гидросиликаты магния и кальция (данные петрографического анализа). Гелевидные зерна  $\text{SiO}_2$ , помимо этого, могут быть дополнительными центрами кристаллизации оксохлоридов и гидросиликатов магния и кальция, которые и обеспечивают прочность и водостойкость стекломagneзиальных композиций. Установлено, что изменение прочности и водостойкости образцов из стекломagneзиальных композиций растянуто во времени и завершается примерно после шести месяцев твердения.

#### Выводы

1. Установлена возможность утилизации стеклобоя в виде тонкодисперсной добавки в магнезиальный цемент на каустическом доломите.

2. Введение стеклобоя в магнезиальный цемент является эффективным способом повышения его прочности и водостойкости.

3. Разработаны составы стекломagneзиальных композиций с содержанием стеклобоя 20–25 % по массе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гнедов, А.Н. Отходы производства. Обращение, учет, платежи в бюджет за размещение / А.Н. Гнедов. – Мн.: Дикта, 2014. – 256 с.
2. Козубская, Т.Г. Использование техногенных отходов в производстве строительных материалов / Т.Г. Козубская // Строительные материалы. – М., 2002. – № 2. – С. 10.
3. Ступень, Н.С. Композиционные вяжущие на основе белорусских доломитов / Н.С. Ступень // Тезисы докладов IV Междун. науч. конф. «Природное асыроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця». – Брэст: Альтэрнатыва, 2008. – С. 205.
4. Ступень, Н.С. Добавки в бетонные композиции: экологические и химические аспекты / Н.С. Ступень // Природное асыроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця: зб. навук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі; рэдкап. М. В. Міхальчук (гал. рэд.) [і інш.]. – Брэст: Альтэрнатыва, 2016. – Вып. 8. – С. 29–31.

## STEELMAGNEZIA COMPOSITION: ENVIRONMENTAL ASPECT

STUPEN N.S.

The article presents experimental data on utilization of cullet as an active fine silica additive in magnesia cement on caustic dolomite. The results on the optimal content of a highly dispersed cullet additive for producing a water-resistant composition of environmentally friendly magnesia cement are obtained.

УДК 551.586

**БИОКЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ****М.А. Хитриков**

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

Рассчитаны изменения биоклиматического потенциала (БКП) территории Белорусского Полесья по методике Д.И. Шашко за период 1977–2015 гг. Разработан прогноз изменений БКП на ближайшие 20 лет на основе данных глобальной климатической модели. Установлен факт повышения БКП и улучшения агроклиматических условий Белорусского Полесья.

**Введение**

Биоклиматический потенциал (БКП) – это комплексный показатель оценки качества климатических условий выращивания сельскохозяйственных культур. В широком смысле под биоклиматическим потенциалом понимается комплекс климатических факторов, определяющий возможности сельскохозяйственного производства в смысле набора культур, биологической продуктивности культур, производственной специализации, эффективности затрат. В узком смысле, это комплекс климатических факторов, определяющий возможную биологическую продуктивность земли на рассматриваемой территории [1]. Он позволяет с достаточной точностью оценить обеспеченность растений основными агроклиматическими ресурсами, и при этом прост и удобен в использовании.

Современные изменения климата уже привели к существенным изменениям обеспеченности сельскохозяйственных культур ресурсами тепла и влаги [2], а также прогнозных оценок БКП, вопрос адаптации сельского хозяйства к изменениям климата и эффективного использования агроклиматических ресурсов приобретает особую актуальность.

**Методика и объекты исследования**

В рамках данного исследования для оценки биоклиматического потенциала территории Белорусского Полесья использовалась методика, разработанная Д.И. Шашко [1, 3]. Согласно методике, БКП – это индекс, являющийся произведением коэффициентов роста по ресурсам тепла и влаги:

$$\text{БКП} = K_t (\Sigma T_{>10^\circ\text{C}} / \Sigma T_{\text{баз}}), \quad (1)$$

Здесь  $\Sigma T_{>10^\circ\text{C}}$  – сумма активных температур выше  $10^\circ\text{C}$ ,  $\Sigma T_{\text{баз}}$  – базисная сумма температур выше  $10^\circ\text{C}$ . Обычно в качестве нее принимается значение  $1\,000^\circ\text{C}$ , представляющее собой среднее значение суммы активных температур выше  $10^\circ\text{C}$  на северной границе земледелия. Соотношение значений сумм температур является коэффициентом роста по ресурсам тепла. Коэффициент роста по ресурсам влаги  $K_v$  рассчитывается по формуле:

$$K_v = 1,5 \lg(20M_0) - 0,21 + 0,63M_0 - M_0^2, \quad (2)$$

где  $M_0$  – показатель увлажнения, равный

$$M_0 = \Sigma P / \Sigma (E - e). \quad (3)$$

Здесь  $\Sigma P$  – годовая сумма осадков,  $\Sigma (E - e)$  – годовая сумма значений дефицитов влажности воздуха. Для вычисления значения  $K_v$  также может использоваться и упрощенная формула:

$$K_v = 1,5 \lg(20M_0), \quad (4)$$

однако формула (2) является более точной, так как используемые в ней коэффициенты были получены на основе эмпирических данных [1].

Полученные согласно данной методике значения БКП могут варьироваться от 0,3–0,4 в зоне лесотундры до 7–8 в зоне тропических песков, поэтому для удобства сравнения их часто переводят в форму баллов биологической продуктивности  $B_b$  [1]:

$$B_b = 55 \text{БКП}. \quad (5)$$

Необходимо отметить, что изначально методика оценки БКП Д.И. Шашко разрабатывалась для проведения агроклиматического районирования СССР, поэтому значение  $B_b$ , равное 100, соответствует среднему значению для всей территории СССР за 3-ю четверть XX века. Средние значения БКП для территории Беларуси составляют ~128 баллов, а для территории Полесья – ~133 балла.

В нашей работе расчет значений БКП проводился для всех метеорологических станций, расположенных в пределах Полесской физико-географической провинции [4] и в непосредственной близости от ее границ за исключением станций Дрогичин, Любань и Чечерск, для которых имеются значительные пропуски в рядах данных. Расчет значений БКП проводился за период 1977–2015 гг. Для удобства сравнения этот период был разделен на три подпериода: период 1977–1988 гг., предшествовавший современным изменениям климата, период 1989–2000 гг., когда потепление происходило преимущественно за счет повышения зимних температур, и период 2001–2015 гг., когда потепление происходило преимущественно за счет летних температур [5].

Прогноз изменений биоклиматического потенциала на территории Полесья был рассчитан на основе результатов численного эксперимента на глобальной климатической модели HadCM3 (Великобритания) для сценария RCP 4.5 «Изменения концентрации парниковых газов в атмосфере». Источником данных послужили электронные архивы Ливерморской национальной лаборатории им. Э. Лоуренса. Данный сценарий был использован потому, что представляет собой «усредненный» вариант изменений концентрации парниковых газов в атмосфере в ближайшем будущем. Расчет значений БКП и  $B_b$  проводился в соответствии с описанной ранее методикой Д.И. Шашко. Так как в рамках эксперимента не проводился расчет дефицита влажности воздуха, значения этой величины были рассчитаны на основе данных по температуре воздуха, атмосферному давлению и удельной влажности. Расчет проводился на период до 2035 г. Для данного эксперимента использовалась расчетная сетка с крупным шагом и для обеспечения охвата всей территории Полесья были взяты точки, расположенные в центральной Беларуси, а также смежных территориях Польши, Украины и России.

### Результаты и их обсуждение

В качестве основной характеристики биоклиматического потенциала были приняты баллы биологической продуктивности ( $B_p$ ). Их значения по метеорологическим станциям Белорусского Полесья за период 1977–2015 гг. приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** – Значения  $B_p$  по метеорологическим станциям Белорусского Полесья

Метеорологические станции	Периоды		
	1977–1988 гг.	1989–2000 гг.	2001–2015 гг.
Брагин	148,1	151,1	176,2
Брест	151,6	160,1	165,1
Василевичи	153,1	163,2	171,4
Высокое	147,7	161,6	166,9
Ганцевичи	151,2	161,0	169,3
Гомель	152,6	164,6	173,6
Житковичи	155,9	167,8	179,4
Жлобин	151,9	161,7	169,8
Ивацевичи	150,7	160,8	172,2
Лельчицы	151,5	163,2	172,4
Мозырь	148,3	163,2	173,4
Октябрь	147,3	159,6	166,3
Пинск	155,3	159,8	174,8
Полесская	148,2	149,6	163,4
Пружаны	150,8	161,6	164,2
<b>Среднее значение</b>	<b>150,9</b>	<b>160,6</b>	<b>170,5</b>

Как видно из таблицы 1, биоклиматический потенциал ( $B_p$ ) территории Белорусского Полесья в период современного потепления климата [2] в 2001–2015 гг. относительно периода, для которого проводил расчеты Д.И. Шашко, увеличился на 35–40 баллов. Это произошло из-за увеличения ресурсов тепла, необходимых для роста и развития сельскохозяйственных культур [2]. Произошли также некоторые изменения количества осадков. Их роль в изменении величины  $B_p$  на некоторых станциях (Житковичи, Брагин) оказалась выше, чем на других. Установлено, что значения БКП и  $B_p$  на уровне отдельных станций зависят от мезоклимата местности [6]. Этим объясняется неравномерный характер изменений БКП: на станциях Брест, Высокое, Пружаны, Жлобин, Лельчицы, Октябрь и Мозырь прирост значений  $B_p$  за 1989–2000 гг. относительно 1977–1988 гг., был выше, чем прирост значений  $B_p$  за 2001–2015 гг. относительно 1989–2000 гг., в то время как на станциях Ивацевичи, Пинск, Полесская и Брагин наблюдалась обратная ситуация.

Наибольшие значения  $B_p$  были свойственны станции Житковичи, для которой были характерны высокие значения не только сумм активных температур выше 10°C, но и количества осадков [7]. Наименьшие значения  $B_p$  характерны для станции Полесская: она расположена на крупном болотном массиве, что приводит к снижению теплообеспеченности и, как следствие, величины  $B_p$ . В целом, самые низкие значения  $B_p$  свойственны станциям, расположенным на

севере и западе Полесского региона, а самые высокие – станциям, расположенным на юге.

Прогноз изменений биоклиматического потенциала Беларуси на ближайшие 20 лет по данным глобальных климатических моделей показал, что наблюдаемые ныне тенденции повышения  $B_p$  сохранятся [8]. Однако, в 2001–2015 гг. в лесостепной и степной зоне Украины произошло снижение значений  $B_p$  из-за уменьшения количества осадков на фоне роста температур [9]. Можно полагать, что подобные изменения в будущем затронут и Белорусское Полесье.

### Выводы

За последние 40 лет биоклиматический потенциал территории Белорусского Полесья существенно возрос, что благоприятно сказалось на условиях роста и развития сельскохозяйственных культур в регионе.

Прогноз изменения биоклиматического потенциала на ближайшие 20 лет показал, что текущие тенденции изменения сохранятся. Однако вероятно, что в будущем в Полесье рост биоклиматического потенциала замедлится или прекратится из-за уменьшения количества осадков.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 248 с.
2. Логинов, В.Ф. Глобальные и региональные изменения климата: причины и следствия / В.Ф. Логинов. – Минск: Тетра-Системс, 2008. – 496 с.
3. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Л.: Гидрометеоиздат, 1985. – 248 с.
4. Природа Беларуси: энциклопедия в 3 т. / редколл.: Т.В. Белова [и др.]. – Минск: Беларуская Энциклапедыя імя Пётруся Броўкі, 2009. – Т. 1. – 464 с.
5. Логинов, В.Ф. Сезонные особенности изменения климата Беларуси / В.Ф. Логинов, Ю.А. Бровка // Природопользование: сборник научных трудов / НАН Беларуси, Институт природопользования. – Минск, 2014. – Вып. 25. – С. 16–22.
6. Логинов, В.Ф. Пространственно-временные изменения биоклиматического потенциала территории Беларуси / В.Ф. Логинов, М.А. Хитриков // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2017. – Т. 55. – № 1. – С. 42–57.
7. Изменения климата Беларуси и их последствия / НАН Беларуси, Институт проблем использования природных ресурсов и экологии; под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Тонпик, 2003. – 330 с.
8. Логинов, В.Ф. Прогноз изменения биоклиматического потенциала территории Беларуси на 2016–2035 гг. / В.Ф. Логинов, М.А. Хитриков // Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия аграрных наук. – 2018. – Т. 56. – № 1. – С. 61–64.
9. Анализ процессов урбанизации и мелиорации земель на территории Беларуси как фактор изменения свойств подстилающей поверхности и климата: отчет о НИР (промежут.) / Институт природопользования НАН Беларуси; рук. В.Ф. Логинов. – Минск, 2017. – 220 с. – № ГР 20160128.

## BIOCLIMATIC POTENTIAL OF BELARUSIAN POLESIA

KHITRYKAU M.A.

Changes of bioclimatic potential (BCP) values of the territory of Belarusian Polesia were calculated for the period from 1977 to 2015 according to the method of D. I. Shashko. Forecast of changes of BCP for the nearest 20 years was developed using the global climate model data. Facts of increase of BCP values and improvement of agroclimatic conditions in Belarusian Polesia were proven. Analysis of the effect of large cities on BCP values was performed.

УДК 631.438.2+631.44.061

**ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЕ  $^{137}\text{Cs}$  ДЕФЛЯЦИОННЫМИ ПРОЦЕССАМИ****В.Б. Цырибко, А.М. Устинова, Н.Н. Цыбулько**

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

В статье приведены данные по перемещению  $^{137}\text{Cs}$  в результате дефляционных процессов. Установлено, что количественные показатели перераспределения изотопов цезия зависят от плотности загрязнения верхнего горизонта почвы и интенсивности дефляции.

**Введение**

В южной почвенно-экологической провинции сформировалась сложная структура почвенного покрова, обусловленная как природными условиями, так и антропогенной деятельностью. Проведенная во второй половине XX века осушительная гидротехническая мелиорация способствовала резкому увеличению площади пахотных земель, изменению глубины залегания и режима грунтовых вод. Исчезновение постоянного растительного покрова, рост площадей обрабатываемых контуров и общее иссушение территории привели к усилению дефляционных процессов.

Техногенная катастрофа на Чернобыльской АЭС, приведшая к загрязнению 23 % территории Республики Беларусь, значительно ухудшила экологическую ситуацию на осушенных землях [1]. Процессы дефляции, кроме разрушения верхнего горизонта почв, стали перемещать вместе с золовым материалом изотопы радиоактивных элементов, став причиной появления новых локальных очагов их повышенной концентрации. Это подтверждается работами многих авторов [2–5].

Целью исследования являлось изучение перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  на дерново-подзолистых почвах легкого гранулометрического состава дефляционными процессами и определение плотности радиоактивного загрязнения в зонах аккумуляции золового материала.

**Методика и объекты исследования**

Исследования были проведены в 2014–2015 гг. методом полевых маршрутных экспедиций. Для изучения перераспределения  $^{137}\text{Cs}$  процессами дефляции было заложено 5 почвенно-геоморфологических катен, охватывающих зоны перемещения и аккумуляции золового материала, в Добрушском и Наровлянском районах Гомельской области.

Объектами исследований являлись песчаные и супесчаные дерново-подзолистые почвы сельскохозяйственных земель с различной плотностью загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ .

На почвенно-геоморфологических катенах в строго определенных местах через 50 метров друг

от друга в направлении от центральной части поля к зоне аккумуляции золового материала отбирались почвенные образцы для определения плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$ .

Активность  $^{137}\text{Cs}$  в почвенных образцах определялась в лаборатории мониторинга плодородия почв и экологии РУП «Институт почвоведения и агрохимии» на  $\gamma$ - $\beta$ -спектрометре МКС-АТ1315. Основная относительная погрешность измерений при доверительном интервале  $P = 95$  % не превышала 15–30 %. Аппаратурная ошибка измерений не превышала 15 %.

**Результаты и их обсуждение**

Интенсивность проявления дефляционных процессов зависит от климата, особенностей почвенного и растительного покрова, характера мезо- и микро рельефа. Можно выделить следующие фазы дефляции: отрыв частиц от поверхности, подъем на некоторую высоту, перенос и переотложение. Для перемещения частиц необходима определенная скорость ветра. Для почв легкого гранулометрического состава таковой является 5–6 м/с. При достижении необходимой скорости ветра почвенные частицы диаметром менее 1 мм приходят в движение. Частицы более 1 мм редко поднимаются в воздух, в основном они перекачиваются по поверхности и только при штормовых ветрах вовлекаются в воздушный поток [5].

Выделяют 2 типа дефляции: повседневную, протекающую при скоростях ветра менее 15 м/с, и пыльные бури, протекающие при скоростях более 15 м/с.

Для южной почвенно-экологической провинции Беларуси характерна наибольшая вероятность проявления пыльных бурь, особенно для восточной части Гомельской области – более 40 % [6].

Пыльные бури возникают чаще всего в весенний период (апрель–май) и в начале летнего периода (первая декада июня), когда на почвах пахотных земель отсутствует или слабо развит растительный покров. Характеристика пыльных бурь и их интенсивности приведено в таблице 1.

На дефляционную устойчивость почв влияет ее гранулометрический состав, структурно-агрегатное

**Таблица 1.** – Основные характеристики пыльных бурь на территории исследований

Метеостанция	Число пыльных бурь	Средняя продолжительность, часы	Средняя скорость, м/с		Количество бурь по месяцам			Распределение пыльных бурь по интенсивности		
			Ветер	Порывы	04	05	09	Слабая	Средняя	Высокая
Гомель	43	3,1	8,26	15,9	5	11	4	25	15	3
Мозырь	28	3,3	10,6	16,4	11	10	2	12	10	6

состояние, плотность и влажность почвы, содержание гумуса. Эти свойства оказывают влияние на формирование дефляционно-устойчивых агрегатов (размером более 1 мм). Уменьшение содержания физической глины, гумуса, влажности почвы приводят к более активному эоловому переносу частиц.

Широкое распространение песчаных и супесчаных почв в южной провинции, а также особенности гидрометеорологических условий, обусловили наибольшие площади проявления дефляции в республике.

Исследования, проведенные на радиоактивно загрязненных дерново-подзолистых почвах, подверженных процессам дефляции, показали увеличение плотности загрязнения  $^{137}\text{Cs}$  от центральных частей поля к зонам эоловой аккумуляции (край поля и прилегающие к нему кустарники, лесные массивы и обочины дорог) (таблица 2).

**Таблица 2.** – Влияние дефляционных процессов на перераспределение  $^{137}\text{Cs}$

№ катены	Расстояние от зоны аккумуляции, м	№ точки	Плотность загрязнения, $\text{Ки/км}^2$	Отклонение от зоны аккумуляции	
				$\text{Ки/км}^2$	%
1	350	1	20,0	-4,5	-18,4
	300	2	17,6	-6,9	-28,2
	250	3	19,8	-4,7	-19,2
	200	4	16,4	-8,1	-33,1
	150	5	18,5	-6,0	-24,5
	100	6	19,2	-5,3	-21,6
	50	7	22,3	-2,2	-9,0
	0	8	24,5	-	-
2	300	1	4,7	-2,5	-34,7
	250	2	4,4	-2,8	-38,8
	200	3	6,1	-1,1	-15,7
	150	4	6,1	-1,1	-15,1
	100	5	6,0	-1,2	-16,9
	50	6	6,7	-0,5	-6,9
	0	7	7,2	-	-
3	250	1	6,4	-1,0	-13,5
	200	2	6,6	-0,8	-10,8
	150	3	5,3	-2,1	-28,4
	100	4	6,1	-1,3	-17,6
	50	5	6,5	-0,9	-12,2
	0	6	7,4	-	-
4	250	1	10,3	-2,0	-16,3
	200	2	9,7	-2,6	-21,1
	150	3	7,6	-4,7	-38,2
	100	4	6,3	-6,0	-48,8
	50	5	9,8	-2,5	-20,3
	0	6	12,0	-	-
5	250	1	12,6	-0,8	-6,0
	200	2	11,6	-1,8	-13,4
	150	3	10,8	-2,6	-19,4
	100	4	9,1	-4,3	-32,1
	50	5	11,5	-1,9	-14,2
	0	6	13,4	-	-

Установлено, что величина изменения содержания цезия-137 зависит от плотности загрязнения. Так при содержании  $^{137}\text{Cs}$  менее  $8 \text{ Ки/км}^2$  (катены № 2 и 3), в зонах аккумуляции вынесенного ветром мелкоземная плотность загрязнения радионуклидами верхнего слоя почвы была на 7–39 % или 0,5–2,8  $\text{Ки/км}^2$  выше по сравнению с прилегающими участками пахотных земель (таблица 2).

Наибольший перенос радионуклидов зафиксирован при плотности загрязнения 8–16  $\text{Ки/км}^2$  (катены 4 и 5) – разница между зоной аккумуляции и зоной сноса составляет 14–49 % или 1,9–6,0  $\text{Ки/км}^2$ .

При плотности загрязнения более 16  $\text{Ки/км}^2$  содержание цезия-137 по мере удаления от зоны аккумуляции снизилось на 9–33 % или 2–8  $\text{Ки/км}^2$ . Возможно, это обусловлено более рациональной системой земледелия, способствующей уменьшению дефляционных процессов.

Анализируя изменения плотности загрязнения по точкам отбора почвенных образцов, стоит отметить неравномерность и изменчивость плотности загрязнения. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  может увеличиваться или снижаться от точки к точке достигая разницы вплоть до 3,4  $\text{Ки/км}^2$  в абсолютных величинах и 28,5 % в относительных. Такое неравномерное изменение обусловлено особенностями дефляционных процессов: микрорельефом – незначительные изменения рельефа, создающие небольшие зоны аккумуляции в пределах одного поля; порывистость ветра – частицы зачастую переносятся в различных направлениях на различные дистанции; свойствами почвы – различным содержанием физической глины и гумуса в пределах одного поля; неравномерным загрязнением радиоактивными элементами территории.

Результаты проведенных ранее исследований свидетельствуют, что количественные показатели горизонтального переноса радионуклидов определяются характером использования дефлированных и дефляционноопасных почв. При возделывании на них пропашных культур интенсивность миграции  $^{137}\text{Cs}$  выше, чем под многолетними травами в 28,4, озимыми и яровыми зерновыми культурами соответственно, 4,3 и 1,7 раза [5].

Стоит отметить, что метеорологические условия во время проведения наших исследований характеризовались как засушливые, а все поля, на которых заложены почвенно-геоморфологические катены, были засеяны кукурузой. Такая комбинация факторов способствовала активному проявлению процессов дефляции и формированию пыльных бурь.

Снижение интенсивности дефляционных процессов до предельно допустимых уровней (1,3 т/га в год и менее) способствует уменьшению миграции  $^{137}\text{Cs}$  на осушенных минеральных почвах легкого гранулометрического состава на 87 % [7]. Поэтому необходимо внедрять и использовать почвозащитные системы земледелия.

#### Выводы

Количественные показатели миграции изотопов цезия зависят от плотности загрязнения гумусового горизонта почв, интенсивности дефляционных про-

цессов, обусловленной природными условиями, а также от характера использования сельскохозяйственных земель. В зонах золотой аккумуляции плотность загрязнения может быть на 6,0–48,8 % выше, чем на остальных частях поля.

Изменение концентраций радиоактивного элемента на катенах неравномерно и объясняется особенностями протекания дефляционных процессов, характером почвенного и растительного покровов, а также микрорельефом территории.

Сократить перенос радионуклидов и тем самым предотвратить вторичное образование зон высокой концентрации  $^{137}\text{Cs}$  на сельскохозяйственных и других землях возможно путем снижения процессов дефляции до предельно допустимых уровней, что требует разработки и внедрения комплекса почвозащитных мероприятий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас современных и прогнозных аспектов последствий аварии на Чернобыльской АЭС на пострадавших территориях России и Беларуси / под ред. Ю.А. Израэля, И.М. Богдевича. – М.: Фонд «Инфосфера-НИА-Природа»; Минск: Белкартография, 2009. – 140 с.
2. Dolgilevich, M.I. Wind erosion as a factor of radionuclide contamination of North Ukrainian landscapes // E.S.S.C. Newsletter 2. – 1996. – P. 16–18.
3. Жилко, В.В. Почвозащитные севообороты на дефляционно-опасных землях Белорусского Полесья / В.В. Жилко, Н.Н. Цыбулько, А.Ф. Черныш // Эколого-экономические принципы эффективного использования мелиорированных земель: Материалы конференции. – Минск, 2000. – С. 202–203.
4. Черныш, А.Ф. Агроэкологическая оценка и группировка дефляционно-опасных земель агроландшафтов Белорусского Полесья / А.Ф. Черныш, Н.Н. Цыбулько, П.А. Тишук // Почвоведение и агрохимия: сборник научных трудов / Белорусский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии. – Минск, 1998. – Вып. 30. – С. 23–32.
5. Цыбулько, Н.Н. Дефляция почв и горизонтальный перенос  $^{137}\text{Cs}$  // Радиационная биология. Радиозология. – 2006. – Т. 46, № 1. – С. 96–102.
6. Атлас почв сельскохозяйственных земель / В.В. Лапа [и др.], под общ. ред. В.В. Лапа, А.Ф. Черныша. Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 170 с.
7. Рекомендации по организации севооборотов на загрязненных радионуклидами землях. – Минск, 2011. – 61 с.

## REDISTRIBUTION OF $^{137}\text{CS}$ BY DEFLATION PROCESSES

TSYRYBKA V.B., USTINOVA A.M., TSYBULKO N.N.

The article presents data on the movement of  $^{137}\text{Cs}$  as a result of deflation processes. It has been established that the quantitative indices of the redistribution of cesium isotopes depend on the contamination density of the upper soil horizon, the intensity of deflation and the nature of land use.

УДК 628.312:57

## СООБЩЕСТВО УСЛОВНО-ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ СЕМ. ENTEROBACTERIACEAE В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ СТОЧНЫХ ВОДАХ

О.Е. Чезлова, А.А. Волчек

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Сточные воды ОАО «СГЦ «Западный» содержат от  $2 \times 10^7$  до  $3,34 \times 10^8$  КОЕ/мл бактерий сем. *Enterobacteriaceae*. Доля лактозонегативных энтеробактерий составляет от 47 до 95 %. Выделено 8 видов энтеробактерий – *Citr. freundii*, *E. coli*, *Pr. vulgaris*, *Pr. mirabilis*, *Prov. rettgeri*, *Prov. alcalifaciens*, *Morg. morganii*, *Pant. agglomerans*.

### Введение

Сточные воды (СВ) свиноводческих комплексов содержат значительное количество патогенных и условно-патогенных микроорганизмов и могут быть основным источником бактериологического загрязнения объектов окружающей среды. В качестве одного из основных критериев эпидемической опасности подобных объектов принято учитывать количество лактозоположительных общих колиформных бактерий (ОКБ). Однако известно, что лактозоотрицательные, глюкозоположительные бактерии составляют около 40 % семейства кишечных. Среди них могут быть и условно-патогенные виды, и кишечные палочки, утрачившие способность сбраживать лактозу под влиянием различных негативных факторов [1, с. 630]. В связи с высокой этиологической значимостью энтеробактерий выявление мест их резервации представляется особенно актуальным.

Целью нашей работы явилась оценка состава условно-патогенных бактерий семейства *Enterobacteriaceae* осветленных СВ свиноводческого комплекса ОАО «СГЦ «Западный»

### Методика и объекты исследования

Объектами исследования являлись осветленные СВ ОАО «СГЦ «Западный», бактерии СВ.

В данной работе представлены результаты микробиологических исследований 5 лет – с 2013 по 2017 гг.

Определение проводили традиционными методами бактериологического анализа. Отбирали 500 мл представительной пробы СВ из РОС. В дальнейшем из отобранного материала готовились серии десятичных разведений по стандартной методике для посева на питательные среды. Из разведений СВ производили посев по 0,1 мл суспензии на поверхность плотной элективной среды Эндо и селективной среды Плоскирева. Посевы инкубировались при  $37 \pm 1$  °С в течение 24 часов. Следующий этап – отсев выросших колоний энтеробактерий на комбинированную среду Клигера (по 3–5 однотипных колоний) для первичной дифференциации и накопления культуры. На заключительном этапе производили окончательную дифференциацию по комплексу биохимических признаков [2].

### Результаты и их обсуждение

Общее количество энтеробактерий в осветленных стоках по годам исследований изменялось от  $2 \times 10^7$  до  $3,34 \times 10^8$  КОЕ/мл. Всего было выделено 8 видов, принадлежащих 6 родам сем. *Enterobacteriaceae* – *Citrobacter*, *Escherichia*, *Proteus*, *Providencia*, *Morganella*, *Pantoea*. Встречаемость ви-

дов энтеробактерий в пробах СВ из РОС показана на рисунке 1.

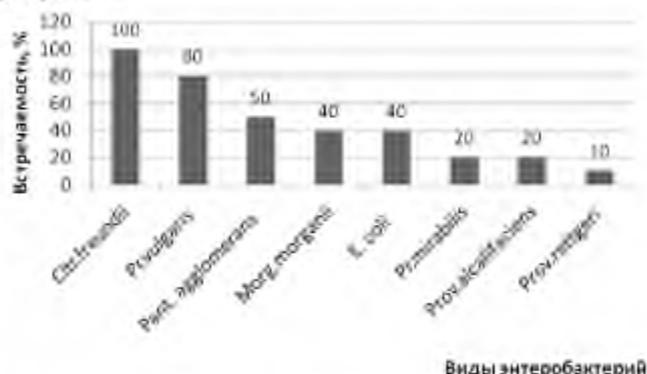


Рисунок 1. – Встречаемость видов бактерий сем. *Enterobacteriaceae* в пробах осветленных стоков ОАО «СГЦ «Западный»

Большинство видов, обнаруженных в СВ из РОС, принадлежали роду *Proteus* (*Pr. vulgaris*, *Pr. mirabilis*) и близким к нему родам *Providencia* (*Prov. rettgeri*, *Prov. alcalifaciens*) и *Morganella* (*Morg. morganii*). Это гнилостные микроорганизмы, способные окислять белки до  $\alpha$ -кетокислот и аммиака. Являясь условно-патогенными бактериями, они могут вызывать гнойно-воспалительные заболевания различных локализаций.

В группу ОКБ входят энтеробактерии, способные расти на дифференциальных лактозных средах, ферментирующих лактозу до кислоты и газа при температуре  $(37 \pm 1)$  °С в течение 24–48 часов. Из числа ОКБ выделяют также термотолерантные колиформные бактерии (ТКБ), которые обладают всеми свойствами ОКБ, и, кроме того, способны ферментировать лактозу до кислоты и газа при температуре  $(44 \pm 0,5)$  °С в течение 24 ч. Данный показатель используется в качестве одного из основных критериев эпидемической опасности СВ.

К ОКБ в стоках ОАО «СГЦ «Западный» относились 2 вида энтеробактерий: *E. coli* и *Citr. freundii*. Вид *Citr. freundii* был обнаружен в стоках во все года исследований. При этом термотолерантностью обладало от 1 до 16 % культур *Citr. freundii*, а выделенные культуры *E. coli*, как правило, все были термотолерантными. Соотношение ОКБ и ТКБ по годам исследований представлены в таблице 1.

Вид *Pant. agglomerans* в стоках, преимущественно не проявлял лактазной активности.

Видовой состав условно-патогенных энтеробактерий представлен в таблице 2.

Таблица 1. – Состав колиформных бактерий СВ из РОС (2013–2017 гг.)

Показатель	Сточные воды из РОС					Гиг. норма для поверхн. вод
	2013	2014	2015	2016	2017	
ОКБ, КОЕ в 100 мл	4,5×10 <sup>4</sup>	6,2×10 <sup>2</sup>	2,3×10 <sup>2</sup>	2,19×10 <sup>4</sup>	6,2×10 <sup>2</sup>	Не более 1000
ТКБ, КОЕ в 100 мл	50	100	<50	8,45×10 <sup>2</sup>	6,2×10 <sup>2</sup>	Не более 100

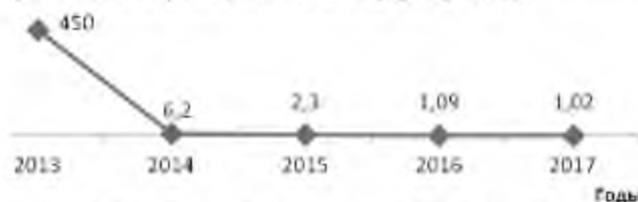
Таблица 2. – Видовой состав, количество и характеристика условно-патогенных бактерий сем. Enterobacteriaceae в СВ СГЦ «Западный», КОЕ/мл

Год	Бактерии сем. Enterobacteriaceae	Титр, мл	Соотношение количества лактозоположительных и лактозоотрицательных форм, %
2013	<i>Pr. vulgaris</i>	0,1 – 0,001	 ■ лактозоположительные ■ лактозоотрицательные
	<i>Citr. freundii</i>	0,01	
	<i>Prov. alcalifaciens</i>	0,1	
	<i>Morg. inorganii</i>	10	
	<i>Pant. agglomerans</i>	1	
	<i>Prov. rettgeri</i>	1	
2014	<i>Citr. freundii</i>	0,01	 ■ лактозоположительные ■ лактозоотрицательные
	<i>Pr. mirabilis</i>	0,01	
2015	<i>Citr. freundii</i>	0,1 – 0,01	 ■ лактозоположительные ■ лактозоотрицательные
	<i>Pr. mirabilis</i>	0,001	
	<i>Pr. vulgaris</i>	0,1 – 0,01	
	<i>Pant. agglomerans</i>	0,01–10	
	<i>Morg. morganii</i>	0,01–10	
2016	<i>E. coli</i>	0,01 – 0,001	 ■ лактозоположительные ■ лактозоотрицательные
	<i>Citr. freundii</i>	0,1	
	<i>Pr. vulgaris</i>	0,01	
	<i>Pant. agglomerans</i>	1 – 0,1	
	<i>Prov. alcalifaciens</i>	0,1	
2017	<i>E. coli</i>	0,01	 ■ лактозоположительные ■ лактозоотрицательные
	<i>Citr. freundii</i>	0,1	
	<i>Pr. vulgaris</i>	0,01	

Оценивая изменение видового пейзажа сем. Enterobacteriaceae в пробах СВ из РОС по годам исследований необходимо отметить его относительное постоянство – соотношение лактозопозитивных и лактозонегативных форм было близко к 1:1. Исключение составил 2015 г., когда значительно (до 95 %) преобладали лактозонегативные формы энтеробактерий. В 2016 и 2017 гг. в осветленных стоках появляется *E. coli*, причем значительная часть представлена термотолерантными формами, что является свидетельством ухудшения эпидемиологического состояния СВ. В 2015 год, наиболее благоприятный по санитарно-гигиеническим показателям (ОКБ 2,3×10<sup>2</sup> КОЕ/100 мл, ТКБ <50 КОЕ/100 мл), стоки содержали максимальное по годам исследований количество лактозонегативных энтеробактерий, в основном рода *Proteus* и близких к нему родов. Учитывая тот факт, что основным способом утилизации животноводческих СВ на территории Республики Беларусь является внесение их на земельно-сельскохозяйственных полях орошения (ЗПО), при организации мониторинга бактериологического загрязнения в зоне влияния ЗПО следует учитывать не только ОКБ,

но и лактозонегативные энтеробактерии, в частности, группы протеев.

Эпидемиологическую опасность СВ можно оценить по отношению количества ОКБ и *E. coli*. Считается, что чем ниже это соотношение, тем эпидемиологически более опасна вода [3]. Оценивая данный показатель по годам исследований можно констатировать, что в 2013–2017 годах происходило ухудшение качества СВ – соотношение ОКБ / *E. coli* снизилось на два порядка и в 2016–2017 гг. стало близким к 1, что говорит о том, что практически вся группа колиформных бактерий представлена *E. coli* (при расчете данного критерия в годы отсутствия в пробах *E. coli* ее количество принималось равным 1 КОЕ/мл) (рисунок 2).

Рисунок 2. – Соотношение ОКБ и *E. coli* в осветленных стоках ОАО «СГЦ Западный»

Причина данной ситуации вызвана, по-видимому, смешением отстоянных стоков и свежих, имеющих высокий индекс кишечной палочки, и обусловлена, в конечном итоге, нехваткой навозохранилищ.

Однако использовать данный показатель для исследуемых стоков не совсем правильно. В годы отсутствия *E.coli* (2013–2015 гг) показатель снижается, свидетельствуя о якобы ухудшении качества СВ, однако вызвано это снижение уменьшением общей обсемененности стока колиформами. Объективно использовать данный показатель для СВ, имеющих один уровень обсемененности ОКБ.

#### Выводы

1. Общее количество бактерий сем. *Enterobacteriaceae* в осветленных стоках свиноводческого комплекса ОАО «СГЦ «Западный» варьирует от  $2 \times 10^3$  до  $3,34 \times 10^5$  КОЕ/мл. В общем количестве доля лактозонегативных энтеробактерий составляет от 47 до 95 %.

2. Выделено 8 видов, принадлежащих 6 родам сем. *Enterobacteriaceae* – *Citrobacter* (*Citr. freundii*), *Escherichia* (*E.coli*), *Proteus* (*Pr.vulgaris*, *Pr.mirabilis*), *Providencia* (*Prov.rettgeri*, *Prov.alcalifaciens*), *Morganella*

(*Morg.morganii*), *Pantoea* (*Pant. agglomerans*).

3. Происходит возрастание эпидемиологической опасности сточных вод (соотношение ОКБ/ *E.coli* близко к 1), что вызвано смешением отстоянных и свежих стоков.

4. При организации мониторинга бактериологического загрязнения в зоне влияния сельскохозяйственных полей орошения следует учитывать лактозонегативные энтеробактерии, в частности, группы протеев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонова, О.В. Достоверность санитарно-бактериологической оценки почвы населенных мест в условиях антропогенной нагрузки на окружающую среду / О.В. Сазонова [и др.] // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 5 (3). – С. 629 – 632.
2. Микробиологическая диагностика заболеваний, вызываемых энтеробактериями. Инструкция по применению № 026–0309: утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 08.05.09. – Минск, 2009. – 103 с.
3. Чурбанова, И.Н. Микробиология: учеб. для вузов по спец. «Рациональное использование водных ресурсов и обеззараживание пром. стоков» / И.Н. Чурбанова. – М.: Вышш. шк., 1987. – 239 с.

## COMMUNITY OF OPPORTUNISTIC BACTERIA OF ENTEROBACTERIACEAE FAMILY IN LIVESTOCK SEWAGE

CHEZLOVA O.E., VOLCHAK A.A.

Sewage of breeding complex «Western» contains from  $2 \times 10^3$  to  $3,34 \times 10^5$  CFU / ml of bacteria *Enterobacteriaceae* family. The share of lactose-negative enterobacteria is 47 to 95 %. There are 8 species of enterobacteria – *Citr.freundii*, *E.coli*, *Pr.vulgaris*, *Pr.mirabilis*, *Prov.rettgeri*, *Prov.alcalifaciens*, *Morg.morganii*, *Pant. agglomerans*.

УДК 551.583 (476)

## ИЗМЕНЕНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В ПРЕДЕЛАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Т.А. Шелест, Н.П. Мельник

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье дается оценка изменения количества атмосферных осадков в современный период потепления климата по сравнению с предшествующим периодом (1945–1987). Рассматриваются их годовые суммы, осадки теплого и холодного периодов года, месячные суммы осадков.

### Введение

Количество выпадающих атмосферных осадков и их распределение по территории Полесья определяются рядом факторов, среди которых – особенности циркуляции атмосферы, рельеф местности, характер подстилающей поверхности. Наблюдаемые изменения климата сопровождаются изменением составляющих теплового и водного балансов, приводя к росту испарения, изменению количества выпадающих осадков, а также их перераспределению в течение года.

Цель исследования – выявить особенности пространственно-временного изменения количества атмосферных осадков в пределах Белорусского Полесья в современных условиях изменения климата.

### Методика и объекты исследования

Исходными данными для исследования послужили материалы наблюдений Республиканского гидрометеорологического центра за атмосферными осадками. При этом рассматривались суточные, месячные, годовые суммы осадков по следующим метеостанциям: Брест, Пинск, Полесская, Пельници, Житковичи, Октябрь, Мозырь, Василевичи, Гомель, Брагин. Выбор периода 1945–2015 гг. для исследования обусловлен тем, что количество станций в этот период в пределах Полесья практически не менялось и отсутствуют пропуски в наблюдениях.

Современное потепление климата в Беларуси, не имеющее себе равных по интенсивности и продолжительности, началось в 1988 г. и продолжается в настоящее время. Поэтому для оценки происходящих изменений в условиях увлажнения территории Полесья рассматривался современный период потепления климата (1988–2015) в сравнении с периодом 1945–1987 гг.

1945–1987 гг.

### Результаты и их обсуждение

Территория Полесья характеризуется достаточным увлажнением. Среднегодовое количество осадков за период 1945–2015 гг. составляет 600 мм. Однако, в отдельные годы в пределах Полесья наблюдаются как засушливые явления, так и избыточное увлажнение. На рисунке 1 представлен график многолетних (1945–2015) колебаний годовых сумм осадков в пределах Полесья.

В современный период потепления климата (с 1988 г.) по сравнению с периодом 1945–1987 гг. годовые суммы осадков в пределах Полесья увеличились. Причем эта тенденция характерна для всех метеостанций, кроме Полесской, где произошло уменьшение осадков на 20 мм. Наиболее существенный рост осадков наблюдается в Житковичах (почти на 100 мм), несколько меньший – в Мозыре и Василевичах (более чем на 70 мм).

Наибольшие годовые суммы осадков за период 1945–2015 гг. находятся в пределах 700–800 мм. Эти величины различны на разных метеостанциях. Наибольшие суммы осадков выпадают на метеостанции Житковичи (850–950 мм), на которой зарегистрирован абсолютный максимум годовых сумм осадков среди метеостанций Полесья – 968 мм (в 1998 г.). К юго-западу и юго-востоку количество осадков уменьшается. Минимальное среднее многолетнее количество осадков на территории Полесья (и Беларуси в целом) наблюдается на метеостанции Брагин. Это самая низко расположенная станция (114 м над уровнем моря). Пространственное распределение средних годовых

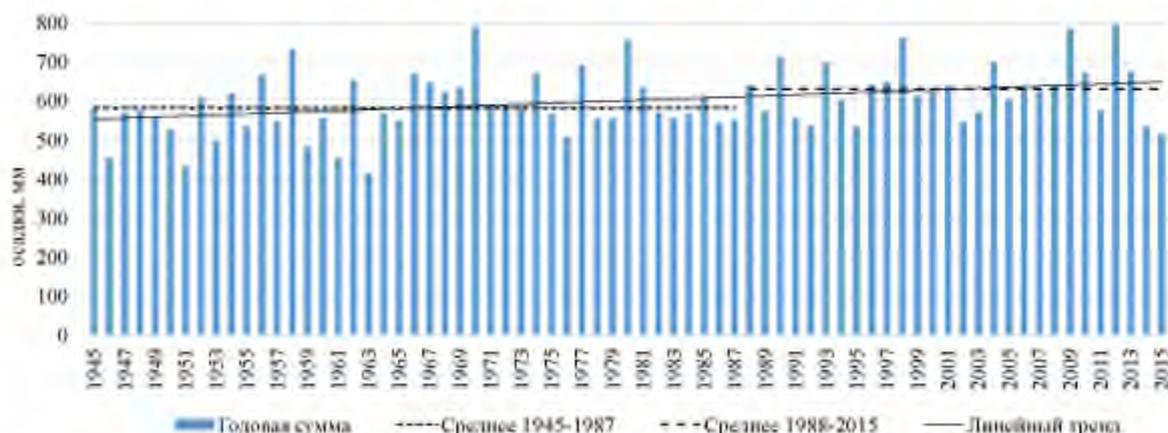


Рисунок 1. – Многолетние колебания среднего годового количества осадков в пределах Белорусского Полесья за период 1945–2015 гг.

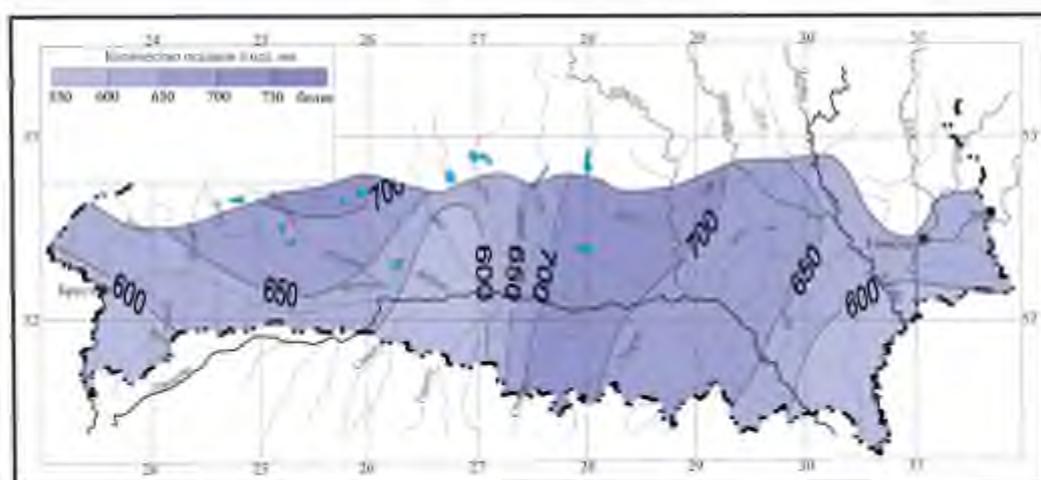


Рисунок 2 – Среднее годовое количество осадков в пределах Полесья

Таблица 1. – Коэффициенты вариации месячного и годового количества осадков

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Брест	0,57	0,47	0,54	0,49	0,45	0,48	0,58	0,60	0,65	0,93	0,46	0,49	0,18
Гомель	0,43	0,45	0,56	0,59	0,51	0,51	0,54	0,57	0,56	0,63	0,50	0,48	0,18
Брагин	0,53	0,50	0,59	0,59	0,45	0,55	0,51	0,55	0,58	0,68	0,50	0,52	0,19
Василевичи	0,50	0,46	0,56	0,57	0,49	0,52	0,53	0,60	0,59	0,67	0,51	0,48	0,19
Житковичи	0,50	0,46	0,56	0,59	0,49	0,55	0,56	0,58	0,58	0,67	0,42	0,47	0,18
Лельницы	0,51	0,48	0,59	0,57	0,48	0,49	0,57	0,53	0,59	0,63	0,48	0,47	0,16
Мозырь	0,51	0,48	0,60	0,52	0,48	0,50	0,56	0,52	0,57	0,61	0,49	0,47	0,18
Октябрь	0,45	0,49	0,52	0,57	0,47	0,48	0,49	0,61	0,62	0,65	0,47	0,41	0,16
Пинск	0,53	0,45	0,62	0,54	0,46	0,47	0,54	0,62	0,62	0,73	0,47	0,46	0,16
Полесская	0,53	0,46	0,52	0,52	0,45	0,57	0,56	0,59	0,61	0,71	0,50	0,48	0,15

осадков в современный период потепления климата представлено на рисунке 2.

В целом годовые суммы осадков довольно устойчивы во времени. Коэффициент вариации составляет 0,15–0,19 (таблица 1).

Минимальное годовое количество осадков на большинстве станций находится в пределах 300–400 мм. Лишь на станции Октябрь минимум не опускается ниже 469 мм. Абсолютный минимум годовых сумм осадков зарегистрирован в Пинске и Брагине, где он составил 278 (1961 г.) и 299 (1963 г.) мм соответственно. Наиболее засушливый период наблюдался в 1950–1960-х гг. Это 1951, 1953, 1959, 1961, 1963 гг.

Предельные суммы осадков на станциях приходятся на разные годы. В одни и те же годы они отмечаются лишь на нескольких близлежащих станциях, что связано с большой пространственной изменчивостью осадков, обусловленной сильным влиянием местных факторов. Так, наибольшие годовые суммы осадков для станций, расположенных на юго-востоке Полесья, зафиксированы в 2012 г. Здесь же наименьшие суммы осадков наблюдались в 1963 г.

Отдельно рассматривалось количество осадков, выпадающих в теплый (апрель–октябрь) и холодный (ноябрь–март) периоды года. Установлено, что в пределах Полесья на теплый период года приходится около 69 % от годовой суммы осадков. В отдельные влажные годы суммы осадков теплого периода увели-

чиваются до 700 мм. Максимальные суммы осадков за теплый период составляют 709 мм (1974, Брест), 710 и 707 мм (1998, Житковичи и Октябрь соответственно). На некоторых станциях наибольшая сумма осадков теплого периода составляет около 560 мм (Пинск и Полесская). В наиболее засушливые годы их количество уменьшается до 140–200 мм (в 1961 г. в Пинске – 140 мм). При этом на метеостанции Октябрь, например, наименьшая сумма осадков теплого периода не опускается ниже 300 мм.

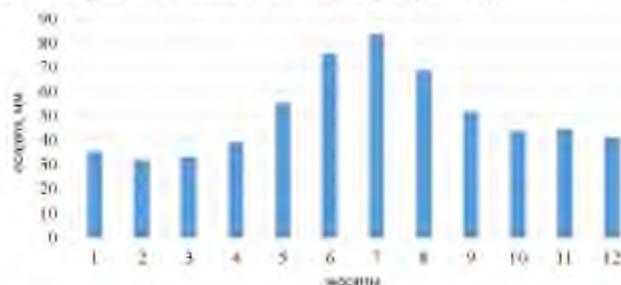
В отдельные годы (1951, 1955, 1959, 1963, 1966, 1967, 1979, 1981, 1987, 1994, 2000, 2004, 2005, 2010, 2013) практически на всех метеостанциях Полесья сумма осадков теплого периода составила менее 62 % от годовой суммы. Особенно выделяется 1966 г., когда за теплый период года на многих метеостанциях Полесья выпало менее половины годовой суммы осадков.

Максимальное за рассматриваемый период количество осадков в холодный период года изменяется от 357 мм (1966 г.) в Василевичах до 277 мм (1967 г.) в Пинске, минимальное – от 83 мм в Брагине (1972) до 118 мм на станции Октябрь (1975).

В современный период потепления климата соотношение между суммами осадков теплого и холодного периодов года практически не изменилось (изменения в пределах 1–2 %). Среди метеостанций Полесья выделяются станции Полесская, Житковичи

и Василевичи, для которых в период до 1987 г. доля осадков теплого периода была наименьшая в сравнении с другими станциями, особенно во второй половине 1950-х и 1960-е гг. В современный период потепления климата на станции Полесская доля осадков теплого периода сравнялась со средними значениями, в то время как в Житковичах и Василевичах она по-прежнему является наименьшей в процентах от годовой суммы.

Месячные суммы осадков имеют четко выраженный годовой ход с минимумом в феврале-марте и максимумом в летние месяцы (рисунок 3).



**Рисунок 3.** – Средние месячные суммы осадков в пределах Белорусского Полесья за период 1945–2015 гг.

Различия в месячных суммах осадков на разных станциях и в разные годы бывают весьма существенные. В таблице 2 представлены месячные и годовые суммы осадков по метеостанциям Полесья.

С апреля наблюдается быстрое нарастание сумм выпадающих осадков, которое продолжается до июля. Наибольшие июльские их суммы характерны для метеостанции Житковичи, несколько мень-

шие – в Мозыре и Октябре, минимумы отмечаются в Брагине. Летом выпадение осадков в значительной степени связано с ливневыми дождями, которые отличаются локальностью распределения, охватывая одновременно, как правило, небольшие площади, поэтому пространственная и временная изменчивость их очень велика.

В таблице 3 представлены экстремальные месячные суммы осадков за два периода по метеостанциям Полесья.

Анализ таблицы 3 показывает, что экстремальные месячные суммы осадков в современный период потепления климата на всех метеостанциях Полесья, кроме Брагина, увеличились, причем достаточно существенно, особенно в Бресте и Пинске. Наибольший за рассматриваемый период месячный максимум осадков в пределах Полесья зарегистрирован на станции Полесская в 2013 г. (306 мм). На всех метеостанциях, кроме Брагина, абсолютный месячный максимум осадков превышает 200 мм.

Минимальные месячные суммы осадков теплого периода изменяются по территории от 1 до 27 мм. На некоторых станциях Полесья зарегистрировано их полное отсутствие, как например, это наблюдалось в августе и сентябре 2008 г. в Василевичах и Житковичах.

В месяцы холодного периода года осадков выпадает меньше. В среднем для Полесья самыми сухими месяцами является февраль и март (32 и 33,3 мм осадков соответственно). Несколько больше их выпадает в январе (35,3 мм). Наибольшее количество осадков в месяцы холодного периода года выпадает в октябре (около 45 мм). В отдельные годы месячные суммы осадков превышают 100 мм. Абсолютный мак-

**Таблица 2.** – Средние месячные и годовые суммы осадков по метеостанциям Полесья за 1945–2015 гг.

Станция	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Брест	34,3	33,7	29,5	37,4	57,9	71,7	77,3	73,8	51,1	38,8	41,9	39,9	<b>586</b>
Пинск	34,5	29,5	31,9	35,2	54,9	72,8	80,3	64,1	47,9	43,9	42,2	40,1	<b>575</b>
Полесская	34,4	30,0	30,7	37,4	55,5	77,5	80,1	64,5	48,1	43,3	45,7	42,7	<b>588</b>
Житковичи	42,4	37,0	37,5	41,2	59,8	81,2	93,0	75,3	54,0	45,1	49,5	47,6	<b>663</b>
Октябрь	35,4	32,2	36,2	42,5	59,7	75,6	89,1	73,9	58,1	48,4	46,4	42,4	<b>640</b>
Лельницы	35,2	32,1	34,4	41,3	55,7	79,2	87,5	70,8	54,2	41,5	44,6	39,3	<b>617</b>
Мозырь	36,0	32,9	35,8	41,8	55,7	77,9	90,1	70,3	51,1	44,0	46,6	42,0	<b>622</b>
Василевичи	36,1	33,3	34,6	41,7	55,2	76,6	83,9	68,1	53,2	42,6	45,6	41,6	<b>611</b>
Гомель	34,9	31,1	32,4	38,5	53,1	79,7	86,6	62,2	52,1	47,9	44,6	41,1	<b>603</b>
Брагин	30,1	27,8	29,9	35,0	47,0	67,1	69,2	63,9	47,3	41,5	42,7	35,9	<b>536</b>

**Таблица 3.** – Экстремальное месячное количество осадков

Станция	Месячный максимум осадков (мм) / месяц, год		Станция	Месячный максимум осадков (мм) / месяц, год	
	1945–1987	1988–2014		1945–1987	1988–2014
Брест	209	292	Лельницы	196	257
	VII.1973	VIII.2006		VI.1980	VII.1993
Пинск	170	270	Мозырь	201	240
	VI.1974	VIII.2006		VII.1968	VII.1990
Полесская	166	306	Василевичи	212	217
	VIII.1986	VI.2013		VII.1974	VII.1990
Житковичи	221	240	Гомель	202	237
	VIII.1954	VII.1993		VI.1972	VII.2000
Октябрь	192	208	Брагин	183	173
	VIII.1986	IX.1990		VI.1949	VIII.2012

симум для холодного периода зарегистрирован в ноябре 1960 г. на станции Полесская и составил 140 мм. Минимальные месячные суммы осадков не столь разнообразны. Во все месяцы холодного периода года они могут понижаться до 1–3 мм.

Изменчивость во времени месячных сумм осадков достаточно велика. Коэффициент вариации их наибольший в октябре (0,61–0,93). Во все остальные месяцы года он колеблется в пределах 0,41–0,65 (таблица 1).

Суточные суммы осадков в пределах Полесья колеблются в очень широких пределах: от 0,1 мм до нескольких десятков мм и более. Имели место случаи, когда за сутки выпадало более 100 мм осадков. Максимальное количество осадков за сутки за последние 50 лет составило 115 и 103 мм на метеостанции Житковичи (июль 1991 г. и август 1979 г. соответственно),

96 мм в Пинске (июль 2007 г.), 91 мм в Мозыре (июль 1990 г.), 86 мм в Брагине (июль 1974 г.).

#### **Выводы**

В современный период потепления климата по сравнению с периодом 1945–1987 гг. в пределах Полесья произошло увеличение годовых сумм осадков по всем метеостанциям, кроме Полесской, особенно существенное – в Житковичах (почти на 100 мм), несколько меньшее – в Мозыре и Василевичах (более чем на 70 мм). Соотношение между осадками теплого и холодного периодов года практически не изменилось (изменения в пределах 1–2 %). В теплый период года на Полесье выпадает около 69 % от годовой суммы осадков. Экстремальные месячные суммы осадков в современный период потепления климата на всех метеостанциях Полесья, кроме Брагина, увеличились, причем достаточно существенно, особенно в Бресте и Пинске.

## **CHANGES IN PRECIPITATION IN THE RANGE OF THE BELARUS POLESYE**

**SHELEST T.A., MELNIK N.P.**

The article assesses the change in the amount of precipitation in the modern period of climate warming in comparison to the previous period (1945–1987). The annual precipitation, their number in the warm and cold periods of the year, monthly precipitation were analyzed in the article

УДК 911.5 (477.51)+504.54

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ ЛЕССОВЫХ «ОСТРОВОВ» ЧЕРНИГОВСКОГО ПОЛЕСЬЯ

А.И. Яковенко

Национальный университет «Черниговский колледж» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

Оценка антропогенной трансформации ландшафтов особенно актуальна для лессовых «островов» Черниговского Полесья, испытывающих разнообразные антропогенные нагрузки. В статье раскрываются особенности хозяйственного использования этих территорий, дана оценка антропогенной трансформации ландшафтов исследуемой территории и обоснованы мероприятия по оптимизации структуры природопользования.

### Введение

Современное состояние использования земельных ресурсов Украины не отвечает требованиям рационального природопользования. Нарушено экологически допустимое соотношение площадей пашни, естественных кормовых и других угодий, что негативно влияет на их устойчивость.

Важной особенностью современных ландшафтов Черниговского Полесья является то, что почти все они в той или иной мере подверглись антропогенному воздействию (распашке, вырубке лесов, осушению болот и др.). Наиболее измененными являются лессовые местности, которые распространены здесь фрагментарно как отдельные лессовые «острова».

Мы поставили перед собой цель определить уровень антропогенной преобразованности ландшафтов этих территорий и предложить мероприятия для их оптимизации.

### Методика и объекты исследования

Материалы были собраны в результате анализа одновременных топографических карт, космоснимков и статистических данных о современной структуре землепользования. Созданы векторные карты природопользования ландшафтов лессовых «островов».

Для количественного оценивания антропогенной трансформации ландшафтов использована мето-

дика, разработанная П.Г. Шищенко для оценки преобразования ландшафтов Украины [6, с. 34].

### Результаты и их обсуждение

Современные ландшафты Черниговского Полесья сформировались в средне- и позднечетвертичную эпоху. В ландшафтной структуре этой территории преобладают ландшафтные комплексы полесского типа (63 % площади региона). Значительное (до 18 %) распространение имеют ландшафтные комплексы с лесостепными чертами. Они встречаются фрагментарно и свойственны так называемым лессовым «островам». Эти ландшафтные комплексы распространены к северу от реки Десны полосой, которую образуют 4 лессовых острова (рисунок 1).

«Острова» имеют разную площадь: Березнянско-Менско-Сосницкий – 1 012 км<sup>2</sup>, Репкинско-Черниговский – 508 км<sup>2</sup>, Седневно-Тупичевский – 246 км<sup>2</sup>, Михайло-Коцюбинский – 130 км<sup>2</sup>. Почвенный покров лессовых островов составляют серые и темно-серые легкие глинистые почвы.

По палеоботаническим данным (Пашкевич, 1971) в позднеледниковый и послеледниковый периоды на территории лессовых «островов», как и Черниговского Полесья в целом, преобладали широколиственные леса. По данным археологов, освоение человеком территории лессовых «островов» началось



Рисунок 1. – Лессовые «острова» Черниговского Полесья (1 – Черниговское Полесье, лессовые острова 1 – Михайло-Коцюбинский, 2 – Репкинско-Черниговский, 3 – Седневно-Тупичевский, 4 – Березнянско-Менско-Сосницкий)



Рисунок 2. – Фрагмент векторной карты землепользования территории исследования

около 2000 лет назад. По результатам археологических исследований известно, что с конца XIII – начала XIV ст. лесной тип ландшафтов лесовых островов заменяется ландшафтом полей и пастбищ [1, с. 211]. Интенсивное и длительное развитие земледелия на лесовых «островах» стало определяющим фактором трансформации ландшафтов.

Антропогенная нагрузка на лесовые «острова» усилилась в XIX–XXI ст. Использование тяжелой сельскохозяйственной техники и нарушения режима пахоты земель на склонах способствовали локальному разрушению грунтового покрова.

Нами были выбраны более характерные для территории исследования виды землепользования: леса, луга, пашня, застройка (городская и сельская) и водные объекты. Площади земель различного назначения оценивались в графе «другое». Коэффициент антропогенного преобразования ( $K_{ан}$ ) рассчитан по данным областных статистических ежегодников. Показатели площади корректировались на основании анализа космоснимка Landsat и созданных в QGIS векторных полигонов различных видов землепользования (рисунок 2).

Для полученных результатов площадей землепользования для каждого лесового «острова» рассчитан коэффициент  $K_{ан}$  и средние показатели (таблица 1).

Таблица 1. – Антропогенная трансформация ландшафтов лесовых «островов»

Оцениваемые территории	Виды землепользования, % от площади						$K_{ан}$
	лес	луг	пашня	застройка	водные объекты	другое	
Березнянско-Менско-Сосниций	2	12,9	81	2,1	1,3	0,7	7,1
Репинско-Черниговский	3	16,4	75	3,7	1,3	0,6	7

Седнево-Тупичевский	3	15,4	76	3,8	1,2	0,5	7
Михайло-Коцюбинский	1	15,3	77	4,9	1,1	0,7	7,2
В среднем по территории исследования	2,25	15	77,3	3,6	1,2	0,6	7
В целом для Черниговского Полесья [5, с. 32]	34,4	25,7	30,8	2,6	2	0,6	4,9

В целом ландшафты Черниговского Полесья оценивают как средне трансформированные (Л.Ю. Сорокина, 2013). Здесь один из самых высоких показателей распаханности земель (около 30 % территории) [5, с. 32].

Наши же исследования показывают, что на фоне Черниговского Полесья в целом ( $K_{ан} = 4,9$ ) территории лесовых «островов» более трансформированы ( $K_{ан}$  в среднем 7,0). Это обусловлено большей распаханностью территории.

Для всех лесовых «островов» коэффициент  $K_{ан}$  практически одинаков. Наиболее трансформированы ландшафты Михайло-Коцюбинского лесового «острова» ( $K_{ан} = 7,2$ ). Они выделяются меньшей общей площадью, значительной сельскохозяйственной освоенностью и высокой долей урбанизированных ландшафтов.

Полученные результаты акцентируют внимание на существующих геоэкологических проблемах территории исследования: деградация земель, изменение естественной растительности, малая доля лесов.

С целью оптимизации ландшафтов лесовых «островов» Черниговского Полесья мы предлагаем такие организационно-хозяйственные мероприятия:

- увеличение площадей лесных территорий до 10 %;

- запрет сельскохозяйственного освоения новых территорий;
- консервирование земель в заповедниках рек;
- развитие рекреационных возможностей сельской местности.

#### Выводы

Проведенные исследования позволили нам проанализировать особенности землепользования ландшафтов на территории лессовых «островов» Черниговского Полесья, определить их структуру и антропогенную трансформацию. На фоне Черниговского Полесья в целом они более трансформированы и отличаются значительной сельскохозяйственной освоенностью, высокой долей урбанизированных ландшафтов и небольшими площадями лесных территорий.

Среди мероприятий оптимизации наиболее важным являются регулирование сельскохозяйственного природопользования, развитие природоохранной деятельности и использование рекреационных ресурсов [4, с. 201].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Веремейчик, О.М. Результати та перспективи археологічних досліджень сільських поселень Чернігівського Полісся. [Текст] / О.М. Веремейчик // *Археологія і давня історія України*. Зб. наук. пр. – К.: ІА НАН України, 2010. – Вип. 1. – С. 209–215.
2. Маринич, А.М. Удосконалена схема фізико-географічного районування України / А.М. Маринич, Г.О. Пархоменко, О.М. Петренко, П.Г. Шищенко // *Укр. геогр. журн.* – 2003. – №1 (41). – С. 21–32.
3. Пашкевич, Г.А. История Черниговского Полесья в поздне-последлениковое время по данным спорово-пыльцевого анализа / Г.А. Пашкевич // *Проблемы палинологии* – К.: Наук. думка, 1971 – Вып. 1 – С. 188–199.
4. Проблемы природопользования в трансграничном регионе Белорусского и Украинского Полесья / науч. редакторы В.П. Палиенко, В.С. Хомич, Л.Ю. Сорокина; Институт географии НАН Украины, ГНУ «Институт природопользования» НАН Беларуси. – К.: Изд-во «Сталь», 2013. – 290 с.
5. Сорокина, Л.Ю. Оценка антропогенной трансформированности ландшафтов трансграничного полесского региона / Л.Ю. Сорокина // *Український географічний журнал.* – 2013. – № 3. – С. 25–33.
6. Шищенко, П.Г. Принципы и методы ландшафтного анализа в региональном проектировании / П.Г. Шищенко. – К.: Фитосоцицентр, 1999. – 284 с.

## THE ANTHROPOGENIC TRANSFORMATIONS OF LANDS THE LOESS «ISLANDS» OF CHERNIHIV POLESIE

YAKOVENKO O.I.

The estimation of anthropogenic transformation of landscapes is especially actual for the loess «islands» of Chernihiv Polesye, testing the various anthropogenic loading. The features of the economic use of these territories open up in the article. Evaluation of the differences in intra-regional anthropogenic landscapes transformation within the researched area has been presented and events are reasonable on optimization of the natural resources.

УДК 628.3(075.8)

**О РАЗВИТИИ СИСТЕМЫ ВОДООТВЕДЕНИЯ Г. БРЕСТА****В.Н. Яромский**

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В статье рассматриваются основные этапы становления и развития системы водоотведения г. Бреста. Основное внимание уделяется проведению работ по реконструкции и модернизации очистных сооружений, включенных в план подготовки города к празднованию 1000-летия, которое состоится в 2019 году.

**Введение**

В настоящее время значение пресной воды как природного сырья возрастает. При применении в быту и промышленности вода загрязняется веществами минерального и органического происхождения. Такую воду принято называть сточной.

Сточные воды, особенно бытовые, могут содержать токсические вещества и возбудителей инфекционных заболеваний. Водохозяйственные системы городов и промышленных предприятий оснащены современными комплексами самотечных и напорных трубопроводов и других специальных сооружений, реализующих отведение, очистку, обеззараживание перед выпуском в природный водоем и утилизацию образовавшихся осадков. Такие комплексы называются водоотводящей системой. Водоотводящие системы обеспечивают также отведение и очистку дождевых и талых вод. Строительство водоотводящих систем обуславливается необходимостью обеспечения нормальных жилищно-бытовых условий населения городов и сельских населенных мест и поддержанию хорошего состояния окружающей природной среды.

Целью настоящей работы является рассмотрение процесса создания и развития системы водоотведения г. Бреста.

**Результаты и их обсуждение**

Как свидетельствуют архивные материалы в конце XIX и в начале XX столетия централизованного водоснабжения и водоотведения в г. Бресте не существовало. Воду горожане получали из частных шахтных колодцев; водовозы набирали воду в р. Мухавец и развозили по городу [1, с. 10–15].

Осенью 1925 г. Варшавская фирма «Wehrlichowski» начала бурение артезианского колодца в городском саду (ныне памятник стражам границ). В отчете о восстановительно-строительных работах в Бресте за 1931–1933 гг. говорилось о завершении ремонта довоенной сети. В рамках этого проекта была пробурена вторая артезианская скважина, построена станция фильтрования. Подача воды из одной скважины составила 200 м<sup>3</sup>/сут.

По состоянию на июль 1933 г. в городе было 7 канализационных сточных каналов, 6 из которых отводили сточные воды в открытый ливневый канал в черте города, 7-й при городской больнице отводил сточные воды прямо в р. Мухавец. В марте 1936 г. специальная комиссия констатировала, к октябрю 1935 г. было уложено свыше 3 000 м водопроводных труб. Построен главный коллектор длиной 1 305 м.

Для обеспечения города водой и отвода сточных вод было создано Брестское городское водопроводно-канализационное предприятие. Его устав был утвержден городской радой 19 апреля 1934 г. Предприятие являлось

организацией коммунального пользования и подчинялось городской раде и городскому управлению в лице президента города. До 1935 г. протяженность водопроводных сетей в Бресте составляла 12 км, а суточное количество потребляемой воды составляло 2 000 м<sup>3</sup>.

В этот же период в Бресте были построены очистные сооружения канализации по ул. Костюшко (современная – ул. Гоголя, 2). По этому адресу была самая низкая геодезическая отметка. Там располагалась канализационная насосная станция, которая подавала сточные воды на очистные сооружения. В состав очистных сооружений входили: песколовки, вертикальные отстойники, метантенки и поля фильтрации. В песколовках из сточных вод выделялся песок; в отстойниках – органические вещества, которые впоследствии сбраживались в метантенках с получением биогаза. Осветленные сточные воды направлялись на поля фильтрации для биологической очистки. На тот период времени это были современные очистные сооружения.

В декабре 1939 г. после воссоединения с БССР Брест становится областным центром. Жизнь в городе активизируется, но начинается война.

В послевоенные годы, особенно в начальный период, в городе Бресте идут восстановительные работы. А далее начинается интенсивное промышленное и гражданское строительство. В 60-е гг. построены такие промышленные гиганты, как Брестский электромеханический завод, Брестский электроламповый завод, завод «Цветотрон». Параллельно со строительством предприятий идет интенсивное строительство жилых домов. Быстро вырастали жилые микрорайоны: Восток 1, Восток 2 и т.д. Мощности очистных сооружений на ул. Гоголя были незначительными и не могли удовлетворить стремительное промышленное и гражданское строительство. Правительством республики было принято решение о строительстве новых очистных сооружений. Площадка была выбрана на юго-западе города у д. Волынка. Строительство разбили по очередям. Первая очередь строительства была завершена в 1969 г. на производительность очистных сооружений до 35 000 м<sup>3</sup>/сут. В 1981 г. вторая очередь на производительность 93 000 м<sup>3</sup>/сут. И в 1992 г. третья очередь на производительность 135 000 м<sup>3</sup>/сут.

В состав очистных входили: приемная камера, решетки, песколовки и первичные радиальные отстойники. Биологическая очистка сточных вод осуществлялась в аэротенках. Доочистку сточных вод проводили в биологических прудах перед выпуском в реку Западный Буг.

Обезвоживание осадка осуществлялось на передовых по тем временам вакуум-фильтрах. Для обезвоживания использовали хлорное железо, которое было отходом на электромеханическом заводе. Однако, в конце 80-х гг. Брестский электромеханический завод

перешел на новую технологию получения печатных плат, и поставки хлорного железа в качестве реагента на очистные сооружения прекратились. Вакуум-фильтры были остановлены. На территории очистных сооружений, возле 5-го форта и вдоль границы р. Западный Буг были открыты земляные илонакопители, в которые больше чем 10 лет сливали сырой осадок и активный ил. За этот период было накоплено более чем 200 тыс. м<sup>3</sup> осадка.

Накопленный осадок стал представлять экологическую угрозу, так как все илонакопители находились в пойме р. Западный Буг. И в случае наводнения мог попасть в реку Западный Буг, которая является приток Вислы. В начале 20-х годов XXI столетия Польша поставила на Брестский водоканал датские обезвоживатели осадка, с помощью которых накопленный осадок обезвоживали и утилизировали. Так была решена экологическая проблема. В настоящее время датские пресс-фильтры установлены в цехе механического обезвоживания Брестских очистных сооружений.

После развала СССР многие предприятия, ранее работающие на Советский Союз, практически прекратили свое существование, это в основном предприятия машиностроительного профиля. В 90-е гг. в Бресте открылись предприятия пищевой промышленности – «Санта Бремер», «Инкофуд», ИООО «Вастега» и т.д. Правительство республики установило норму водопотребления на одного жителя, которая составляет 140 литров в сутки. Общее количество поступающей сточной воды на очистные сооружения уменьшилось, а концентрация таких загрязнений, как соединения азота и фосфора, увеличилась.

В 2005–2006 гг. по заказу Брестского водоканала лаборатория «Гидроэкологии» Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси провела обследование очистных сооружений. По результатам обследования были разработаны соответствующие рекомендации [2, с. 39–40]. В основу рекомендаций положены мероприятия по перестройке работы сооружений биологической очистки на удаление соединений азота и фосфора. По расчетам предлагалась достройка одного аэротенка и 2 вторичных отстойников, модернизация сооружений механической очистки и сооружений по обработке осадка. По разработанным рекомендациям проектным институтом «Бресткомунпроект» был выполнен про-

ект реконструкции и модернизации Брестских очистных сооружений. Для реализации проекта требовались значительные финансовые средства, которых у города не было. Поиск средств осуществлялся в рамках Программ Трансграничного Сотрудничества.

В 2018 г. Брестводоканал провел тендер, в котором приняли участие 8 фирм. В итоге, тендер выиграла чешская фирма Metrostav, с которой Брестский водоканал подписал контракт на проведение реконструкции очистных сооружений. Работы по реконструкции будут профинансированы в рамках инициативы «Беларусь: экологический инфраструктурный проект, первый этап» за счет грантовых и кредитных средств, а распорядителем стал Северный инвестиционный банк (из сообщений корреспондента газеты «Брестский вестник» Д. Кухарчука).

В настоящее время очистные сооружения ждет масштабная реконструкция, предполагающая модернизацию существующих сооружений и возведение новых сооружений. В частности, будут построены новые аэротенки и вторичные отстойники. Также будут возведены новые сооружения по механической очистке: приемные камеры, решетки и песколовки. Существующие первичные отстойники, аэротенки, воздухоподъемную и циркуляционную станции реконструируют. Вся система будет полностью автоматизирована. Будет также построен новый выпускной коллектор, по которому очищенные сточные воды, минуя биопруды, будут выпускаться в р. Западный Буг. Предполагается завершение реализации проекта к 1000-летию г. Бреста.

#### **Заключение**

Таким образом, система водоотведения является важнейшей частью городского хозяйства и должна решать важнейшие экологические проблемы – очистку сточных вод и утилизацию осадка.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Как создавался и развивался водопровод в Бресте [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [Virtualbrest.by/news/29623.php](http://Virtualbrest.by/news/29623.php).
2. Исследование комплекса очистных сооружений г. Бреста и разработка рекомендаций по повышению его эффективности. отчет о НИР (заключит.) / Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси; рук. Яромский В.Н. – Брест, 2006. – 48 с.

## **ON THE DEVELOPMENT OF BREST WATER SUPPLY SYSTEM**

**YAROMSKI V.N.**

In this article we consider the main stages of the formation and development of the water supply system in the city of Brest. Particular attention is paid to the reconstruction and modernization of urban treatment facilities included in the city's preparation plan for the celebration of the 1000th anniversary, which will be held in 2019.



## СЕЛЬСКАЯ ГАСПАДАРКА

УДК 666.9 (047.31)

## САПАЊІТУТРЫМЛІВАЮЧЫЯ БАЗАЛЬТАВЫЯ ТУФЫ ПАЎДНЁВАГА ЗАХАДУ БЕЛАРУСІ

В.М. Босак<sup>1</sup>, Г.Д. Стральцова<sup>2</sup>, А.Ф. Кузьмянкова<sup>2</sup>, Т.У. Сачыўка<sup>1</sup><sup>1</sup> Беларуская дзяржаўная сельскагаспадарчая акадэмія, г. Горкі, Беларусь<sup>2</sup> Навукова-практычны цэнтр па геалогіі, г. Мінск, Беларусь

Сапанітсодержащие базальтовые туфы являются перспективным сырьем для промышленности, могут использоваться в качестве мелиоранта широкого спектра действия в агробиоценозах, природного сорбента тяжелых металлов и радионуклидов, для нейтрализации и обезжелезивания вод. Предпосевное внесение сапанитосодержащих базальтовых туфов в дозах по магнию  $Mg_{20-30}$  увеличило урожайность зерна яровой пшеницы на 2,6–5,3 ц/га, овса – на 2,4–5,1 ц/га, гороха посевного – на 3,6–4,5 ц/га, бобов фасоли овощной – на 14–16 ц/га, зеленой массы базилика обыкновенного – на 16–22 ц/га с лучшими показателями агрономической эффективности при внесении  $Mg_{30}$  (яровая пшеница, овес, горох, фасоль овощная) и  $Mg_{20}$  (базилик обыкновенный) на фоне полного минерального удобрения.

## Уводзіны

У нетрах Беларускага Палесся сканцэнтраваны шматлікія радовішчы карысных выкапняў, якія паспяхова выкарыстоўваюцца ў разнастайных галінах эканомікі нашай краіны. Прыярытэтным накірункам у галіне нетракарыстання Беларускага Палесся, акрамя ўжо здабываемай будаўнічай мінеральнай сыравіны і сыравіны для вытворчасці будаўнічых матэрыялаў (пясчана-гравійныя сумесі, пясок, гліна, мел, мергель і г.д.), з'яўляецца новая для Беларусі сыравіна – базальты і спадарожныя ім у геалагічным разрэзе сапанітутрымліваючыя базальтавыя туфы [1–4].

Сапанітутрымліваючыя туфіты і туфы асноўнага складу (базальтавыя туфы) залягаюць сярод патокаў базальтаў вендскага (неапратэразойскага) ўзросту (валынская серыя, ратайчыцкая сеіта) на паўднёвым захадзе Беларусі. Глыбіня залягання туфаў вар'іруе ад 40–150 м у Іванаўскім і Пінскім раёнах да 150–300 м – у Ваўкавыскім, Драгічынскім і Маларыцкім раёнах і 600–1500 м – у Брэсцкім і Кобрынскім раёнах.

Аснову сапанітутрымліваючых туфаў складае мінерал сапаніт  $(Ca_{1-x}Na)_x[(Mg,Fe)_2Si_2Al_2O_{10}(OH)_2 \cdot 4H_2O]$  (англ. *saponite*) – гліністы мінерал, слаісты сілікат з групы монтмарыланіту (смакцітаў). Сапаніт сустракаецца ў выглядзе зямлістых ці глінападобных назалашванняў у зоне выветрывання магнезіяльных горных парод, у прыватнасці, асноўных эфузіўных парод – базальтаў, дзе ён утвараецца як другасны мінерал па вітра- і літакластам, а таксама запаяўне міндаліны і трэшчыны ў пародах. Характэрнай асаблівасцю сапаніту з'яўляецца яго высокая сарбцыйная здольнасць [2].

Акрамя сапаніту, у склад сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў Беларусі ў невялікай колькасці ўваходзяць мінералы анальцім  $Na[AlSi_3O_8] \cdot xH_2O$ , гематыт  $\alpha-Fe_2O_3$ , гідраслюда  $K_x(Al,Mg,Fe)_{3-x}[Si_{3-x}Al_xO_{10}](OH)_2 \cdot nH_2O$  ( $x \leq 0,5$ ,  $n \leq 1,5$ ), каалініт  $Al_2[Si_4O_{10}(OH)_2]$ , палявы шпат (плагіяклас: альбіт  $Na[AlSi_3O_8]$  і анартыт  $Ca[Al_2Si_2O_8]$ ), артаклас  $K[AlSi_3O_8]$ , кварц  $SiO_2$ .

У сярэдніх пробах, якія былі адабраны ў Пінскім, Іванаўскім і Маларыцкім раёнах Брэсцкай вобласці, утрыманне  $MgO$  складала 6,53–9,87 %,  $K_2O$  – 0,79–3,46 %,  $N_{tot}$  – 0,14–0,18 %,  $P_2O_5$  – 0,22–0,24 %,  $Na_2O$  – 2,31–3,29 %,  $CaO$  – 0,04–1,94 %,  $FeO$  – 17,06–24,20%,  $Al_2O_3$  – 11,50–14,49 %,  $SiO_2$  – 41,62–57,12 %.

Побач з макразэлементамі, у туфе былі вызначаны мікразэлементаў: утрыманне рухомах форм марганцу ў

сяраднім складала 162,39 мг/кг, кобальту – 4,45 мг/кг, цынку – 35,37 мг/кг, медзі – 51,69 мг/кг.

Сапанітутрымліваючыя базальтавыя туфы, улічваючы іх мінералагічны і хімічны склад, з'яўляюцца перспектыўнай сілікатнай сыравінай для прамысловасці (вытворчасць партландцэменту, керамічных вырабаў, шкла, шклокрышталічных матэрыялаў, буравых прамывачных вадкасцей), а таксама магуць выкарыстоўвацца ў якасці меляранту шырокага спектра дзеяння ў аграбіяцэнозах, прыроднага сарбенту цяжкіх металаў і радыёнуклідаў, для нейтралізацыі і абезжелезвання вады [1–12].

У 2015–2017 гг. супрацоўнікамі БДСГА, БДТУ і НПЦ па геалогіі праведзена комплексная ацэнка выкарыстання сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў, распрацаваны тэхнічныя ўмовы (Туф базальтавы сапанітутрымліваючы здробнены: тэхнічныя ўмовы ТУ ВУ 192018546.015-2017), атрыманы патэнт на вынаходніцтва № 21734 «Спосаб павелічэння прадуктыўнасці сельскагаспадарчых культур», мелярант унесены ў Дзяржаўны рэестр сродкаў аховы раслін (пестыцыдаў) і ўгнаенняў, дазволена для прымянення на тэрыторыі Рэспублікі Беларусь [9, 10, 13].

Мэта даследавання – вызначыць магчымасць выкарыстання сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў у якасці аграмеляранту.

## Метадыка і аб'екты даследавання

Даследаванні па вызначэнню эфектыўнасці выкарыстання сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў у аграбіяцэнозах праводзілі на працягу 2014–2016 гг. у палявых доследах на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе.

Аграхімічная характарыстыка ворнага гарызонту даследуемай глебы мела наступныя паказчыкі:  $pH_{KCl}$  5,5–5,7, утрыманне  $P_2O_5$  (0,2 М HCl) – 135–145 мг/кг,  $K_2O$  (0,2 М HCl) – 120–130 мг/кг, гумусу (0,4 н  $K_2Cr_2O_7$ ) – 2,2–2,4 %,  $CaO$  (1 М KCl) – 1484–1685 мг/кг,  $MgO$  (1 М KCl) – 110–120 мг/кг глебы.

Схема доследаў у 4-кратнай паўторнасці прадугледжвала кантрольны варыянт без прымянення ўгнаенняў, варыянты з унясеннем пад культывацыю перад пасевам поўнага мінеральнага ўгнаення NPK (карбамід, аманізаваны суперфасфат, хлорысты калій) і розных доз сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў (дозы былі розныя па магнию –  $Mg_{20-30}$ ).

Даследуемыя культуры – яровая пшаніца сорт Тома (*Triticum aestivum* L.), авёс сорт Запавет (*Avenasativa* L.),

Таблиця 1 – Агронамічна ефективність використання сапанітутримліваючих базальтавих туфау при вирощуванні сільськогосподарських культур

Варіант	Урожайність, ц/га	Прибавка, ц/га	
		контроль	фон
Яровая пшаница ( <i>Triticum aestivum</i> L.), зерно			
Контроль без угнаення	22,3	–	–
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон	48,1	25,8	–
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>30</sub>	50,7	28,4	2,6
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>40</sub>	53,4	31,1	5,3
N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>60</sub>	53,1	30,8	5,0
HIP <sub>05</sub>	2,4		
Авес ( <i>Avena sativa</i> L.), зерно			
Контроль без угнаення	16,5	–	–
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	30,7	14,2	–
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>30</sub>	33,1	16,6	2,4
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>40</sub>	35,7	19,2	5,0
N <sub>70</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>60</sub>	35,8	19,3	5,1
HIP <sub>05</sub>	1,8		
Гарох пасяўны ( <i>Pisum sativum</i> L.), зерно			
Контроль без угнаення	12,1	–	–
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	23,9	11,8	–
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>40</sub>	27,6	15,5	3,7
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>60</sub>	28,4	16,3	4,5
N <sub>30</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>80</sub>	27,5	15,4	3,6
HIP <sub>05</sub>	1,5		
Фасоль агароднінная ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), струкі			
Контроль без угнаення	158	–	–
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> – фон	252	94	–
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>40</sub>	266	108	14
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>60</sub>	268	110	16
N <sub>50</sub> P <sub>60</sub> K <sub>120</sub> + Mg <sub>80</sub>	267	109	15
HIP <sub>05</sub>	12		
Базилік звичайний ( <i>Ocimum basilicum</i> L.), зелена маса			
Контроль без угнаення	208	–	–
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> – фон	229	23	–
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>30</sub>	245	39	16
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>40</sub>	251	45	22
N <sub>45</sub> P <sub>30</sub> K <sub>30</sub> + Mg <sub>60</sub>	246	40	17
HIP <sub>05</sub>	12		

гарох пасяўны сорт Эйфель (*Pisum sativum* L.), фасоль агароднінная сорт Чыжовенка (*Phaseolus vulgaris* L.), базилік звичайний сорт Maria (*Ocimum basilicum* L.).

Паллявыя даследаванні і статыстычную апрацоўку вынікаў праводзілі згодна існуючым методам [14–15].

#### Вынікі і іх абмеркаванне

У выніку 3-гадовых паллявых даследаванняў вызначана, што выкарыстанне поўнага мінеральнага ўгнаення НРК істотна павялічыла ўраджайнасць таварнай прадукцыі ўсіх даследуемых сельскагаспадарчых культур (табліца 1).

Угнаенне пад культывацыю перад пасевам N<sub>90</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> павялічыла ўраджайнасць зярнят яравой пшаніцы на 25,8 ц/га, N<sub>70</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – ўраджайнасць зярнят аўсу на 14,2 ц/га, N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>30</sub> – ўраджайнасць зярнят гароху на 11,8 ц/га, N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> – ўраджайнасць струкоў

фасолі агародніннай на 94 ц/га, N<sub>50</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> – ўраджайнасць зяленой масы базиліку на 23 ц/га.

Прымяненне сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў таксама аказала істотны ўплыў на ўраджайнасць даследуемых сельскагаспадарчых культур.

Выкарыстанне сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў павялічыла ўраджайнасць зярнят яравой пшаніцы на 2,6–5,3 ц/га, аўсу – на 2,4–5,1 ц/га, гароху пасяўнога – на 3,6–4,5 ц/га, струкоў фасолі агародніннай – на 14–16 ц/га, зялёнай масы базиліку звичайнага – на 16–22 ц/га.

Лепшыя паказчыкі агронамічнай эфектыўнасці ў даследаваннях з яравой пшаніцай, аўсам, гарохам і фасоллю агародніннай забяспечыла прымяненне пад культывацыю перад пасевам сапанітутрымліваючых

базальтавых туфаў у дозе па магнію  $Mg_{40}$  (яравая пшаніца – ураджайнасць зярнят 53,4 ц/га, авёс – ураджайнасць зярнят 35,7 ц/га, гарох пасяўны – ураджайнасць зярнят 27,6 ц/га, фасоль агароднінная – ураджайнасць струкоў 266 ц/га), пры вырошчванні базіліку звычайнага – у дозе па магнію  $Mg_{30}$  (ураджайнасць зялёнай масы 245 ц/га).

#### Вывады

Сапанітутрымліваючыя базальтавыя туфы з розных свідравін паўднёвага захаду Рэспублікі Беларусь, улічваючы іх хімічны і мінералагічны склад, рэкамендуецца выкарыстоўваць у якасці магіўтрымліваючага аграмеліяранту пры вырошчванні збожжавых, збожжаваструкавых і агароднінных культур. Дозу сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў патрэбна разлічваць па ўтрыманню магію (утрыманне  $MgO$  – 6,53–9,87 %).

У даследаваннях на дзярнова-падзолістай супясчанай глебе з сярэднім утрыманнем абменнага магію (110–120 мг/кг глебы) прымяненне сапанітутрымліваючых базальтавых туфаў у дозах 20–60 кг/га  $MgO$  павялічыла ураджайнасць зярнят яравой пшаніцы на 2,6–5,3 ц/га, зярнят аўсу – на 2,4–5,1 ц/га, зялёнай масы базіліку звычайнага – на 16–22 ц/га, у дозах 40–80 кг/га  $MgO$  – зярнят гароху пасяўнога на 3,6–4,5 ц/га, струкоў фасоля агароднінная – на 14–16 ц/га з лепшымі паказчыкамі аграмічнай эфектыўнасці пры выкарыстанні  $Mg_{30}$  (яравая пшаніца, авёс, гарох, фасоль) і  $Mg_{40}$  (базілік) на фоне поўнага мінеральнага ўгнаення.

#### ЛІТАРАТУРА

1. Вендские траппы Беларуси – перспективное сырье для силикатной промышленности / О.Ф. Кузьменкова, И.А. Левицкий, С.Е. Баранцева, А.И. Позняк // *Літасфера*. – 2012. – № 2. – С. 130–147.
2. Кольчэнков, В.П. Сорбционные свойства сапонитсодержащих туфов Беларуси / В.П. Кольчэнков, Г.Д. Стрельцова, О.В. Мурашко // *Природные ресурсы*. – 2015. – № 2. – С. 5–12.
3. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов в земледелии: рекомендации / В.Н. Босак, Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова, Т.В. Сачивко. – Минск: БГТУ, 2016. – 14 с.
4. Характеристика и перспективы использования сапонитсодержащих базальтовых туфов / Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова, В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // *Природное асыроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця*. – Минск: Беларуская навука, 2016. – Вып. 9. – С. 33–35.
5. Босак, В.Н. Применение сапонитсодержащего базальтового туфа при возделывании овощных культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // *Вестник БарГУ. Серия: Биологические науки. Сельскохозяйственные науки*. – 2017. – № 5. – С. 83–88.
6. Босак, В.Н. Применение сапонитсодержащих базальтовых туфов при возделывании зерновых и зернобобовых культур / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко // *Агрохимия*. – 2017. – № 9. – С. 58–62.
7. Влияние сапонитсодержащих базальтовых туфов на продуктивность сельскохозяйственных культур / В.Н. Босак, Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова, Т.В. Сачивко // *Земледелие и защита растений*. – 2016. – № 5. – С. 6–9.
8. Сапонитсодержащие базальтовые туфы Беларуси как ценный мелиорант / В.Н. Босак, Т.В. Сачивко, Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова // *Наше сельское хозяйство*. – 2018. – № 1. – С. 63–64.
9. Способ увеличения продуктивности сельскохозяйственных культур: патент на изобретение № 21734 / В.Н. Босак, Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова, Т.В. Сачивко // *Афіцыйны бюлетэнь: вынаходствы, карысныя мадэлі, прамысловыя ўзоры, тапалогіі інтэгральных мікрасхем*. – 2018. – № 2. – С. 98–99.
10. Туф базальтовый сапонитсодержащий измельченный: технические условия ТУ ВУ 192018546 015-2017 / Г.Д. Стрельцова, О.Ф. Кузьменкова, В.Н. Босак, Т.В. Сачивко. – Минск: Государственный комитет по стандартизации Республики Беларусь, 2017. – 12 с.
11. Ecological sorbent which is mainly consist of saponite mineral from Ukrainian clay-field / V. Spivak, I. Astrelin, N. Tolstopalova, I. Atamaniuk // *Chemistry & Chemical Technology*. – 2012. – Vol. 6, Nr. 4. – P. 451–457.
12. Numitor, G. Saponite / G. Numitor. – Fly Press, 2012. – 60 P.
13. Государственный реестр средств защиты растений (пестицидов) и удобрений, разрешенных к применению на территории Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Минск, 2018. – Режим доступа: <http://www.ggiskzr.by>. – Дата доступа: 24.04.2018.
14. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – Москва: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
15. Организационно-технологические нормы возделывания зерновых, зернобобовых, крупяных культур: сборник отраслевых регламентов / Ф.И. Привалов [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2014. – 268 с.

## SAPONITE-CONTAINING BASALTIC TUFFS SOUTH-WEST OF BELARUS

BOSAK V.N., STRELTSOVA G.D., KUSMENKOVA O.F., SACHYUKA T.U.

Saponite-containing basaltic tuffs, given their mineralogical and chemical composition, are prospective silicate raw materials in industry. They also can be used as broad spectrum ameliorant in agrobiocenosis, natural sorbent of heavy metals and radionuclides as well as for neutralization and deferrization of water. Preplant application of saponite-containing basaltic tuffs in Mg doses of  $Mg_{30-40}$  increased yield of spring wheat grain by 2,6–5,3 dtha<sup>-1</sup>, oats grain – by 2,4–5,1 dtha<sup>-1</sup>, peas grain – by 3,6–4,5 dtha<sup>-1</sup>, green beans – by 14–16 dtha<sup>-1</sup>, green mass of basil – by 16–22 dtha<sup>-1</sup> with better agronomic efficiency in case of application of  $Mg_{40}$  (spring wheat, oats, peas, green beans) and  $Mg_{30}$  (basil) against the background of complete mineral fertilizing.

УДК 631.879.42:812.1:813.4

## ТРАНСФОРМАЦИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО СЫРЬЯ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ ЭФФЕКТИВНЫХ И ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫХ УДОБРЕНИЙ

О.В. Валецкая, В.А. Гаврилюк, М.Б. Августинович

Полесская опытная станция Национального научного центра «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н. Соколовского», г. Луцк, Украина

В статье приведены результаты лабораторных исследований, которые доказывают, что проведение обеззараживания органического сырья (торф, навоз КРС, куриный помет) путем паровой стерилизации под давлением с последующей биологической активацией полученных смесей за счет добавления микроэлементов, микробиологического и гуминового препаратов позволяет получить полноценные комплексные удобрения.

### Введение

Современная ситуация в сельском хозяйстве требует переориентации на использование местных сырьевых ресурсов с целью стабилизации и восстановления плодородия почв, а также обеспечения растений основными элементами питания. Это обусловлено ограниченным объемом производства органических удобрений и высокой стоимостью минеральных. В то же время, эффективность применения местных сырьевых ресурсов в значительной степени определяется качественными и количественными характеристиками. Следовательно, в случае использования их в сельском хозяйстве необходимо усиливать положительные стороны этих ресурсов и нивелировать отрицательные. В этой связи ученые, например, предлагают для изготовления компостов на основе древесных отходов использовать аммиачную селитру и комплекс микроэлементов (МКЭ), что в значительной степени улучшает качественные показатели конечного продукта [1]. Также показана целесообразность проведения водной экстракции питательных веществ из органических удобрений, изготовленных методом компостирования [2, 3]. Особенно интересны научные работы, касающиеся использования ценных ассоциаций микроорганизмов с целью быстрой деструкции и обеззараживания органического сырья [4, 5].

Несмотря на большое количество проведенных исследований, полученных информационных данных, научных и практических разработок, необходимо продолжать разработку удобрений со сбалансированным содержанием питательных веществ в сочетании с экологической составляющей.

### Результаты и их обсуждение

Первым этапом в изготовлении комплексных удобрений было полное агрохимическое исследование органического сырья (торф, навоз КРС, куриный помет) до и после проведения обеззараживания путем паровой стерилизации под давлением. Обработка проводилась при температуре выше 133 °С в течение не менее 20 минут без перерыва при абсолютном давлении не менее 3 бара.

Полученные результаты указывают на повышение влажности образцов после обработки на 1,0–7,6 % в зависимости от сырья, что связано с технической составляющей этого процесса – обработкой паром (таблица 1). Заметное увеличение упомянутого показателя наблюдалось в навозе КРС. Такая же тенденция отмечена при определении содержания золы: максимальные потери органического сухого вещества

среди исследуемых местных сырьевых ресурсов зафиксированы в навозе КРС, которые составляли 1,3 %. Вместе с тем наблюдалось снижение содержания углерода на 0,4 % во всех видах органического сырья.

Полученные данные указывают на снижение содержания общих соединений основных питательных элементов, кроме калия в торфе и курином помете. Высокие потери азота отмечены в торфе, которые составляли 0,13 %. Показатели содержания кальция и магния в образцах практически не изменились, что свидетельствует об устойчивости этих соединений. Также выявлено уменьшение показателя  $pH_{вод}$  на 0,1–0,6 единицы в сырье после проведения обеззараживания.

Установлено незначительное увеличение содержания МКЭ, в частности меди, цинка и марганца. Стоит отметить, что количество тяжелых металлов таких, как кадмий и свинец, не изменилось.

**Таблица 1.** – Основные агрохимические показатели в исходном органическом сырье (в пересчете на сухое вещество) для изготовления удобрений

Показатель	До обеззараживания			После обеззараживания		
	куриный помет	торф	навоз КРС	куриный помет	торф	навоз КРС
Общие соединения азота, %	3,97	2,15	1,80	3,91	2,02	1,73
Общие соединения фосфора, %	4,62	0,43	1,18	4,53	0,41	1,12
Общие соединения калия, %	2,42	0,10	1,56	2,43	0,10	1,39
Органическое вещество, %	48,7	82,0	47,5	47,8	81,2	46,2
Зола, %	51,3	18,0	52,5	52,2	18,8	53,8
Сухое вещество, %	61,8	62,9	39,1	62,8	61,2	31,5
Влажность, %	38,2	37,1	60,9	37,2	38,8	68,5
Собщ, %	25,1	41,1	22,6	24,7	40,7	22,2
$pH_{вод}$ , единиц	6,8	6,7	7,4	6,2	6,6	7,3
CaO, %	4,90	1,15	0,39	4,90	1,16	0,40
MgO, %	1,16	0,54	0,12	1,17	0,54	0,13

Cu, мг/кг	12,4	11,2	4,9	12,6	11,9	5,1
Zn, мг/кг	32,7	22,3	21,2	33,6	22,3	21,4
Mn, мг/кг	153,5	126,0	114,5	154,7	128,0	116,2
Cd, мг/кг	0,16	0,05	0,34	0,18	0,06	0,35
Pb, мг/кг	18,7	4,52	16,2	18,8	4,52	16,2

Следующий этап в изготовлении комплексных удобрений – биологическая активация органического сырья. С этой целью были использованы микробиологический препарат Azoter-F (Azoter, Словакия), МКЭ в форме карбоксилатов (микроэлементный комплекс Аватар-2, ТУ 24.1-37033728-001: 2010, Украина) и гуминовое удобрение. Микробиологический препарат Azoter-F содержит общее количество агрономически ценных микроорганизмов в КОЕ/мл: *Azotobacter croococcum* минимум  $4 \times 10^9$ , *Azospirillum brasilense* минимум  $4 \times 10^9$ , *Bacillus megatherium* минимум  $1,5 \times 10^8$ , *Trichoderma sp.* минимум  $2 \times 10^6$ . Значение pH<sub>водн.</sub> составляет 7,0 единиц. Стоит отметить, что препарат содержит грибопаразит *Trichoderma atroviride*, который уничтожает споры *Fusarium* в почве и выращиваемой продукции.

Пастообразное гуминовое удобрение разработано научным коллективом Полеской опытной станции в рамках выполнения Государственной программы исследований, где полевыми и вегетационными опытами была доказана эффективность его применения. Удобрение содержит (на сухое вещество), в процентах: N<sub>общ.</sub> – 0,21; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,06; K<sub>2</sub>O – 0,10; C<sub>общ.</sub> – 0,31; C<sub>гк</sub> – 0,25; C<sub>сх</sub> – 0,06.

Было составлено три образца комплексных удобрений с разным соотношением исходного сырья:

№ 1 (20 % торф, 40 % навоз КРС, 40 % куриный помет), № 2 (20 % торфа, 30 % навоза КРС, 50 % куриного помета) и № 3 (20 % торфа, 50 % навоза КРС, 30 % куриного помета). После тщательного перемешивания образцы обработаны микроэлементами микробиологическим и гуминовым препаратами. Образующиеся смеси помещены в темное место на один месяц, в течение которого осуществляли контроль над их температурой и влажностью, а также обеспечивали доступ кислорода к нижним слоям.

Проведенный анализ агрохимических показателей изготовленных комплексных удобрений выявил увеличение содержания по сравнению с исходными значениями, не только основных питательных элементов (общих соединений азота на 0,12–0,14 %, фосфора – 0,18–0,24 %, калия – 0,07–1,00 %), но и кальция (на 0,19–0,21 %), магния (на 0,09–0,12 %) и МКЭ (таблица 2). Показатель pH<sub>водн.</sub> был практически на одном уровне.

Стоит отметить снижение влажности полученных образцов удобрений и соответственно повышение содержания сухого вещества на 4,1–4,2 %. Не осталось без изменений и содержание органического вещества, показатель которого снизился во всех образцах, что особенно характерно для № 2 и № 3 (на 2,6 %). Однако отмечено увеличение содержания золы за счет общих соединений питательных элементов. Особое внимание следует обратить на увеличение содержания углерода, в частности его общей формы благодаря углероду гуминовых соединений, количество которых повысилось на 1,6–1,8 %.

Таблица 2. – Агрохимическая характеристика комплексных удобрений

Показатель	Исходный состав			Через 1 месяц		
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 1	№ 2	№ 3
Общие соединения азота, %	2,76	2,86	2,44	2,89	2,98	2,58
Общие соединения фосфора, %	2,22	2,63	2,03	2,41	2,87	2,21
Общие соединения калия, %	1,58	1,62	1,42	1,65	1,71	1,52
Органическое вещество, %	54,8	55,0	54,6	52,5	52,4	52,0
Зола, %	45,2	45,0	45,4	47,5	47,6	48,0
Сухое вещество, %	50,9	53,6	47,3	55,1	57,7	51,5
Влажность, %	49,1	46,4	52,7	44,9	42,3	48,5
Собщ, %	26,8	27,1	26,6	28,6	29,1	28,5
Сгк, %	6,26	6,04	6,43	7,86	7,84	8,23
Сфк, %	5,16	5,10	5,22	4,76	4,40	4,62
pH водн., единиц	6,7	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8
CaO, %	2,24	2,81	1,89	2,45	3,00	2,08
MgO, %	0,63	0,70	0,54	0,72	0,82	0,65
Cu, мг/кг	9,4	10,2	8,60	21,80	23,10	21,10
Zn, мг/кг	26,6	27,9	25,3	44,60	44,90	43,30
Mn, мг/кг	133,7	137,5	130,2	172,70	181,50	172,20
Cd, мг/кг	0,23	0,21	0,24	0,21	0,20	0,22
Pb, мг/кг	14,9	15,2	14,5	14,5	14,7	14,2

В целом стоит отметить, что проведение мероприятий по обеззараживанию органического сырья несколько ухудшает их качественные характеристики, однако осуществление последующей биологической активации оказывает общее положительное влияние и позволяет получить полноценные удобрения.

#### Выводы

Таким образом, предлагаемый новый подход к изготовлению комплексных удобрений на основе органического сырья (торф, навоз КРС, куриный помет) позволяет усилить его положительные стороны и нивелировать отрицательные: увеличить содержание по сравнению с исходными значениями не только основных питательных элементов, но и кальция, магния, МКЭ и углерода гуминовых кислот.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рожко, А.А. Изготовление почвогрунтовых смесей на основе компоста из древесной щепы и использование

их при выращивании саженцев в условиях пригородного леспаркхоза / А.А. Рожко // Вестник Московского гос. ун-та. Леса. Лесной вестник. – 2009. – № 4. – С. 56–58.

2. Ульянова, О.А. Изучение биологической активности водных экстрактов из коры лиственницы и компостов на ее основе / О.А. Ульянова, В.Е. Тарабанько // Вестник Краснодарского гос. аграрн. ун-та – 2009. – № 6. – С. 93–97.

3. Бунчак, О.М. Отримання рідкого органічного добрива «Біохром» для позакореневого живлення / О.М. Бунчак // Збірник наук. праць Подільського держ. аграрно-технічного ун-та – 2014. – Вип. 22. – С. 28–30.

4. Драч, Ю.О. Ефективність нових органо-мінеральних добрив на основі консорціумів мікроорганізмів при вирощуванні кукурудзи на сірому піщовому ґрунті / Ю.О. Драч, Л.Б. Бітюкова, С.Е. Дегодюк // Сільськогосподарська мікробіологія. – 2006. – Вип. 4. – С. 169–180.

5. Medical Mycology / T. Beffa, F. Staib, J. Fisher et al. – 1998. – V.36. S.1. – P. 137–145.

## TRANSFORMATION OF ORGANIC RAW MATERIALS FOR EFFECTIVE AND ENVIRONMENTALLY-FRIENDLY FERTILIZERS

VALETSKA O.V., GAVRILYUK V.A., AVHUSTINOVICH M.B.

The paper offers a new approach to the production of complex fertilizers based on organic raw materials (peat, cattle manure, chicken manure) which allows to enhance its strength, as well as to reduce its weaknesses to a minimum. The first stage in complex fertilizers production was to carry out a complete agrochemical study of organic matter before and after its disinfection by means of steam sterilization under pressure. The raw materials were treated at above 133 °C during at least 20 minutes uninterruptedly under the absolute pressure of 3 bars minimum.

The results obtained revealed increased samples humidity and ash content. A slight increase in microelements content (copper, zinc and manganese) was also registered. It should be noted that the content of heavy metals such as cadmium and lead remained unchanged. The data obtained also show that the content of main nutrients total compounds is reduced, except for potassium compounds in peat and chicken manure. In addition, pH<sub>total</sub> value is also reduced by 0.1–0.6 units. The biggest loss of dry organic matter among the local raw materials under study was recorded in cattle manure, namely 1.3 %.

The next stage in complex fertilizers production is to biologically activate organic matter. This was achieved with the help of microelements in the form of carboxylate, humic fertilizer and Azoter-F microbial agent (Azoter, the Czech Republic), containing parasitic fungus *Trichoderma atroviridae* that destroys the spores of *Fusarium*.

The analysis of agrochemical parameters of newly-produced complex fertilizers revealed the increased amount of not only basic nutrients (total nitrogen compounds increased by 0.12–0.14 %, phosphorus compounds by 0.16–0.24 %, and potassium compounds by 0.07–1.00 %) but also of calcium (by 0.19–0.21 %), magnesium (by 0.09–0.12 %) and microelements compared to the initial value. Fertilizers pH<sub>total</sub> value was 6.8 units in complex fertilizers no. 1 and 2 and 6.9 units in fertilizer no. № 3.

УДК 631.527.5: 633.15

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ГИБРИДОВ КУКУРУЗЫ В УСЛОВИЯХ ВОЛЫНСКОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

С.Н. Голуб, В.А. Голуб, Г.С. Голуб

Восточноукраинский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина

В работе изучались гибриды кукурузы разных сроков созревания, процесс формирования урожайности и качества зерна в зависимости от элементов технологии выращивания в условиях Западного Полесья Волынской области.

### Введение

Кукуруза – одна из самых урожайных сельскохозяйственных культур. По генетическому потенциалу продуктивности и кормовых свойствах она значительно превышает другие зерновые культуры; хорошо реагирует на оптимизацию условий жизнедеятельности, которые создаются путем применения научно обоснованных технологий выращивания, основанные на подборе предшественников, дифференцированных способов обработки почвы, оптимизации системы удобрения культуры, агротехнических и химических средств защиты растений от сорняков, вредителей и болезней [2]. Проблема увеличения производства фуражного зерна и кормов вызывает необходимость распространения зерновой кукурузы в северные широты, где она в настоящее время занимает незначительные площади. Волынская область относится к нетрадиционным зонам выращивания кукурузы на зерно. Поэтому поиск гибридов ранних сроков созревания, изучение отдельных элементов технологий, в частности сроков сева, густоты растений, основного удобрения и внекорневой подкормки, которые бы обеспечили урожайность зерна 6 т/га и зеленой массы 50 т/га в почвенно-климатических условиях Волынской области имеет важное значение [4]. Изучение отдельных технологических приемов выращивания кукурузы расширит возможность усовершенствования ресурсосберегающих технологий выращивания кукурузы для получения качественного зерна и силоса.

### Методика и объекты исследования

Целью работы было экологическое изучение гибридов кукурузы, а также изучение внекорневой подкормки комплексным водорастворимым удобрением «Акварин зерновой» районированных и перспективных гибридов кукурузы на урожай зерна и зеленой массы.

Опыты по изучению элементов технологии выращивания гибридов кукурузы проводились на дерново-подзолистых супесчаных почвах в севообороте демонстрационного поля Волынского института агропромышленного производства. Программой исследований предусматривалось экологическое изучение 11 гибридов кукурузы (опыт 1), оптимальных доз минеральных удобрений и влияния внекорневой подкормки двух гибридов кукурузы (опыт 2), комплексным водорастворимым удобрением «Акварин зерновой» производства Буйского химического завода (Россия) со следующим содержанием элементов питания (%): N – 25; Mn – 0,021; P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 10; Cu – 0,1; K<sub>2</sub>O – 21; Zn – 0,014; Mg – 1,2; B – 0,02; S – 1,5; Mo – 0,04; Fe – 0,027. Действие и взаимодействие этих факторов на формирование урожая кукурузы изучались в условиях дер-

ново-подзолистой супесчаной почвы при использовании в качестве предшественника озимых зерновых. Характеристика пахотного слоя, глубина которого составляет 22 см следующая: гумус – 1,06 % (по Тюрину) легкогидролизованного азота 6,76 (по Корнфильду), подвижный фосфор и калий по Кирсанову соответственно 22,0 и 14,4 мг на 100 г почвы pH солевой вытяжки – 5,93, Нг – 1,21 мг-экв. на 100 г почвы. Размер учетной площади вариантов составлял 25 м<sup>2</sup>, посевная площадь – 33,6 м<sup>2</sup> (4,2 × 8), повторность трехкратная. Удобрения для первого опыта – N<sub>120</sub>P<sub>30</sub>K<sub>120</sub>, для второго – согласно схеме. Фосфорно-калийные удобрения вносили под основную обработку (вспашка), азотные – весной. Обработка почвы, сроки выполнения работ проводили в соответствии с рекомендациями для зоны. Способ сева широкорядный – 70 см, глубина заделки семян 4–5 см., Норма высева семян на зерно – 80 тыс. растений на 1 га, на зеленую массу – 120 тыс. растений на 1 га. Для сева использовали семена первого класса посевного стандарта. Для закладки опыта 2 были использованы гибриды разных сроков созревания: раннеспелый – Днепропольский 181, среднеранний – Кремень 200. Методы исследования – полевой и лабораторный с использованием общепринятых методик, статистического и энерго-экономического анализа.

### Результаты и их обсуждение

Метеорологические условия для роста и развития кукурузы в основном были удовлетворительные, за исключением мая месяца. Наблюдения за ростом и развитием растений кукурузы показывают, что при посеве 26 апреля всходы появились через 21–23 дня. Температура почвы на глубине 10 см при посеве составила 11 °С. Появление третьего листа было отмечено 24–26 мая, девятого – 17–18 июня, а 13-го – 28–29 июня. Выброс метелок и цветение наблюдалось 18–27 июля, появление нитей початков – 25–30 июля. Молочно-восковая спелость наступила 1 сентября. На зеленую массу и зерно кукурузу собирали 18 сентября. Вследствие пониженной температуры воздуха на поверхности почвы в мае время появления всходов увеличилось вдвое, но положительные температуры июня ускорили прохождение фенологических фаз и с июля они соответствовали среднему многолетнему показателю.

*Экологическое изучение гибридов кукурузы на зерно и зеленую массу.* В опыте изучали 11 гибридов кукурузы Института зернового хозяйства УААН [3]. Сев проводили 26 апреля, с нормой высева для раннеспелых 90 тыс. растений/га в период уборки, для среднеранних – 80 тыс. Высота растений гибридов

Таблица 1. – Структурный анализ гибридов кукурузы

№ п/п	Варианты опыта	Высота растений перед уборкой, см	Масса початков без оберток, кг	Масса зерна, %	Влажность зерна, %
1	Кадр 195	203	2200	69,5	30,8
2	Вираз 178	249	2300	70,4	35,4
3	Днепроvский 181	268	2400	70,6	34,0
4	Залещицкий 191	299	2480	66,3	36,4
5	Сурский 197	265	2640	68,5	39,7
6	Руно 198	248	2550	66,1	37,7
7	Кремень 200	249	2460	66,9	34,0
8	Кадр 217	257	2550	70,2	40,6
9	Днепроvский 223	254	2050	64,4	39,4
10	Подольский 274	264	2600	66,2	43,7
11	Санжарский 289	250	2620	68,4	35,7

перед сбором составляла в пределах 203–299 см (гибрид Залещицкий 191–299 см). Проводя структурный анализ гибридов, было отмечено, что масса 10 початков без оберток была в пределах 2 200–2 640 г (2 640 – у гибрида Сурский-197). Выход зерна был самым высоким у гибридов Днепроvский 181, Вираз 178 и Кадр 217 – 70,6–70,2 %. Влажность зерна была самой низкой у гибридов Кадр 195 (30,8 %), Днепроvский 181 и Кремень 200 по 34,0 %. Самая высокая влажность отмечалась у гибридов Подольский 274 – 43,7 % и Кадр 217 – 40,6 % (таблица 1).

Данные продуктивности гибридов показывают, что в почвенно-климатических условиях Волины наивысшую урожайность зерна обеспечили гибриды кукурузы Днепроvский 181 – 12,5 т/га, Санжарской – 12,3 т/га, Кремень 200 – 12,1 т/га при урожайности контрольного варианта (гибрид Кадр 195) – 10,8 т/га, который имел наименьшую влажность зерна. Влажность зерна на время уборки была в пределах 30,8 – 43,7 %. Самая низкая урожайность была зафиксирована у следующих гибридов: Днепроvский 223 – 8,6 и Подольский 274 – 8,9 т/га. Наивысшую урожайность зеленой массы обеспечили следующие гибриды кукурузы: Кремень 200 – 75,4 т/га, Залещицкий 191 – 72,4 т/га, Вираз 178 – 71 т/га. Наименьшая продуктивность по данному показателю отмечена у гибридов Днепроvский 223 – 55,6 т/га и Руно 198 – 57,7 т/га.

Максимальный сбор сухого вещества обеспечили гибриды: Кремень 200 – 17,6 т/га, Вираз 178 – 16,1 т/га, что на 3,8 и 2,3 т/га превышает контрольный вариант. Худшим по производительности оказался гибрид Днепроvский 223 (13 т/га абсолютно сухого вещества). Таким образом, наиболее перспективными из исследуемых гибридов по производительности оказались Днепроvский 181, Кремень 200, Санжарской 289, Вираз 178 и Залещицкий 191, с которыми следует продолжить исследования. К бесперспективным в почвенно-климатических условиях Волинской области следует отнести гибриды Днепроvский 223, Подольский 274 и Руно 198 [1].

Влияние внекорневой подкормки комплексными водорастворимыми удобрениями «Акварин» и мочевиной на урожай зерна и зеленой массы кукурузы. Как показали полевые исследования, среди изучаемых факторов наибольшее влияние имела система

удобрения. Так, за счет естественного плодородия почвы было получено 4,92 т/га зерна гибрида Днепроvский 181 и 5,35 т/га гибрида Кремень 200. Внесение минеральных удобрений в дозе  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон) увеличивает урожайность зерна по двум гибридам на 1,98 т/га, или на 40,2 и 37 % соответственно. Внесение азотных удобрений в дозе  $N_{30}$  в виде подкормки дает существенную прибавку к фону минеральных удобрений  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (0,6 т/га по гибридам Днепроvский 181 и Кремень 200). Одноразовое внесение «Акварина» в дозе 5 кг на гектар в фазе 3–5 листьев на минеральном фоне удобрений не дает достоверной прибавки урожайности зерна кукурузы по двум этим гибридам к варианту с подкормкой, хотя к фону минеральных удобрений получена достоверная прибавка урожая. Двукратное внесение «Акварина» в фазах 3–5 и 8–9 листьев несущественно увеличивает выход зерна по сравнению с вариантом фон +  $N_{30}$ . Совместное внесение «Акварина» и мочевины в фазе 3–5 листьев эффективно по сравнению с внесением только «Акварина» как на раннеспелых, так и на среднеранних гибридах. Внесение мочевины и «Акварина» в двух фазах 3–5 и 8–9 листьев также дает достоверную прибавку в урожае зерна к варианту, на котором вносили «Акварин» по тем же фазам развития. Почти аналогичная ситуация по урожайности зеленой массы кукурузы. Минеральные удобрения в норме  $N_{30}P_{30}K_{30}$  (фон) увеличивают урожайность по отношению к абсолютному контролю на 18,2 т/га (гибрид Днепроvский 181) и 20,3 т/га (гибрид Кремень 200). Внесение азотных удобрений в дозе  $N_{30}$  повышает выход зеленой массы к фону. Наиболее эффективно внесение «Акварина» отмечается по двум фазам – 3–5 и 8–9 листьев по обоим гибридам. Совместное внесение мочевины и «Акварина» дополнительно увеличивает урожайность зеленой массы кукурузы.

#### Выводы

Таким образом, из 11 исследуемых гибридов кукурузы по продуктивности, наиболее перспективными оказались Днепроvский 181, Кремень 200, Санжарский 289, Вираз 178 и Залещицкий 191, с которыми целесообразно продолжить исследования. К бесперспективным в почвенно-климатических условиях Волинской области следует отнести гибриды Днепроvский 223, Подольский 274 и Руно 198. Одноразовое внекорневое

внесение комплексного водорастворимого удобрения «Акварин» в дозе 5 кг на гектар дает существенную прибавку зерна кукурузы к фону минеральных удобрений  $N_{90}P_{60}K_{90}$ : 0,5т/га по двум гибридам, что является более экономически выгодным, чем внесение азотного удобрения в подкормку в дозе  $N_{90}$ . Наиболее эффективным является совместное внесение КВД «Акварин» и мочевины по 5 кг на гектар в фазах 3-5 и 8-9 листьев на фоне  $N_{90}P_{60}K_{90}$ , которое обеспечивает максимальную урожайность исследуемых гибридов (Днепровский 181 – 8,2т/га, Кремень 200 – 8,7т/га).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Голуб, С.Н. Экономика-технологическое обоснование выращивания гибридов кукурузы на зерно и зеленую массу в условиях Западного региона Украины / С.Н. Голуб, В.А. Голуб, Г.С. Голуб // Вестник ВГУ. Биологические науки. – № 5. – 2007. – С. 219–227.
2. Крамарев, С.М. Производительность и качество зерна гибридов кукурузы различных групп спелости и их родительских форм в зависимости от доз, сроков и способов внесения удобрений / С.М. Крамарев, Ю.М. Пащенко, А.А. Андриенко и др. // Агротехника и почвоведение: Межвед. темат. научн. сб. – Вып. 67. – 2011. – С. 113–121.
3. Лебедь, Е.М. Гибриды и сорта кукурузы / Е.М. Лебедь, Б.В. Дзюбецкий, Ю.М. Пащенко / Днепрпетровск, 2006. – 16 с.
4. Пащенко, Ю.М. Оптимизация минерального удобрения различных биотипов кукурузы / Ю.М. Пащенко // Бюл. ин-та зерн. хоз-ва УААН. – Днепрпетровск, 2015. – № 31 – 32. – С. 125–131.

## PROSPECTS OF GROWING OF HYBRIDS OF CORN IN THE CONDITIONS OF VOLYN POLYSSYA

GOLUB S.N., GOLUB V.A., GOLUB G.S.

The hybrids of corn of different terms of ripening were studied in work, process of forming of the productivity and quality of corn depending on the elements of technology of growing in the conditions of Western Polesya of the Volyn region.

УДК: 633.34-631.5:631.8

## ПЕРСПЕКТИВЫ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СОИ В ПОЧВЕННО-КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ТЕРРИТОРИЙ БЕЛАРУСИ, ЗАГРЯЗНЕННЫХ РАДИОНУКЛИДАМИ

Г.З. Гуцева

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Беларусь

Бобовые культуры являются основным источником кормового растительного белка в сельском хозяйстве Беларуси. Однако большие территории Республики Беларусь подверглись загрязнению радионуклидами в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. Высокобелковая культура соя имеет большой потенциал, учитывая значительное накопление радионуклидов традиционно культивируемыми в республике бобовыми культурами (люпином, горохом, викой).

По данным Минсельхозпрода, в Беларуси уже в течение многих лет обеспеченность животноводства кормовым белком составляет лишь 80–85 % к потребности, что крайне негативно сказывается на продуктивности животноводства и приводит к большому перерасходу кормов. Установлено, что дефицит в 1 г переваримого протеина в кормовой единице влечет за собой перерасход кормовых ресурсов на 2 %. Только по этой причине недобор продукции животноводства по республике оставляет около 25 %, а ее себестоимость возрастает в полтора раза [1].

Популяризация такой высокобелковой культуры, как соя, становится очевидной еще и потому, что в последние годы успехи нашей республики в животноводстве были обусловлены импортом шрота (продукт переработки соевого зерна на масло), благодаря которому достигался баланс кормов по белку. Цена 1 тонны импортируемого шрота в 2004 г. составила 300 у.е. На закупку этого высокобелкового компонента уходит большие государственные средства. Таюке для Беларуси все еще остается проблемой производство растительного масла из собственного сырья. Ежегодно в страну его импортируется свыше 100 тыс. тонн. В связи с этим введение культуры сои в структуру посевных площадей является объективной необходимостью.

Культурная соя (*Glycine max L. Merrill*) – однолетнее травянистое растение из семейства бобовых. Масса 1 000 семян колеблется у культурных сортов от 40 до 500 г. Основные компоненты семян сои и их процентное соотношение: белок 40 %, масло 20 %, вода 12 %, сахар 10 %, крахмал 6 %, клетчатка 5 %, минеральные вещества 5 %, витамины 2 % [2].

Главным компонентом сои является белок, вторым по значимости – масло. Если сопоставить содержание белка и масла у сои и других культур, то можно заметить, что ни одно растение в мире не может сравниться с соей по этим показателям.

Центром происхождения культурной сои является Северо-восточный Китай – Манчжурия. В Западной Европе широкую известность соя получила только после международной выставки в Вене в 1878 г., на которой китайцы демонстрировали большое разнообразие блюд из нее. В XX веке соя открыта человеком заново, получила быстрое распространение на всех континентах и самое широкое применение в кулинарии, животноводстве, в промышленности и медицине. Научно обоснованные методы позволили ускорить селекционный процесс и сконструировать новые сорта, способные вызревать и приносить более высокие урожаи, а развитие технологии привело к тому, что

она превратилась в одно из самых «технологичных» растений, из которого производят более 20 000 продуктов самого разного назначения [3, 4].

Вся многовековая история выращивания человеком сои – это история продвижения данной культуры в холодные районы с длинным летним днем и в южные с коротким днем. Соя всегда считалась теплолюбивым растением, требующим для созревания большой суммы активных температур. Однако в последние годы выведено много ультра раннеспелых форм, вызревающих при сумме активных температур от 1 700 до 2 200 градусов [5]. Во всех областях Беларуси этот показатель даже выше. На стадии всходов и при дальнейшем развитии после появления настоящих листьев растения сравнительно легко переносят краткосрочные заморозки до – 2 °С.

Соя – светолюбивая культура, поэтому большое значение имеет равномерное размещение растений на площади посева. Соя является растением короткого дня. Короткодневные растения характеризуются тем, что цветение у них наступает при длительности светлого периода суток 14 и даже меньше часов. Кроме длины дня на развитие растений оказывает значительное влияние интенсивность солнечного излучения и его спектральный состав. Ни одно сельскохозяйственное растение не использует энергию света так эффективно, как соя, давая за сто дней большое количество белка и масла [5].

Как отмечено в национальном докладе [6], среди загрязненных радионуклидами земель Беларуси большую долю составляют почвы легкого гранулометрического состава – супесчаные и песчаные. Именно почвы такого состава являются наиболее пригодными для возделывания сои. Эта культура не очень требовательна к почве и может расти даже на почвах с неглубоким пахотным слоем и песчаных. Однако наиболее высокие урожаи сои удается получить на почвах, богатых органическим веществом [7]. Именно поэтому наиболее подходящим для возделывания этой культуры является Белорусское Полесье. Однако почвы этого региона наиболее пострадали в результате аварии на ЧАЭС и подверглись загрязнению радионуклидами.

Поскольку в результате многолетних исследований по накоплению радионуклидов полевыми культурами было установлено, что сортовые различия в их накоплении составляют от 1,5 до 3,0 раз, а возделывание сои в Беларуси стало возможным благодаря созданию специальных сортов для умеренных широт, то представляет интерес исследование сортовых осо-

бенностей сои относительно накопления радионуклидов [7, 8].

Практическая работа по созданию сортов сои для Беларуси началась в 1980 г. селекционерами в Институте генетики и цитологии АН БССР. В 1992 году была создана селекционно-семеноводческая компания «Соя-Север», которая продолжает исследования по созданию и районированию сортов сои Белорусской селекции [9].

Соя представлена чрезвычайно большим разнообразием сортов, форм и подвидов с достаточно широкой амплитудой изменчивости: от 0,2 м до 2,0 м высоты растений, с периодом вегетации от 70 до 200 дней [10].

В результате пятнадцатилетней селекционной работы созданы генетически не модифицированные белорусские сорта сои. Создан селекционный конвейер, способный в дальнейшем выдавать новые сорта. Таким образом, постоянно создаются более продуктивные, перспективные сорта сои, поступающие в производственное испытание.

Исследования по накоплению радионуклидов растениями сои и других бобовых культур начали проводиться в НИРУП «Институт почвоведения и агрохимии» с 1996 г. Результаты исследований свидетельствуют, что максимальное накопление  $^{137}\text{Cs}$  в семенах бобовых культур отмечено у люпина, а минимальное у гороха и сои. По сравнению с люпином соя накапливает  $^{137}\text{Cs}$  в среднем в 10–13 раз меньше, а с горохом – в 1,5–1,8 раз. Однако соя, как и другие бобовые, отличается более высоким переходом  $^{90}\text{Sr}$  в урожай, чем  $^{137}\text{Cs}$ , примерно в 8–10 раз. Все бобовые культуры характеризуются высоким уровнем накопления  $^{90}\text{Sr}$  в соломе [11]. Исследования сортовой специфичности сои в накоплении радионуклидов были продолжены в РНИУП «Институт радиологии». Однако ежегодно в Государственный реестр сортов и древесно-кустарниковых пород включаются новые, ранее не изученные, перспективные сорта сои.

Для целенаправленного планомерного ведения сельскохозяйственного производства в зоне радиоактивного загрязнения, необходим заблаговременный прогноз содержания радионуклидов в продукции растениеводства. Основу методики прогноза составляют значения коэффициентов перехода радионуклидов из почвы в урожай.

Для прогноза уровня загрязнения урожая радионуклидами необходимо величину содержания радионуклида в прогнозируемой растениеводческой продукции, рассчитанную для плотности загрязнения почв  $37 \text{ кБк/м}^2$ , умножить на величину плотности загрязнения почвы.

$$A_p = K_p \times P_l,$$

где  $A_p$  – активность растений (Бк/кг)

$K_p$  – коэффициент перехода (Бк/кг:кБк/м<sup>2</sup>)

$P_l$  – плотность загрязнения почвы (кБк/м<sup>2</sup>)

Примечание:  $1 \text{ Ки/км}^2$  равен  $37 \text{ кБк/м}^2$ .

Полученный результат будет соответствовать прогнозируемому уровню загрязнения растениеводческой продукции, выращенной на данном поле.

К снижению перехода радионуклидов в продукцию приводит увеличение урожайности возделываемых культур.

Многочисленные исследователи установили, что чем выше урожай, тем меньше удельная активность продукции [12]. Добиться высокой урожайности возможно, при условии строгого соблюдения агротехники возделывания культуры.

Агротехника возделывания сои в условиях Беларуси описана в работах Давыденко О.Г., Голоенко Д.Е., Розенцвейг В.Е. [9], Хрустич М., Видич М., Миладинович Е., Малиджа Г., Синджич М., Релин В. [7]. Она включает в себя традиционные агрохимические и агротехнические приемы с некоторыми особенностями.

Важная роль при возделывании сои отводится регулированию азотного питания растений. Соя – азотфиксирующая культура. Количество азота, фиксированного клубеньковыми бактериями, для сои составляет 55–75 % от общего количества азота в растении. Темпы роста культуры, ее продуктивность и способность к азотфиксации определяются условиями питания. Наиболее значительно влияют на рост и развитие сои фосфорные и калийные удобрения. Вопрос о необходимости внесения азотных удобрений под бобовые культуры остается дискуссионным и в настоящее время. Стартовые дозы азота, оказывающие благоприятное действие на рост бобовых, образование клубеньков и процесс азотфиксации установлены для эспарцета, клевера, нута, люпина, гороха и сои на песчаных почвах. Избыток азота ведет к угнетению деятельности азотофиксирующих клубеньковых бактерий.

Оптимизация кислотности на фоне применения минеральных удобрений позволяет повысить урожайность и сократить поступление радионуклидов в основные сельскохозяйственные культуры на 60 %.

Таким образом, для решения проблемы дефицита белка, особенно остро ощущаемого на загрязненных радионуклидами территориях, целесообразно внедрять в структуру посевных площадей высокобелковые культуры, в том числе – сою. Агротехника культуры изучена и описана в работах ученых республики и разработана с учетом приемов направленных на снижение перехода радионуклидов в продукцию культуры.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Святогор, А.П. Белково-витаминное сырье для производства комбикормов. Аспекты эффективности / А.П. Святогор, А.В. Горбатовский, Л.А. Серякова // *Белорус. сел. хоз-во.* – 2005. – № 6. – С. 27–28.
2. Барсуков, С.С. Технологические основы возделывания сои на зерно / С.С. Барсуков // *Белорус. сел. хоз-во.* – 2005. – № 2. – С. 22–25.
3. Соя: промышленная переработка, кормовые добавки, продукты питания / Ф.Ф. Адамень [и др.]. – Киев: Нора-принт, 2003. – 475 с.
4. Посыпанов, Г.С. Соя / Г.С. Посыпанов // *Частная селекция полевых культур* [учебник] / под ред. Ю.Б. Коновалова. – М., 1990. – С. 269–284.
5. Технология возделывания сои на семена / А.К. Лещенко [и др.]. – Киев: Наукова думка, 1987. – 255 с.
6. 15 лет после Чернобыльской катастрофы: последствия в Республике Беларусь и их преодоление: нац. докл. / Ком. по проблемам последствий катастрофы на Чернобыль. АЭС, под ред. В.Е. Шевчука, В.Л. Гурачевского. – Минск: Триолета, 2001. – 117 с.

7. Соя: общие положения и рекомендации по выращиванию / М. Хрустич [и др.] – Нови сад, 2001. – 20 с.
8. Давыденко, О.Г. Перспективы селекции сои для условий Белоруссии / О.Г. Давыденко // Проблемы и перспективы селекции зерновых, зернобобовых и кормовых культур в XII пятилетке: тез. докл. конф. (13–14 нояб. 1985 г.) / Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия. – Жодино, 1985. – С. 48–50.
9. Давыденко, О.Г. Внимание! соя / О.Г. Давыденко. – Минск: Ураджай, 1995. – 222 с.
10. О реакции ветвистых и одностебельных сортов сои на плотность стеблестоя / В.Е. Розенцвейг [и др.] // Селекция и семеноводство. – 2003. – № 2. – С. 10–12.
11. Перспективы возделывания бобовых культур на зерно на дерново-подзолистых супесчаных почвах, загрязненных радионуклидами / Т.В. Веденева [и др.] // Почвоведение и агрохимия: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2000. – Вып. 31. – С. 148–155.
12. Сельскохозяйственная радиэкология / под ред. Р.М. Алексахина, Н.А. Корнеева. – М.: Экология, 1991. – 398 с.

## PROSPECTS OF SOYBEAN CULTIVATION IN SOIL-CLIMATIC CONDITIONS OF THE TERRITORIES OF BELARUS CONTAMINATED BY RADIONUCLIDES

HUTSAVA H.Z.

Legumes are the main source of fodder vegetable protein in the agriculture of Belarus. However, large areas of the Republic of Belarus were contaminated with radionuclides as a result of the Chernobyl disaster. High-protein soybean culture has great potential, given the significant accumulation of radionuclides traditionally cultivated in the Republic of Belarus legumes (lupin, pisum, vicia).

УДК 633.39:631.527:631.5

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИИ ВИДА, ПИТАТЕЛЬНОСТЬ И ПРОДУКТИВНОСТЬ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ В УСЛОВИЯХ РАЗНЫХ ЗОН ЗЕМЛЕДЕЛИЯ****В.А. Емелин**

Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины, г. Витебск, Беларусь

Сильфия пронзеннолистная (*Silfium perfoliatum* L., Asteraceae) в лесной и степной зоне может возделываться при создании высокопродуктивных кормовых агрофитоценозов и устойчивых агроэкосистем в земледелии. Основными свойствами экотипа растений являются адаптивность и экологическая пластичность к почвенно-климатическим условиям. Определяющими признаками биотипа – высокая урожайность зеленой массы и устойчивая многолетняя продуктивность.

В основе интродукции лежат установленные Н.И. Вавиловым законы о центрах происхождения культурных растений, географических закономерностях в распределении видов растений и гомологических рядах в наследственной изменчивости. Им было установлено восемь очагов земледелия, среди которых определено два центра происхождения основных кормовых культур [1, 2]. Позднее, академик П.М. Жуковский, развивая данную теорию, увеличил количество первичных генетических центров происхождения культурных растений до двенадцати [3, 4]. Двенадцатый Североамериканский генетический центр является местом возникновения видов подсолнечника и топинамбура [5]. Сильфия пронзеннолистная происходит из центральной части Северной Америки, ее естественный ареал распространения проходит вдоль южной границы восточной части Канады [6]. Названные виды растений представляют семейство Астровых и одну экологическую группу происхождения, имеют морфологическое сходство и обладают биологической общностью в наследовании и изменчивости признаков.

В культуру могут быть введены растения, представляющие флору из других природно-географических зон [2, 7]. К числу растений, которые вышли далеко за пределы экологической зоны происхождения, относится сильфия. Наибольшее распространение получил вид сильфия пронзеннолистная. Растения этого семейства отличаются высокой приспособленностью к жизни в самых разных почвенно-климатических условиях и, видимо, поэтому семейство Астровые – самое многочисленное по количеству видов в Беларуси. В Европу сильфия пронзеннолистная, как и другие культуры, попала из Американской области (Е.Н. Синская) [8].

Сильфия пронзеннолистная имеет ограниченный естественный ареал происхождения. Как кормовая культура она изучалась в различных почвенно-климатических условиях (начиная с 1957 года, на Украине) и предварительную оценку получила в начале 1970 гг. В настоящее время сильфия изучается и возделывается с разной степенью распространения, все еще оставаясь мало-распространенным видом. Впервые это растение попало на территорию Беларуси (Центральный ботанический сад АН БССР) в 1963 г. – немного семян было получено из Черновиц (Украина) от Грицака З.И. По его данным (в среднем за семилетний период) урожай зеленой массы за 2 укоса в горной части Буковины составлял 1165 ц/га, предгорной – 1 260 и лесостепной – 1 000 ц/га [9].

Проведенные испытания позволили характеризовать сильфию пронзеннолистную как перспективное растение для освоения почв с неглубоким залеганием грунтовых вод, особенно в тех местах, где из-за неблагоприятных

климатических условий нет возможности возделывать кукурузу и другие кормовые культуры [10]. В Витебской области В.С. Павловым в период с 1969 по 1973 годы было установлено, что среди новых кормовых растений наиболее продуктивной культурой была сильфия с урожайностью зеленой массы – 1 001 ц/га, выходом сухого вещества – 200,5 и сырого протеина – 19,36 ц/га [11].

В мировой сельскохозяйственной практике сильфия пронзеннолистная пока не нашла широкого распространения. В настоящее время ее посевные площади остаются незначительными; мало опытных и производственных посевов для возделывания и размножения. Зачастую исследования ведутся без селекционного улучшения, организации семеноводства и совершенствования агротехники.

Известно, что в структуре производственных затрат на животноводческую продукцию корма занимают до 50–55%. Поэтому здесь находятся основные резервы снижения затрат и укрепления на этой основе аграрной экономики.

Цель исследований – теоретическое и практическое обоснование, разработка предложений по совершенствованию технологии возделывания сильфии пронзеннолистной на зеленую массу, кормовые цели и семена при рациональном использовании земельных, материальных и энергетических ресурсов в условиях лесной зоны земледелия.

В период 1991–1997 гг. сильфия пронзеннолистная изучалась в полевых опытах РГКП «Уральская сельскохозяйственная опытная станция» в условиях орошаемого земледелия Западно-Казахстанской области, где почвенный покров представлен темно-каштановыми почвами тяжелосуглинистого гранулометрического состава [12]. Территория области расположена в зоне сухих степей и полупустынь, которая простирается по обе стороны реки Урал. Для всей области характерна неустойчивость и дефицитность атмосферных осадков, большая сухость воздуха и почвы. Среднегодовой показатель ГТК Г.Т. Селянинова (0,48) характеризует данную область как зону недостаточного увлажнения.

Исследовательская работа по изучению сильфии пронзеннолистной была продолжена в условиях северной части Беларуси на участке лабораторно-полевого опыта (2001–2012 гг.) кормовых культур УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины» и в полевых опытах (2005–2012 гг.) на землях РУП «Витебский зональный институт сельского хозяйства НАН Беларуси». Гидротермический коэффициент в лесной зоне составляет 1,7, что характеризует ее как территорию с повышенным увлажнением, ГТК за май-август от 0,9 (2002, как неблагоприятный по увлажнению)

Таблица 1. – Экологическая и хозяйственная оценка сільфії пронзеннолистной

Показатель	Лесная зона	Степная зона
Химический состав, %		
сырой протеин	10,9	15,4
сырой жир	2,6	4,3
сырая клетчатка	21,5	24,0
сырая зола	10,4	10,6
БЭВ	54,6	45,7
Питательность, в 1 кг		
сухое вещество, %	18,8	18,9
ОЭ, МДж	10,74	10,77
кормовых единиц	0,93	0,96
Урожайность зеленой массы в первый год жизни растений		
урожайность зеленой массы, ц/га	39,0–42,5	28,3–32,5
Традиционная технология возделывания		
Урожайность зеленой массы (средняя за 5 лет) и выход питательных веществ с 1 га		
зеленой массы, ц/га	635,0	310,2
сухого вещества, ц	120,1	58,4
кормовых единиц, тыс.	11,21	5,63
переваримого протеина, ц	10,3	7,50
ОЭ ГДж/га	129,2	62,9
Урожайность зеленой массы (средняя за 3 года) и выход питательных веществ с 1 га:		
Интенсивная технология с применением органического удобрения		
зеленой массы, ц/га	1127,4	467,0
сухого вещества, ц	211,9	86,2
кормовых единиц, тыс.	19,7	8,1
переваримого протеина, ц	19,1	14,1
ОЭ ГДж/га	227,6	98,3
Интенсивная технология с применением минеральных удобрений		
зеленой массы, ц/га	863,6	442,0
сухого вещества, ц	162,4	81,7
кормовых единиц, тыс.	15,1	7,76
переваримого протеина, ц	14,7	13,1
ОЭ ГДж/га	174,4	87,4
Даты наступления фаз растений		
отрастание	26.III – 27.IV	16.IV – 25.IV
стеблевание (высота растений 100 см)	14.V – 10.VI	10.VI – 19.VI
цветение	6.VII – 21.VIII	28.VI – 20.VII
начало созревания семян	7.VIII – 30.IX	август–сентябрь
Количество дней от начала отрастания растений		
до фазы стеблевания	30–71, среднее 44	56–58, среднее 57
до фазы цветения	75–122, среднее 101	85–104, среднее 89

до 2,42 (2006, как наиболее влажный год). В остальные годы метеорологические условия были оптимальные для роста и развития сільфії.

В оценочную систему интродукции и селекции сельскохозяйственных культур входят установленный порядок изучения и освоения новых видов растений. Этапы исследовательской работы проходят через питомники, полевые опыты и производственные посевы [13]. Объектом исследований является малораспространенный вид (видообразец) исходного материала *Silfiumperfoliatum*L., который был получен в 80-х гг. Уральской сельскохозяйственной опытной станцией из Всесоюзного института кормов им. В.Р. Вильямса. Экологическую и хозяйственную оценку, массовый отбор, в том числе и способом загущенного посева, проводили при размножении исходного материала сільфії; параллельно изучались приемы

возделывания культуры. Размножение проводили посевом семенами, посадкой рассады и частями кустов и корневищ. Сеяли под зиму на глубину 2–3 см с междурядьем 70 см, нормой высева 10 кг/га. Посадку рассады и корневищ (частями кустов) проводили весной. Площадь делянок 10–56 м<sup>2</sup>, учетная площадь 5–25 м<sup>2</sup>. Расположение делянок рендомизированное или систематическое со смещением, повторность делянок 4-кратная. В настоящее время исследования и внедренческая работа проводятся в Витебской и Брестской областях. Сортообразец сільфії пронзеннолистной «Первый Белорусский» зарегистрирован в Государственном реестре сортов Республики Беларусь по Брестской области.

За годы исследований исходный материал сільфії пронзеннолистной улучшен путем многолетнего массового отбора и загущенного посева, выявлен био-

логический потенциал вида в зависимости от зоны земледелия, изучены приемы и технология возделывания. В результате многолетних опытов остались лучшие по силе роста и выживаемости биотипы растений. Многолетний отбор исключил из популяции формы растений, которые в своем развитии не укладывались в рамки вегетационного периода и агротехнические требования. Отбор также устранил те растения, которые не выдерживали зимовочный период в новых условиях климата и почв, колебаний температуры и условий увлажнения весны и осени. Для акклиматизации вида применялись агротехнические приемы возделывания (предпосевная подготовка почвы, удобрения, уход за посевами и т. д.), которые положительно влияли на рост, развитие и урожайность культуры. Также были изучены приемы семенного и вегетативного размножения, что позволило в новых условиях ускорить акклиматизацию и окультуривание исходного материала и перейти к размножению вида.

Первоначально густота посева создавалась на уровне 60–80 тысяч штук растений на гектаре. Начиная со второго года жизни растений, густота формировалась за счет почек возобновления и побегообразования. Биометрические исследования проводили в фазе цветения растений. Отрастание растений начиналось в апреле. В условиях лесной зоны количество дней от начала отрастания растений до их цветения (в разные годы от 75 до 122 дней, среднее 101) был более продолжительным, чем в степной зоне (85–104, среднее 89).

В зеленом конвейере сильфия может использоваться в период третьей декады мая – первой декады июня (первый укос) при достижении наибольшей биомассы в фазу стеблевания растений. В сырьевом конвейере уборку на силос проводят в фазе цветения растений в период фаз вторая декада июля – третья декада августа. Если почва обеспечена влагой и элементами питания, растения хорошо отрастают и дают второй укос. В степной зоне фаза стеблевания растений отмечалась во второй декаде июня, фаза цветения – первая – вторая декада июля.

Результаты химического состава показывают высокое содержание сырого протеина (15,4 %), жира (4,3 %) и клетчатки (24,0 %) в степной зоне. В лесной зоне концентрация протеина (10,9 %), жира (2,6) и клетчатки (21,5) меньше. Зеленая масса сильфии, убранная в фазе цветения растений, имеет высокое количество обменной энергии (10,77 МДж в 1 кг сухого вещества – в лесной зоне и 10,74 – в степной). Интенсивная технология повышает урожайность зеленой массы. Продуктивность посевов сильфии в лесной зоне выше в полтора-два раза, чем в степной зоне.

Таким образом, сильфия пронзеннолистная может использоваться в условиях Беларуси как высоко-

котехнологичный вид при организации производства сочных кормов (зеленый корм и силос) и планировании страхового фонда. Возделываться сильфия может по обычной (экстенсивной технологии, не требующей больших затрат) и по интенсивной технологии, где выбор используемых приемов и технологии на практике будет зависеть от сложившихся организационно-хозяйственных, производственных, экономических и почвенно-климатических условий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Вавилов, Н.И. Ботанико-географические основы селекции / Н.И. Вавилов, Академия сельскохозяйственных наук им. В.И. Ленина, Всесоюзный институт растениеводства НКЗ СССР. – М.: Л.: Сельхозгиз, 1935. – 60 с.
2. Вавилов, Н.И. Происхождение и география культурных растений: (сб. работ) / Н.И. Вавилов; ред. В.Ф. Дорофеев; АН СССР, Секция химико-технологических и биологических наук. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1987. – 438 с.
3. Жуковский, П.М. Культурные растения и их сородичи. Систематика, география, цитогенетика, иммунитет, экология, происхождение, использование / П.М. Жуковский. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Колос, 1971. – 752 с.
4. Жуковский, П.М. Мировой генофонд и эндемичные микрогенцентры / П.М. Жуковский. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1970. – 87 с.
5. Вавилов Н.И. Избранные произведения в 2 т. / Н.И. Вавилов. – Л.: Наука, 1987. – Т. 1. – 406 с.
6. Вавилов, П.П. Новые кормовые культуры / П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев. – М.: Россельхозиздат, 1975. – 351 с.
7. Медведев, П.Ф. Семеноводство новых кормовых культур / П.Ф. Медведев. – Л.: Колос, 1974. – 144 с.
8. Медведев, П.Ф. Кормовые растения Европейской части СССР / П.Ф. Медведев, А.М. Сметанникова. – Ленинград: Колос, 1981. – 336 с.
9. Смольский, Н.В. К проблеме интродукции новых силосных растений для сельского хозяйства Белоруссии / Н.В. Смольский // Новые кормово-силосные растения / отв. ред. Н.В. Смольский. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 17–32.
10. Грицак, З.И. К вопросу о подборе исходного материала для селекции сильфии / З.И. Грицак // Тезисы Всесоюзного совещания по технологии возделывания новых кормовых культур – Саратов; Энгельс, 1978. – Ч. 2. – С. 76–78.
11. Павлов, В.С. Интродукция новых кормовых растений в северной зоне Белоруссии / В.С. Павлов // Ботаника (исследования). – Минск: Наука и техника, 1981. – Вып. 23. – С. 183–187.
12. Емелин, В.А. Приемы возделывания сильфии пронзеннолистной в условиях Западно-Казakhstanской области при орошении: дис. ... канд. сельскохозяйственных наук: 06.01.09 / Емелин Валерий Анатольевич. – Кинель, 2000. – 205 с.
13. Медведев, П.Ф. О системе интродукции кормовых растений / П.Ф. Медведев // Новые кормово-силосные растения / отв. ред. Н.В. Смольский. – Минск: Наука и техника, 1965. – С. 33–36.

## THE RESULTS OF INTRODUCTION OF THE SPECIES, NUTRIENT AND PRODUCTIVITY OF *SILFIUM PERFOLIATUM* L. UNDER THE CONDITIONS OF DIFFERENT ZONES OF FARMING

YEMELIN V.A.

*Silfium perfoliatum* L. the forest and steppe zone can be cultivated when creating highly-productive fodder agrophytocenosis and sustainable agroecosystems in agriculture. The main properties of the ecotype are adaptability and ecological plasticity to the soil-climatic conditions. The defining characteristics of the biotype are high yield of green mass and stable long-term productivity.

УДК 631.821:633.15

**ВЛИЯНИЕ ИЗВЕСТКОВАНИЯ НА КАЧЕСТВО ЗЕЛЕННОЙ МАССЫ КУКУРУЗЫ****З.А. Зайцева, Е.В. Жавнерчик**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье показаны результаты исследований по влиянию различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести на качество зеленой массы кукурузы, возделываемой на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве. Установлена положительная роль известкования в увеличении накопления сырого протеина и снижении содержания сырой клетчатки и нитратов.

**Введение**

В составе сельскохозяйственных земель Республики Беларусь преобладают дерново-подзолистые почвы (34,2 %) [1]. В своем естественном состоянии они бедны питательными веществами, отличаются плохими физическими свойствами и высокой кислотностью [2]. Кислая реакция почвенной среды является причиной снижения урожаев сельскохозяйственных культур и эффективности удобрений [3]. Устранению данных негативных явлений способствует проведение химической мелиорации.

Из большого числа используемых известковых мелиорантов в настоящее время доминирующим является доломитовая мука. В связи с резким ростом ее стоимости, отмеченным в последние годы, одним из способов удешевления работ по известкованию кислых почв может стать использование дешевых (местных) известковых мелиорантов, получаемых из производственных отходов, например, сахарного (дефекат) и ацетиленового (карбидная известь) производства.

Цель исследований – установить влияние различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести на качество зеленой массы кукурузы при возделывании на среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почве.

**Методы и объекты исследования**

Опыт заложен в ОАО «Чернавицы» Брестского района в 2016 г. на среднекислой дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком, в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. – клевер 2 г.п. Предшественник кукурузы – однолетние травы ( вико-овсяная смесь).

Опытный участок характеризовался следующими агрохимическими показателями:  $pH_{KCl}$  4,5–4,9, гумус 2,0–2,4 %, подвижные формы фосфора 254–411 мг/кг и калия 300–399 мг/кг, обменные формы кальция 605–699 мг/кг и магния 307–360 мг/кг. Схема опыта включала 14 вариантов в четырехкратной повторности. Общая площадь делянки составляла 30 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>.

Доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести вносились весной под вспашку на фоне 50 т/га ила очистных сооружений Брестского филиала ГП «Безаэронавигация». Изучались следующие дозы известковых мелиорантов, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы: 0,5, 1,0, 1,5, 2,0.

Доломитовая мука 1 %-ой влажности содержала: следы азота, 0,03 % фосфора, 0,13 % калия, 35 %

кальция, 21,0 % магния. Дефекат 14 %-й влажности содержал: 0,52 % азота, 0,68 % фосфора, 0,77 % калия, 39,2 % кальция, следы магния. Мелиорант на основе карбидной извести влажностью 8 % содержал: следы азота и фосфора, 0,40 % калия, 60,98 % кальция, 0,13 % магния.

Отбор растительных образцов зеленой массы кукурузы осуществлялся в фазу молочно-восковой спелости зерна. Химический анализ выполнен по показателям: массовая доля сухого вещества (ГОСТ 27548-97 п.5), массовая доля сырого протеина (ГОСТ 13496.4-93 п.2), массовая доля сырой клетчатки (ГОСТ 13496.2-91), массовая доля растворимых углеводов (ГОСТ 26176-91 п.2), массовая доля кальция (ГОСТ 26570-95 п.2.2), массовая доля фосфора (ГОСТ 26657-97 п.4), содержание нитратов (ГОСТ 13496.19-93). Содержание обменной энергии и кормовых единиц определяли по ГОСТ 27978-88.

**Результаты и их обсуждение**

Одной из основных задач сельскохозяйственного производства является получение полноценных и сбалансированных кормов. В этой связи особое значение имеет обеспечение высоких урожаев возделываемых культур, обладающих хорошей питательной ценностью. По количеству сухого вещества, накапливаемого в растениеводческой продукции, судят о концентрации питательных веществ (органических и минеральных).

В результате исследований установлено, что зеленая масса кукурузы (влажностью 70 %) в контрольном варианте опыта в сухом веществе накапливала: 5,90 % сырого протеина, 20,0 % сырой клетчатки, 20,4 % углеводов, 0,67 % кальция, 1,22 % фосфора, 67 мг/кг нитратов, 11,4 МДж/кг обменной энергии, 1,05 кормовых единиц (таблица 1).

Внесение 50,0 т/га ила очистных сооружений снижало накопление сырого протеина на 13,6 %, сырой клетчатки на 2,0 %, углеводов на 25,9 %, кальция на 0,1 %, фосфора на 1,7 %, и в тоже время увеличивало содержание нитратов на 87,2 %, обменной энергии на 0,9 %, кормовых единиц на 1,9 % по сравнению с контролем.

Известкование дерново-подзолистой супесчаной почвы обеспечивало накопление сухого вещества на уровне 28,95–38,02 %. Наиболее существенная разница в росте показателя наблюдалась при применении двойных доз доломитовой муки и мелиоранта на основе карбидной извести, тогда как остальные виды и дозы мелиорантов незначительно отличались от контрольного и фонового вариантов.

Для оценки биологической полноценности в ходе исследований определяли протеиновую пита-

**Таблица 1.** – Качество зеленой массы кукурузы при применении известковых мелиорантов на дерново-подзолистой супесчаной почве (% в сухом веществе)

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Сырой протеин, %	Сырая клетчатка, %	Обменная энергия, МДж/кг	Кормовые единицы	Углеводы, %	Кальций, г/кг	Фосфор, г/кг	Нитраты, мг/кг
1. Контроль	30,94	5,90	20,0	11,4	1,05	20,4	0,67	1,22	67
2. Ил очистных сооружений, 50,0 т/га – фон	31,52	5,10	19,6	11,5	1,07	16,2	0,61	1,20	522
3. Фон + доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нр)	35,64	5,72	19,9	11,4	1,06	13,0	0,61	1,47	505
4. Фон + доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нр)	30,27	8,08	17,4	11,9	1,14	17,6	0,85	1,33	490
5. Фон + доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нр)	32,38	7,12	13,8	12,5	1,27	15,3	1,00	1,39	466
6. Фон + доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нр)	38,02	7,23	15,2	12,3	1,22	16,1	1,22	1,45	464
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нр)	28,95	5,93	14,1	12,5	1,26	9,9	0,87	1,16	491
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нр)	32,20	6,70	16,5	12,0	1,17	17,4	0,88	1,26	475
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нр)	32,25	6,16	15,6	12,2	1,20	19,5	0,97	1,18	463
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нр)	32,40	6,44	15,3	12,2	1,21	11,0	1,03	1,33	459
11. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нр)	31,85	4,93	16,8	12,0	1,16	15,0	0,90	1,14	495
12. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нр)	30,53	6,67	14,9	12,3	1,23	20,8	0,93	1,21	456
13. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нр)	33,15	6,56	13,6	12,6	1,28	11,9	0,95	1,23	447
14. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нр)	36,45	8,27	14,4	12,4	1,25	10,8	1,24	1,29	400
НСП <sub>3,5</sub>	3,26	0,65	1,62	1,21	0,12	1,54	0,09	0,13	44

тельность зеленой массы. Как показали данные зоотехнического анализа, применяемые в опыте мелиоранты способствовали росту данного показателя в сравнении с контролем и фоном. Применение минимальных доз доломитовой муки, дефектата и мелиоранта на основе карбидной извести не позволило существенно улучшить протеиновую питательность, в то время как их более высокие дозы оказывали значительное влияние на величину показателя. Содержание сырого протеина при этом достигало 6,16–8,27 % сухого вещества при максимальном его накоплении в варианте с двойной дозой мелиоранта на основе карбидной извести.

Питательную ценность зеленой массы в значительной степени способен ухудшать высокий процент сырой клетчатки. В этой связи уборку растительной продукции на корм необходимо осуществлять в рекомендуемую фазу вегетации во избежание синтеза лигнина. Так, в кукурузном силосе количество сырой клетчатки не должно превышать 30 %, а для высшего класса качества – 22 % (по СТБ 1223-2000). По сравнению с контрольным и фоновым вариантами опыта, установлено более медленное накопление сырой клетчатки при проведении известкования. При использовании возрастающих доз мелиорантов содержание сырой клетчатки составило: 13,8–19,9 % для доломитовой муки, 14,1–16,5 % для дефектата, 13,6–16,8 % для мелиоранта на основе карбидной извести. Четкой зависимости величины показателя от вида и дозы вносимого материала выявлено не было.

Для оценки энергетической кормовой ценности используются величины обменной энергии и кормовых

единиц. Согласно ГОСТ 27978-88, при использовании кукурузы на зеленый корм для крупного рогатого скота 1 кг сухого вещества должен содержать не менее 10,3 МДж обменной энергии и не менее 0,86 кормовых единиц. Полученные расчетные данные указывают на то, что по всем вариантам опыта зеленая масса кукурузы обладала высокой энергией обмена на уровне 11,4–12,6 МДж. Однако значительной разницы в величине показателя между вариантами не наблюдалось. Наилучшую тенденцию к увеличению содержания обменной энергии имели полуторная доза мелиоранта на основе карбидной извести, полуторная доза доломитовой муки и половинная доза дефектата.

Количество кормовых единиц определялось величиной обменной энергии. В 1 кг сухого вещества зеленой массы кукурузы содержание кормовых единиц составляло: 1,06–1,27 при известковании доломитовой мукой, 1,17–1,26 – дефектатом, 1,16–1,28 – мелиорантом на основе карбидной извести. Наиболее значительный рост показателя обеспечивали полуторные и двойные дозы известковых мелиорантов.

Существенную роль в энергетическом обмене веществ имеют легкоусвояемые (в том числе растворимые) углеводы. Как показали полученные данные, проведение известкования не способствовало существенному улучшению углеводной питательности зеленой массы и в большинстве случаев даже ухудшило ее. На уровне контроля действовали лишь дефектат в полуторной дозе (19,5 %) и мелиорант на основе карбидной извести в одинарной дозе (20,8 %).

Известкование возрастающими дозами доломитовой муки, дефектата и мелиоранта на основе кар-

бидной извести существенным образом увеличивало вынос кальция зеленой массой кукурузы. Содержание элемента при этом находилось на уровне 0,81–1,24 %. Повышение дозы сопровождалось постепенным ростом в накоплении кальция и достигало максимальных значений в вариантах с применением двойных доз изучаемых мелиорантов.

Наиболее значимое накопление фосфора обеспечивало применение доломитовой муки (1,33–1,47 г/кг). По сравнению с контролем и фоном рост показателя в среднем составил 17,5 %. Роль дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести была незначительной в накоплении элемента в зеленой массе. Однако более высокие значения были отмечены при внесении двойных доз данных известковых материалов.

Из азотистых соединений, содержащихся в растениеводческой продукции, наибольшую опасность представляют нитраты. Их высокие концентрации способны негативным образом сказываться на здоровье животных. Согласно действующей в Республике Беларусь нормативной документации [4], количество нитратов в зеленой массе не должно быть более 500 мг/кг. При проведении опыта установлено, что без применения удобрений и известковых мелиорантов содержание нитратов было самым низким и составляло 67 мг/кг. Внесение 50,0 т/га ила очистных сооружений приводило к сверхнормативному увеличению показателя до 522 мг/кг. Проводимое известкование в целом постепенно снижало накопление нитратов по мере увеличения дозы. Доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести, используемые в минимальных количествах, незначительно отличались от фонового по значениям показателя. Вне-

сение более высоких доз известковых мелиорантов более существенно уменьшало накопление нитратов в зеленой массе кукурузы: на 32–58 мг/кг при внесении доломитовой муки, на 31–63 мг/кг – дефеката, на 27–122 мг/кг – мелиоранта на основе карбидной извести.

#### Выводы

Известкование среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы в целом оказывает положительное влияние на качество зеленой массы кукурузы. Наиболее существенное улучшение протеиновой питательности происходит при применении одинарных, полуторных и двойных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести. Зеленая масса при проведении известкования имеет более низкое содержание сырой клетчатки, углеводов и нитратов. Наилучшей энергетической ценностью получаемая растительная продукция обладает при внесении в почву полуторных и двойных доз мелиорантов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Атлас почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / В.В. Пала [и др.], под общ. ред. В.В. Пала, А.Ф. Черныш – Минск: ИВЦ Минфина, 2017 – 170 с.
2. Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василюк. – Минск: БГУ, 2003. – 322 с.
3. Окорков, В.В. Некоторые пути снижения кислотности подпахотных горизонтов кислых почв / В.В. Окорков // Аграр. вестн. Верхневолжья. – 2015. – № 1(10). – С. 5–15.
4. Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов: постановление Министерства сельского хозяйства и продовольствия Респ. Беларусь, 10 фев. 2011 г., № 10 // Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2012. – 8/25498.

## THE INFLUENCE OF LIMING ON CORN GREEN MASS QUALITY

ZAITSAVA Z.A., ZHAVNERCHYK E.N.

The article shows the results of research on the influence of various doses of dolomite flour, defecate and meliorant on the basis of carbide lime on the quality of corn green mass. The positive role of liming in increasing the accumulation of protein and reducing the content of fiber and nitrates is established.

УДК 631.8.022.3:631.445.2:631.821

## АГРОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИЗВЕСТКОВЫХ МЕЛИОРАНТОВ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ СУПЕСЧАНОЙ ПОЧВЕ

Л.Н. Иовик

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье приведены расчетные данные агрономической эффективности различных доз доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести при возделывании кукурузы на зеленую массу на дерново-подзолистой супесчаной почве.

### Введение

Дерново-подзолистые почвы бедны питательными веществами и имеют высокий уровень кислотности. Оптимизация реакции почвенной среды – основной прием, необходимый для получения высоких устойчивых урожаев культур [1]. В системе мер по улучшению состояния сельскохозяйственных земель и увеличению их продуктивности важное место принадлежит известкованию.

Проведение планомерного известкования в Беларуси в течение 40 лет позволило существенно снизить масштабы кислых почв [2]. На данном этапе важное значение имеет поддерживающее известкование, направленное на компенсацию потерь оснований с выносом растениеводческой продукцией и при выщелачивании вглубь почвенного профиля [3].

Нормативная база известкования основана на применении доломитовой муки. Основной недостаток данного мелиоранта – высокая стоимость работ по его использованию. В этой связи необходим поиск способов сокращения материальных затрат на проведение известкования.

Особый интерес представляют местные известьсодержащие отходы промышленности – дефекат (фильтрационный осадок сахарного производства) и мелиорант на основе карбидной извести (отход от производства ацетилена). Данные известковые материалы должны применяться в научно-обоснованных дозах и обладать высокой агрономической эффективностью.

Целью наших исследований являлось определение агрономической эффективности доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести при возделывании кукурузы на зеленую массу.

### Методика и объекты исследования

Исследования проводились в 2016 г. в СПК «Чернавчицы» Брестского района на среднекислой дерново-подзолистой временно избыточно увлажненной супесчаной почве, развивающейся на рыхлой супеси, подстилаемой с глубины 0,53 м рыхлым песком. Кукуруза (Mateus FAO 190) возделывалась в звене севооборота: кукуруза – яровой ячмень с подсевом клевера – клевер 1 г.п. – клевер 2 г.п. Агротехническая характеристика пахотного горизонта почвы до закладки опыта имела следующие показатели:  $pH_{\text{вод}}$  4,5–4,9, гумус – 2,0–2,4 %, подвижные формы  $P_2O_5$  – 254–411 мг/кг и  $K_2O$  – 300–399 мг/кг, обменные CaO – 605–699 мг/кг и MgO – 307–360 мг/кг.

Схемой опыта предусматривался контроль (без внесения удобрений и мелиорантов) и фоновое внесение органических удобрений (ила очистных сооружений Брестского филиала ГП «Белазронавига-

ция»). Известковые мелиоранты (доломитовая мука, дефекат и мелиорант на основе карбидной извести) вносились под кукурузу в дозах 0,5, 1,0, 1,5 и 2,0, рассчитанных по гидролитической кислотности почвы. Опыт включал 14 вариантов в 4-кратной повторности. Общая площадь делянки – 30 м<sup>2</sup>, учетная – 20 м<sup>2</sup>. Вносимые мелиоранты имели следующие показатели (таблица 1):

Таблица 1. – Химический состав известковых мелиорантов (в % на естественную влажность)

Показатель	Доломитовая мука	Дефекат	Мелиорант на основе карбидной извести	Ил очистных сооружений
Влажность	1,0	14,0	8,0	38,3
N	следы	0,52	следы	1,60
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,03	0,68	следы	0,59
K <sub>2</sub> O	0,13	0,77	0,40	0,03
CaO	35,0	39,2	60,98	1,24
MgO	21,0	следы	0,13	0,21

Предшественником кукурузы являлась вико-овсяная смесь. Учет урожайности зеленой массы производился в фазу молочно-восковой спелости зерна. Статистическую обработку результатов исследований выполняли методами дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [4]. Расчет агрономической эффективности проводился по [5].

### Результаты и их обсуждение

Согласно полученным результатам исследований, урожайность зеленой массы кукурузы за счет естественного плодородия почвы составила 317 ц/га (таблица 2) [6]. Внесение 50 т/га органических удобрений способствовало дополнительному росту урожая на 154 ц/га. Применение известковых мелиорантов достоверно увеличивало урожайность культуры в среднем еще на 62 ц/га. Максимальные прибавки (97–98 ц/га) были получены при использовании полуторных доз дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести и минимальные – в варианте с доломитовой мукой (0,5 Нг) – 27 ц/га.

Исходя из приведенных данных, наиболее заметный рост урожайности зеленой массы обеспечивали полуторные дозы доломитовой муки, дефеката и мелиоранта на основе карбидной извести (66–98 ц/га), тогда как дальнейшее увеличение доз мелиорантов приводило к существенному снижению прибавок на 11–23 ц/га.

Агрономическая эффективность исследуемых известковых мелиорантов выражалась оплатой еди-

**Таблица 2.** – Агрономическая эффективность известковых мелиорантов при возделывании кукурузы на зеленую массу

Варианты опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га			Окупаемость, кг зеленой массы	
		к контролю	от известкования	от увеличения дозы мелиоранта	1 т мелиоранта	1 кг NPK
1. Контроль	317	–	–	–	–	–
2. Ил очистных сооружений 50 т/га – фон	471	154	–	–	–	13,9
3. Фон+ доломитовая мука 2,3 т/га (0,5 Нг)	498	181	27	–	1174	16,2
4. Фон+ доломитовая мука 4,6 т/га (1,0 Нг)	518	201	47	20	1022	18,0
5. Фон+ доломитовая мука 6,9 т/га (1,5 Нг)	537	220	66	19	957	19,6
6. Фон+ доломитовая мука 9,2 т/га (2,0 Нг)	525	209	55	-11	598	18,6
7. Фон + дефекат 2,9 т/га (0,5 Нг)	502	185	31	–	1069	15,9
8. Фон + дефекат 5,7 т/га (1,0 Нг)	533	216	62	31	1088	17,7
9. Фон + дефекат 8,6 т/га (1,5 Нг)	568	251	<b>97</b>	35	1128	19,6
10. Фон + дефекат 11,4 т/га (2,0 Нг)	546	229	75	-22	658	17,2
11. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 2,0 т/га (0,5 Нг)	510	193	39	–	<b>1950</b>	17,3
12. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 4,0 т/га (1,0 Нг)	542	225	71	32	1775	20,0
13. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 6,1 т/га (1,5 Нг)	569	252	<b>98</b>	27	1607	<b>22,2</b>
14. Фон + мелиорант на основе карбидной извести 8,1 т/га (2,0 Нг)	546	229	75	-23	626	20,1
НСР <sub>05</sub>			7,5			

ницы мелиоранта прибавкой полученной продукции. Величина окупаемости урожаем зависела от концентрации элементов питания во вносимых материалах.

В целом по опыту, оплата 1 т мелиорантов составляла 1 163 кг зеленой массы кукурузы (таблица 2). Наиболее высокую окупаемость имел мелиорант на основе карбидной извести – 926–1950 кг/т. Несколько хуже окупались доломитовая мука (598–1174 кг/т) и дефекат (658–1128 кг/т).

Отмечено, что лучшей агрономической эффективностью обладали наименьшие дозы мелиоранта на основе карбидной извести и доломитовой муки и полуторная доза дефеката. Оплата килограммами зеленой массы 1 т мелиорантов, применяемых в двойной дозе, имела минимальные значения.

Важным показателем, характеризующим эффективность известковых мелиорантов, является величина окупаемости 1 кг NPK, вносимого по вариантам опыта. При применении 50 т/га ила очистных сооружений окупаемость 1 кг NPK была минимальной – 13,9 кг зеленой массы. Дополнительное внесение разных доз известковых мелиорантов способствовало увеличению данного показателя в среднем на 4,6 кг.

Более высокие значения оплаты 1 кг NPK прибавкой зеленой массы получены при внесении мелиоранта на основе карбидной извести – 17,3–22,2 кг. Для доломитовой муки окупаемость не превышала 16,2–19,6 кг и для дефеката – 15,9–19,6 кг. Применение полуторных доз известковых мелиорантов обеспечило наилучшую окупаемость 1 кг NPK. В то время как двойные их дозы снижали значения оплаты в среднем на 1,0–2,4 кг.

## Выводы

Таким образом, при возделывании кукурузы на дерново-подзолистой супесчаной почве наиболее высокую окупаемость имеет 1 т мелиоранта на основе карбидной извести в дозе 2 т/га (0,5 Нг); 1 т доломитовой муки лучше оплачивается при внесении в дозе 2,3 т/га (0,5 Нг) и дефекат – в дозе 8,6 т/га (1,5 Нг). Максимальная окупаемость 1 кг NPK достигается при применении 6,1 т/га (1,5 Нг) мелиоранта на основе карбидной извести.

## ЛИТЕРАТУРА

- Карпеня, Г.М. Состояние кислотности почв и их известкование / Г.М. Карпеня // Наше сельское хозяйство. – 2013. – № 21. – С. 40–46.
- Клебанович, Н.В. Известкование почв Беларуси / Н.В. Клебанович, Г.В. Василук. – Минск.: БГУ, 2003. – 322 с.
- Богдевич, И.М. Динамика степени кислотности, обеспеченности кальцием и магнием пахотных и луговых почв Беларуси в результате известкования / И.М. Богдевич, О.Л. Ломоносов, О.М. Таврыкина // Почвоведение и агрохимия. – 2014. – № 1(52). – С. 159–172.
- Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методика определения агрономической и экономической эффективности минеральных и органических удобрений / И.М. Богдевич [и др.] / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2010. – 25 с.
- Сатишур, В.А. Влияние известкования среднекислой дерново-подзолистой супесчаной почвы на урожайность зеленой массы кукурузы / В.А. Сатишур, Л.Н. Иовик, М.М. Дашкевич, И.Г. Марзан // Актуальные проблемы наук о земле: использование природных ресурсов и сохранение окружающей среды: материалы Междунар. науч.

практ конф., посвящ. Году науки в Респ. Беларусь, Брест, 25–27 сент. 2017 г.: в 2 ч. / Ин-т природопользования НАН Беларуси, Брест гос. ун-т имени А.С. Пушкина, Брест гос.

техн. ун-т; редкол.: А.К. Карabanов [и др.]; науч. ред. А.К. Карabanов, М.А. Богдасаров. – Брест: БрГУ, 2017. – Ч. 2. – С. 235–239.

## AGRONOMIC EFFECTIVENESS OF LIME AMELIORANTS ON SOD-PODZOLIC SANDY LOAM SOIL

IOVIK L.N.

When corn is cultivated on sod-podzolic sandy loam soil, 1 t of meliorate on the basis of carbide lime in a dose of 2 t/ha has the highest payback – 1 950 kg of green mass. 1 ton of dolomite flour is better paid in a dose of 2.3 t/ha – 1 174 kg and defecate – in a dose of 8.6 t/ha – 1 128 kg of green mass. The maximum payback of 1 kg of NPK (22.2 kg of green mass) is achieved with the use of 6.1 t/ha meliorant on the basis of carbide lime.

Исследования проведены в рамках ГПНИ «Природопользование и экология» (подпрограмма 1 «Природные ресурсы и экологическая безопасность», задание 1.11 «Комплексная оценка агроэкологических рисков в условиях Полесского региона и научное обоснование способов получения новых известковых мелиорантов и органических удобрений из производственных отходов»).

УДК 330.43:502.174.1(476.7)

**МОДЕЛИРОВАНИЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ****В.В. Конончук**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Республика Беларусь

Рассматриваются методологические и прикладные аспекты моделирования устойчивого аграрного производства в условиях агроэкологических рисков. Изложены теоретические аспекты обоснования программ развития регионального аграрного производства при проявлении возможных сценариев агроэкологических рисков в контексте достижения максимальной экономической эффективности результативных производственно-экономических показателей.

**Введение**

Устойчивое развитие сельского хозяйства предполагает учет агроэкологических рисков в анализе и планировании развития регионального агропроизводства. Проявление рисков выражается в зависимости сельскохозяйственного производства в первую очередь от природных факторов и предопределяет неустойчивость объемов производства сельхозпродукции по годам. Минимизация агроэкологических рисков в АПК и повышение эффективности аграрного сектора требует изменения всей системы взаимоотношений между отраслями сельскохозяйственного производства. Главным следствием этих изменений должно стать устойчивое и стабильное функционирование АПК при минимизации воздействия рисков ситуаций.

Сельское хозяйство как отрасль отличается использованием специфических средств производства, таких как живые организмы – растения и животные, которые развиваются на основе биологических законов. Поэтому результаты агропромышленного производства, его экономическая эффективность в основном зависят от агробиологических и физиологических свойств растений и животных, а не от количества затраченного труда и средств. Биологические законы носят вероятностный характер, что порождает возникновение агроэкологических рисков, которые следует учитывать при моделировании развития аграрного сектора.

Обоснование стабильного и устойчивого развития регионального аграрного сектора на основе использования точных математических методов явилось сердцевиной прогнозирования в условиях преобладания государственной формы собственности. В 60-е гг. формируются подходы по моделированию оптимальных объемов производства продукции и кормов на основе имеющихся ресурсов и их окупаемости, а также при учете объективных и субъективных факторов производства [1–4].

Позитивным моментом в обосновании устойчивого развития регионального АПК для минимизации агроэкологических рисков явилось признание стоимостных экономических показателей – себестоимости, цены и прибыли – в качестве определяющих параметров эффективности функционирования.

Широкое распространение при моделировании устойчивого развития сельскохозяйственных товаропроизводителей в 70–80-е гг. получили подходы, основанные на среднегодовых темпах прироста объемов товарной животноводческой продукции, при централизованных главных экономических параметрах и структуре производства. Однако, зависимость

сельскохозяйственного производства от природных факторов предопределяла неустойчивость объемов договорных поставок продукции государству по годам.

**Результаты и их обсуждение**

Определяющим критерием эффективности моделирования устойчивого развития аграрного производства в условиях агроэкологических рисков, является обеспечение адекватности модели к исследуемым процессам и объектам. Использование стохастических моделей в условиях природной и экономической неопределенности в наибольшей степени позволяет обеспечить адекватность модели реальным условиям и возможность практической реализации. Стохастическое моделирование в наибольшей степени позволяет учесть вероятностные характеристики проявления рисков ситуаций. Для каждого из возможных исходов проявления рисков ситуации в стохастической экономико-математической модели следует ввести свой состав переменных и ограничений, описывающих аграрное производство, а также учесть влияние совокупности возможных ситуаций на государственные управленческие решения. Поскольку наступление и проявление рисков исходов является вероятностной случайной величиной, необходимо снизить их влияние на экономическую эффективность программы развития регионального АПК и обеспечить устойчивость в развитии.

Переменные, характеризующие структуру производства в регионе: поголовье животных по видам и посевные площади культур, не могут изменяться в различные погодные исходы, так как они отличаются слабой мобильностью и должны быть ориентированы на любой из возможных погодных исходов. Следовательно, численные значения этих переменных должны быть неизменны по погодным исходам. Отражение рассмотренных условий в связующем блоке стохастической ЭММ осуществляется путем:

1) введения ограничений, выражающих условия равенства по исходам посевных площадей культур и поголовья животных, по которым предусматриваются различающиеся по ситуациям имитационные решения;

2) формирование локального критерия оптимальности, представляющего взвешенную по совокупности возможных исходов, т.е. математическое ожидание эффекта в предстоящем периоде;

3) введения неизвестных, определяющих объемы лимитированных ресурсов для формирования стабилизационных фондов кормов, семян, товарной продукции и продовольствия.

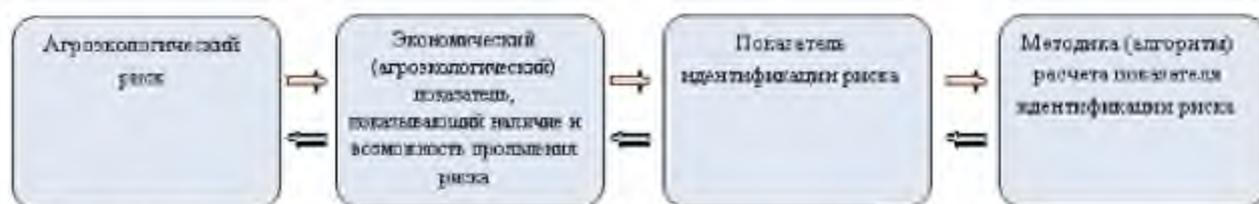


Рисунок 1. – Блок-схема идентификации и определения агроэкологического риска (рисковой ситуации)

Модельная программа развития и функционирования регионального АПК базируется на ранее выявленных закономерностях в интересах стабилизации и повышения устойчивости развития, минимизации степени влияния агроэкологических рисков. Она предполагает:

- повышение экологизации аграрного производства в регулировании технологических связей между отраслями растениеводства и животноводства на основе экономически стимулирующих рычагов, формирование эффективной «зеленой» экономики;
- учет специфики агропромышленного производства, как отрасли в наибольшей степени подверженной влиянию агроэкологических рисков;
- формирование эффективных эколого-экономических отношений по мере создания условий и технологической инфраструктуры;
- механизм стимулирования в аграрном секторе, направленный на повышение эффективности аграрного сектора и развитие «зеленой» экономики.

Важнейшим этапом в моделировании и определении параметров проявления агроэкологических рисков является выделение возможных неблагоприятных исходов в развитии регионального АПК. Усиливающееся в последние годы влияние природной неопределенности, в силу участвующих колебаний погодных факторов на результаты функционирования аграрного сектора, дополняется в современных условиях экономической неопределенностью, что значительно повышает вариабельность производственно-экономических показателей, а, следовательно, и результатов эффективности производства. В связи с этим, требуется внесение коррективов в существующие методики, применительно к условиям современного этапа развития регионального АПК.

Выделение сценариев моделирования, развития и идентификации рисков ситуаций в агропромышленном производстве возможно на основе использования методов эконометрического моделирования. Важно правильно и своевременно выявить и идентифицировать наличие агроэкологического риска.

Методика расчета показателей идентификации риска на основе методов эконометрического моделирования:

- 1) Выделяем результативный показатель эффективности функционирования для оценки степени риска;
- 2) Определяем перечень факторных признаков, формирующих результативный, а также факторов, нивелирующих (сглаживающих) негативное влияние проявления риска;

3) Сбор статистической (экономической) информации для построения эконометрических моделей (производственных функций);

4) Построение моделей и определение фоновой (среднестатистической) и рисковой составляющих в формировании целевого результативного показателя;

5) Расчет основных статистических характеристик достоверности построенных моделей и определение вероятностей проявления рисков составляющих в зависимости от периода прогноза.

Схематично идентификацию и расчет показателей оценки агроэкологических рисков можно представить следующей схемой (рисунок 1).

Расчет показателей оценки агроэкологических рисков может проводиться в двух аспектах:

- с целью анализа проявления риска (...);
- для прогноза возможного проявления риска (...).

Определение составляющих агроэкологических рисков на основе количественных методов возможно следующими способами:

- на основе методов эконометрического моделирования и оценки взаимосвязей между производственно-экономическими и финансовыми показателями;
- на основе количественной оценки взаимосвязей между показателями функционирования и развития регионального аграрного сектора.

Определение типа устойчивости проявления агроэкологического риска в формировании результативных показателей эффективности на основе методов эконометрического моделирования можно осуществить двумя способами:

- определение результативного показателя с точки зрения эффективности и на основе отклонения фактического его значения от прогнозируемого (желаемого) ( $\Delta Y_i$ ), определенного на основе многофакторных эконометрических моделей;
- на основе расчета с помощью коэффициентов детерминации ( $D=R^2 \cdot 100$ ) и доли факторов эконометрических моделей и выделения случайной составляющей.

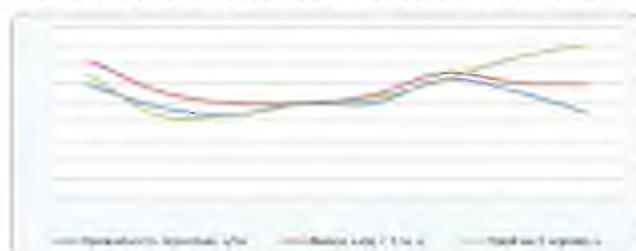
При определении типа устойчивости первым способом необходимо выделить группы по отклонениям фактических значений результативного показателя от прогнозного или ожидаемого. При этом выделяем столько групп риска, сколько типов риска присуще тому или иному показателю. При традиционном подходе на основе коэффициента соотношения  $k=Y_i/Y_p$  ( $Y_i$  – фактическое значение результативного показателя,  $Y_p$  – прогнозное или ожидаемое значение) выделяем 3 группы агроэкологических рисков:

- $k \geq 1,5$  (оптимистический);

- $k=0,85-1,15$  (устойчивый (адаптивный));
- $k \leq 0,85$  (пессимистический (негативный)).

Количественное исследование взаимосвязей показателей на основе информационных эконометрических (корреляционных) моделей и теоретические обобщения свидетельствуют, что ключевым показателем в прогнозировании и развитии регионального АПК является урожайность зерновых культур [6, 136]. При этом урожайность зерновых культур является *генеральным ориентиром*, показателем, в значительной мере отражающим состояние технологии и организации аграрного производства. Следовательно, развитие аграрного производства и его подверженность проявлению различных агроэкологических рисков ситуаций возможно оценить на примере урожайности зерновых культур.

Графически тесная взаимосвязь между урожайностью зерновых и другими важнейшими производственно-экономическими показателями проявляется и подтверждается следующим образом (рисунок 2).



**Рисунок 2.** – Схематическое проявление взаимосвязей между урожайностью зерновых, продуктивностью кормовых угодий и продуктивностью коров

Графическое представление изменения в динамике важнейших производственно-экономических показателей по агросектору юго-запада Беларуси свидетельствует о тесной взаимосвязи между урожайностью зерновых культур, т.е., уровнем технологии зернового хозяйства и уровнем технологии других отраслей.

Тесную взаимосвязь между важнейшими производственно-экономическими показателями в аграрном производстве подтверждают и коэффициенты парной корреляции ( $r_{xy}$ ) (таблица 1).

**Таблица 1.** – Коэффициенты парной корреляции между урожайностью зерновых и важнейшими производственно-экономическими показателями регионального АПК юго-запада Беларуси

Показатели	$r_{xy}$
Урожайность картофеля, ц/га	0,4747
Урожайность овощей, ц/га	0,5245
Выход кормов с 1 га сельхозугодий, ц к.ед./га	0,8405
Среднегодовой удой, кг	0,7667
Среднесуточный привес КРС, г	0,8194
Среднесуточный привес свиней, г	0,4470

Моделируя возможное проявление агроэкологических рисков на примере урожайности зерновых культур, выделяют возможные варианты их проявления: оптимистический риск, устойчивый (адаптивный) риск, пессимистический (негативный) риск. К устойчивому (адаптивному) риску относят периоды, с величиной отклонений фактической урожайности от расчетной ( $Y_f - Y_r$ ) от (-)1,09 до 0,69 ц/га. К оптимистическому риску относят периоды с превышением фактической урожайности над ожидаемой ( $\Delta Y$ ) от 1,19 до 4,56 ц/га; в периоды пессимистического (неблагоприятного) риска снижение от (-)2,58 до (-)3,47 ц/га. Вероятность проявления агроэкологических рисков за период с 1990 по 2015 гг. составляет: устойчивый (адаптивный) – 0,461, оптимистический – 0,308, пессимистический – 0,231.

Наиболее важными и предопределяющими результаты хозяйствования в аграрном секторе факторами являются погодные или природно-климатические. Различия в погодных условиях по годам предполагают, что объемы производства и реализации продукции следует осуществлять исходя из принципа стабилизации и обеспечения устойчивости производства. Усиливающаяся природно-экономическая нестабильность в аграрном секторе предполагает, что сельскохозяйственные товаропроизводители в неблагоприятные погодные годы (т.е. в условиях проявления пессимистического риска) несут значительные потери, следовательно, наряду с созданием рыночного фонда и договорных поставок, необходимо формирование стабилизационных фондов сельскохозяйственной продукции и кормов. Схематично устойчивое развитие отраслей животноводства с помощью фор-



**Рисунок 3.** – Блок-схема формирования стабилизационных фондов кормов устойчивого развития отраслей животноводства в условиях агроэкологических рисков

мирования стабилизационных фондов кормов можно представить следующим образом (рисунок 3).

Для сглаживания влияния неблагоприятных рисков ситуаций одним из вариантов является резервирование кормов и товарной продукции в регионе в благоприятные периоды (в условиях проявления оптимистического или устойчивого риска), на случай проявления неблагоприятного (пессимистического, негативного риска) с учетом коэффициентов резервирования, учитывающих частоту проявлений рисков ситуаций. Вычисление коэффициентов по способам резервирования товарной продукции и кормов производим с учетом частоты повторений средних (устойчивых), благоприятных (оптимистических) и неблагоприятных (пессимистических) лет. Если в благоприятный (оптимистический) или средний (устойчивый) исход  $t_1$ , резервируется единица товарной продукции или корма, то в среднем на каждый неблагоприятный (пессимистический) исход  $t_2$  будет приходиться  $v_1(1-p)/v_2$  единиц товарной продукции или кормов (с учетом среднего коэффициента потерь при хранении  $p$ ).

#### Выводы

1. Разработка экономико-математической задачи обоснования параметров развития аграрного производства в условиях проявления агроэкологических рисков с целью обеспечения устойчивости развития базируется на оптимизации программы развития отраслей и имеющегося ресурсного потенциала в регионе

2. Природно-экономическая неопределенность в аграрном секторе и необходимость формирования устойчивых вариантов и программ развития предпола-

гает формирование стабилизационных фондов товарной продукции и кормов.

3. Объективные природно-экономические различия аграрного производства определяют различия в окупаемости ресурсов и эффективности производства. Повышение прибыльности сельхозпроизводителей стимулирует создание и формирует предпосылки устойчивого развития всего АПК.

4. Формирование эффективной программы развития сельхозпроизводителей регионального АПК на основе оптимизации параметров и размеров отраслей в условиях природной и экономической неопределенности предполагает, что предпочтительным критерием оптимальности стохастической экономико-математической модели является максимум математического ожидания прибыли.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Блаж, И.Д. Оптимальное планирование производства в агропромышленных комплексах / И.Д. Блаж. – М.: Пищевая промышленность, 1974. – 216 с.
2. Кардаш, В.А. Экономика оптимального погодного риска в АПК (теория и методы) / В.А. Кардаш. – М.: Агропромиздат, 1989. – 168 с.
3. Новик, И.Б. О моделировании сложных систем / И.Б. Новик. – М.: Мысль, 1965. – 335 с.
4. Скирта, Б.К. Имитационное моделирование в управлении сельскохозяйственным производством / Б.К. Скирта. – Киев: Высшая школа, 1990. – 206 с.
5. Жудро, М.К. Экономический механизм эффективного развития агробизнеса: Монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2002. – 264 с.
6. Леньков, И.И. Экономико-математическое моделирование систем и процессов в сельском хозяйстве. – Мн.: Дизайн ПРО, 1997. – 304 с.

## MODELING OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF AGRICULTURAL PRODUCTION IN TERMS OF AGROECOLOGICAL RISKS

KONONCHUK V.V.

Methodological and applied aspects of modeling sustainable agricultural production in the conditions of agroecological risks are considered. Theoretical aspects of justification of programs of development of regional agrarian production at manifestation of possible scenarios of agroecological risks in the context of achievement of the maximum economic efficiency of productive economic indicators are stated.

УДК 630.232.41

## ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОСТОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПОСАДОЧНОГО МАТЕРИАЛА

В.В. Копытков

Институт леса НАН Беларуси, г. Гомель, Беларусь

Установлена лесоводственная эффективность использования коровых компостов с органоминеральными целевыми добавками в лесных питомниках. Внесение компостов на основе хвойной коры и опилок является высокоэффективным мероприятием, которое позволяет увеличить рост надземной части сеянцев в 1,3 раза и длины главного корня – в 2,0 раза. Под влиянием компостов усиливается степень развития корневых систем сеянцев путем более интенсивного образования корней I, II и III порядков на 22–28% и увеличивается их суммарная длина в 1,4–1,6 раза по сравнению с контролем.

### Введение

Разработка системы мер по интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород с применением в качестве органических удобрений компостов на основе древесной коры и опилок является важным агроприемом в повышении почвенного плодородия. На протяжении последних десятилетий отмечается целесообразность совместного применения в лесных питомниках минеральных и органических удобрений в виде компостов. Компостирование органических отходов является распространенным способом получения высокоэффективных органических удобрений. Дополнительный экономический эффект при этом получается за счет утилизации большого количества отходов лесной и деревообрабатывающей промышленности [1–3]. В настоящее время в ряде стран компостируемая кора и опилки используются как в качестве органического удобрения, так и в качестве субстрата для выращивания растений [4, 5]. В лесных питомниках Беларуси ежегодно заготавливается около 11 тыс. т компостов, в то время как потребность в них составляет более 40 тыс. т. В то же время ежегодное количество отходов в виде коры составляют 450–500 тыс. м<sup>3</sup> и часть из них может быть использована на производство органических удобрений.

Систематическое применение органических удобрений в виде компостов увеличивает запас питательных веществ в почве лесных питомников, повышает содержание в ней поглощенных оснований, увеличивает поглощательную способность и буферность, влагоемкость и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке, создавая оптимальные условия для минерального питания растений.

### Методика и объекты исследования

Оценка лесоводственно-экономической эффективности использования коровых компостов с органоминеральными добавками проводилась на опытных объектах Мозырского опытного лесхоза и Кореневской экспериментальной лесной базы Института леса НАН Беларуси. Степень готовности коровых компостов определяли соотношением C:N. Коровые компосты готовы к использованию в лесопитомническом хозяйстве, если это соотношение равно или меньше 40 единиц. Изучение роста и развития сеянцев сосны обыкновенной проводили по следующим вариантам опыта: 1 – внесение компоста на основе хвойной коры

и куриного помета при соотношении компонентов 4:1; 2 – внесение компоста на основе хвойной коры, опилок и куриного помета при соотношении компонентов 4:2:1; 3 – внесение компостов на основе хвойной коры, опилок, куриного помета и полимерного структурообразователя почвы при соотношении компонентов 4:2:1:0,5.

Определялись морфометрические показатели сеянцев: общая, надземная и подземная масса растений, высота побега, диаметр корневой шейки, степень охвоения побега, длина главного корня. Изучение характеристики корневых систем проводили путем подсчета на одном растении: корней I, II и III порядков, общего числа корней, длины корней I, II и III порядков, суммарной длины боковых корней. Изучение процесса образования микориз на корнях сеянцев сосны по вариантам опыта проводили по общепринятым методикам И.А. Селиванова [6], Д.В. Веселкина [7]. Эктомикоризы классифицировали по форме: булавовидная (простая), вильчатая, коралловидная и др. [8].

### Результаты и их обсуждение

Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами питания и прежде всего гумусом. Для повышения содержания гумуса в почве важную роль играют компосты.

Исследования готовности коровых компостов в полевых условиях позволили установить, что величина соотношения C:N в коровых компостах с органоминеральными добавками после 10 месяцев компостирования по вариантам опыта колеблется в пределах от 46,5 до 61,4 единиц (таблица 1).

Таблица 1. – Динамика готовности коровых компостов по вариантам опыта

Состав компостов	Варианты опыта	Показатель соотношения C:N, месяц			
		7	10	15	20
Хвойная кора + куриный помет (4:1)	1	65,3	61,4	47,3	34,3
Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет (4:2:1)	2	62,4	58,2	38,6	32,2
Хвойная кора + хвойные опилки + куриный помет + полимерный структурообразователь почвы (4:2:1:0,5)	3	58,6	46,5	32,4	28,06

Через 15 мес. только на первом варианте опыта (хвойная кора + куриный помет) соотношение С:N превышает оптимальный показатель на 7,3 % и требует более длительного периода компостирования; на других вариантах опыта компосты по степени готовности можно использовать. В течение 20 месяцев по своим химическим свойствам все компосты готовы для применения в качестве органического удобрения.

Под влиянием коровых компостов у сеянцев хвойных пород может изменяться форма микориз на корневых системах. Изучены показатели различных форм микориз на корневых системах однолетних и двухлетних сеянцев сосны обыкновенной. У однолетних сеянцев на контрольном варианте опыта 97,4 % микоризы были представлены простой булавовидной формой и незначительное количество (2,6 %) вильчатой формой. Внесение коровых компостов способствует изменению соотношения формы микориз и увеличивает количество сложной кораллоподобной формы. При внесении корового компоста на корневых системах однолетних сеянцев сосны обыкновенной количество простой булавовидной формы микоризы составляло от 80,6 до 96,1 %, а сложной кораллоподобной – 4,6–5,5 % (таблица 2).

Исследования на корневых системах двухлетних сеянцев сосны обыкновенной на контрольном варианте опыта позволили установить наличие трех форм микориз: булавовидную (22 %), вильчатую (44 %) и кораллоподобную (34 %). Внесение корового компоста с полимерным структурообразователем почвы способствовало увеличению на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной сложной кораллоподобной формы микоризы до 42 %, вильчатой до 34 % и булавовидной – 24 %.

Систематическое применение органических удобрений увеличивает запас питательных веществ в почве, повышает содержание в ней поглощенных оснований, увеличивает поглотительную способность и буферность, влагоемкость и водопроницаемость, обогащает почву микрофлорой, усиливает ее биологическую активность, уменьшает сопротивление почвы при механической обработке. При этом создаются оптимальные условия для получения стандартного посадочного материала с хорошо развитой корневой системой и надземной частью растений. Особо важную роль играет использование органических удобрений в лесных постоянных питомниках для повышения плодородия дерново-подзолистых супесчаных и пес-

чаных почв, обладающих низким естественным плодородием.

Интенсификация питомнического хозяйства и увеличение выхода стандартного посадочного материала с единицы площади может быть достигнута на основе совершенствования агротехнологии, обеспечивающей интенсивное и целенаправленное выращивание сеянцев с высокой степенью микоризности корней. Одной из главных причин низкой эффективности лесного питомнического хозяйства является недостаточное обеспечение почв элементами органического и минерального питания, в первую очередь гумусом. Поэтому разработка системы мер по интенсификации выращивания посадочного материала хвойных пород с применением компостов на основе древесной коры и опилок является важным звеном в рациональном использовании отходов деревообрабатывающей промышленности и повышении плодородия почв лесных питомников республики.

Перспективность использования коровых и опилочных компостов для повышения плодородия почвы лесных питомников отмечена в ряде публикаций [1–4]. В «Наставлении по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии» [4] отмечается, что коровые компосты являются одним из возможных резервов для получения компостированных органических удобрений в лесных питомниках.

#### Выводы

Установлено, что использование отходов лесного хозяйства в виде коры и опилок позволяет использовать их для получения компостов при выращивании стандартных сеянцев хвойных пород. Целенаправленное воздействие на растение и окружающую среду путем повышения плодородия почвы лесных питомников за счет внесения компостов на основе коры и опилок усиливает микотрофию сеянцев за счет интенсивного микоризообразования более сложной кораллоподобной формы микоризы.

В настоящее время агротехника выращивания посадочного материала в лесных питомниках не в полной мере учитывает специфику микоризообразования. Обилие микориз на корнях влияет на различные параметры роста и развития сеянцев древесных растений. Применяемые при искусственном лесовосстановлении или лесоразведении агротехнические приемы направлены на создание наиболее благоприятных условий для прорастания семян, приживаемости и роста растений за счет изменения плодородия

**Таблица 2.** – Показатели встречаемости форм микориз на корневых системах сеянцев сосны обыкновенной

Варианты опыта	Формы микориз на корнях сеянцев, %					
	булавовидная		вильчатая		кораллоподобная	
	однолетние	двухлетние	однолетние	двухлетние	однолетние	двухлетние
1	96,1±2,63	24,2±8,72	3,9±0,14	41,6±7,00	не отмечено	34,2±12,15
2	82,2±3,88	28,4±11,06	12,3±0,30	23,2±4,20	5,5±0,22	48,4±12,34
3	80,6±2,10	24,0±6,51	14,8±0,26	34,0±7,62	4,6±0,29	42,0±14,21

почвы, светового и воздушного режимов. Эти изменения отражаются на процессе образования микориз и определяют в итоге полезность микотрофии для древесных растений. Микотрофные растения имеют повышенную устойчивость к засухе, засолению и инфекциям, вызываемым патогенными микроорганизмами и некоторыми вредителями.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Редько, Г.И. Биозкологические основы выращивания сеянцев сосны и ели в питомниках / Г.И. Редько [и др.] – М.: Лесная промышленность, 1983 – 64 с.
2. Рекомендации по использованию коры хвойных пород для использования в качестве тепличного грунта / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву, Арханг. Ин-т леса и лесохимии, сост. А.С. Синников [и др.] – Архангельск, 1976. – 6 с.
3. Kottke, J. Effects of nitrogen in forests on root production, root system and mycorrhizal state / J. Kottke // Proc. Int. Colloq. Bioindic. Forest Site Pollut. dev. Methodol. And Training, Ljubljana, Aug. 22-31, 199, BIOFORS, 1995. – P. 107-111.
4. Наставление по выращиванию посадочного материала деревьев и кустарников в лесных питомниках Белоруссии / Гос. ком. СССР по лесн. хоз-ву, МЛХ БССР; сост. А.И. Савченко [и др.] – Минск: Ураджай, 1986. – 111 с.
5. Использование торфо-коропометных компостов в лесных питомниках / ВНИИЦлесресурс Госкомлеса СССР; сост. Б.А. Мочалов. – М., 1989 – 2 с.
6. Селиванов, И.А. Микосимбиотрофизм как форма консортивных связей в растительном покрове Советского Союза / И.А. Селиванов. – М.: Наука, 1981. – 232 с.
7. Микоризообразование у сосны обыкновенной и ели сибирской в лесных питомниках [Электронный ресурс] / Д.В. Веселкин. – 2007. – Режим доступа: <http://mycorrhiza.narod.ru>. – Дата доступа: 26.12.2007.
8. Еропкин, К.И. О взаимосвязи форм микоризных окончаний у хвойных / К.И. Еропкин // Микориза растений межвузов. сб. науч. тр. Пермского и Абаканского пединститутов. – Пермь, 1979. – С. 61-77.
9. Hilszczańska, D. Wpływ podłoża szkodkarskich na rozwój mikoryz sosny *Pinus sylvestris* L. / D. Hilszczańska // Sylwan. – Rok CXLIV, 2000. – № 4. – S. 93-97.

## TECHNOLOGY OF RECEIVING ORGANOMINERAL COMPOSTS ON THE BASIS OF WASTE OF SILVICULTURAL PRODUCTION FOR CULTIVATION OF PLANTING MATERIAL

KOPYTKOV V.V.

The silvicultural efficiency of use of cow's composts with organomineral target additives in forest nurseries has been identified. Introduction of composts on the basis of coniferous bark and sawdust is a highly effective action, which allows increasing the growth of the upper part of seedlings in 1,3 times and length of the main root – in 2,0 times. Under the influence of composts the development of root systems of seedlings by more intensive formation of roots of the I, II and III order for 22–28 % increases and their total length increases in 1,4–1,6 times in comparison with control.

УДК 631.521:633.2:631.8

**КОНЦЕПТУАЛЬНІ ТА ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ОРГАНІЧНОГО ЛУКІВНИЦТВА****В.Г. Кургак**

ННЦ «Інститут землеробства НААН України», м. Київ, Україна

Показаны концептуальные и технологические основы органического луговодства, которые предусматривают введение комплекса мер не только по производству экологически безопасных кормов для животных с максимальным использованием биологических факторов интенсификации, но и сохранение окружающей среды, в частности почв, водных источников и биоразнообразия

У зв'язку із поглибленням у світовому масштабі екологічної кризи, існує стійка тенденція збільшення потреби в продуктах харчування органічного виробництва сільськогосподарської продукції. Органічне лувівництво – це не тільки комплекс заходів, направлених на отримання екологічно безпечної кормової сировини. Органічне лувівництво тісно вписується в контекст сталого розвитку і раціонального природокористування. Воно включає ще комплекс заходів із збереження довкілля, де величезну природоохоронну і стабілізуючу роль в агроландшафтах виконують луки, захищаючи ґрунти від ерозії, а водні джерела від замулення та забруднення. Саме зменшення розораності земельних угідь, відтворення лукопасовищних угідь та мережі заказників, заповідників, мисливських угідь поряд із збільшенням виробництва органічної кормової сировини, сприяє поліпшенню екологічної рівноваги довкілля, збереженню біорізноманіття рослин, тварин, зокрема видів, які занесені до червоної книги [1, 9].

Враховуючи величезний невикористаний потенціал лучних угідь України, (близько 8 млн. га з перелогами), в напрямку одержання на них органічної кормової продукції та переведення їх із категорії, так званих, «кинутих» земель у кормовиробничі, природоохоронні, рекреаційні та екологічні зони. Це дозволить перетворити їх у зразкові кормовиробничі і одночасно природоохоронні елементи агроландшафтів, на основі адаптивного природоохоронного еколого-рекреаційного землекористування.

Природні кормові угіддя в переважній більшості як екологічно чиста територія та джерело екологічно безпечних кормів є важливою складовою частиною екологічного туризму, що в поєднанні з органічним виробництвом відповідає вимогам стабільного розвитку та раціонального природокористування [5, 13]. У руслі розвитку туристичної індустрії потрібно розробляти і впроваджувати програму розвитку екологічного туризму, і зокрема агротуризму, в якій значна увага приділяється якості харчування як важливого елемента якості обслуговування.

Невід'ємною складовою органічного виробництва є розроблення та впровадження комплексу заходів, направлених на збереження флори і фауни лукопасовищних угідь шляхом створення мережі заповідників, заказників, мисливських та оленярських господарств з утриманням і випасанням тварин у вольєрах [1, 11, 12].

За органічного кормовиробництва підвищену увагу слід приділяти контролю якості кормів сертифікованими лабораторіями. Корми повинні відповідати вимогам державних стандартів України, де передбачено контроль не тільки за основними показниками якості, а й за показниками безпеки [11].

В останні роки в зв'язку з посиленням процесів аридизації клімату та ксерофітизації рослинного покриву для забезпечення сталого розвитку виникла необхідність пошуку та впровадження в Лісостепу і навіть Поліссі посухостійких видів із групи мезоксерофітів і ксеромезофітів для стабільного ведення органічного кормовиробництва слід запроваджувати посухостійкі види кормових рослин або зрощення [14].

У господарствах сертифікованих для органічного виробництва виникає необхідність посиленого контролю якості кормів [8].

Органічне отримання кормової продукції поєднано з відповідним веденням тваринницького напрямку, є нероздільною з'єднуючою ланкою між рослинництвом і тваринництвом і важливим елементом органічного виробництва в цілому. Для України розвиток органічного кормовиробництва повинен йти паралельно з розвитком тваринницької галузі й нарощуванням поголів'я великої рогатої худоби і не тільки молочного, а й м'ясного напрямів. Тваринництво дає можливість отримувати органічні добрива, які є джерелом надходження поживних елементів у ґрунт за органічного виробництва. Оптимальне навантаження на 1 гектар кормового угіддя довести до 1,5 голів ВРХ або 15 овець, що дасть можливість виробити і внести у ґрунт 10 т органіки, що забезпечить високу і достатню врожайність не тільки культур кормової групи [8].

Природні кормові угіддя та розміщені на них сіножаті та павовища є складною цілісною системою, в якій всі компоненти функціонально тісно між собою пов'язані обмінними процесами речовини і потоків енергії. Закономірності, які характерні для природних луків, знаходяться в основі існування і сіяних луків. При формуванні сіяних травостоїв, як правило до травосумішей необхідно включати багаторічні злакові і бобові трави, з урахуванням основних принципів добору компонентів. Створення сіяних травостоїв з підвищеним вмістом бобових – один з найперспективніших напрямів ведення органічного лувівництва. Включення бобових трав до складу бобово-злакових ценозів без внесення мінерального азоту підвищує продуктивність лучних угідь у 1,5–2,5, а за збором протейну – у 2–3 рази порівняно із злаковими травостоями [2, 4].

Відомо, що бобові трави є не довговічними. Тому сформульовано основні положення і практичні заходи підвищення їх продуктивного довголіття в сіяних лучних бобово-злакових агроценозах. На продуктивне довголіття бобових впливає не тільки правильний добір компонентів, а й способи розміщення злакових

**Таблиця 1.** - Орієнтовна кількість симбіотично фіксованого азоту, що його нагромаджують бобові трави в бобово-злакових травостоях природного кормового угіддя

Травостій	Нагромадження симбіотичного азоту, кг/га
Сіяний травостій	
Люцерно-злаковий	150-170
Лучно конюшино-злаковий	130-150
Повзучоконюшино-злаковий	110-130
Лядвенце-злаковий	100-120
Еспарцето-злаковий	150-170
Природний травостій	
Бобово-злаковий з різних видів бобових	70-100

Примітка 1: дані наведені за вмісту бобового компонента на рівні (50–60) %. За вмісту бобових на рівні (30–50) % симбіотичного азоту нагромаджується в 1,2–1,5 разів менше, а за (60–80) % – в 1,2–1,5 рази більше.

Примітка 2: дані наведені для оптимальних ґрунтово-кліматичних умов для певного виду бобового компонента.

і бобових компонентів (найкращим є спосіб з почерговим розміщенням злакових і бобових компонентів в окремі рядки з неширокими міжряддями або вузькі смуги), заміна бобових компонентів за роками користування в бобово-злакових травостоях, раціональне поєднання мінерального і симбіотичного азоту за роками користування тощо.

Бобові компоненти у складі бобово-злакових ценозів в умовах Полісся й північної частини Лісостепу симбіотично фіксованого азоту надземною масою накопичують в межах від 50 до 200 кг/га (таблиця 1).

Для посилення природоохоронної ролі лучних угідь застосовують заходи поверхневого поліпшення у поєднанні із заходами охорони, які полягають у збереженні широкого спектра біорізноманіття природної і сіяної трав'яної рослинності та захисті ґрунтів від ерозії, а водних джерел від забруднення та замулення.

Слід мати на увазі, що як природоохоронний захід на природних кормових угіддях, бажано застосовувати фітомеліорацію, коли замість хімічних меліорантів (вапно, доломітове борошно, піпс тощо), які безперечно забруднюють навколишнє середовище, висівають види багаторічних трав, стійкі до підвищеної кислотності чи засоленості ґрунту. Фітомеліоративною здатністю на засолених ґрунтах характеризується буркун, який, крім високої врожайності, виносить токсичні солі.

За органічного виробництва при залуженні кормових угідь з легкими за механічним складом ґрунту доцільно вносити органічні добрива (гній, сидерати тощо) у дозах 10–30 т/га у перерахунку на гній. Дозу внесення безпідстилкового гною (напіврідкого, рідкого і гнойових стоків) розраховують за вмістом азоту або поживного елемента (азоту, фосфору чи калію), який знаходиться в максимумі [5, 8, 9, 10, 13].

Отже концептуальні та технологічні основи органічного луківництва передбачають запровадження комплексу заходів не тільки з виробництва екологічно безпечних кормів для тварин з максимальним використанням біологічних факторів інтенсифікації, а й збереження довкілля, зокрема ґрунтів, водних джерел, біорізноманіття тощо.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Демяничук, В.Т. Динаміка екологічного і фаунистичного потенціалу меліоративних систем в режимі подтоплення / В.Т. Демяничук // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця // 36. наук. прац / Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАНБ. – Брэст: Альтэрнатыва, 2012. – Вып. 5. – С. 74–78.
2. Довбан, К.И. Зеленое удобрение в современном земледелии: вопросы теории и практики / К.И. Довбан. – Минск: Белорус. наука – 2009. – 404 с.
3. Камінський, В. Люпинове добриво / В. Камінський, А. Голодна // Пропозиція, № 6 – 2007. – С. 56–57.
4. Кургак, В.Г. Лучні агрофітоценози / В.Г. Кургак. – К.: ДІА, 2010. – 374 с.
5. Кургак, В.Г. Использование лугопастбищных угодий в органическом производстве Европы / В.Г. Кургак, Т.В. Кулаковская // Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції. – Мат. IV Міжн. наук-практ. конф., 2013. – С. 156–168.
6. Кургак, В.Г. Використання багаторічних бобових трав на луках України за органічного виробництва трав'яних кормів / В.Г. Кургак // Поєднання науки, освіти, практичного виробництва і реалізація якісної органічної продукції / Матеріали міжнародної науково-практичної конференції 26 червня 2013 р. – Київ-Іллінці. – 2013. – С. 169–178.
7. Кургак, В.Г. Вирощування кормових культур в системі зеленого конвеєра за органічного виробництва / В.Г. Кургак, Я.С. Цимбал, Л.П. Якименко // 36. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН». – К.: ВП «Едельвейс», 2014. – Вып. 3–4. – С. 93–102.
8. Кургак, В.Г. Вирощування кормових культур за органічного землеробства / В.Г. Кургак, Я.С. Цимбал // Вісник аграрної науки. – 2015. – № 6. – С. 5–9.
9. Определитель высших растений Украины / Д.Н. Добровичев, М.И. Котов, Ю.Н. Прокудин и др. – К.: Наук. думка, 1987. – 548 с.
10. Петриченко, В.Ф. Культурні сіножаті та пасовища України / В.Ф. Петриченко, В.Г. Кургак. – К.: Аграр наука, 2013. – 432 с.
11. Рекомендації щодо особливостей технологій отримання органічної кормової продукції / В.Г. Кургак, С.М. Слюсар, Л.П. Якименко, Я.С. Цимбал // ННЦ «Інститут землеробства» – Чабани, 2015. – 31 с.
12. Тышкевич, В.Е. Восстановление агроценозов и лугодостое на торфяниках для интенсификации охотни-

- чьего хозяйства Беларуси / В.Е. Тышкевич // Мелиорация. – 2010. – № 2 (64). – С. 178–191.
13. Parente, G. The role of grassland in rural tourism and recreation in Europe / G. Parente and S. Bovolenta // P. Gołinski, M. Warda and P. Stypinski (ed.). – Grassland – a European Resource. Proceedings of the 24 th EGF General Meeting. Lublin (PL) 3–7 June 2012. – V. 17. – P. 733–743.
14. Petrychenko, V. More efficient use of grassland under climate warming / V. Petrychenko, A. Bohovin, V. Kurhak. – Grassland – a European Resource. Proceedings of the 24 th EGF General Meeting. Lublin (PL) 3–7 June 2012. – V. 17. – P. 151–153.

## CONCEPTUAL AND TECHNOLOGICAL BASIS OF ORGANIC MOWING

KURHAK V.G.

The conceptual and technological bases of organic mowing are shown, which include the introduction of a set of measures not only for the production of environmentally safe feeds for animals, with the maximum use of biological factors of intensification, but also for the preservation of the environment, in particular soils, water sources, biodiversity, etc.

УДК 628.381.1; 658.567.5

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УДОБРЕНИЯ «БИО-ПОСТ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР**

А.Н. Лицкевич, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, А.Ф. Демянчук, Е.Н. Басалай

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье рассмотрено использование органического удобрения, полученного из осадка производственных сточных вод ОАО «Поставский молочный завод». Выполнена оценка влияния полученного удобрения на рост ячменя ярового, кукурузы и качество получаемой продукции, а также на состояние почвы сельскохозяйственных угодий.

**Введение**

С ростом количества осадков сточных вод (ОСВ) обостряются проблемы, связанные с их рациональной, экономически эффективной и экологически безопасной утилизацией.

Экологически и экономически целесообразным направлением утилизации ОСВ является производство на их основе органических и органоминеральных удобрений. При таком использовании ОСВ следует рассчитывать дозы и периодичность внесения полученных удобрений. Критериями оценки эффективности удобрений на основе ОСВ служат рост урожайности и качество сельскохозяйственных культур, а также сохранение и оптимизация свойств почвы (агрофизических, агрохимических, биологических).

Исследования по использованию ОСВ в качестве удобрений проведены во многих странах на разных типах почв и для разных сельскохозяйственных культур; в целом они подтвердили высокую агрохимическую ценность ОСВ [1–3].

Свойства ОСВ зависят от технологий производства, поэтому состав образующихся осадков на разных предприятиях одной отрасли может меняться в широких пределах. Поэтому следует иметь в виду, что технологию использования определенного состава ОСВ в конкретных почвенно-климатических условиях невозможно равноценно применить для осадков иного состава и в районах с другими условиями. В каждом случае необходимо тщательно изучать влияние различных доз ОСВ на агрохимические и санитарно-токсикологические свойства почвы, урожайность и качество растительной продукции [4, 5].

**Методика и объекты исследования**

Проведены полевые опыты по выращиванию сельскохозяйственных культур с применением удобрений на основе активного ила очистных сооружений ОАО «Поставский молочный завод» на территории ОАО «Знамя Победы Агро». Экспериментальное органическое удобрение получило название «Био-Пост».

Возделывались: кукуруза и яровой ячмень по общепринятой для республики агротехнике, включающей зяблевую вспашку, весеннюю культивацию для закрытия влаги и заделки удобрений, предпосевную обработку почвы агрегатом АКШ-3,6. Дозы удобрений выравнивались по азоту: 40–80 кг/га для ячменя и 60–120 кг/га для кукурузы.

Опыт заложен в 4-кратной повторности. Площадь каждой повторности составила 500 м<sup>2</sup>. Общая площадь делинки – 0,2 га.

Агрохимические характеристики почв определялись аттестованными в Беларуси методами

**Результаты и их обсуждение**

Перед проведением эксперимента были изучены свойства двух опытных земельных участков ОАО «Знамя Победы Агро». Аналитические данные качества фоновых почв представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, почвы предоставленных для эксперимента участков обеднены органическим веществом, гумусом и подвижными соединениями фосфора.

Изменение свойств почв в процессе эксперимента приведено в таблице 2.

**Таблица 1.** – Агрохимические характеристики почвы опытных участков до закладки полевых экспериментов (П4–П7/2017 от 27.04.2017)

Шифр образца	Локализация	pH	Орг. вещество, %	Гумус, %	Азот нитратный, мгн <sup>-1</sup>	Подвижные соединения фосфора, мгн <sup>-1</sup>	Подвижные соединения калия, мгн <sup>-1</sup>
П20/2017	д. Лилники	6,8	3,04	1,81	1,71	160	74
П21/2017	д. Захаровщина	7,3	4,06	2,40	2,53	255	148

**Таблица 2.** – Агрохимические характеристики почвы опытных участков во время проведения полевых экспериментов (П4–П8/2017 от 08.06.2017)

Шифр образца	Номер образца	pH	Орг. в-во, %	Гумус, %	Азот нитратный, мгн <sup>-1</sup>	Подвижные соединения фосфора, мгн <sup>-1</sup>	Подвижные соединения калия, мгн <sup>-1</sup>
Кукуруза							
П22/2017	Контроль	6,5	3,79	2,342	17,0	144	148,5
П24/2017	«Био-Пост», 120 кг N/га	6,6	3,68	2,397	30,4	213	286

П26/2017	«Био-Пост», 60 кг N/га	6,5	3,66	2,194	21,4	186	223,5
Ячмень							
П23/2017	Контроль	6,9	2,60	1,619	12,7	222	479,5
П25/2017	«Био-Пост», 80 кг N/га	6,7	2,93	1,788	17,8	196	489,5
П27/2017	«Био-Пост», 40 кг N/га	6,6	2,79	1,740	13,3	182	229,8

**Таблица 3.** – Влияние применения органического удобрения «Био-Пост» на урожайность сельскохозяйственных культур

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Прибавка урожая	
		ц/га	%
Кукуруза, 2017 г.			
Контроль	106,2	–	–
«Био-Пост», доза 60 кг N/га	163,8	57,6	54,2
«Био-Пост», доза 120 кг N/га	169,2	63,0	59,3
Ячмень яровой, 2017 г.			
Контроль	17,6	–	–
«Био-Пост», доза 40 кг N/га	38,4	20,8	118,2
«Био-Пост», доза 80 кг N/га	45,2	27,6	156,8

Исходя из данных таблицы 2, видно, что путем внесения экспериментального органического удобрения «Био-Пост» подконтрольные почвы обогатились содержанием органического вещества, гумуса, в разы увеличилось содержание азота нитратного.

Результаты исследований по оценке урожайности сельскохозяйственных культур в 2017 г. представлены в таблице 3.

Наибольшие урожайности зеленой массы кукурузы (169,2 ц/га) и ячменя (45,2 ц/га) получены в максимальных дозах органического удобрения «Био-Пост»: 120 и 80 кг N/га соответственно.

В таблицах 4 и 5 представлены результаты испытаний кукурузы и ячменя при применении органического удобрения «Био-Пост». Во всех вариантах опыта с использованием ОСВ наблюдается увеличение содержания углеводов.

Увеличение содержания фосфора в зерне кукурузы в варианте опыта с использованием органического удобрения «Био-Пост» в дозе 120 кг/га явилось косвенной причиной снижения количества нитратов, поскольку непосредственно фосфорная кислота необходима для первичного усвоения нитратного азота – его восстановления до аммиака.

**Таблица 4.** – Результаты испытаний кукурузы при применении органического удобрения «Био-Пост»

Показатель	Контроль		«Био-Пост», доза 60 кг N/га		«Био-Пост», доза 120 кг N/га	
	Сухое в-во, %	15,35		12,93		15,73
Зола сырая, %	9,34		10,48		8,94	
Гигроск. влага, %	4,66		5,99		4,92	
Сырая клетчатка, %	33,9		32,4		32,5	
Азот, %	1,76		2,77		2,25	
Сырой протеин, %	11		17,31		14,06	
Сырой жир 1-% (в сух. в-ве); 2-г/кг (в натур. корме)	1- 1,59	2- 2,45	1- 1,64	2- 2,12	1- 1,35	2- 2,12
Углеводы 1-% (в сух. в-ве); 2-г/кг (в натур. корме)	1- 6,2	2- 9,5	1- 4,2	2- 5,4	1- 6,3	2- 9,9
Фосфор, %	0,55		0,64		0,47	
Нитраты, мг/кг	183		265		358	
ОЗ (для КРС) в 1 кг сух. в-ва, МДж/кг	9,1		9,3		9,5	
КЕ в 1 кг сух. в-ва	0,75		0,74		0,76	
КЕ в 1 кг натур. корма	0,12		0,1		0,12	
Кальций, %	0,64		0,63		0,62	

Таблица 5. – Результаты испытаний ячменя при применении органического удобрения «Био-Пост»

Вариант опыта	Контроль		«Био-Пост», доза 40 кг N/га		«Био-Пост», доза 80 кг N/га	
Сухое в-во, %	86,6		86,4		86,6	
Зола сырая, %	2,9		2,43		2,34	
Гигроск. влага, %	13,4		13,6		13,4	
Сырая клетчатка, %	5,8		10,2		5,2	
Азот, %	1,87		1,6		1,65	
Сырой протеин, %	11,69		10		10,31	
Сырой жир 1-% (в сух. в-ве), 2-г/кг (в натур. корме)	1- 1,77	2- 15,12	1- 1,91	2- 16,36	1- 1,89	2- 16,22
Углеводы 1-% (в сух. в-ве), 2-г/кг (в натур. корме)	1- 11,5	2- 99,6	1- 11,6	2- 100,2	1- 11,4	2- 98,7
Фосфор, %	0,54		0,5		0,51	
Нитраты, мг/кг	53		52		52	
ОЗ (для КРС) в 1 кг сух. в-ва, МДж/кг	13,6		13,5		13,7	
КЕ в 1 кг сух. в-ва	1,44		1,4		1,46	
КЕ в 1 кг натур. корма	1,25		1,21		1,27	
Кальций, %	0,16		0,14		0,14	

Таблица 6. – Валовое содержание элемента, мг/кг сухого вещества

Вариант	Cu	Zn	Fe	Mn
Кукуруза				
Контроль	6,57	38,86	64,59	24,8
«Био-Пост», доза 80 кг N/га	8,29	41,05	69,49	27,67
«Био-Пост», доза 120 кг N/га	7,23	29,62	73,8	24,87
Ячмень				
Контроль	3,8	25,56	33,72	4,61
«Био-Пост», доза 80 кг N/га	3,54	21,26	32,07	6,89
«Био-Пост», доза 40 кг N/га	3,41	21,94	37,21	9,54

Ни в одном из вариантов превышения предельно допустимых норм содержания нитратов, а также Cu и Zn в зерне ячменя и кукурузы отмечено не было (таблица 6).

При использовании органического удобрения «Био-Пост» в качестве удобрения рост урожайности культур не был единственным показателем оценки эффективности его применения. Сохранение агрофизических, агрохимических и биологических свойств почв не менее важно. При этом необходимо иметь в

виду, что эффект от внесения в почву осадков сточных вод может наблюдаться в течение многих лет [6].

В таблице 7 представлены результаты исследования качества почвы экспериментального участка до и после внесения органического удобрения «Био-Пост».

Как видно из таблицы 7, внесение органического удобрения «Био-Пост» по сравнению с контролем способствовало увеличению содержания гумуса до 2,21 %. Под действием органического удобрения

Таблица 7. – Результаты оценки качества почвы опытных участков после проведения полевых экспериментов (П4-П12/2017 от 25.08.2017)

Шифр образца	Номер образца	pH	Влажность, %	Зольность, %	Орг. в-во, %	Гумус, %	Азот общий, %	Аммоний-ион, млн <sup>-1</sup>	Подвижные соединения фосфора, млн <sup>-1</sup>
П35/2017	Контроль	6,8	29,48	96,72	3,28	2,158	0,023	2,8	133
П37/2017	«Эко-Пост», доза 120 кг N/га	6,7	28,98	96,66	3,34	2,213	0,027	0,07	148
П36/2017	«Эко-Пост», доза 60 кг N/га	6,6	27,84	96,91	3,09	2,077	0,025	3,4	134

«Био-Пост» снижается кислотность почвы с pH 6,8 до pH 6,6.

Наибольшее содержание  $N_{\text{стк}}$  в почве отмечено при дозе внесения органического удобрения «Био-Пост» 120 кг/га (0,027 %). Происходит рост содержания подвижного фосфора, по отношению к эталону, что связано не только с внесением данного элемента в составе удобрения, но и тем, что при нейтрализации почвенной среды наблюдается интенсивная мобилизация почвенных фосфатов [7].

#### Выводы

Внесение ОСВ улучшает агрохимические показатели почвы: ОСВ поддерживают реакцию почвенной среды близкой к нейтральной; внесение возрастающих доз ОСВ увеличивает содержание органического вещества в пахотном горизонте почвы; по содержанию подвижного фосфора и калия почва из разряда слабо обеспеченных переходит в разряд повышено и средне обеспеченных соответственно.

Внесение органического удобрения «Био-Пост» в почву привело к улучшению ее агрохимических показателей. Однако проведенные опыты показали, что урожайность кукурузы по всем вариантам внесения органического удобрения «Био-Пост» варьируется в сравнении с традиционной системой выращивания кукурузы с применением минеральных удобрений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Сергиенко, П.И. Экологически безопасный метод утилизации осадка сточных вод / П.И. Сергиенко, В.П. Кривошеев // *Аграрная наука* – 1996 – № 11. – С. 26–27.
2. Афанасьев, Р.А. Подготовка и использование осадков сточных вод в качестве удобрений / Р.А. Афанасьев, Г.Е. Мерзлая // *Водоснабжение и санитарная техника*. – 2003. – № 1. – С. 25–29.
3. Пахненко, Е.П. Осадки сточных вод и другие нетрадиционные органические удобрения: учебное пособие / Е.П. Пахненко. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2007. – 311 с.
4. Пакина, Е.Н. Агроэкологическая оценка использования осадка городских сточных вод в качестве органических удобрений (на примере Российской Федерации) / Е.Н. Пакина, А.В. Шуравилин // *Землеустройство, кадастр и мониторинг земель*. – 2012. – № 12 (96). – С. 45–51.
5. Васбиева, М.Т. Эффективность применения осадков сточных вод на дерново-подзолистой почве Предуралья / М.Т. Васбиева, Д.С. Зиновьев // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока* – 2013. – № 5 (36). – С. 37–42.
6. Капелькина, Л.П. Использование отходов в качестве мелиорантов почв и удобрений. Критерии пригодности / Л.П. Капелькина // *Экология и промышленность России*. – 2006. – № 4. – С. 4–7.
7. Стрельченко, Н.Е. Фосфатный режим торфов / Н.Е. Стрельченко. – Владивосток: Дальневосточное юн. изд., 1982. – 143 с.

## EFFICIENCY OF USE OF THE EXPERIMENTAL ORGANIC BIO-POST FERTILIZER AT CULTIVATION OF CROPS

LITSKEVICH A.N., GULKOVICH M.V., CHERNICHKO O.A., CHEZLOVA O.E., DEMYANCHUK A.F., BASALAI E.N.

The article considers the use of organic fertilizer obtained from the sewage sludge of JSC «Pestavy dairy plant», an assessment of the effect of the obtained fertilizer on the growth of spring barley, maize and the quality of the products obtained.

УДК 635.655:631.445.12

## СОЯ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

Л.Н. Лученок<sup>1</sup>, О.В. Пташец<sup>1</sup>, А.А. Шабанов<sup>2</sup><sup>1</sup>Институт мелиорации НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь<sup>2</sup>ЧП «Червень АГРО», д. Островы, Червенский район, Беларусь

В статье представлены данные по урожайности сои на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья. Установлено, что она может формировать урожай зерна до 48 ц/га и сухого вещества до 113 ц/га. Уровень урожайности определяется погодными условиями, степенью сработки торфяных почв и комплексом агротехнологических приемов.

**Введение**

В Беларуси за последний двадцатилетний период зафиксировано превышение среднегодовой температуры в сравнении с климатической нормой на 1,1 °С. По данным Лунинецкой метеостанции сумма активных температур в регионе Полесья за последние 8 лет увеличилась на 250 °С и достигла значений 2400–2500 °С. В связи с этим продолжительность вегетационного периода увеличилась почти на месяц. Большее количество тепла – это дополнительный фактор, который при правильном ведении сельского хозяйства обеспечит получение дополнительной продукции. Появилась возможность выращивать более теплолюбивые сельскохозяйственные культуры, к которым относится и соя.

В настоящее время разработана технология возделывания сои [1], рекомендованная для минеральных почв Республики Беларусь. Торфяные почвы различных стадий трансформации до настоящего времени считаются непригодными для ее эффективного выращивания. Однако они в процессе длительного сельскохозяйственного использования приобрели ряд положительных для возделывания этой культуры свойств (снизилось содержание минерального азота, улучшились их водно-физические свойства).

Целью настоящих исследований являлось установление возможности возделывать сою на антропогенно-преобразованных торфяных почвах Полесья, определение диапазона ее возможной урожайности в данных условиях.

**Методика и объекты исследования**

Исследования проводили на Полесской опытной станции мелиоративного земледелия и луговодства (ПОСМЗИЛ Лунинецкий район Брестской области) на торфяно-минеральных (ОВ ~75 %) почвах, подстилаемых песком с глубины 35–45 и 40–45 см соответственно. Агрхимические показатели: участок I с ОВ ~25 %: рН<sub>вод</sub> ~5,6; подвижные формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ~300 и K<sub>2</sub>O ~400 мг/кг почвы; участок II с ОВ ~75 %: рН<sub>вод</sub> ~6,5; подвижные формы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ~400 и K<sub>2</sub>O ~480 мг/кг почвы.

В полевых экспериментах оценивали влияние агротехнологических приемов на урожайность зерна и зеленой массы сои сорта Оресса (участок I ОВ ~25 % в 2014–2015 гг.) и Верас (участок II ОВ ~75 % в 2016–2017 гг.).

Варианты опыта предусматривали различные способы обработки семян (коммерческим биопрепаратом Ноктин-А + Mo<sub>100</sub> или раствором Экосил (БАВ) + Mo<sub>100</sub> или по формуле семян), дозы удобрений и внекорневых подкормок (подробно представлено в таблицах).

Защита растений проведена общим фоном: до всходов – Пивот, 10 % в к. или Пульсар SL, BP, 0,6 л/га, 1 л/га; в фазе 1–3 листьев – Пульсар SL, BP,

0,6 л/га + Базагран, 2,0 л/га или в составе баковой смеси с БАВ и азотом. АДОБ Профит – водорастворимое гранулированное удобрение N: P: K (10: 40: 8) + комплекс микроэлементов (МКЭ).

Погодные условия вегетационных периодов различались по температурному режиму и влажности, что позволяет говорить о репрезентативности полученных результатов.

**Результаты и их обсуждение**

Для оценки возможности использования сои в качестве зеленого корма в сырьевых конвейерах были проведены учеты урожайности зеленой массы сои в фазе бутонизации – цветения. Установлено, что урожайность сухого вещества на участке I может достигать 30–113 ц/га в зависимости от погодных условий и агротехнологических приемов (таблица 1).

В 2015 г. средняя урожайность зеленой массы по варианту предпосевной обработки семян биопрепаратом была выше на 36,9 ц/га по сравнению с 2014 г. Лучшим в исследуемые годы был базовый вариант внесения N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>75</sub>+N<sub>100(букет)</sub>, на котором урожайность составила 88,8, 98,5 и 93,7 ц/га сухой массы в 2014 г., 2015 г. и в среднем за 2 года соответственно. Также следует отметить варианты внесения P<sub>30</sub>K<sub>150</sub>; K<sub>150</sub> + АДОБ Профит в 2 фазы, на которых урожайность в 2014 г. составила 85,4 и 74,0 ц/га, в 2015 г. – 95,4 и 108,0 ц/га, а в среднем за 2 года – 90,4 и 91,0 ц/га. Предпосевная обработка семян БАВ дала более стабильные показатели по урожайности. Так в 2015 г. она только в 1,1–1,4 раза была выше по сравнению с 2014 г. Исключение составили варианты внесения P<sub>40</sub>K<sub>75</sub> и P<sub>30</sub>K<sub>150</sub>, на которых в 2015 г. урожайность снизилась в 1,2–1,3 раза. В среднем за 2 года лучшими вариантами были P<sub>40</sub>K<sub>75</sub>; P<sub>30</sub>K<sub>150</sub> и N<sub>30</sub>P<sub>30</sub>K<sub>75</sub>+N<sub>100(букет)</sub>, на которых урожайность сухого вещества составила 84,1–93,3 ц/га (таблица 1).

Эксперименты показали, что на участке на почвах с содержанием ОВ 25 % соя может формировать урожайность зерна в пределах 12,0–43,8 ц/га в зависимости от комплекса агротехнологических приемов и погодных условий. За счет почвенного плодородия – на уровне 11,2–28,4 ц/га. Урожайность зерна в 2014 г. была выше и достигала в среднем 22,9–30,3 ц/га, а в 2015 г. ниже – 15,1–18,2 ц/га. В среднем за 2 года исследований урожайность при предпосевной обработке семян БАВ была на 2,1 ц/га выше по сравнению с приемом инокуляции семян биопрепаратом (таблица 1). Однако по годам она формировалась по-разному. Так, в 2014 г. урожайность на 7,4 ц/га была выше, а в 2015 г. – на 3,1 ц/га ниже в вариантах с обработкой семян БАВ по сравнению с биопрепаратом. Лучшими вариантами при предпосевной обработке семян БАВ были: P<sub>30</sub>K<sub>150</sub>; P<sub>30</sub>K<sub>150</sub> + (БАВ + МЭ); N<sub>30+10</sub>P<sub>30</sub>K<sub>150</sub>;

Таблица 1. – Урожайность сои в зависимости от комплекса применяемых агробиотехнологических приемов (ОВ – 25 %)

Варианты	Способ предпосевной обработки семян					
	Ноктин-А			Экосил		
	2014 г.	2015 г.	среднее за 2 года	2014 г.	2015 г.	среднее за 2 года
урожайность сухой массы, ц/га						
$N_0P_0K_0$	28,5	73,1	50,8	62,4	65,7	64,0
$P_{40}K_{75}$	41,0	100,3	70,7	100,2	77,8	89,0
$P_{30}K_{50}$	85,4	95,4	90,4	103,6	83,0	93,3
$P_{40}K_{75} + \text{БАВ}_{1-2 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	51,2	101,9	76,6	58,8	78,8	67,8
$P_{30}K_{50} + \text{БАВ}_{1-2 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	50,1	112,7	81,4	61,3	86,4	73,8
$N_{30}P_{40}K_{75} + N_{100 \text{ бутоны}}$	88,8	98,5	93,7	83,5	84,6	84,1
$N_{30}P_{30}K_{50} + N_{100 \text{ бутоны}}$	71,7	102,3	87,0	78,0	84,9	81,4
$P_{40}K_{75} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	69,5	97,8	83,6	72,4	84,7	78,6
$P_{40}K_{130} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	61,5	100,6	81,0	55,7	78,9	67,3
$P_{40}K_{57} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-ПРОФИТ}_{\text{бутоны}}$	63,8	100,6	82,2	62,4	81,0	71,7
$K_{134} + \text{АДОБ-Профит}_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-Профит}_{\text{бутоны}}$	74,0	108,0	91,0	73,5	81,0	77,3
Среднее по варианту	62,3	99,2	80,8	73,6	80,6	77,1
НСР <sub>05</sub>	5,8	9,4		6,9	6,7	
урожайность зерна, ц/га						
$N_0P_0K_0$	13,5	19,1	16,3	28,4	11,2	19,8
$P_{40}K_{75}$	14,3	14,7	14,5	26,6	16,6	21,6
$P_{30}K_{50}$	19,9	16,8	18,3	30,7	19,7	25,2
$P_{40}K_{75} + \text{БАВ}_{1-2 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	20,6	17,8	19,2	25,2	15,7	20,5
$P_{30}K_{50} + \text{БАВ}_{1-2 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	20,1	17,8	18,9	27,6	20,0	23,8
$N_{30}P_{40}K_{75} + N_{100 \text{ бутоны}}$	29,6	21,4	25,5	28,6	14,3	21,5
$N_{30}P_{30}K_{50} + N_{100 \text{ бутоны}}$	30,9	14,9	22,9	31,4	16,7	24,1
$P_{40}K_{75} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	32,1	15,7	23,9	31,1	12,6	21,9
$P_{40}K_{130} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутоны}}$	24,6	15,8	20,2	26,8	13,5	20,1
$P_{40}K_{57} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-ПРОФИТ}_{\text{бутоны}}$	22,9	23,7	23,3	32,8	14,2	23,5
$K_{134} + \text{АДОБ-Профит}_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-Профит}_{\text{бутоны}}$	23,4	22,5	23,0	43,8	12,0	27,9
Среднее по варианту	22,9	18,2	20,6	30,3	15,1	22,7
НСР <sub>05</sub>	1,5	1,0		2,1	0,7	

$P_{40}K_{57} + (N_{20} + \text{БАВ}) + \text{АДОБ Профит}$ ;  $K_{134} + \text{АДОБ Профит}$  (в 2 фазы). Соответственно в среднем за годы исследований было сформировано – 25,2 ц/га; 23,8; 24,1; 23,5; 27,9 ц/га (таблица 1).

При предпосевной инокуляции семян Ноктином наиболее эффективными были варианты:  $N_{30}P_{40}K_{75}$ ;  $N_{30}P_{30}K_{50}$ ;  $P_{40}K_{75} + (N_{20} + \text{БАВ} + \text{МЭ})$ ;  $P_{40}K_{57} + (N_{20} + \text{БАВ}) + \text{АДОБ Профит}$ ;  $K_{134} + \text{АДОБ Профит}$  (в 2 фазы). Соответственно средняя за 2 года урожайность составила – 25,5 ц/га; 22,9; 23,9; 23,3; 23,0 ц/га (таблица 1).

На участке II на почвах с содержанием ОВ – 75 % в 2016 г. урожайность зеленой массы составила в среднем по варианту предпосевной обработки семян биопрепаратом 63,8 ц/га сухого вещества, а по варианту предпосевной обработки семян БАВ – 65,7 ц/га. В 2017 г. температурные условия, близкие к средним многолетним значениям, при хорошем увлажнении позволили сое сформировать в среднем по варианту применения биопрепарата – 77,1 ц/га сухого вещества, на варианте с БАВ – 75,6 ц/га (таблица 2).

Возделывание сои на зеленую массу целесообразно при невысоких дозах удобрений. Так, при обработке семян биопрепаратом на вариантах предпосевного внесения  $P_{40}K_{75}$  урожайность сухого вещества варьировала в пределах 63,6–84,9 ц/га, при обработке в фазе 1–3 настоящих тройчатых листа  $N_{30} + \text{Экосил}$  – урожайность возрастала до 76,2–86,4 ц/га. При обработке семян Экосилом эти показатели составили 72,6–73,4 и 67,2–87,5 ц/га сухого вещества соответственно.

Вегетационный период 2016 г., несмотря на заморозки и небольшие повреждения растений сои в фазе выхода первого настоящего тройчатого листа, был благоприятным для формирования высокой урожайности зерна (таблица 2). В среднем по вариантам она составила 40,1 ц/га и 36,6 ц/га при предпосевной обработке семян препаратом Ноктин-А и Экосил соответственно. Из-за влажного вегетационного периода 2017 г. урожайность зерна снизилась в 1,7–1,9 раза по сравнению с 2016 г. и составила 18,3–24,3 ц/га на варианте с предпосевной обработкой семян препаратом Ноктин-А, 19,5–23,9 ц/га при обработке семян Экосилом (таблица 2).

Таблица 2. – Урожайность сои в зависимости от различных агробиотехнологических приемов (ОВ ~75 %)

Варианты	Способ предпосевной обработки семян					
	Моктин-А			Экосил		
	2016 г.	2017 г.	среднее за 2 года	2016 г.	2017 г.	среднее за 2 года
урожайность сухой массы, ц/га						
$N_0P_0K_0$	68,1	74,4	54,0	68,2	70,1	50,6
$P_{40}K_{75}$	63,6	84,9	54,5	72,6	73,4	53,6
$P_{30}K_{150}$	61,6	85,8	53,8	76,0	75,7	55,8
$P_{40}K_{75} + \text{БАВ}_{1-3 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	68,0	83,5	56,4	64,0	73,8	49,4
$P_{30}K_{150} + \text{БАВ}_{1-3 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	72,0	81,9	57,9	71,4	82,3	55,1
$N_{30}P_{40}K_{75} + N_{10 \text{ (бутона)}}$	66,8	79,4	54,7	71,4	69,4	52,0
$N_{30}P_{30}K_{150} + N_{10 \text{ (бутона)}}$	61,1	69,9	49,3	62,2	76,5	49,1
$P_{40}K_{75} + (N_{30} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	52,5	64,9	43,6	53,0	81,5	45,7
$P_{30}K_{150} + (N_{30} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	55,8	69,8	46,6	55,2	84,9	47,6
$P_{40}K_{75} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + \text{АДОБ-ПРОФИТ}_{\text{бутона}}$	76,2	86,4	61,2	67,2	87,5	54,2
$K_{134} + \text{АДОБ-Профит}_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-Профит}_{\text{бутона}}$	55,6	67,8	46,0	61,0	56,9	43,9
Среднее по варианту	63,8	77,1	52,5	65,7	75,6	50,6
$\text{НСР}_{05}$	5,5	6,9		6,0	6,4	
урожайность зерна, ц/га						
$N_0P_0K_0$	25,5	20,4	23,0	30,7	23,1	26,9
$P_{40}K_{75}$	47,2	18,3	32,8	46,3	19,5	32,9
$P_{30}K_{150}$	48,2	18,5	33,4	29,7	22	25,9
$P_{40}K_{75} + \text{БАВ}_{1-3 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	46,0	24,2	35,1	40,1	23,4	31,8
$P_{30}K_{150} + \text{БАВ}_{1-3 \text{ листа}} + (\text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	43,5	21,2	32,4	33,1	19,7	26,4
$N_{30}P_{40}K_{75} + N_{10 \text{ (бутона)}}$	40,5	22,6	31,6	38,4	21,5	30,0
$N_{30}P_{30}K_{150} + N_{10 \text{ (бутона)}}$	46,5	24,3	35,4	31,7	20,1	25,9
$P_{40}K_{75} + (N_{30} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	38,0	22,6	30,3	38,7	22,3	30,5
$P_{30}K_{150} + (N_{30} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + (N_{20} + \text{МЭ} + \text{БАВ})_{\text{бутона}}$	35,3	18,4	26,9	34,6	23,1	28,9
$P_{40}K_{75} + (N_{20} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + \text{АДОБ-ПРОФИТ}_{\text{бутона}}$	37,6	22,8	30,2	38,6	22,2	30,4
$K_{134} + \text{АДОБ-Профит}_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-Профит}_{\text{бутона}}$	32,3	21,9	27,1	40,6	23,9	32,3
Среднее по варианту	40,1	21,4	30,7	36,6	21,9	29,2
$\text{НСР}_{05}$	2,9	1,3		2,4	1,2	

Эффективными комплексами агробиотехнологических приемов на варианте обработки семян биопрепаратом показали себя внесение  $P_{40}K_{75}$  и обработка МКЭ и БАВ в фазах 1–3 настоящих тройчатых листа и бутонизации; предпосевной внесение  $N_{30}P_{40}K_{150}$  и  $N_{10}$  в фазе бутонизации. На варианте обработки семян Экосилом: внесение  $P_{40}K_{75}$  и обработка МКЭ и БАВ в фазах 1–3 настоящих тройчатых листа и бутонизации; варианты с применением подкормки быстрорастворимые комплексные удобрения –  $P_{40}K_{75} + (N_{30} + \text{БАВ})_{1-3 \text{ листа}} + \text{АДОБ-ПРОФИТ}_{\text{бутона}}$ ,  $K_{134} + \text{АДОБ-Профит}_{1-2 \text{ листа}} + \text{АДОБ-Профит}_{\text{бутона}}$ .

#### Выводы

Установлена возможность эффективного возделывания сои на антропогенно-преобразованных тор-

фяных почвах с содержанием ОВ более 20 % с уровнем урожайности зерна до 48 ц/га и сухого вещества до 113 ц/га, который определяется погодными условиями, степенью сработки торфяных почв и комплексом агротехнологических приемов.

Водно-физические свойства торфяно-минеральных почв в большей степени подходят для возделывания сои. На них получена более стабильная по годам исследований урожайность зерна.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гомончук, И.И. Возделывание подсолнечника масличного и сои в условиях Беларуси / И.И. Гомончук, О.Г. Давыденко. – Брестская ОСХОС НАН Беларуси. – Пружаны: Пружанская государственная типография, 2008. – 43 с.

## SOYBEAN ON PEAT SOILS OF BELARUSIAN POLESYE

LUCHANOK L.N., PTASHETS O.V., SHABANOV A.A.

The article presents data on soybean yield in anthropogenically transformed peat soils of Polesye region. It is established that it can generate up to 48 centner grain ha<sup>-1</sup> and 113 centner dry matter ha<sup>-1</sup>. Yield level is determined by weather conditions, the varietal characteristics, the degree of drawdown of the peat soil and the complex agricultural technology

УДК 577.175.1

**РОСТРЕГУЛИРУЮЩЕЕ ДЕЙСТВИЕ БРАССИНОСТЕРОИДОВ НА ЗЛАКОВЫЕ КУЛЬТУРЫ**А.А. Мариневич<sup>1</sup>, Е.Г. Артемук<sup>2</sup><sup>1</sup> Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Изучено влияние brassinosteroidов (эпикастостерона и гомобрассинолида) на рост растений пшеницы озимой сорта «Сейлор» и ячмень яровой сорта «Стратус». Показано, что наибольшую рострегулирующую активность brassinosteroidы проявляют в концентрации 10<sup>-6</sup> %.

**Введение**

Гормональной системе отводят лидирующую роль в регуляции метаболизма растений, лежащего в основе роста и развития в ходе онтогенеза, а также адаптации к изменяющимся условиям произрастания. Каждый из фитогормонов участвует в регуляции таких интегральных физиологических процессов как рост, развитие и дифференцировка растений в нормальных условиях произрастания и при их изменении, что указывает на активное взаимодействие их друг с другом в единой системе регуляции жизнедеятельности [1].

К настоящему времени накопилось много сведений об участии brassinosteroidов в регуляции протекания разнообразных метаболических процессов в растениях. Благодаря отличительной особенности brassinosteroidов проявлять свое действие на разные культуры в исключительно низких, в сравнении с действием других гормонов, концентрациях, их относят к уникальному классу фитогормонов. Более того, высказывают мнение об их лидирующей роли среди фитогормонов [2]. Имеются данные о том, что brassinosteroidы обладают ростстимулирующим и защитным, в отношении разных по природе неблагоприятных факторов, действием на растения, обусловленным их тесным взаимодействием с другими фитогормонами [3].

Способность brassinosteroidов в исключительно низких концентрациях стимулировать рост и развитие растений, повышать устойчивость к стрессовым условиям произрастания, увеличивать продуктивность растений позволяет использовать их в качестве биорациональных, экологически безопасных регуляторов роста, уже нашедших практическое применение в растениеводстве. В последнее время осуществляется синтез целого ряда новых brassinosteroidов, влияние которых на сельскохозяйственные культуры еще не изучено.

Целью данной работы является определение оптимальной концентрации brassinosteroidов (эпикастостерона и гомобрассинолида), оказывающей рострегулирующую активность на злаковые культуры (пшеницу и ячмень).

**Методика и объекты исследования**

В качестве объектов исследования были выбраны злаковые культуры: пшеница озимая сорта «Сейлор» и ячмень яровой сорта «Стратус».

Семена злаковых культур предварительно замачивали 6 часов в растворах эпикастостерона (концентрация 10<sup>-10</sup>–10<sup>-6</sup> %) и гомобрассинолида (концентрация 10<sup>-10</sup>–10<sup>-8</sup> %). В качестве контроля использовалась дистиллированная вода. Далее семена проращивали на влажной фильтровальной бумаге в растительных, помещенных в термостат при температуре 24 °С в течение 2 дней. Проросшие семена отбирали с одинаковой длиной корешков и проращивали рупонным методом в емкостях с дистиллированной водой. На 10-е сутки проводили измерение длины корешков и побегов пшеницы и ячменя, а также определяли массу 20 корешков и побегов.

**Результаты и их обсуждение**

Проведенные исследования показали, что эпикастостерон в концентрациях 10<sup>-10</sup>–10<sup>-6</sup> % оказывал стимулирующее влияние на рост корней и побегов у растений ячменя ярового сорта «Стратус». Так увеличение длины корней, по сравнению с контролем, наблюдалось на 1,1–5,9 %, а побегов – на 1,0–7,4 %. Соответственно наблюдалось и увеличение средней массы 20 корней и побегов (таблица 1).

Эпикастостерон в концентрациях 10<sup>-10</sup>–10<sup>-6</sup> % также оказывал стимулирующее влияние на рост корней и побегов у растений пшеницы озимой сорта «Сейлор». Увеличение длины корней наблюдалось на 0,7–15,9 %, длины побегов – на 1,0–9,8 %. Средняя

**Таблица 1.** – Влияние различных концентраций эпикастостерона на длину корней и побегов растений ячменя ярового сорта «Стратус»

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	92,27 ± 2,47	1,31 ± 0,18	137,98 ± 2,64	1,98 ± 0,11
10 <sup>-10</sup> %	93,37 ± 3,40	1,56 ± 0,19	140,45 ± 2,83	2,06 ± 0,07
10 <sup>-8</sup> %	93,52 ± 3,00	1,56 ± 0,14	141,85 ± 3,03	2,08 ± 0,11
10 <sup>-6</sup> %	97,72 ± 3,47	1,71 ± 0,10	148,18 ± 2,73	2,18 ± 0,34
10 <sup>-7</sup> %	95,87 ± 2,97	1,54 ± 0,14	146,35 ± 2,94	2,13 ± 0,15
10 <sup>-9</sup> %	94,68 ± 3,10	1,50 ± 0,13	140,97 ± 2,92	2,06 ± 0,06
10 <sup>-5</sup> %	93,27 ± 2,45	1,49 ± 0,26	139,30 ± 3,08	2,02 ± 0,18

**Таблица 2.** – Влияние различных концентраций эпикастостерона на длину корней и побегов растений пшеницы озимой сорта «Сейлор»

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	105,63 ± 1,60	1,34 ± 0,05	126,50 ± 2,38	1,58 ± 0,06
10 <sup>-10</sup> %	115,07 ± 2,08	1,48 ± 0,03	131,10 ± 2,64	1,74 ± 0,06
10 <sup>-9</sup> %	116,65 ± 2,24	1,48 ± 0,05	136,62 ± 2,31	1,77 ± 0,03
10 <sup>-8</sup> %	122,45 ± 2,38	1,58 ± 0,03	138,88 ± 2,51	1,82 ± 0,02
10 <sup>-7</sup> %	117,72 ± 1,79	1,50 ± 0,10	130,97 ± 2,59	1,66 ± 0,01
10 <sup>-6</sup> %	117,28 ± 1,91	1,50 ± 0,08	127,72 ± 2,97	1,62 ± 0,04
10 <sup>-5</sup> %	105,38 ± 1,71	1,36 ± 0,10	127,93 ± 1,91	1,60 ± 0,10

масса корней пшеницы увеличилась на 1,5–17,9 %, а побегов – на 1,3–15,2 % (таблица 2).

Ростстимулирующее действие на корни ячменя ярового оказывал гомобрассинолид в концентрациях 10<sup>-7</sup> и 10<sup>-6</sup> %. Так, длина корней увеличилась на 3,0–7,6 %, а побегов – на 4,6–7,1 % по сравнению с контрольными растениями (таблица 3).

У растений пшеницы озимой сорта «Сейлор» гомобрассинолид оказывал ростстимулирующее влияние в концентрациях 10<sup>-6</sup>–10<sup>-5</sup> %. Увеличение длины корней наблюдалось на 1,4–12,2 %, а побегов – на

17,1–18,6 %. Средняя масса корней увеличилась на 1,6–17,1 % и побегов – на 7,4–10,7 % (таблица 4).

#### Выводы

Таким образом, в результате проведенных исследований по определению оптимальных концентраций брассиностероидов, оказывающих рострегулирующую активность на злаковые культуры можно отметить, что наибольшее влияние на рост корней и побегов у злаковых культур (ячмень и пшеница) оказывает эпикастостерон и гомобрассинолид в концентрации 10<sup>-6</sup> %.

**Таблица 3.** – Влияние различных концентраций гомобрассинолида на длину корней и побегов растений ячменя ярового сорта «Стратус»

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	106,58 ± 2,50	1,46 ± 0,13	130,55 ± 2,77	2,03 ± 0,17
10 <sup>-10</sup> %	101,73 ± 3,13	1,36 ± 0,12	130,12 ± 2,91	1,94 ± 0,13
10 <sup>-9</sup> %	105,50 ± 2,95	1,38 ± 0,21	130,23 ± 2,35	1,99 ± 0,15
10 <sup>-8</sup> %	114,67 ± 2,68	1,51 ± 0,13	139,88 ± 2,28	2,10 ± 0,12
10 <sup>-7</sup> %	109,75 ± 3,27	1,43 ± 0,09	136,57 ± 2,05	2,08 ± 0,09
10 <sup>-6</sup> %	105,25 ± 3,04	1,40 ± 0,10	131,32 ± 1,94	2,06 ± 0,08
10 <sup>-5</sup> %	105,18 ± 3,19	1,43 ± 0,09	131,93 ± 2,49	2,06 ± 0,16

**Таблица 4.** – Влияние различных концентраций гомобрассинолида на длину корней и побегов растений пшеницы озимой сорта «Сейлор»

Вариант опыта	Корни		Побеги	
	длина	масса (20 шт)	длина	масса (20 шт)
Контроль	110,90 ± 3,00	1,23 ± 0,08	107,20 ± 3,17	1,49 ± 0,12
10 <sup>-10</sup> %	102,15 ± 1,72	1,14 ± 0,04	123,05 ± 2,02	1,60 ± 0,02
10 <sup>-9</sup> %	113,52 ± 2,11	1,26 ± 0,04	126,02 ± 2,04	1,62 ± 0,05
10 <sup>-8</sup> %	124,38 ± 2,22	1,44 ± 0,04	127,13 ± 2,14	1,65 ± 0,09
10 <sup>-7</sup> %	118,78 ± 2,12	1,41 ± 0,11	125,68 ± 2,25	1,61 ± 0,10
10 <sup>-6</sup> %	112,40 ± 1,86	1,26 ± 0,04	125,48 ± 2,05	1,60 ± 0,04
10 <sup>-5</sup> %	112,43 ± 1,74	1,25 ± 0,03	125,85 ± 1,82	1,60 ± 0,03

Оптимальные концентрации эпикастостерона и гомобрассинолида будут использованы для дальнейшего изучения влияния brassinosterоидов на индекс толерантности злаковых культур (ячменя и пшеницы) в условиях пороговых токсических концентраций тяжелых металлов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кулаева, О.Н. Гормональная регуляция физиологических процессов у растений на уровне синтеза РНК и белка / О.Н. Кулаева. – М.: Наука, 1982. – 83 с.

2. Хрипач, В.А. Брассиностероиды / В.А. Хрипач, Ф.А. Лахвич, В.Н. Жабинский. – Минск: Наука и техника, 1993. – 287 с.  
3. Деева, В.П. Регуляторы роста растений: механизмы действия и использование в агротехнологиях / В.П. Деева. – Минск: Беларус. наука, 2008. – 133 с.

## GROWTH REGULATING ACTION OF BRASSINOSTEROIDS ON CEREALS

MARYNEVICH A.A., ARTSIAMUK A.G.

The influence of brassinosteroids (epicastosterone and homobrassinolide) on growth of winter wheat variety «Sailor» and spring barley variety «Stratus» was studied. It was revealed that the highest growth-regulating activity of brassinosteroids is shown in the concentration of  $10^{-8}$  %.

УДК 632.51

**ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ НА ПОСЕВАХ СИЛЬФИИ ПРОЗЕННОЛИСТНОЙ ПЕРВОГО ГОДА ЖИЗНИ**М.А. Пастухова<sup>1</sup>, Б.В. Шелюто<sup>2</sup>, А.Н. Мялик<sup>1</sup><sup>1</sup> Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь

В статье представлены результаты исследований применения гербицидов на посевах сильфии пронзеннолистной первого года жизни. Установлено, что на участках, выбранных под возделывание сильфии пронзеннолистной, с преобладанием двухдольных сорняков наиболее эффективным оказалось применение гербицида Гамбит в дозировке 3 и 4 л/га, а в условиях преобладания однодольных сорняков можно рекомендовать применение гербицида Фюзилад Форте в дозировке 2 л/га.

**Введение**

В настоящее время в Республике Беларусь одной из приоритетных задач животноводства является оптимизация кормовой базы, удешевление кормов, уменьшение себестоимости готовой сельскохозяйственной продукции. Особую актуальность имеет проблема повышения эффективности кормопроизводства и обеспечения экономического роста в сельском хозяйстве при сохранении надлежащего качества окружающей среды. Принципиальная проблема, с которой сталкиваются сельскохозяйственные предприятия – необходимость поддержания высокой производительной способности агроландшафтов при одновременном обеспечении их устойчивого функционирования.

Интенсивное использование сельскохозяйственных земель без учета экологических ограничений является причиной расширения масштабов их деградации, а также дестабилизации агроэкосистем. Одним из возможных вариантов использования земель, подверженных агроэкологическим рискам, является внедрение адаптивно-ландшафтной системы земледелия, предусматривающей в числе прочих мероприятий расширение ассортимента возделываемых сельскохозяйственных культур.

Большой интерес в этой связи представляют новые перспективные кормовые культуры, обладающие способностью формировать высокие урожаи в течение длительного времени (более десяти лет), среди которых выделяется сильфия пронзеннолистная (*Silphium perfoliatum* L.). Она может эффективно использоваться как силосная и сенажная культура, обладающая хорошей отавностью и выдерживающая два укоса в течение вегетационного периода. Культура может быть также использована в качестве ценного зеленого корма с высоким содержанием обменной энергии и протеина. При этом агробиологические особенности и агроэкологическая пластичность данной многолетней культуры позволяют оптимизировать использование пахотных земель и получать более дешевый корм по сравнению с кукурузой.

Опыт работы с сильфией пронзеннолистной показал, что она обладает широкой экологической амплитудой возделывания и высоким коэффициентом размножения [1, 2]. Основные достоинства данной культуры – высокая урожайность и многолетнее использование на освоенном местообитании. Ее возделывание возможно на мелкоконтурных участках

с низким почвенным плодородием, местах вымочек, поймах рек, неудобицах и других категориях земель, подверженных риску быстрого разрушения плодородного слоя и требующих длительного периода реабилитации. Большое значение имеет и несомненный экологический эффект от внедрения культуры в систему кормопроизводства сельскохозяйственных предприятий. Многолетнее использование сильфии пронзеннолистной на проблемных участках сельскохозяйственных угодий способствует сдерживанию процессов ветровой эрозии, минерализации органического вещества, а также уменьшению интенсивности механической обработки почвы, что обеспечивает устойчивость агроландшафта и воспроизводство почвенного плодородия. Применение химических средств защиты культуры необходимо только в первый год ее возделывания, что снижает общую антропогенную нагрузку на агроландшафт.

В Полесском аграрно-экологическом институте Национальной академии наук Беларуси работы с данной культурой ведутся с 2013 г. Установлено, что наряду с высокой питательной ценностью сильфия пронзеннолистная способна в течение продолжительного времени (более десяти лет) формировать урожай зеленой массы более 700 ц/га на освоенном местообитании. Зеленая масса сильфии пронзеннолистной является хорошим сырьем для приготовления силоса [3, 4]. Основным недостатком культуры – медленное ее развитие в первый год жизни, поэтому необходимо определить оптимальные способы защиты ее от сорной растительности в этот период.

**Методика и объекты исследования**

При возделывании сильфии пронзеннолистной в монокультуре заложен опыт с применением химических средств ее защиты от сорняков. Расчет доз внесения гербицидов осуществлялся согласно регламенту их применения.

Применялись гербициды в следующих дозировках:

1. Сильфия пронзеннолистная + подкашивание (контроль);
2. Сильфия пронзеннолистная + Гамбит (4 л/га);
3. Сильфия пронзеннолистная + Гамбит (3 л/га);
4. Сильфия пронзеннолистная + Гамбит (2 л/га);
5. Сильфия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (2 л/га);
6. Сильфия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (1,2 л/га).

Опыт заложен в четырехкратной повторности, с площадью делянки 25 м<sup>2</sup>. Площадь учетной делянки 0,25 м<sup>2</sup>. В пределах экспериментального участка почва дерново-подзолистая, сформирована на рыхлой супеси, с прослойкой суглинка на глубине 0,4 м, подстилаемая рыхлой супесью с глубины 0,74 м. Расположение опытных делянок последовательное. Для обработки делянок использовались ранцевые опрыскиватели. Учет засоренности посевов проводили методом визуальной оценки проективного покрытия сорняков и количественно-весовым методом [5].

#### Результаты и их обсуждение

В результате исследований получены следующие данные о засоренности посевов силфвии пронзеннолистной в вариантах опыта (таблица 1).

**Таблица 1.** – Учет засоренности посевов силфвии пронзеннолистной

Варианты опыта	Количество сорняков в пределах учета, шт.	Проективное покрытие, %
Силфвия пронзеннолистная (контроль)	97	58
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (4 л/га)	47	18,5
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (3 л/га)	35	10,8
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (2 л/га)	75	37,8
Силфвия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (2 л/га)	75	50
Силфвия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (1,2 л/га)	72	54

Полученные данные показывают, что применение химических средств защиты силфвии пронзеннолистной значительно снижает общее количество сорняков по сравнению с контролем. Наиболее эффективным оказался вариант опыта с применением гербицида Гамбит в дозировке 3 л/га (почва дерново-подзолистая супесчаная): общее количество сорняков оказалось на уровне 35 шт./м<sup>2</sup>, что составляет 36 % от показателя, зафиксированного в контрольном варианте. Внесение гербицидов в минимальной дозировке (Гамбит 2 л/га, Фюзилад Форте 1,2 л/га) привело к уменьшению общего количества сорняков на 25 % и 26 % соответственно. При этом их проективное покрытие при дозе внесения Гамбита 2 л/га составляет 37,8 % (86,2 % от контрольного варианта), а Фюзилада Форте в дозе 1,2 л/га – 54 % (93 % от контрольного варианта). Это обусловлено большим количеством двудольных растений в условиях применения Фюзилада Форте. Количество двудольных и однодольных сорняков и их масса в вариантах опыта представлены в таблице 2.

Как видно из таблицы, на экспериментальном участке наибольшее количество сорняков относится к двудольным растениям. Их масса в вариантах опыта с внесением в почву Гамбита существенно снижается.

По данным учета засоренности посевов силфвии пронзеннолистной также отмечено, что на экспериментальном участке дерново-подзолистой супесчаной почвы наиболее эффективным вариантом оказался опыт с внесением гербицида Гамбит в дозе 3 л/га. Для определения возможного угнетения силфвии пронзеннолистной действием гербицидов проведены учеты всхожести и развития растений (таблица 3).

**Таблица 2.** – Учет засоренности посевов силфвии пронзеннолистной (среднее по вариантам опыта)

Вариант	Сорняки			
	Однодольные, шт.	Масса, кг	Двудольные, шт.	Масса, кг
Силфвия пронзеннолистная (контроль)	19	0,09	79	0,608
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (4 л/га)	17	0,335	30	0,023
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (3 л/га)	17	0,060	17	0,020
Силфвия пронзеннолистная + Гамбит (2 л/га)	20	0,100	55	0,170
Силфвия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (2 л/га)	4	0,004	64	0,540
Силфвия пронзеннолистная + Фюзилад Форте (1,2 л/га)	13	0,030	59	0,591

**Таблица 3.** – Всхожесть и показатели развития силфвии пронзеннолистной

Почва	Гербицид, л/га	Глубина заделки семян, см	Появление всходов, дни после посева	Полевая всхожесть, %	Высота растений, см	Кол-во настоящих листьев, шт.
дерново-подзолистая супесчаная (посев 2 августа 2017 г.)	Контроль	2	17	81,7	6,8	2
	Гамбит (4)	2	25	79,5	7,8	2
	Гамбит (3)	2	25	79,3	9	2
	Гамбит (2)	2	23	79,8	9,1	2
	Фюзилад Форте (2)	2	27	81,0	8,7	2
	Фюзилад Форте (1,2)	2	25	80,5	9,2	2

Установлено, что применение гербицидов несколько задерживает появление всходов. В норме при оптимальных условиях и глубине заделки семян семядоли появляются на 17–21-й день после посева. Применение Гамбита в дозировке 3 и 4 л/га увеличило время появления всходов на 8 дней, а Фюзилада Форте в дозировке 2 л/га – на 10 дней. Однако это не может рассматриваться в качестве существенного негативного фактора, учитывая характерный для данной культуры растянутый период всходов, а также продолжающийся до сих пор поиск оптимальных приемов выведения ее семян из состояния покоя.

#### Выводы

Применение гербицидов при возделывании сивьфии пронзеннолистной должно осуществляться с учетом видового состава сорной растительности в пределах выбранного участка. На почвах с преобладанием двудольных сорняков наиболее эффективным оказалось применение гербицида Гамбит в дозировке 3 и 4 л/га (почва дерново-подзолистая супесчаная). Общее количество сорняков составляет 35 шт./м<sup>2</sup> – 36 % от количества сорняков в контрольном варианте. При этом масса сорняков оказалась на 87 % меньше, чем при дозировке 2 л/га, что указывает на существенное угнетение сорной растительности. В условиях преобладания однодольных сорняков рекомендуется применение гербицида Фюзилад Форте в дозировке 2 л/га.

Применение гербицидов задерживает прорастание семян и появление всходов в среднем на 5–10 дней. При этом в варианте без внесения герби-

цидов рост и развитие культуры угнетается сорной растительностью; почти на 40 % снижается интенсивность роста культуры, а также формирование настоящих листьев. Незначительное угнетение растений в начале вегетации вследствие действия гербицидов компенсируется в дальнейшем более быстрым ростом и развитием культуры.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Емелин, В.А. Научное обоснование возделывания сивьфии пронзеннолистной в условиях Республики Беларусь / В.А. Емелин // Кормопроизводство. – 2010. – № 11. – С. 38–40.
2. Емелин, В.А. Урожай зеленой массы и сроки использования сивьфии пронзеннолистной в системе зеленого и сырьевого конвейерного кормопроизводства / В.А. Емелин // Земляробства і ахова раслін. – 2011. – № 3. – С. 12–14.
3. Пастухова, М.А. Сравнительная оценка силоса из сивьфии пронзеннолистной, кукурузы и сорго / М.А. Пастухова, Б.В. Шелюто // Технологические аспекты возделывания сельскохозяйственных культур: сб. ст. по материалам XI науч.-практ. конф., г. Горки, 29–30 января 2018 г. – Горки: БГСХА, 2018. – С. 186–190.
4. Кошелев, В.И. Использование зеленой массы сивьфии пронзеннолистной в системе зеленого конвейера при откорме крупного рогатого скота / В.И. Кошелев, Н.Я. Попов, К.А. Варламова // Материалы 8-го Всероссийского симпозиума по новым кормовым растениям. – Сыктывкар, 1993. – С. 85–86.
5. Методические рекомендации по проведению регистрационных испытаний гербицидов в посевах сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь: утв. Минсельхозпрод Респ. Беларусь 21.06.2007. – Минск, 2007. – 60 с.

## ESTIMATION OF THE USE OF HERBICIDES ON CUP PLANT IN THE FIRST YEAR OF LIFE

PASTUKHOVA M.A., SHELUTO B.V., MYALIK A.N.

The article presents the results of studies on the use of herbicides on cup plant sowing in the first year of life. It was established that in the areas selected for the cultivation of cup plant, with the predominance of dicotyledonous weeds, the most effective was the use of herbicide Gambit in a dosage of 3 and 4 liters per hectare, in conditions of predominance of monocotyledonous weeds, we can recommend the use of Fusilad Forte herbicide in a dosage of 2 liters per hectare.

УДК 633. 2.032:581.526.45

## ЛУГОВЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИПЯТСКОГО ПОЛЕСЬЯ И ПРОБЛЕМЫ КОРМОПРОИЗВОДСТВА

М.Л. Романова<sup>1</sup>, Г.В. Ермоленкова<sup>1</sup>, А.В. Пучило<sup>1</sup>, А.Н. Червань<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

<sup>2</sup> Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В настоящее время во всех административных районах Припятского Полесья наблюдаются негативные изменения естественных лугов, связанные с сокращением сельского населения, с распространением кустарниковой растительности, образованием кочек. Отдельные луговые массивы отличаются мелкоконтурностью и заболоченностью. Для нормализации существующего положения по каждому хозяйству Припятского Полесья необходим комплекс конкретных мер, основанных на корректной информации о природных особенностях и состоянии луговых земель.

### Введение

В лесной зоне пуга являются вторичными образованиями, возникшими на месте сведенных лесов, поэтому прекращение сенокосения и выпаса приводит к зарастанию лугов лесной и кустарниковой растительностью (на суходолах – осной и березой, в поймах – ольхой клейкой и разными видами ив). Многие луговые растительные сообщества, особенно ненарушенные, имеют достаточно высокое видовое разнообразие, однако, из-за низкой урожайности ценность их для животноводства мала. Еще 30–40 лет назад пуга в пойме реки Припяти характеризовались высокой биологической продуктивностью и играли важную роль в обеспечении животноводства травяными кормами как в коллективных, так и в индивидуальных хозяйствах [1, 2].

Луговые земли в Припятском Полесье занимают примерно 50 % площади сельскохозяйственных земель [3], однако, как показали наши исследования, данные земли не всегда заняты травяными фитоценозами и современное состояние существующих лугов и пастбищ редко соответствует предъявляемым к ним требованиям.

Для удовлетворения нужд сельского хозяйства Беларуси в зеленых кормах, прежде всего, требовалось на основе обновленных геоботанических исследований оценить современное состояние и ресурсный потенциал природных луговых угодий части поймы реки Припяти и прилегающих земель.

### Методика и объекты исследования

Ботаническими объектами выполненных за период с 2011 по 2015 гг. исследований лугов в пойме реки Припяти и на прилегающих землях являются 600 фитоценозов, характеризующих 50 ассоциаций, из которых 39 представлены естественными или близкими к таковым травяными сообществами, произрастающими на потенциально луговых землях.

В качестве объектов оценки ресурсного потенциала природных лугов использованы выделяемые на почвенных картах луговые земли, идентифицируемые через типизированные почвенные комбинации. В РУП НИИ почвоведения и агрохимии НАН РБ разработана типология почвенных комбинаций, которая по перечню почвенных разновидностей и рисунку почвенного покрова позволяет установить наличие и отобразить природные особенности луговых земель, рассматривая их в категории геосистем. Они делятся по общему характеру процессов формирования на «пойменные» и «внепой-

менные». По нашим данным в Припятском Полесье пойменные земли составляют 59 % от общей территории – 314 072 га. Среди внепойменных (незаливаемых) земель на водоразделы (относительные повышения) приходится всего 7 % – 39 166 га, на низменные пространства (депрессии) 10 % – 55 190 га и на земли первой надпойменной террасы р. Припяти 24 % – 133 965 га [4].

При выполнении полевых ботанических исследований применялись традиционные методы описания растительных сообществ по доминантной системе. В геоботанических описаниях учитывались: видовой состав растительности и проективное покрытие видов (%); во всех нескошенных растительных сообществах выполнялись укосы травостоя на площадках размером 1 м<sup>2</sup>; укосные снопы разделялись на агроботанические группы. Кроме этого учитывались условия местообитания (рельеф, почвы, увлажнение).

Методика оценки естественного потенциала луговых земель базировалась на геосистемной инвентаризации природной среды в виде анализа структуры почвенного покрова по почвенным картам масштаба 1:50 000 с составлением базы почвенно-геоботанических данных в формате ArcInfo.

Границы выделенных почвенных комбинаций откорректированы методом геопространственного картографического анализа на основе данных дистанционного зондирования Земли, информации о фактическом использовании земель, в том числе данных Единого реестра недвижимого имущества Республики Беларусь, планово-картографических материалов, характеризующих топографические, почвенные, геоботанические и другие условия местности. Результаты геосистемной инвентаризации обрабатывались исходя из перечня почв в почвенных комбинациях на сельскохозяйственных землях и лесных землях с учетом их лесотипологических особенностей. Учитывались также показатели картометрической оценки структуры почвенного покрова. Состав каждой геосистемы дает основания для расчета балла (средневзвешенного), указывающего на целесообразность выбора одного из шести направлений неистощительного использования земель: пахотное интенсивное, пахотное традиционное, луговое интенсивное, луговое традиционное (естественное), лесное, природоохранное.

### Результаты и их обсуждение

В заключительную стадию валдайского оледенения в Полесье образовался огромный водный

бассейн, подпруженный поднимающимся Украинским щитом – Герадотово море, превратившееся со временем в торфяные болота. Наиболее заболоченные и низкие участки расположены в долине реки Припяти и ее притоков. Здесь даже незначительные повышения рельефа влияют на перераспределение стока атмосферных осадков и перераспределение полых вод, определяя сложную структуру почвенного покрова и неоднородность растительности. Своеобразие природных систем Припятского Полесья во многих случаях предопределяет необходимость природоохранных мероприятий [5]. Из более чем 600 выбранных по картографическим материалам точек на землях, считающихся луговыми, более 50 % фактически находилось в составе пахотных земель (в основном под кукурузой), а также являлось залежами, пустошами, были заняты ивняками или лесом. Заложенные на остальных луговых землях площадки характеризуют 39 растительных ассоциаций, пригодных для луговодства. Исследования показали, что на значительной части прослеживаются признаки дигрессии луговых фитоценозов: отмечается наличие мозаик ядовитых и вредных, не поедаемых скотом (колючих, опушенных) видов растений, обеднение видового состава травостоев. Ряд фитоценозов в прошлом подвергался залужению, о чем свидетельствует наличие в растительных сообществах сеяных трав (тимофеевки луговой, ежи сборной и др.). По кормовым достоинствам выделено 5 классов растений: отличных; хороших; хороших и удовлетворительных; удовлетворительных и плохих – последнюю группу составляют так называемые вредные и ядовитые травы [6]. При определении кормовой ценности трав учитывалось содержание в них кормовых единиц, перевариваемого протеина, а также биологическая и хозяйственная урожайность травостоев. Полученные данные дают возможность судить, для какого хозяйственного использования пригодна растительность данного сообщества, каким способом провести улучшение этих угодий. Из 50 ассоциаций, выделенных в результате геоботанических исследований, 14 (28,0 %) относятся к первому классу, 4 ассоциации (8,0 %) – ко второму, 11 ассоциаций (22,0 %) – к третьему, к четвертому – 17 (34,0 %) и к пятому классу относится всего 4 ассоциации (8,0 %).

Таким образом, в результате 5-летних исследований выявлено, что на землях Припятского Полесья, потенциально являющихся пригодными для произрастания луговых фитоценозов, наибольшее распространение, получили ассоциации 1-го класса. Данные сообщества состоят из растений высокой кормовой ценности, богаты протеином и белком, содержат мало клетчатки, хорошо поедаемы животными, имеют высокую продуктивность. Однако, зачастую, это сеяные фитоценозы, за исключением Столинского района, где подобные настоящие зумезофильные луга имеют природное происхождение.

Неблагоприятным фактом является то, что большое количество ассоциаций принадлежит к четвертому классу – 34,0 %.

Результаты геосистемной инвентаризации территории Припятского Полесья обрабатывались для

сельскохозяйственных (в том числе луговых) и лесных земель, исходя из перечня почв в почвенных комбинациях и показателей картометрической оценки структуры почвенного покрова, для лесных земель с учетом их лесотипологических особенностей.

Информация, присущая каждой геосистеме, дает основания для расчета средневзвешенного балла, указывающего на целесообразность выбора одного из шести направлений неистощительного использования земель: пахотное интенсивное, пахотное традиционное, луговое интенсивное, луговое традиционное (естественное), лесное, природоохранное.

Составлены карты фактического использования земель в границах Пинского, Столинского, Житковичского и Петриковского районов и карты тех же районов предпочтительного неистощительного использования земель, в том числе оптимально пригодных для луговодства.

### Выводы

Выполненные исследования дали в целом реальное представление о современном состоянии и использовании естественных лугов Припятского Полесья, показали, что за последние 40 лет луговые сообщества поймы Припяти и прилегающих земель претерпели значительные изменения в сторону уменьшения площади, ухудшения состава и структуры под влиянием, главным образом, антропогенных факторов.

Наблюдающееся с середины 90-х годов почти полное прекращение заготовки сена местным населением на мелкоконтурных и труднодоступных пойменных лугах в связи с сокращением поголовья крупного и мелкого рогатого скота на индивидуальных подворьях, привело к зарастанию лугов кустарниковой и лесной растительностью.

Неблагоприятным для развития животноводства фактором является соотношение пригодных для кормового использования классов луговых сообществ: 52 % относится к 1–2 классам (при малых и средних площадях угодий), а 48 %, составляющие в сумме большие площади земель, заняты сообществами растений малоценных и вредных – 3–5-го классов.

Луга в пойме реки Припяти являются не только кормовой базой для животноводства, но и важной частью природных комплексов, способствующих поддержанию биологического разнообразия региона, источником лекарственных, медоносных, ароматических, пищевых, декоративных и технических растений.

Корректировка основных направлений природопользования с учетом ресурсного потенциала геосистем и информации о современном состоянии луговой растительности может существенно повысить эффективность и устойчивость производства кормов с луговых земель Припятского Полесья.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Юркевич, И.Д. Луговая растительность / И.Д. Юркевич, Е.А. Круганова, Н.А. Буртыс // Проблемы Полесья. – Минск, 1972. – Вып. 1. – С. 268–279.
2. Культурные сенокосы и пастбища – источник дешевых кормов: Сборник статей / Под общ. ред. В.И. Фосько. – Минск, 1966. – С. 278.

3. Струк, М.И. Поименные ландшафты и организация природопользования в Припятском Полесье / М.И. Струк // Рациональное использование пойменных земель: материалы науч.-практ. семинара 19–21 июня 2013 г. – Минск, 2013. – С. 15–20.
4. Романова, М.Л. Луговые угодья р. Припять, их структура, состояние и кормовые ресурсы / М.Л. Романова, Г.В. Ермоленкова, А.В. Пучило, А.Н. Червань // Рациональное использование пойменных земель: материалы научно-практического семинара 19–21 июня 2013 г. – Минск 2013. – С. 83–87.
5. Марцинкевич, Г.И. Оценка эколого-ландшафтных ситуаций Белорусского Полесья / Г.И. Марцинкевич, И.И. Счасная, Н.К. Чертоко [и др.] // Вестник БГУ, серия 2. – 2014. – № 3. – С. 86–91.
6. Буртыс, Н.А. Кормовая характеристика луговой флоры Белоруссии / Н.А. Буртыс, С.Р. Бусько // Ботаника (исследования). – Вып. XXV. – Минск, 1984. – С. 27–29.

## MEADOW ECOSYSTEMS OF PRIPYAT POLESIE AND PROBLEMS OF FEED PRODUCTION

ROMANOVA M.L., ERMOLENKOVA G.V., PUCHILO A.V., CHERVAN A.N.

The inventory of meadow land of Pripyat Polesie has provided on the basis of the landscape (geosystem) approach, verified by their structure, geo-botanical diversity and economic status. This approach will develop the most relevant measures for specific meadow different types of groups defined lithological-geomorphological conditions and soil fertility, contributing to the revival of the variety of plants and animals inhabiting the floodplain of Pripyat in the recent past.

УДК 631.862.1

**ОЦЕНКА СОСТАВА ОТХОДОВ СОВРЕМЕННЫХ МТФ И ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ**А.В. Сорока<sup>1</sup>, А.С. Антонюк<sup>1</sup>, Н.Ф. Терлецкая<sup>1</sup>, Е.А. Брыль<sup>1</sup>, Е.М. Глушень<sup>2</sup>, Г.М. Петрова<sup>2</sup>, С.И. Гусак<sup>3</sup><sup>1</sup>Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup>Институт микробиологии НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь<sup>3</sup>СУП «Савушкино», д. Оттуш, Малоритский район, Беларусь

Проведена оценка химического состава, степени засоренности и санитарно-бактериологического состояния отходов современных молочно-товарных ферм и животноводческих комплексов юго-западной части Беларуси, а также определена численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в процессах трансформации углерода и азота в жидком навозе после сепарации.

**Введение**

В последние годы в Беларуси в эксплуатацию введены современные молочно-товарные фермы и комплексы, где осуществляется бесподстилочное содержание дойных коров с образованием следующих видов бесподстилочного навоза: полужидкий бесподстилочный навоз, навозные стоки доильных залов и жидкий навоз после сепарации.

Выход полужидкого бесподстилочного навоза на одну голову КРС в сутки составляет 55 кг, навозных стоков доильных залов – 43, жидкого навоза после сепарации – 132 кг. С учетом этого и при условии круглогодичного содержания в Брестской области на современных молочно-товарных фермах и комплексах с беспривязным содержанием дойных коров потенциальный выход полужидкого бесподстилочного навоза составляет 3 814 тыс. тонн в год, навозных стоков доильных залов – 3 037 тыс., жидкого навоза после сепарации – 96 тыс. тонн в год.

Бесподстилочный навоз – важнейшее органическое удобрение, содержащее все основные питательные вещества, необходимые растениям, и в первую очередь азот, фосфор, калий, магний, железо, а также микроэлементы – бор, молибден, кобальт, марганец, медь и др. В то же время он содержит патогенные микроорганизмы и большое количество семян сорных растений, поэтому необходим рациональный подход к его переработке и использованию.

В настоящее время накоплен значительный материал по эффективности бесподстилочного навоза в сравнении с другими видами органических удобрений. По обобщению 32 тыс. полевых опытов, проведенных в различных почвенно-климатических зонах СНГ и стран Балтии [1], бесподстилочный навоз не уступал по эффективности традиционному навозу и по характеру действия приближался к минеральным удобрениям. При рациональном использовании и соблюдении экологических регламентов бесподстилочный навоз служит ценным органическим удобрением при внесении под культуры севооборотов, а также на сенокосах и пастбищах [2, 3].

Цель данного исследования – дать оценку состава отходов современных молочно-товарных ферм (МТФ) и животноводческих комплексов юго-западной части Беларуси.

**Методика и объекты исследований**

Анализы по определению химического состава органических удобрений выполнялись в соответствии с действующими в республике ГОСТами.

Определение засоренности органических удобрений проводилось в соответствии с ГОСТ Р 54002-2010. Удобрения органические. Методы определения засоренности.

Санитарно-бактериологическая оценка животноводческих отходов осуществлялась согласно общепринятым методам и соответствующим инструкциям. Определение численности эколого-трофических групп микроорганизмов проводилось традиционными методами поверхностного посева на плотные и жидкие питательные среды.

Объектом исследования являлись животноводческие отходы современных МТФ и комплексов: полужидкий бесподстилочный навоз, навозные стоки доильных залов, жидкий навоз после сепарации.

**Результаты и их обсуждение**

Проведенный агрохимический анализ полужидкого бесподстилочного навоза в Брестской области показал, что содержание элементов питания зависело от типа кормления коров и вида удобрения. При сбалансированном рационе кормления для коровы с удоем 21,5 кг/сутки отмечалась тенденция увеличения содержания общего азота и фосфора в органическом удобрении (таблица 1).

Жидкая фракция навоза, полученная на животноводческом комплексе СУП «Савушкино» после сепарации, содержала повышенное содержание общего азота по сравнению со средним показателем, что необходимо учитывать при расчете дозы удобрения. Доля аммонийного азота составила 0,05 %, что значительно выше, чем у других видов бесподстилочного навоза. Повышенное содержание аммонийного азота, относительно нитратной формы, требует своевременной заделки навоза в почву и первоочередного внесения на легких почвах.

Содержание элементов питания в навозных стоках из доильных залов значительно ниже, чем у других видов бесподстилочного навоза, поэтому их целесообразно использовать для удобрительных поливов.

Анализ засоренности животноводческих отходов современных МТФ и комплексов показал, что в иссле-

Таблица 1. – Химический состав животноводческих отходов

Наименование показателей	Полужидкий бесподстильный навоз			Жидкий навоз		Навозные стоки	
	от коров со среднесуточным удоем 21,5 кг	от коров со среднесуточным удоем 14,5 кг	В среднем по республике [4]	после сепарации (в среднем по образцам)	В среднем по республике [4]	доильных залов	В среднем по республике [4]
Массовая доля общего азота, %	0,44 (3,8)	0,28 (2,6)	0,35 (3,5)	0,23 (6,4)	0,20 (4,0)	0,03 (3,0)	0,07 (3,5)
Массовая доля фосфора, %	0,21 (1,8)	0,11 (1,0)	0,15 (1,5)	0,08 (2,2)	0,10 (2,0)	0,01 (1,0)	0,04 (2,0)
Массовая доля калия, %	0,27 (2,3)	0,25 (2,3)	0,40 (4,0)	0,18 (5,0)	0,25 (5,0)	0,04 (4,0)	0,07 (3,5)
Массовая доля аммонийного азота, %	0,02 (0,2)	0,02 (0,2)	–	0,05 (1,4)	–	0,01 (1,0)	–
Массовая доля влаги, %	88,30	89,10	90,00	96,40	95,00	99,00	98,00
Кислотность, pH в KCl	8,00	7,44	7,96	7,96	7,40	7,89	–

Примечание: в скобках – содержание элементов питания в сухом веществе

двух образцах навозных стоков доильных залов сохранилось 169–244 тыс. шт./т семян сорных растений, в полужидком бесподстильном навозе – от 165 до 394 тыс. шт./т. Степень засоренности данных видов бесподстильного навоза – 2 балла. Засоренность образцов жидкого навоза после сепарации составила 1 балл при общем количестве семян 67,5 тыс. шт./т.

Во всех образцах органических удобрений преобладали в основном семена мари белой (77,8–97 %). Семена данного растения полиморфны. Семена крупные плоские и коричневые, прорастающие в первый год созревания составили 9,1–17,3 % от общего количества семян мари белой в образцах; более мелкие, с толстой оболочкой, черные, прорастающие на второй год после обсеменения – 71,6–84,7 %; очень мелкие, круглые, черные, прорастающие на третий год – 6,2–11,1 %. В анализируемых образцах обнаружены также семена щирцы запрокинутой (3,1–12,5 %), горца выюнкового (3 %), выюнка полевого (6,2–14,8 %), мятлики однолетнего (7,4 %). Наши исследования показали, что жизнеспособность семян мари белой в бесподстильном навозе составляет 22–37 %, щирцы запрокинутой – 15–21 %, горца выюнкового – 11 %.

Согласно литературным данным [5] в жидком навозе содержится в 14 раз меньше семян сорных растений относительно свежего подстильного навоза и в 2,4 раза – в сравнении с полупревшим. Результаты проведенных нами исследований показали, что степень засоренности свежего подстильного навоза составила 3 балла при количестве жизнеспособных семян 453,85 тыс. шт./т и общем количестве семян 955 тыс. шт./т. В подстильном навозе количество жизнеспособных семян больше, чем в бесподстильном: мари белой – 51 %, горца выюнкового – 45,4 %, лебеды раскидистой – 29 %, щирцы запрокинутой – 37 %, выюнка полевого – 42 %.

Для оценки агроэкологической безопасности применения животноводческих отходов современных МТФ и комплексов в качестве органических удобрений проведены санитарно-микробиологические исследова-

ния различных видов бесподстильного навоза. Установлено, что для нативного полужидкого бесподстильного навоза сплавной системы навозоудаления характерна высокая степень микробного загрязнения. ОМЧ такого навоза составило в среднем 64,58 млн./мл КОЕ, количество БГКП –  $4,1 \times 10^6$  кл./г, количество фекальных этерококков –  $5,7 \times 10^6$  кл./г. Во всех пробах указанного вида навоза был установлен минимальный (до 10 кл./г.) уровень загрязнения бактерией *S. perfringens*, но в то же время отмечено наличие патогенных энтеробактерий рода *Salmonella spp.*

При анализе микробного загрязнения навозных стоков доильных залов установлено, что общая численность микроорганизмов ниже в 2,8 раза по сравнению с этим же показателем полужидкого бесподстильного навоза. Следует отметить, что в гидросмывах доильных залов не было обнаружено патогенной микрофлоры семейства энтеробактерий, а перфрингено-индекс в одном образце был равен 2, во втором – *S. perfringens* обнаружены не были.

Микробиологическое исследование жидкого навоза после сепарации выявило его наименьшее загрязнение санитарно-показательными микроорганизмами из всех исследуемых видов бесподстильного навоза. Показатель ОМЧ составил 7,61 млн./мл КОЕ, что в 8,5 раз ниже, чем в полужидком бесподстильном навозе и в 3 раза ниже, чем в навозных стоках доильных залов. Показатель БГКП был равен  $4,1 \times 10^5$  кл./г., количество фекальных этерококков на порядок ниже –  $3,6 \times 10^4$  кл./г. Патогенная микрофлора и клостридий перфрингено обнаружены не были. Такие значения санитарно-показательных микроорганизмов согласуются с условиями технологического процесса сепарирования навоза, а качественные санитарно-бактериологические характеристики различных видов бесподстильного навоза зависят и от системы его удаления из производственных помещений.

Для характеристики микробного сообщества животноводческих отходов современных МТФ и комплексов установлена численность основных экологи-

трофических групп микроорганизмов, участвующих в процессах трансформации углерода и азота. В микробном ценозе жидкого навоза после сепарации преобладают активные формы аммонифицирующих микроорганизмов, составляющих  $1,4 \times 10^{10}$  КОЕ/1г а.с.в., усваивающих минеральные формы азота ( $5,4 \times 10^6$  КОЕ/1г а.с.в.), олигонитрофильных микроорганизмов ( $1,6 \times 10^6$  КОЕ/1г а.с.в.). Количество споровых аммонификаторов было ниже на 3 порядка и составляло  $7,2 \times 10^6$  КОЕ/1г а.с.в. Численность микроорганизмов, разрушающих целлюлозу составило  $1,6 \times 10^4$  КОЕ/1г а.с.в., денитрифицирующих –  $3,2 \cdot 10^2$  КОЕ/1г а.с.в. Наличие грибной микрофлоры и нитрифицирующей не установлено.

#### Выводы

1. Для расчета оптимальных доз внесения животноводческих отходов современных молочно-товарных ферм и комплексов необходима оценка их химического состава. Применение различных видов бесподстильного навоза в условиях Брестской области, отличающихся по содержанию элементов питания, позволит рационально использовать их на пашне и луговых угодьях для получения высокоурожайной качественной растениеводческой продукции и повышения плодородия почв.

2. Оценка засоренности органических удобрений жизнеспособными семенами сорняков необходима при выборе технологии подготовки и внесения удобрений, сроков, способов, норм посева и обработки сельскохозяйственных культур, видов гербицидов

и т.д. Наиболее чистым является жидкий навоз после сепарации, в котором содержание сорняков по сравнению с полужидким навозом меньше в 4,4, с навозными стоками доильных залов – в 3 раза.

3. Микробиологическое исследование жидкого навоза после сепарации выявило его наименьшее загрязнение санитарно-показательными микроорганизмами из всех исследуемых видов бесподстильного навоза. Также для данного вида животноводческих отходов установлена численность основных эколого-трофических групп микроорганизмов, участвующих в процессах трансформации углерода и азота.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Агроэкологические основы и технологии использования бесподстильного навоза / Г.Е. Мерзлая [и др.]. – М., 2006. – 463 с.
2. Цыганок, Е.Н. Агроэкологическое обоснование системы утилизации навозных стоков КРС на примере ОАО «Агрофирма «Мценская» и мониторинг состояния окружающей среды / Е.Н. Цыганок [и др.] // Вестник Орел ГАУ. – 2011. – № 5. – С. 123–129.
3. Желязко, В.И. Использование бесподстильного навоза на мелиорируемых агроландшафтах. Теория и практика: монография / В.И. Желязко, П.Ф. Тиво. – Минск, 2006. – 296 с.
4. Методические указания по учету и применению органических удобрений / В.В. Лапа [и др.] – Минск, 2007. – 16 с.
5. Мирошникова, В.В. Современные технологические процессы утилизации навоза КРС / В.В. Мирошникова, М.А. Мирошников // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. – 2014. – № 2 (14). – С. 150–165.

## EVALUATION OF THE COMPOSITION OF STOCK-RAISING WASTES OF MODERN MCF AND COMPLEXES OF SOUTHWEST OF BELARUS

SOROKA A.V., ANTONIUK A.S., TSIARLETSKAYA N.F., BRYL E.A., GLUSHEN E.M., PETROVA G.M., GUSAK S.I.

The chemical composition, the degree of weediness and the sanitary-bacteriological state of stock-raising wastes of modern milk-commodity farms and complexes of the southwestern part of Belarus had been assessed, and also the number of basic ecological-trophic groups of microorganisms participating in the processes of carbon and nitrogen transformation in liquid manure after separation had been determined.

УДК 633.2.03

## ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ФЕСТУЛОЛИУМНО-КЛЕВЕРНОЙ ТРАВΟΣМЕСИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОЧВЕННЫХ УСЛОВИЙ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

А.В. Сорока, Е.А. Брыль, А.Н. Гапонюк, Н.Н. Костюченко

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Проведена оценка накопления сухого вещества и сырого протеина многолетней травосмесью на основе фестулолиума и клевера лугового. Установлено, что тип почвы оказывает существенное влияние на продуктивность травосмеси, что следует учитывать при закладке посевов высокопродуктивных травостоев.

### Введение

Производство кормов – важная составная часть всего сельскохозяйственного производства, при этом ведущая роль в создании устойчивой кормовой базы принадлежит многолетним травам. Расширение площадей луговых угодий, занятых многолетними травостоями, является первоочередной задачей, поскольку многолетние злаковые и бобовые травы дают наиболее дешевые сбалансированные по протеину, незаменимым аминокислотам и обменной энергии объемистые корма. Важную роль при создании травостоев играет внедрение новых видов и адаптивных сортов многолетних трав с полезными хозяйственно-биологическими свойствами. В последние годы при создании сеяных травостоев все больше внимания уделяется овсянчно-райграсовому гибриду – фестулолиуму. Это многолетний рыхлокустовый злак озимого типа развития, создан на основе межродовой гибридизации различных видов овсяниц (*Festuca sp.*) с райграсами (*Lolium sp.*) с использованием биотехнологических методов и экспериментальной полиплоидии. От райграсов фестулолиум приобретает способность к интенсивному отрастанию, а от овсяниц – зимостойкость, засухоустойчивость, выносливость к болезням. В зависимости от комбинаций исходных родительских форм его зимостойкость изменяется от высокой до удовлетворительной. Кормовые достоинства фестулолиума обусловлены его биологическими особенностями: интенсивным побегообразованием, отавностью, отзывчивостью на удобрение, хорошей поедаемостью, высокой продуктивностью и питательностью [1]. Основной задачей при выведении этой культуры было сочетание высокого качества корма, характерного для райграсов, и высокой устойчивости к неблагоприятным условиям, характерной для овсяниц [2].

Для повышения продуктивности многолетних кормовых травостоев необходимо, в первую очередь, рациональный выбор почвы. По мнению Б.В. Шелюто, Н.А. Попкова, А.С. Мееровского, и др. [3–5] участие в формировании урожая некоторых типичных луговых видов трав напрямую зависит от плодородия почв. В условиях Белорусского Полесья возделывание многолетних трав на мелиорированных почвах является первоочередной задачей. На данных типах почв продуктивность трав относительно плодородных автоморфных средне- и легкосуглинистых почв повышается более чем на 10 %, в то время как зерновые культуры, кукуруза, картофель, корнеплоды из-за избытка влаги могут значительно снизить урожай [6].

Таким образом, создание высокопродуктивных многолетних травостоев с учетом почвенных особенностей региона возделывания является важнейшей задачей луговодства.

Целью наших исследований являлось изучение продуктивности многолетней фестулолиумно-клеверной травосмеси в зависимости от почвенных условий Белорусского Полесья.

### Методика и объекты исследования

Полевые исследования многолетнего травостоя на основе фестулолиума и клевера проводили на землях опытного стационара хозяйства ГУСП «Племзавод Мухавец» Брестского района, лабораторные исследования – в Полесском аграрно-экологическом институте НАН Беларуси в течение 2011–2013 гг. Площадь учетной делянки 25 м<sup>2</sup>, повторность четырехкратная, размещение делянок рендомизированное. Агротехника в опытах общепринятая. В качестве предшественников под многолетние травы использовали зерновые. Обработка почвы включала лущение стерни и зяблевую вспашку, под нее вносились фосфорные и калийные удобрения (P<sub>60</sub>K<sub>100</sub>). Весной при наступлении физической спелости почвы проводилась культивация с боронованием. Предпосевная обработка почвы проводилась комбинированным агрегатом. Исследования проводились на дерготорфяной торфяно-минеральной обычной слабоминерализованной почве, подстилаемой с глубины 0,3 м рыхлым песком (рН – 5,48; содержание органических веществ – 29,61 %); дерново-глебоватой песчаной почве на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,4 м рыхлым песком (рН – 5,9; содержание гумуса – 4,2 %; подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 118 мг/кг и K<sub>2</sub>O – 150 мг/кг); дерново-подзолистой оглевой внизу песчаной почве на водно-ледниковом связном песке, сменяемом с глубины 0,3 м рыхлым песком, подстилаемой с глубины 1,4 м легким суглинком (рН – 5,7–5,9; содержание гумуса – 1,8–2,0 %; подвижных форм P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 92–106 мг/кг и K<sub>2</sub>O – 78–82 мг/кг). Мощность пахотного горизонта 20–25 см.

Кормовые культуры высевали со следующими нормами посева: клевер луговой – 6 кг/га + фестулолиум – 10 кг/га.

Метеорологические условия 2011–2013 годов характеризовались удовлетворительными влаго- и теплообеспеченностью.

Учеты и наблюдения проведены согласно методическим указаниям по проведению полевых опытов с кормовыми культурами (под редакцией Ю.К. Навоселова и др.) [7, 8].

Учет урожайности проводился в фазу пастбищной пригодности травостоя (имитация пастбищного использования), не менее трех раз за сезон путем скашивания косилкой на высоте 5–8 см от поверхности почвы и взвешивания зеленой массы травостоя.

Ботанический состав оценивали путем разбора образцов по видам трав в сыром состоянии и их взвешивания. Пробы на ботанический анализ брали во всех повторностях каждого варианта, смешивали, отбирали среднюю пробу весом 1,0 кг.

Пробы на химический анализ отбирались накануне скашивания (но не раньше, чем за 1–2 дня до него) в сухую погоду, после схода росы. Отбирали пробный сноп мелкими пучками со всей делянки, не менее 1,0 кг. Зоотехнический анализ кормов проводился в аккредитованной лаборатории Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси, осуществляющей контроль за качеством и безопасностью кормов, комбикормов и комбикормового сырья в Брестской области. Химический состав кормов был изучен по общепринятым методикам зоотехнического анализа и в соответствии с действующими ГОСТами:

- сухое вещество – ГОСТ 27548 – 97. Корма растительные. Методы определения содержания влаги;
- сырой протеин – ГОСТ 13496.4 – 93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения Кейдала.

Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Excel.

#### Результаты и их обсуждение

При оценке влияния почвенных условий на накопление сухого вещества травосмесью фестулолиума с клевером луговым установлено, что в первый год пользования травосмеси наибольшая урожайность сухого вещества (138,6 ц/га) получена на торфяно-минеральной почве (таблица 1). На дерново-глееватой почве накопление сухого вещества многолетней травосмесью составило 113,1 ц/га, что на 18,4 % ниже данного показателя на торфяно-минеральной почве. Возделывание травосмеси на дерново-подзолистой почве привело к самой низкой продуктивности изучаемых трав – именно урожайность сухого вещества составила 60,8 ц/га, что на 56,3 % ниже данного показателя на торфяно-минеральной почве и на 46,3 % – на дерново-глеевой. Во второй год пользования установлено снижение продуктивности травосмеси на всех изучаемых типах почвы в среднем на 64,5 % по сравнению с первым годом.

**Таблица 1.** – Урожайность сухого вещества травосмеси фестулолиума с клевером в зависимости от почвенных условий

Тип почвы	По годам пользования, ц/га		
	1-й год	2-й год	Среднее за 2 года
Торфяно-минеральная	138,6	53,0	95,8
Дерново-глееватая	113,1	36,8	74,9
Дерново-подзолистая	60,8	21,2	41,0
НСР <sub>05</sub>	7,8	3,9	-

Выявлено, что на второй год пользования на торфяно-минеральной почве урожайность сухого вещества составила 53,0 ц/га, на дерново-глееватой – 36,8 ц/га, на дерново-подзолистой – 21,2 ц/га. Следует отметить, что во второй год пользования сохранялась тенденция снижения урожайности травостоя при возделывании на дерново-глеевой и дерново-подзолистой почве по сравнению с торфяно-минеральной почвой практически в том же процентном соотношении, что и в первый год пользования. В среднем за два года пользования урожайность сухого вещества травосмеси составила на торфяно-минеральной почве 95,8 ц/га, на дерново-глееватой – 74,9 ц/га, на дерново-подзолистой – 41,0 ц/га.

Достоверность полученных данных подтверждается значениями наименьшей существенной разницы (НСР) в первый и второй годы пользования.

При возделывании травосмесей необходимо уделять внимание типу местообитания трав с учетом их поведения в смешанных посевах. Нами установлено, что доля бобового компонента в урожае многолетней травосмеси зависела от типа почвы и года пользования травостоя. При анализе ботанического состава выявлено, что в первый год пользования травосмеси доля клевера на торфяно-минеральной почве составила 26,6 %, на дерново-глеевой – 33,2 %, на дерново-подзолистой – 36,9 % (таблица 2).

**Таблица 2.** – Содержание клевера лугового в травосмеси фестулолиума с клевером в зависимости от почвенных условий

Тип почвы	По годам пользования, %		
	1-й год	2-й год	Среднее за 2 года
Торфяно-минеральная	26,6	4,7	15,6
Дерново-глееватая	33,2	6,0	19,6
Дерново-подзолистая	36,9	8,1	22,5

Во второй год пользования доля клевера резко снизилась в среднем на 80 % по отношению к первому году пользования и составила на торфяно-минеральной почве 4,7 %, на дерново-глеевой – 6,0 %, на дерново-подзолистой – 8,1 %. Долевое участие клевера в структуре травосмеси в среднем за два года пользования составило на торфяно-минеральной почве 15,6 %, на дерново-глеевой – 19,6 %, на дерново-подзолистой – 22,5 %. Следовательно, в травосмеси, возделываемой на дерново-подзолистой почве, отмечалось наибольшее содержание бобового компонента и в первый, и во второй годы пользования. На торфяно-минеральной и дерново-глеевой почве доля клевера снижалась по причине высокой конкурентной способности фестулолиума.

В результате проведенных исследований установлено, что обор сырого протеина многолетней травосмеси в среднем за два года составил на торфяно-минеральной почве 14,5 ц/га (рисунок 1). На дерново-глееватой почве в среднем за два года обор сырого протеина составил 11,5 ц/га, что примерно на 20 % ниже данного показателя на торфяно-минеральной

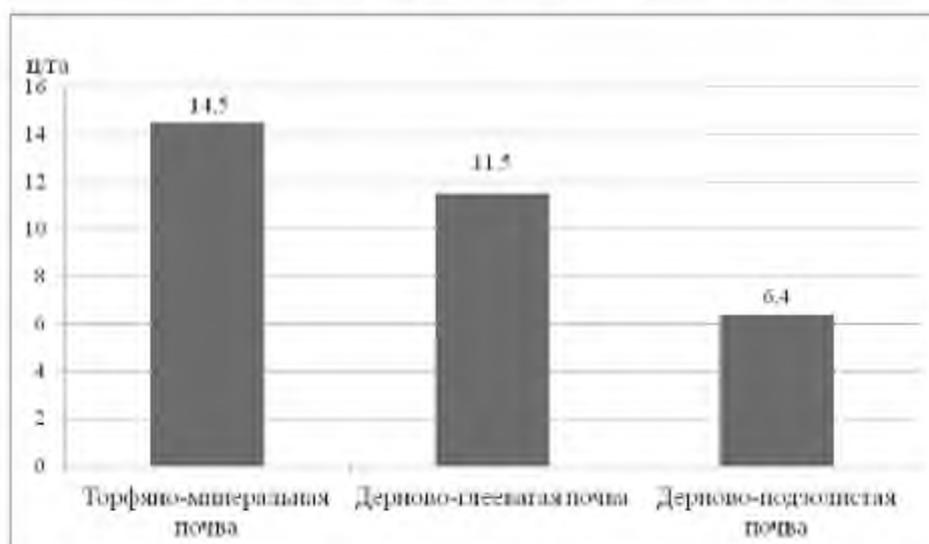


Рисунок 1. – Сбор сырого протеина травосмеси фестулолиума с клевером в зависимости от почвенных условий в среднем за 2 года пользования

почве. При возделывании травосмеси на дерново-подзолистой почве получен наименьший показатель по сбору сырого протеина в среднем за два года – 6,4 ц/га. Данный показатель был ниже такового на 55,9 % на торфяно-минеральной почве и на 44,4 % на дерново-глеяватой почве.

Таким образом, качество полученного корма травосмеси фестулолиума с клевером зависело от типа почвы.

#### Заключение

В результате проведенных исследований установлено, что при возделывании травосмеси фестулолиума с клевером на типичных почвах Белорусского Полесья высокая урожайность сухого вещества травостоя формируется на торфяно-минеральной почве, как в первый, так и во второй годы пользования травосмеси.

Изучение ботанического состава травосмеси выявило, что наибольшее содержание бобового компонента независимо от года пользования наблюдается в травосмеси, возделываемой на дерново-подзолистой почве. При возделывании бобово-злаковой травосмеси на торфяно-минеральной и дерново-глеяватой почвах доля бобового компонента снижалась по причине высокой конкурентной способности злака на плодородных землях. Поскольку для клевера лугового характерно краткосрочное продуктивное долголетие, то снижение его процентного участия в травосмеси во второй год пользования было ожидаемым.

Уровень накопления сырого протеина кормовой травосмесью зависел от типа почвы, а не от количества бобового компонента в травосмеси. За два года пользования травосмеси на торфяно-минеральной

почве получено 14,5 ц/га сырого протеина, что более чем в два раза превышает таковой показатель на дерново-подзолистой почве.

Следовательно, для получения высокопродуктивного корма фестулолиумно-клеверной травосмеси необходимо учитывать влияние типа почвы на урожайность и качество растений.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Васцько, П.П. Фестулоліум – пастбищная і сенокосная трава / П.П. Васцько // Беларуськое сельскае гаспадарства. – 2016. – № 3 (167). – С. 66–69.
2. Евсеева, Г.В. Фестулолиум – (*Festulolium*) новая кормовая культура в Карелии / Г.В. Евсеева, С.Н. Смирнов, А.И. Камова, С.Е. Котов // Кормопроизводство. – 2015. – № 6. – С. 18–21.
3. Шеплюто, Б.В. Луговое кормопроизводство: современное состояние и проблемы / Б.В. Шеплюто, А.С. Мееровский, В.И. Петренко // Мелиорация. – 2016. – № 4 (78). – С. 49–53.
4. Пастбища Беларуси: создание, эксплуатация / Н.А. Попов [и др.]. – Мн.: БелНИИМил, 2003. – 84 с.
5. Создание и рациональное использование пастбищ / А.С. Мееровский [и др.] // Адаптивные системы земледелия / А.С. Мееровский [и др.]. – Мн.: БелНИИАЗ, 2001. – С. 207–214.
6. Методика конструирования луговых агрофитоценозов в системе зеленого и сырьевого конвейера для крупного рогатого скота на легких минеральных, торфяных и торфяно-минеральных почвах Полесской зоны / А.В. Сорока [и др.]. – Брест: Альтернатива, 2013. – 48 с.
7. Методика опытов на сенокосах и пастбищах ВНИИ / Игловицкий В.Г. [и др.]. – М.: ВИК, 1971. – 233 с.
8. Навоселов, Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Навоселов, Г.Д. Харьков, Н.С. Шаховцов. – М.: ВИК, 1983. – 198 с.

## EVALUATION OF FESTULOLIUM AND CLOVER GRASS MIXTURE PRODUCTIVITY DEPENDING ON SOIL CONDITIONS OF THE BELARUSIAN POLESYE

SAROKA A.V., BRYL E.A., KASTSIUCHENKA N.N., HAPANIUK A.N.

The evaluation of dry matter and crude protein accumulation on perennial grass mixtures based on festulolium and clover meadow has been carried out. It is established that the type of soil has a significant effect on the productivity of the mixture, which should be considered when laying crops of highly productive grass stands.

УДК 630.181.351

## ЛЕСОТАКСАЦИОННАЯ ОЦЕНКА ДУБРАВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ

К.М. Сторожишина

ГПХУ «Жорновская ЭЛБ Института леса НАН Беларуси», г. Осиповичи, Беларусь

В статье приводятся материалы оценки лесотаксационных показателей насаждений дуба черешчатого, произрастающих в природной среде центральной части Белорусского Полесья (на примере Петриковского лесхоза). Приводится анализ динамики долевого участия дуба в насаждениях в зависимости от их возраста и полноты. Установлено, что с увеличением полноты насаждений долевое участие дуба в их составе уменьшается ( $R^2 = 0,915$ ).

### Введение

Основными факторами, влияющими на распространение древостоев с преобладанием той или иной древесной породы, являются: почвенно-климатические условия, рельеф и антропогенный фактор.

Около 8 % лесной площади Петриковского лесхоза занимают насаждения твердолиственных пород – дуба, граба, клена, ясеня, акации белой. Основная часть насаждений этой категории (95 % или 8 154,8 га) представлена дубравами – лесами с преобладанием дуба в составе древостоя.

Дубравы, как правило, занимают лесные площади с богатыми условиями местопроизрастания. Их формирование происходит наряду с процессами вытеснения дуба другими породами, оборот рубки которых меньше. Поэтому зачастую к возрасту спелости показатели продуктивности насаждений не отвечают их условиям произрастания, т.е. не высокие.

### Материалы и методика исследований

Объектами исследования являлись дубравы центральной части Белорусского Полесья (ГПХУ «Петриковский лесхоз»). Лесотаксационной оценке подверглись более 2,5 тыс. выделов.

Анализ с определением состава, возраста и полноты суходольных насаждения дуба проведен на площади около 7 тыс. га. Систематизация материала заключалась в построении связей между коэффициентом участия дуба, возрастом и полнотой. Отбирались пробные площади с коэффициентом участия дуба от 1 до 10 единиц состава, полнотой от 0,3 до 1,0, 20–120-летнего возраста.

### Результаты исследований и их обсуждение

В природной среде Полесья характерно произрастание пойменных и суходольных дубрав.

На территории Петриковского лесхоза насаждения дуба по суходолу занимают 85 % площади дубовой хозсекции. В пойме р. Припять произрастают злаково-пойменными, ольхово-пойменными и прирусково-пойменными дубравы (рисунок 1).

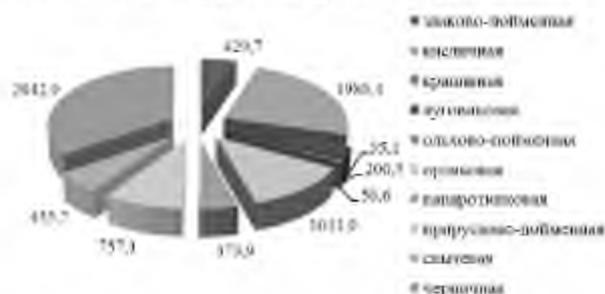


Рисунок 1. – Распределение дубрав по типам леса

Пойменным дубравам характерен средний возраст 63,5 года, преобладают насаждения дуба приспевающего возраста (40,5 %). По средней полноте насаждений дуба в пойме (0,45) можно сказать, что им характерна низкополнотность: преобладают редины и низкополнотные дубравы (80,5 %), высокополнотные занимают не более 1 %. Рассчитанный средний бонитет – 3,15 – свидетельствует о том, что насаждениям в пойме в большей степени характерен 3 (76,4 %) и 4 (19,5 %) классы бонитета (таблица 1).

Следует отметить, что пойменные дубравы – это насаждения, главным образом, 1 группы лесов. В отличие от пойменных дубрав суходольные дубравы имеют более высокие средние показатели продуктивности: бонитет – 2,4, полнота – 0,63, запас – 110 м<sup>3</sup>/га. Остановимся на их анализе.

Таблица 1. – Сравнительная характеристика насаждений дуба

Средние таксационные показатели	Дубравы	
	суходольные	пойменные
Возраст, лет	54	63,5
Диаметр, см	13,3	13,9
Высота, м	19,4	24,7
Бонитет	2,4	3,15
Полнота	0,63	0,45
Запас, м <sup>3</sup> /га	110	95

Выращивание дубрав характеризуется сложностью сохранения преобладающей роли дуба в насаждениях с течением возраста. Зачастую этому виной антропогенный фактор. Ведь отсутствие своевременного регулирования заданной хозяйственной ценности выращиваемого насаждения может привести к неконтролируемой смене его состава и продуктивности.

В Петриковском лесхозе преобладают суходольные дубравы с коэффициентом участия дуба 4–7 единиц (63,4 % от общего объема суходольных дубрав по лесхозу). С течением возраста (до 100 лет) доля таких насаждений уменьшается (до 4,5 %), а в возрасте спелости резко увеличивается (более 20 %) (рисунок 2).

Долевое участие насаждений с низким коэффициентом дуба также снижается к возрасту спелости (с 11,1 % до 0,6 %), в возрасте рубки древостоя доля таких насаждений достигает 6,5 %.

Детальный анализ позволил выявить, что наименьший средний возраст (53,3 года) насаждений с участием дуба характерен насаждениям с участием

дуба от 3 до 5 единиц состава. В этом возрасте насаждения с невысоким долевым участием дуба наиболее подвержены риску замены их насаждениями меньшей хозяйственной ценности. Если обратить внимание на график зависимости коэффициента участия дуба (средневзвешанное значение) в насаждениях от их полноты (рисунок 3), насаждениям с низким значением коэффициента характерна полнота выше 0,6 (по линии тренда).

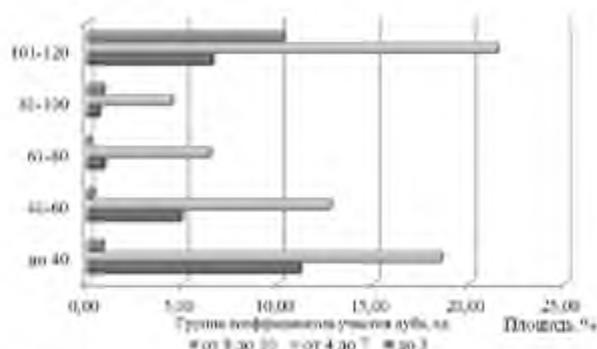


Рисунок 2. – Динамика насаждений в зависимости от возраста и долевого участия дуба

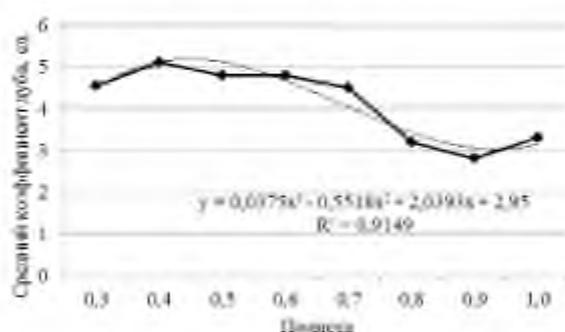


Рисунок 3. – Динамика коэффициента участия дуба (средневзвешанная величина) в зависимости от полноты насаждения

Так как дубравы произрастают в богатых условиях местопроизрастания, их формирование граничит с процессами вытеснения дуба другими породами, оборот рубки которых меньше. Поэтому зачастую высокополнотные дубравы в составе имеют ассортимент древесных пород, которые угнетают и в последующем вытесняют древостой дуба.

#### Заключение

Лесотаксационная оценка дубовых насаждений Петриковского лесхоза, относящихся к природно-климатическим условиям центральной части Белорусского Полесья, показала, что в большей степени это суходольные дубравы, чем пойменные. Пойменным дубравам характерна низкополнотность (средняя полнота 0,44), средний бонитет насаждений – 3,15, средний запас – 95 м<sup>3</sup>/га. В отличие от пойменных дубрав суходольные имеют более высокие средние показатели продуктивности: бонитет – 2,4, полнота – 0,63, запас – 110 м<sup>3</sup>/га.

Насаждения с долевым участием дуба 30–50 % в составе характеризуются полнотой 0,6 и выше. В таких насаждениях с целью возможного увеличения запаса дуба можно планировать комплекс реконструктивных мероприятий с рубкой малоценных пород и посадкой лесных культур под полог.

Насаждениям с долевым участием дуба 6 единиц в составе и более характерна средняя полнота 0,6. Для выращивания высокополнотных насаждений можно планировать своевременную посадку лесных культур под пологом.

## FOREST TAXATION ASSESSMENT OF OAK GROVES IN THE CENTRAL PART OF BELARUSIAN POLESIE

STOROZHISHINA CH.M.

Results of the assessment of forest taxation indicators of English oak plantations, growing in the central part of Belarusian Polesie, are presented in the article (on the example of Petrikov Forestry). The analysis of dynamics of individual share of the oak in plantations depending on their age and completeness is provided. It has been found out that with the increase in completeness of plantations the individual share of the oak in their structure decreases ( $R^2 = 0,915$ ).

УДК 631.521: 633.2: 631.8

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ЛУГОВОГО КОРМОПРОИЗВОДСТВА И ПРИРОДООХРАННАЯ РОЛЬ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ НА ОСУШАЕМЫХ ТОРФЯНИКАХ ЛЕСОСТЕПИ УКРАИНЫ

Н.И. Штакал, В.Н. Штакал, С.Ф. Иващенко

Институт земледелия НААН Украины, п.гт. Чабаны, Украина

Осушаемые торфяники Лесостепи Украины являются высокоплодородными почвами с продуктивностью травостоев на уровне 6,6-10,3 т/га кормовых единиц и 0,90-1,36 т/га переваримого протеина, что обеспечивает бесперебойное поступление зеленой массы трав с 20 мая по 10 октября и заготовку грубых кормов на зиму из расчета 2,5 гол. КРС на 1 га. При двухстороннем регулировании водного режима в поймах рек антропогенная нагрузка минимальная.

### Введение

С распадом Советского Союза в Украине фонд мелиоративных земель начал использоваться малоэффективно. Это вызвано тем, что осушаемые торфяники использовались преимущественно под кормовые культуры, а поголовье КРС сильно сократилось, т.е. резко снизилась потребность в кормах. В этой связи возникли дискуссии относительно дальнейшей эксплуатации этих угодий. Сторонники возможности вторичного заболачивания ссылаются на резко отрицательное влияние сельскохозяйственного использования земель на состояние окружающей среды, включая ухудшение водного баланса пойм рек и прилегающих к ним территорий [1, с. 610]. Сторонники дальнейшего использования осушаемого торфяного фонда страны обращают внимание на исключительно высокое плодородие этих почв, особенно в Лесостепи. Поэтому в условиях умеренной антропогенной нагрузки они должны высокоэффективно использоваться для улучшения кормовой базы животноводства, что важно в контексте укрепления продовольственной безопасности страны [2, с. 250; 3, с. 62-84].

Цель наших исследований – определить пути охраны окружающей среды в условиях интенсификации лугового кормового производства за счет введения новых высокопродуктивных видов и сортов злаковых трав.

### Методика и объекты исследования

Исследования проведены в 2014–2017 гг. на осушаемых торфяных почвах в пойме р. Супис Панфильской опытной станции ННЦ «Институт земледелия НААН» (с. Панфили, Яготинского района Киевской области) в Лесостепи. Глубина торфяного слоя – более 2 м. Верхний (0–30 см) слой почвы имеет следующие агрофизические и агрохимические показатели: степень разложения торфа более 80 %; зольность – 45–50 %; плотность сложения – 0,35–0,4 г/см<sup>3</sup>; рН<sub>водн</sub> – 7,5–7,7; содержание валовых форм азота – 1,6–2,0 %, подвижного фосфора – 0,3–0,4 %, подвижного калия – 0,1–0,15 %.

Погодные условия в годы проведения исследований характеризовались повышенной температурой воздуха, неравномерным распределением осадков и засушливыми периодами второй половины вегетации.

Схема опыта приведена в таблице 1. Общая площадь участка – 40 м<sup>2</sup>, учетная – 26 м<sup>2</sup>. Повторность опыта четырехкратная.

Залужение проводили во второй половине августа 2013 года беспокровным способом. Предше-

ственный – черный пар. Азотные, фосфорные и калийные удобрения вносили ежегодно весной. Использование травостоев трехукосное.

В течение вегетационного периода наблюдали за уровнем грунтовых вод через каждые 5 дней. Влажность в 0–50-см слое почвы определяли термостатно-весовым методом трижды за вегетацию по ДСТУ ISO 11465-2001. Содержание нитратов в слое почвы 0–30 см – по ДСТУ 4725-2007, аммонийного азота – по ДСТУ ISO/TS 14256-1:2003, подвижного фосфора и калия – по Мачигину по ДСТУ 4114-2002.

Содержание сухого вещества в зеленой массе определяли термостатно-весовым методом с высушиванием образцов при 105 °С. Полный зоотехнический анализ и переваримость корма *in vitro* и содержание в нем минеральных элементов определяли по ДСТУ 4117-2007 методом инфракрасной спектроскопии с компьютерным обеспечением.

Математическую обработку полученных результатов полевых опытов проводили методом дисперсионного анализа и вариационной статистики по Б.А. Доспехову на персональном компьютере с использованием современных пакетов прикладных программ Microsoft Excel и Mathcad.

### Результаты и их обсуждение

Уровни грунтовых вод на опытном участке за 2014–2017 гг. в среднем за вегетацию находились в пределах 90–111 см от поверхности с колебаниями по месяцам от 50 до 158 см. Влажность активного 0–50 см слоя почвы находилась в пределах 57–82 % от полной влагоемкости (ПВ), что близко к оптимальным величинам, а во второй половине вегетации наблюдалось снижение влажности верхних слоев почвы ниже критической величины (45–50 % ПВ).

По ботаническому составу виды и сорта злаковых трав, включенные в схему опыта, занимали доминантное положение на протяжении всех годов исследований за исключением райграсса многолетнего и овсяницы луговой, которые занимали господствующее положение только в первые два-три года пользования травостоем.

Исследования показали, что на осушаемых торфяных почвах Лесостепи продуктивность злаковых травостоев при внесении N<sub>30</sub>P<sub>45</sub>K<sub>120</sub> составляла 8,7–12,9 т/га сухой массы, 6,6–10,3 т/га кормовых единиц, 84,1–129,5 ГДж/га, 0,90–1,36 т/га переваримого протеина (таблица 1).

Таблица 1. – Продуктивность видов, сортов, траво- и сортосмесей многолетних трав на фоне удобрения  $N_{90}P_{45}K_{120}$  среднее за 2014–2017 гг., т/га

Виды и сорта трав, их смеси и нормы высева семян, кг/га	Сухая масса	Обменная энергия*	Кормовые единицы	Переваримый протеин
Раннеспелые травостои				
Лисохвост луговой Сарненский ранний – 22	9,8	98,1	7,9	1,03
Ежа сборная Киевская ранняя 1– 25	10,8	107,6	8,6	1,25
Лисохвост луговой – 11 + Ежа сборная – 12,5	11,0	110,4	9,0	1,22
Ежа сборная Киевская ранняя 1 – 17,5 + кострец безостый Арсен – 4,2 + овсяница луговая Катрина – 3,8	11,4	117,3	9,8	1,34
Среднеспелые травостои				
Кострец безостый Арсен – 28	12,0	117,0	9,2	1,33
Кострец безостый Топаз – 28	11,3	110,7	8,8	1,25
Кострец безостый Гелиус – 28	11,3	109,6	8,6	1,21
Ежа сборная Муравка – 25	11,5	113,4	9,1	1,27
Овсяница восточная Людмила – 25	12,2	120,9	9,8	1,36
Овсяница восточная Закат – 25	11,9	117,1	9,3	1,30
Двукосточник тростниковый Сарненский 40 – 12	13,2	129,5	10,3	1,45
Овсяница луговая Катрина – 17,5 + овсяница красная Аленка – 8	9,5	93,9	7,5	1,06
Райграсс многолетний Орион – 7,5 + Святошинский – 7,5 + Адриана 80 – 7,5 + овсяница красная Аленка – 2	8,7	84,1	6,6	0,90
Кострец безостый Арсен – 9,3 + овсяница восточная Закат – 8,3 + Ежа сборная Муравка – 8,5	12,0	118,1	9,4	1,28
Кострец безостый Арсен – 9,3 + овсяница восточная Закат – 8,5 + двукосточник тростниковый Сарненский 40 – 4	12,9	125,1	9,8	1,36
Позднеспелые травостои				
Тимофеевка луговая Вышгородская – 15	11,1	111,0	9,0	1,23
Тимофеевка луговая Сарненская 35 – 15	10,3	102,6	8,2	1,11
Ежа сборная Украинка – 25	11,8	117,5	9,2	1,34
Полевица гигантская Сарненская поздняя – 11	9,4	93,6	7,5	1,05
Тимофеевка луговая Вышгородская – 5 + Ежа сборная Украинка – 8, полевица гигантская Сарненская поздняя – 3,8	11,2	108,7	8,5	1,25
НСР <sub>05</sub>				
травостой	0,56		–	
удобрения	0,18		–	

Примечание. \*Обменная энергия, ГДж/га

Среди раннеспелых травостоев самые продуктивные были смеси ежи оборной Киевская ранняя 1 с лисохвостом луговым Сарненский ранний или с кострецом безостым и овсяницей луговой, которые обеспечивали на фоне  $N_{90}P_{45}K_{120}$  – соответственно 11,0–11,4 т/га или 110–117 ГДж/га.

Из среднеспелых травостоев максимальную продуктивность обеспечили двукосточник тростниковый сорта Сарненский 40 и его смесь с овсяницей восточной и кострецом безостым. Высокой продуктивностью отличались также овсяница восточная сорта Людмила и кострец безостый Арсен, которые обеспечивали выход с 1 га сухой массы на фоне  $N_{90}P_{45}K_{120}$  – 12,0–13,2 т, а обменной энергии соответственно – 106,2–108,6 и 118,1–129,5 ГДж.

Лучшими среди позднеспелых оказались травостои, сформированные на основе смеси ежи оборной Украинка с тимофеевкой луговой Вышгородская и полевицей гигантской Сарненская поздняя. Продуктивность этой смеси составляла на фоне  $N_{90}P_{45}K_{120}$

соответственно – 11,1–11,8 т/га, 9,3–10,3 т/га або 111–117,5 ГДж/га.

Эффективность внесения азота проявляется во второй год пользования злаковых травостоев с окулаемостью 1 кг внесенного азота получением 18–24 кг сухой массы трав. В то же время в первый год, вследствие сильной минерализации торфа, подвижных соединений азота в почве достаточно для получения высокой продуктивности многолетних травостоев.

На основании полученных данных разработан бесперебойный укосный конвейер в период с 20 мая по 10 октября на площади 100 га для 250 голов КРС с одновременной заготовкой на зиму сена 420 т или сенажа 914 т.

Таким образом, приведенные данные свидетельствуют об очень высокой продуктивности осушаемых торфяников при выращивании на них высокоурожайных сортов многолетних трав.

Однако, в связи с необходимостью охраны окружающей среды, в том числе, пойм рек с торфя-

ными почвами, нами были проведены исследования по изменению содержания подвижных форм азота в почве при возделывании луговых травостоев. Так, питательный режим пахотного 0–30-см слоя почвы характеризовался повышенным содержанием нитратного азота. В процессе эксплуатации травостоя его содержание уменьшалось от 70–140 мг/кг в 1-й год пользования до 6–70 мг/кг – на 3–4-й год. Аммонийный азот не играл существенной роли в питании растений. То есть, использование торфяных почв под выращивание луговых трав уменьшает минерализацию органической массы, что оказывает благоприятное воздействие на охрану окружающей среды. Для подтверждения данного положения нами были проведены соответствующие балансовые расчеты минерального питания трав из которых следует, что баланс азота и  $K_2O$  в системе «растение-удобрения» был отрицательным с показателем дефицита азота 150–215 кг/га и калия 63–130 кг/га. Из этого следует, что многолетние травы значительную часть питательных веществ (азота и калия) потребляют из почвы. Таким образом, при формировании урожая травы поглощают и связывают подвижные формы азота и калия, что имеет огромное природоохранное значение поскольку предотвращается их вымывание грунтовыми водами и реками, в том числе и р. Днепр, из которой потребляет воду большая часть населения страны.

Нужно также подчеркнуть, что вследствие вывода из строя гидросооружений, осушительно-увлажнительные сети не выполняют функции двустороннего регулирования водного режима. Вследствие этого во второй половине вегетации в Лесостепи в засуш-

ливе периоды наблюдается резкое снижение уровней грунтовых вод и усиление интенсивности разложения органического вещества торфа. Поэтому для эффективного использования осушаемых торфяников нужно их не заболачивать, а привести в рабочее состояние гидросооружения и согласно существующих рекомендаций регулировать водный режим.

#### Выводы

Осушаемые торфяники Лесостепи Украины являются высокоплодородными почвами, которые обеспечивают при внесении  $N_{90}P_{60}K_{120}$  продуктивность травостоев на уровне 6,6–10,3 т/га, получение кормовых единиц 84,1–129,5 ГДж/га, 0,90–1,36 т/га переваримого протеина, а также бесперебойное поступление зеленой массы трав с 20 мая по 10 октября для скармливания поголовью КРС из расчета 2,5 головы на 1 га с одновременной заготовкой грубых кормов на зиму.

При двустороннем регулировании водного режима в поймах рек антропогенная нагрузка минимальная, что дает возможность продолжительного применения этих угодий для возделывания многолетних злаковых трав с обеспечением охраны окружающей среды.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Яцык, А.В. Экологические основы рационального водопользования / А.В. Яцык. – К.: Генеза, 1997. – 610 с.
2. Скоропанов, С.Г. Освоение и использование торфяно-болотных почв / С.Г. Скоропанов. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – 250 с.
3. Штакал, М.І. Створення культурних сінокісно-пасовищних травостовів / М.І. Штакал // Корми з осушеного гектара. – Київ: Аграрна наука, 1998. – С. 62–84.

## INTENSIFICATION OF MEADOW FODDER PRODUCTION AND ENVIRONMENTAL ROLE OF PERENNIAL GRASSES IN DRAINED PEATLANDS OF FOREST-STEPPE OF UKRAINE

SHTAKAL M.I., SHTAKAL V.M., IVASCHENKO S.F.

Drained peatlands of forest-steppe of Ukraine are very highly fertile soils with productivity of grass canopies at the level 6,6-10,3 fodder units and 0,90-1,36 t/ha of digestible protein, which provides the uninterrupted inflowing of green grass mass from 20 May to 10 October and harvesting of roughage for the winter if load is 2.5 head of cattle per hectare. When bilateral regulation of the water regime of the soils of the floodplain of rivers the anthropogenic load is minimal, that protects the environmental.

УДК 911.3+331.137

## ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ АГРАРНОГО ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ: РЕЗУЛЬТАТЫ, ВЫВОДЫ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

В.М. Яцухно, С.С. Бачила, Е.Е. Давыдик

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В статье на основе обобщения и использования земельно-кадастровых данных, результатов кадастровой оценки сельскохозяйственных земель республики, а также картографического анализа территориального размещения (местоположений) земельных участков относительно хозяйственных центров сельхозпредприятий определены факторы, влияющие на их пространственную рассредоточенность. Выполнена оценка транспортных затрат при производстве растениеводческой продукции на пахотных и улучшенных луговых землях 35 административных районов Белорусского Полесья, характеризующихся разной удаленностью земельных участков от хозяйственных центров. Предложены организационно-территориальные мероприятия по оптимизации аграрного землепользования с целью улучшения транспортной доступности и функционального использования земельных участков.

### Введение

Отличительной чертой современного аграрного землепользования от других видов природопользования является его выраженное пространственное проявление, заключающееся в заметном территориальном рассредоточении используемых земельных участков. Эта особенность аграрного землепользования как пространственного базиса и средства сельскохозяйственного производства предполагает многочисленность его местоположений относительно транспортных путей, поселений, центров переработки и сбыта сельскохозяйственной продукции, а также промышленных, транспортно-логистических центров, природоохранных, приграничных территорий и др.

В последнее десятилетие в аграрной отрасли Беларуси, в том числе Белорусского Полесья, получил широкое развитие процесс укрупнения сельскохозяйственных организаций путем присоединения нестабильно работающих субъектов сельскохозяйственной деятельности к более эффективно функционирующим, а также их объединение. Как правило, подобная мера объясняется необходимостью финансово-экономического оздоровления АПК, привлечения инвестиций, что позволяет улучшить такие показатели как прибыль, доходы, объемы реализации, рентабельность, а также достичь самоокупаемости и самофинансирования [1]. При этом практически не учитываются возникающие территориально-организационные последствия, связанные с увеличением площадей сельскохозяйственных земель и, соответственно, чрезмерной удаленностью их от центральных усадеб и производственных центров хозяйства, что заметно ухудшает транспортную доступность к обрабатываемым земельным участкам. Это обстоятельство в сочетании с протекающим процессом депопуляции сельского населения и сокращением числа сельских населенных пунктов ведет к маргинализации и формированию депрессивных аграрных регионов [2]. Указанная проблема нуждается в научно обоснованном разрешении, которое, как отмечает известный ученый в области аграрной экономики академик Гусаков В.Г., вызвано тем, что «... происходящие в последние годы в сельском хозяйстве Беларуси процессы концентрации предприятий и производства имеют проблемы с управляемостью. Поэтому при достижении целей концентрации важно соблюсти принцип оптимиза-

ции, соответствующий максимальной эффективности производства (окупаемости ресурсов, прибыльности, рентабельности и др.)» [3, стр. 9].

По нашему мнению, при определении оптимального размера аграрного землепользования сельскохозяйственной организации или административного района, наряду с такими показателями их аграрного потенциала, как площадь и качество земель/почв, обеспеченность трудовыми, материальными и энергетическими ресурсами, необходимо обязательно учитывать удаленность земельных участков от производственных центров и качественное состояние соединяющих их дорог [4]. Их территориальная рассредоточенность является ощутимым рентообразующим фактором, который следует использовать при оценке и территориальной организации земельного фонда, в том числе при обосновании трансформации сельскохозяйственных земель в несельскохозяйственные и предотвращении ухудшения свойств почв удаленных (периферийных) участков пахотных и улучшенных луговых земель. Успешное решение этих задач должно базироваться на объективных сведениях о компактности и количественных показателях удаленности сельскохозяйственных земель, а также структуре производственных затрат при возделывании на них сельскохозяйственных культур.

### Материалы, объекты и методика исследований

В качестве исходных материалов исследований использовались результаты второго тура качественной оценки сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйства, завершенной Госкомимуществом в 2016 г. [5].

Объектами изучения и обобщения полученных данных являлись сельскохозяйственные земли, в том числе интенсивно используемые пахотные и улучшенные луговые их виды 35 административных районов, расположенных в пределах физико-географической провинции Белорусского Полесья. К их числу относятся 12 административных районов Брестской области (за исключением Барановичского, Ляховичского, Каменецкого и Пружанского), 19 административных районов Гомельской области (кроме Рогачевского и Кормянского районов), также относятся 3 административных района Минской области (Солигорский, Любанский и Стародорожский) и 1 административный

район Могилевской области – Глусский. С целью выявления общих тенденций и определения основных факторов, определяющих изменение площадей сельскохозяйственных земель, выполнены исследования их динамики за 15-летний период (2001–2015 гг.), а также проведен картографический анализ пространственной трансформации аграрного землепользования ключевых участков под влиянием проведения осушительной мелиорации земель. На основе использования земельно-кадастровой информации определены количественные изменения числа и средней площади сельскохозяйственных организаций региона за вышеуказанный период.

Методика исследования базируется на использовании обобщенной по административным районам информации автоматизированной базы данных, используемой для поучастковой кадастровой оценки земель, и обобщенных показателей оценки плодородия, технологических свойств и местоположения земельных участков. Критерием оценки благоприятности пространственного операционного базиса сельскохозяйственных организаций является минимизация затрат на технологическую транспортировку грузов и холостые переезды сельскохозяйственных агрегатов. В упомянутой выше автоматизированной базе данных содержатся сведения о фактических и эквивалентных расстояниях, учитывающих качественное состояние дорог. Эквивалентное расстояние рассчитывалось по коэффициентам, отражающим примерное соотношение затрат на перевозку грузов и холостые переезды техники в связи с различной скоростью передвижения транспортных средств и сельскохозяйственных агрегатов по дорогам с различными типами покрытий: с усовершенствованным покрытием (цементно- и асфальтобетонные, черные гравийные и черные щебеночные) – 1,0; с покрытием переходного типа (мостовые, гравийные, щебеночные) – 1,2; грунтовые улучшенные – 1,5; грунтовые естественные – 1,8; по неукатанному грунту от центра участка до дороги – 2,5 [4].

#### Результаты и их обсуждение

К настоящему времени общая площадь сельскохозяйственных земель Белорусского Полесья составляет 2 468,5 тыс. га, из них пахотных и улучшенных луговых земель 2 238,4 тыс. га. За исследуемый период (2001–2015 гг.) общее сокращение таких земель составило соответственно 145,8 тыс. га (5,6 %), 167,3 тыс. га (6,9 %). Максимальное сокращение сельскохозяйственных земель отмечено в Петриковском, Гомельском и Пинском районах, площадь которых составила соответственно 11,7 тыс. га, 14,3 и 11,0 тыс. га. Минимальные величины этих показателей составили 630,0 га в Стародорожском и 934,0 га в Солигорском районах. Что касается уменьшения площадей пахотных и улучшенных луговых земель, то их максимальная убыль произошла в Гомельском районе – 14,4 тыс. га, а минимальная в Житковичском районе – 613,0 га. Что касается осушенных сельскохозяйственных земель, то их количество за этот период сократилось на 67,8 тыс. га (5,0 %) и в настоящее время составляет 1 193,6 тыс. га. Максимальное сокращение таких земель произошло в Ивацевичском районе – 5,7 тыс.

га, Солигорском районе – 4,8 тыс. га, минимальное в Брестском районе – 328,0 га.

Уменьшение площади сельскохозяйственных земель произошло, главным образом, путем передачи неиспользуемых или низкокачественных земель организациям, ведущим лесное хозяйство, под облесение, а также отвод их под строительные и инфраструктурные объекты. В связи с усиливающимся процессом естественного зарастания удаленных, часто переувлажненных сельскохозяйственных земель древесно-кустарниковой растительностью получил распространение перевод таких земель под болота, а иногда под водные объекты.

На фоне общего уменьшения площадей сельскохозяйственных земель региона происходило заметное сокращение количества сельскохозяйственных организаций региона, что в целом не могло не отразиться на пространственных показателях территориального удаления земельных участков от хозяйственных центров. Так, за период с 2001 по 2015 гг. число сельскохозяйственных организаций сократилось с 665 до 397. Если в 2000 г. средняя их площадь составляла 3,77 тыс. га, то в 2015 г. она превышала 6,0 тыс. га, т.е. увеличилась в 1,6 раза. Наиболее заметное укрупнение аграрного землепользования за счет присоединения, объединения произошло в сельскохозяйственных организациях Гомельского, Буда-Кошелевского, Ельского, Пельничского, Мозырского и Глуского районов, где средняя площадь сельскохозяйственных организаций возросла от 2,3 до 2,7 раза. Указанный показатель практически не изменился лишь в 2 административных районах (Наровлянский и Ивановский). В результате укрупнения сельскохозяйственных организаций различие по средней площади их сельскохозяйственных земель между административными районами достигло 3-кратного размера (Буда-Кошелевский район – 9,8 тыс. га, Наровлянский – 3,3 тыс. га). За рассматриваемый период возросло количество крестьянских (фермерских) хозяйств от 523 в 2001 г. до 788 в 2015 г. Это существенно не отразилось на структуре аграрного землепользования региона.

Укрупнение площадей сельскохозяйственных организаций региона привело к заметному росту величины эквивалентного расстояния земельных участков от их хозяйственных центров практически во всех административных районах (рисунок 1). За 15-летний период она возросла в регионе на 1,4 км и в среднем составила 7,7 км, что превышает общереспубликанский показатель на 1,5 км. При этом наблюдается существенное различие эквивалентного расстояния между районами. Повышенные его величины характерны для аграрного землепользования Наровлянского, Мозырского, Лунинецкого, Пельничского, Житковичского, Любанского и Солигорского районов (соответственно 13,4; 11,0; 10,2; 9,8; 9,5; 8,5; 8,4 км).

Одной из веских причин, определяющих этот показатель, является наличие в структуре сельскохозяйственных земель указанных районов (за исключением Мозырского района) более 50 % осушенных земель, для которых характерна их выраженная тер-



**Рисунок 1.** – Распределение административных районов Белорусского Полесья по удаленности сельскохозяйственных земель от хозяйственных центров сельскохозяйственных организаций, экв. км.  
1 – до 7,0; 2 – 7,1–8,0; 3 – более 8,0

риториальная удаленность от хозяйственных центров. Что касается остальных административных районов, то увеличение эквивалентного расстояния земельных участков в основном обусловлено сокращением числа хозяйственных центров при укрупнении сельскохозяйственных организаций и их концентрацией в агрогородках или в наиболее крупных сельских населенных пунктах.

Значительная дифференциация удаленности сельскохозяйственных участков от хозяйственных центров свидетельствует о рентообразующем характере компактности аграрного землепользования, что может подтверждаться стоимостью транспортных затрат в растениеводстве в расчете на 1 га. Ее величина является производной от расстояния и количества перевозимого груза – грузоемкости гектара, а также включает потери от холостых поездок на 1 экв. км (норматив 15,2 руб.).

Ранее нами было установлено наличие корреляционной связи удаленности земельных участков и плодородия земель на общереспубликанском уровне (коэффициент корреляции – 0,54) [6]. Это подтверждается и на региональном уровне для условий Белорусского Полесья, для которых коэффициент корреляции

плодородия земель и удаленности сельскохозяйственных земель составляет 0,62. Учитывая то обстоятельство, что грузоемкость тесно коррелирует с уровнем плодородия, можно записать следующее уравнение для определения транспортных затрат на перевозку грузов по административным районам:

$$Z_{\text{т}} = 1,032 \times \text{Бр} + 4,226 \times \text{Рр} - 1,156,$$

где  $Z_{\text{т}}$  – транспортные затраты на перевозку грузов, руб./га;

Бр – балл плодородия земель;

Рр – средняя удаленность сельскохозяйственных земель от хозяйственных центров, экв. км.

Как следует из полученных результатов регрессионного анализа, изменение плодородия земель на один балл вызывает изменение транспортных затрат на 1,03 руб./га. Анализ общих затрат в растениеводстве в расчете на 1 га показал незначительное их различие между административными районами. Так, отношение максимальной величины таких затрат (406,9 руб. – Солигорский район) к минимальной (374,2 руб. – Лельчицкий район) составляет всего 1,09. Более существенное расхождение в транспортных затратах от 510,0 руб. в Лельчицком районе до 834,5 руб. в Лунинецком районе. Соотношение со-



**Рисунок 2.** – Распределение административных районов Белорусского Полесья по стоимости транспортных затрат в растениеводстве, руб./га  
1 – до 45; 2 – 45,1–55,0; 3 – 55,1–65,0; 4 – более 65,0

ставляет 1:1,64. В сумме общих затрат в растениеводстве доля транспортных затрат колеблется от 12,8 % в Дрогичинском до 20,6 % в Лунинецком районе. Величины транспортных затрат при производстве растениеводческой продукции в разрезе административных районов Белорусского Полесья представлены на рисунке 2.

Площадной фактор аграрного землепользования, влияющий на заметное увеличение транспортных затрат в растениеводческой отрасли характерен для тех административных районов Белорусского Полесья, в структуре которых 50 % и более используются осушенные земли. Это подтверждает выполненный корреляционный анализ взаимосвязи величин транспортных затрат и площади таких земель (коэффициент корреляции составляет 0,52). В такую группу входят 16 из 35 административных районов Белорусского Полесья.

#### Выводы и предложения

В аграрном производстве земля выполняет функции пространственного операционного базиса, основным компонентом которого являются отдельно обрабатываемые земельные участки и слагающие их почвы [7]. От их местоположения относительно хозяйственных центров и производственных объектов, а также качества дорожной сети зависят транспортные расходы при возделывании, уборке сельскохозяйственных культур, эффективное применение агротехники и степень реализации потенциального плодородия земель.

Для аграрного землепользования Белорусского Полесья проблема территориального рассредоточения сельскохозяйственных земель имеет приоритетное значение в виду наличия чрезмерно удаленных земель, используемых в сельскохозяйственных целях. Она становится все более обостренной и требующей дополнительных материальных, финансовых затрат и совершенствования управленческих решений в связи с укрупнением сельскохозяйственных организаций, концентрацией производственной деятельности в наиболее крупных населенных пунктах, в основном в агрогородках, наличием значительных площадей осушенных сельскохозяйственных земель, недостаточной развитостью внутрихозяйственных дорог и трудной доступностью к периферийным земельным участкам и др.

К числу первоочередных мер, направленных на успешное решение вышеуказанной проблемы относятся:

– при модернизации сельскохозяйственных организаций (присоединение, объединение, укрупнение) учитывать ее возможные территориально-организационные последствия, связанные с чрезмерной

концентрацией объектов производственной инфраструктуры, ухудшением состояния удаленных (периферийных) земельных участков и их транспортной доступности;

– территориальную рассредоточенность аграрного землепользования и затраты на его транспортное обеспечение использовать в качестве критериев при предоставлении государственных преференций сельскому хозяйству;

– обновление схем землеустройства административных районов и внутрихозяйственного землеустройства с использованием новых результатов кадастровой оценки земель, материалов по оптимизации землепользования, предложений по совершенствованию дорожной логистики;

– осуществление реконструкции и современного ремонта внутрихозяйственных дорог, увеличение коэффициента грузоподъемности транспортных средств и расширения практики применения комбинированных почвообрабатывающих машин и орудий;

– территориально-дифференцированное размещение посевных площадей и сельскохозяйственных культур с учетом транспортных затрат на их производство.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бельский, В.И. Экономическая эффективность осуществляемого объединения организаций в агропромышленном комплексе / В.И. Бельский и др. // Изв. НАН Беларуси, Сер. аграрных наук. – 2010. – № 1. – С. 17–26.
2. Антипова, Е.А. Сельское расселение Беларуси: пространственно-временные сдвиги / Е.А. Антипова // Земля Беларуси. – 2007. – № 2. – С. 20–25.
3. Гусаков, В.Г. Производительность и конкурентность сельского хозяйства Беларуси: анализ и перспективы / В.Г. Гусаков // Изв. НАН Беларуси, Сер. аграрных наук. – 2010. – № 1. – С. 5–16.
4. Мороз, Г.М. Влияние экономико-географического положения на эффективность аграрного землепользования / Г.М. Мороз, В.М. Яцухно // Вестник БГУ, Сер. Химия, Биология, География. – 2014. – № 1. – С. 78–83.
5. Кадастровая оценка сельскохозяйственных земель сельскохозяйственных организаций и крестьянских (фермерских) хозяйств: методика, технология, практика / под ред. Г.М. Мороза, В.П. Папа. – Минск: ИВЦ Минфина, 2017. – 208 с.
6. Мороз, Г.М. О влиянии местоположения участков пахотных земель на эффективность земледелия / Г.М. Мороз, В.М. Яцухно // Земля Беларуси. – 2013. – № 2. – С. 27–32.
7. Помапов, А.С. Структурирование земельных ресурсов и регулирование землепользования в Беларуси / А.С. Помапов – Минск: РУП «БелНИЦзем», 2013. – 528 с.

## SPATIAL ANALYSIS OF AGRARIAN LAND USE OF BELARUSIAN POLESIE: RESULTS, CONCLUSIONS, PROPOSALS

YATSUKHNO V.M., BACHILA S.S., DAVYDIK E.E.

The factors influencing the spatial dispersal of land in relation to the economic centers of agricultural enterprises are determined on the basis of generalization and use of land cadastral data, the results of cadastral valuation of the country's agricultural lands, and also the cartographic analysis of their territorial location. The evaluation of transportation costs in the crop production on arable and improved meadow lands in 35 administrative districts of the Belarusian Polesye, characterized by the disparate nature of land from economic centers is completed. Organizational and territorial measures for optimization of agrarian land use with the aim to improve transport accessibility and functional use of land plots are proposed.



# ЭКАЛОГІЯ

UDC 574.4.614.76(292.486.477.63)

**FEATURES OF DECOMPOSITION PROCESS OF MICROMAMMALIA AND SMALL BIRDS CORPSES IN DIFFERENT BIOGEOCENOSES IN THE SAMARA RIVER AREA****M.V. Shulman, O.Y. Pakhomov, A.A. Reva, I.M. Loza**

Oles Honchar Dnipro National University, Dnipro, Ukraine

In the paper main results of study on decomposition process of rodent and bird corpses in different biogeocenoses within the Samara river area were presented. Representatives of necrophilous entomofauna were collected in biotopes investigated. Features of structure of necrophilous invertebrate complexes living on micromammal and small bird corpses were compared. Laboratory rats and domestic chickens were used as the study objects.

**Introduction**

Death cases of animals happen daily in the wild. In native ecosystems, average natural mortality rates of micromammalia, particularly of mouse-like rodents, are the following: in high-abundance populations (up to 600 ind/ha) – 90–95 %; in middle-abundance populations (350–400 ind/ha) – 75–85 %; in low-abundance populations (200–350 ind/ha) – 60–70 % [1].

Causes of the natural mortality of micromammalia can be because of infectious diseases and epizootic diseases, natural death, animal participation in food chains as food objects for higher-order macroconsumers [1, 3]. It should be noted that death of animal may occur both onto the soil surface and in burrows; it influences the intensity of corpse decomposition because restriction of necrophilic insect penetration to the corpse slows down decomposition process in 1,53 times compared to decomposition intensity of the corpses with free penetration of necroentomofauna species [10].

In native ecosystems, following natural causes of bird deaths (resident and migratory species) are possible: the lack of food, natural death, as a link in food chains of ecosystem, infectious diseases and epizootics, a severe winter [2].

After death, the corpses become a food resource for microorganisms, necrophagous invertebrates, or some vertebrates. In terrestrial ecosystems, among whole complex of necroorganic destructors, main part of tissues is utilized by insects, mainly of Diptera and Coleoptera orders [4, 5, 6, 9, 10, 11]. Intensification of dead animal corpses, decomposition occurs due to seamless activities of necrobiontes and necrophages [4, 7, 8, 10]. Necroentomofauna also participates in mineralization processes and in general biogeocenological nutrient cycle through decomposition of complex substances to their simpler components, making them available to other organisms [7, 8, 10].

Important aspects of ecology are surveys of necrophilous fauna, all its components, the role of separate species and groups taken together, biological features, their participation in the process of necroorganic decomposition in native conditions and in conditions of increased man-made pressure.

**Methodology and research objects**

Study of decomposition and utilization processes of dead animals was carried out in three diverse types of biogeocenoses: 1 – linden-ash oak grove; 2 – artificial oak plantations on the watershed; 3 – steppe virgin land. Corpses of laboratory rats and domestic chickens were used as the objects of the study (as analogues of wild

small-size rodents and birds). The corpses were protected from macroconsumers using specially designed cages made from galvanized steel with a mesh size of 2 cm (providing free penetration of necrophilous insects), the cages were fixed onto the surface by special rods. The corpses of rodents and birds were laid out separately on three pieces in a cage. There are number 4 cages in each site was used (two cages with rat corpses and two cages with chicken corpses); so, total number of experimental cages was 12 (18 rodent corpses and 18 bird corpses). Distance between the cages was 1 m. Distance between the groups of cages was 5 m.

Collection of necrophagous insects was carried out by application of standard zoological techniques, with specimen forceps directly from the corpses and by hand separation of topsoil under the corpses. Necroentomofauna species were fixed in formalin solution 4 %, or in alcohol with glycerin 96 % for their further taxonomic identification.

**Results and their discussion**

The study found that decomposition process and entomological successions of a corpses, were somewhat different depending on the kind of a corpse and on type of biogeocenosis where an animal carcass was placed. Results of studies on dominant necroentomofauna representatives structure in several types of biogeocenoses are presented in the Table below.

Analysis of species composition of *Diptera* dominant representatives on the corpses in different ecosystems showed that *Calliphoridae*, *Sepsidae*, *Muscidae* are observed in all types of biogeocenoses. *Sarcophagidae* family demonstrated some specificity in the habitat distribution, namely on laboratory rat corpses placed in the habitat of steppe virgin land, number of *Sarcophaga carnaria* L. individuals exceeds the number of other *Diptera* almost in 2 times; no *S. vareigata* Scop. was found on the chicken corpses in linden-ash oak grove, but the species was present on all the corpses in habitat of artificial oak plantations on watershed. *Liosarcophaga portchinskyi* R. and *L. similis* Meade were observed in biotope of linden-ash oak grove. *Robineauella caerulea* Ztt. was found only in the habitat of artificial oak planting. It should be noted that *Fannia canicularis* L., *Musca autumnalis* De G. and *Scatophaga stercoraria* L. were observed only in the habitat of steppe virgin lands, and species of *Hylemyza* genus were registered only in biotope of linden-ash oak grove.

In the surveyed sites within artificial oak planting, quantitative preferendum was presented by synanthropic species such as *Lucilia sericata* Mg., *Musca domestica*

Table 1. – Dominant repr – sentatives of necroentomofauna in different ecosystems of the steppe Dnepr region

Taxonomic unit	Biotope type					
	Biotores of artificial oak plantings		Biotores of linden-ash oak groves		Steppe virgin land	
	Chicken corpses	Rat corpses	Chicken corpses	Rat corpses	Chicken corpses	Rat corpses
<b>DIPTERA (BRACHYCERA, CYCLORRAPHA)</b>						
<i>Phoridae</i>						
<i>Megaselia spp.</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Heleomyzidae</i>						
<i>Heleomyza sp.</i>	-	-	+	++	-	-
<i>Sphaeroceridae</i>						
<i>Coproica sp.</i>	+	+	+	+	-	+
<i>Sepsidae</i>						
<i>Sepsis spp.</i>	+	+	+	+	+	++
<i>Fanniidae</i>						
<i>Fannia canicularis L.</i>	-	-	-	-	+	++
<i>Muscidae</i>						
<i>Musca domestica L.</i>	+	+	+	+	++	++
<i>M. autumnalis De Geer</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Muscina stabulans Fall.</i>	+	+	+	+	++	++
<i>Scatophagidae</i>						
<i>Scatophaga stercoraria L.</i>	-	-	-	-	+	++
<i>Calliphoridae</i>						
<i>Luolia sericata Mg.</i>	+	++	+	+	++	++
<i>L. caesar L.</i>	+	+	++	++	+	+
<i>Calliphora vicina R.-D.</i>	+	++	+	++	+	+
<i>Sarcophagidae</i>						
<i>Sarcophaga carnaria L.</i>	+	++	+	++	+	++
<i>Sarcophaga vanegate Scopoli</i>	+	+	-	-	+	+
<i>Liosarcophaga portchinskyi R.</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Liosarcophaga similis Meade</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Robineauella caerulea Ztt.</i>	+	+	-	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>						
<i>Histeridae</i>						
<i>Hister quadrimaculatus L.</i>	+	+	+	+	+	+
<i>H. quadrimaculatus Scrib.</i>	+	+	-	-	+	+
<i>Margarinotus cadaverinus Hoffmann</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Saprinus semistriatus Scriba</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Silphidae</i>						
<i>Nicrophorus antennatus Ftt.</i>	-	-	-	-	+	+
<i>N. germanicus L.</i>	-	-	+	-	-	-
<i>N. humator Gled.</i>	+	-	-	-	-	-
<i>N. fossor Er.</i>	-	-	-	-	+	+
<i>N. investigator Zett.</i>	+	+	-	-	-	-
<i>N. vespillo L.</i>	+	+	+	++	+	+
<i>N. vespilloides Hbst.</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Oiceoptoma thoracicum L.</i>	-	-	+	+	-	-
<i>Silpha carinata Hbst.</i>	-	-	+	+	-	-
<i>S. obscura L.</i>	+	+	-	-	+	+
<i>Thanatophilus sinuatus Fabr., 1775</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Geotrupidae</i>						
<i>Geotrupes spiniger Marsh.</i>	-	-	-	-	+	+
<i>G. stercorarius L.</i>	-	-	-	-	+	+
<i>G. stercorosus Scriba</i>	+	+	+	++	-	-
<i>Scarabaeidae</i>						
<i>Onthophagus coenobita Herbst</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Staphylinidae</i>						
<i>Philonthus succiola Thom.</i>	-	+	+	+	-	-
<i>Ph. decorus Grav.</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Ph. politus L.</i>	+	+	-	-	-	-
<i>Ph. spinipes Sharp.</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Aleochara curtula Goeze</i>	+	+	+	+	+	+
<i>Ontholestes tessellatus Fourcroy</i>	-	-	-	-	+	+
<i>Dermestidae</i>						
<i>Dermestes lanarius Ill.</i>	+	+	+	+	+	+
<b>HYMENOPTERA</b>						
<i>Formicidae</i>						
<i>Formica polyctena F.</i>	++	++	+	+	-	-
<i>Lasius niger L.</i>	-	-	-	-	+	+

*L.*, and *Muscina stabulans* Fall. In linden-ash oak grove, *Calliphora vicina* R.-D. and *Sarcophaga carnaria* L. species.

Survey of *Coleoptera* species composition revealed that necrobiont beetle communities were found both in rodent and bird corpses in different types of biogeocenoses. Number of grave-digger beetles (*Necrophorus*) on both kinds of corpses revealed virtually the same (an average of 4.8 ind/corpse in rats and 4.2 ind/corpse in chickens). It should be noted that *Necrophorus germanicus* L. (linden-ash oak grove) and *Necrophorus humator* Gled. (oak artificial plantations) were found only on chicken corpses.

Difference in the structure of *Coleoptera* necrofauna was most noticeable in the communities of necrophagous beetles, particularly of *Silphidae* family. For example, under conditions of mesohygrophyte habitats (linden-ash oak grove), burying beetle *Oiceoptoma thoracica* L. was dominated on all corpses, and *Silpha carinata* Herbst acts as subdominant species; *Silpha obscura* L. (*Silphinae* subfamily) was dominant species in less moist watershed habitats of oak (*Quercus robur* L.) artificial plantings; in these ecosystem, *N. humator* и *Necrophorus investigator* Zett. (*Necrophorinae*) are observed. Additionally, *N. germanicus*, *Necrophorus vespilloides* Herbst and *Necrophorus vespillo* L. also are seen in floodplain habitats of linden-ash oak grove.

It is to be noted that zoophagous road beetles (*Staphilinidae*) form dominant group on all kind of corpses: *Aleochara curtula* Goeze, *Philonthus politus* L., *Ph. succiala* Thom. Also, chafer beetles (*Histeridae*) were presented with following species: *Hister quadrimaculatus* L., *Hister quadrinotatus* Scriba, *Margarinotus cadaverinus* Hoff.

Representatives of *Formicidae* (*Formica polyctena* F.) are also active participants of zoogenic litter decomposition; they were observed in all stages of decomposition and utilization of both rodent and bird corpses in the experimental habitats of linden-ash oak grove and watershed oak artificial stands. Representatives of genus *Lasius* (*Formicidae*) – *Lasius niger* L. presented in biotopes of steppe virgin lands, were gathered on corpses in a much smaller abundance (1.5–2 times) compared with ants of the genus *Formica* from the other experimental sites.

#### Conclusions

Thus, process of necroorganic decomposition and utilization is inherent to all types of biogeocenoses;

however, complex of necrophilous insects as the main component of such complicated multi-stage mechanism differs in its qualitative and quantitative composition. Study of decomposition processes of animal corpses allow to determine ecological and biological characteristics of necroentomofauna representatives, to select the indicator insects in various biogeocenoses, to assess and compare ecosystem biodiversity.

#### REFERENCES

1. Bulakhov, V.L. Biological Diversity of Ukraine The Dnipropetrovsk region. Mammals (Mammalia) / V.L. Bulakhov, A.E. Pakhomov. – Dnepropetrovsk: Dnepropetr. Univ. Press, 2006. – 356 p.
2. Bulakhov, V.L. Biological Diversity of Ukraine The Dnipropetrovsk region Birds (Aves: Non-Passeriformes) / V.L. Bulakhov, A.A. Gubkin, A.L. Ponomarenko, A.E. Pakhomov. – Dnepropetrovsk: Dnepropetr. Univ. Press, 2008. – 624 p.
3. Kucheruk, V.V. Selected works / V.V. Kucheruk. – Moscow: com. of KMK scientific editions, 2006. – 523 p.
4. Lyabzina, S.N. Necrobiotic invertebrates and their participation in utilization of organic matter in terrestrial and aquatic ecosystems of the European North: extended abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. – Petrozavodsk, 2003. – 26 p.
5. Ozerov, A.L. To the study of necrobiotic Diptera of of the Russian Far East / A.L. Ozerov // Insects in the ecosystems of Siberia and of the Russian Far East. – Moscow: Nauka, 1989. – P. 110–142.
6. Blackith, R.E. Insect infestations of small corpses / R.E. Blackith, R.M. Blackith // Journal of Natural History. – 1990. – Vol. 24. – P. 699–709.
7. Dillon, L.C. Insect succession on carrion in three biogeoclimatic zones of British Columbia / L.C. Dillon. – Burnaby, BC: Simon Fraser University, 1997. – P. 37–42.
8. Early, M. Arthropod succession patterns in exposed carrion on the island of O'ahu, Hawaiian Islands, USA / M. Early, M.L. Goff // Journal of Medical Entomology. – 1986. – Vol. 23. – P. 520–531.
9. Goff, M.L. A fly for the prosecution: how insect evidence helps solve crimes / M.L. Goff. – Cambridge: Harvard University Press, 2000. – 225 p.
10. Payne, J.A. A summer carrion study on the baby pig *Sus scrofa* L. / J.A. Payne // Ecology. – 1965. – Vol. 46. – P. 592–602.
11. Tantawi, T.I. Arthropod succession on exposed rabbit carrion in Alexandria, Egypt / T.I. Tantawi, E.M. El-Kady, B. Greenberg, H.A. El-Ghaffar // Journal of Medical Entomology. – 1996. – Vol. 33. – P. 566–580.

## ОСОБЕННОСТИ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ ТУШЕК МИКРОМАММАЛИЙ И МЕЛКИХ ПТИЦ В РАЗЛИЧНЫХ БИОГЕОЦЕНОЗАХ РЕКИ САМАРА

ШУЛЬМАН М.В., ПАХОМОВ А.Е., РЕВА А.А., ЛОЗА И.М.

В статье представлены основные результаты исследования процесса разложения тушек грызунов и птиц различных биogeоценозов в районе реки Самара. Представители некрофильной энтомофауны были собраны в исследуемых биотопах. Сравнивались особенности структуры комплексов некрофильных беспозвоночных, обитающих на останках микромамманий и мелких птиц. В качестве объектов исследования использовались лабораторные крысы и домашние цыплята.

УДК 574.42(476.7)+598.2

## ТАКСОНОМИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ОРНИТОФАУНЫ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ НА РАЗНЫХ СТАДИЯХ СУКЦЕССИЙ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

И.В. Абрамова

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь

Прослежены изменения видового состава в процессе восстановительной сукцессии на месте вырубки еловых лесов в юго-западной Беларуси. По ходу сукцессий (1–100 лет) увеличивается разнообразие видового состава на разных стадиях сукцессии (6 стадий) от 10 до 59 видов. В орнитокомплексах на разных стадиях сукцессии представлены 11 отрядов, 26 семейств и 50 родов птиц. На всех стадиях сукцессии доминируют представители отряда воробьинообразные (63,8–96,6 % общего количества видов, 90,1–99,6 % суммарного обилия).

**Введение**

По современным представлениям основную роль в сукцессиях играют биоценологические факторы – виды растений и животных, которые участвуют в сукцессионных сообществах, изменяющие условия обитания для других видов. Работы [1–7], посвященные вторичным сукцессиям орнитокомплексов свидетельствуют о параллельном с сукцессией фитоценозов увеличением разнообразия птиц. В России смены населения птиц в ходе восстановительной смены еловых лесов прослежены А.А. Иноземцевым в подзоне южной тайги Европейской части СССР [4], Н.Н. Даниловым на Среднем Урале [5], Е.С. Преображенской и Б.И. Борисовым в Костромской области [6], В.В. Грдневой и В.Н. Мельниковым в Восточном Верхневолжье [7].

Сукцессии населения птиц различных экосистем Беларуси изучены недостаточно. Данное исследование проведено в северной части Белорусского Полесья, где проходит южная граница сплошного распространения ели обыкновенной (*Picea alba* L.). Анализ таксономической структуры птиц на разных стадиях сукцессии автором данной статьи [8, 9], как и другими орнитологами, ранее не проводился. Учитывая, что сообщества сменяющихся в процессе сукцессии видов птиц в разных регионах неодинаковы, можно утверждать, что эта проблема требует дальнейшего изучения.

**Методика и объекты исследования**

Сбор материалов проводился в 1992–2016 гг. в Ивацевичском лесхозе (Ивацевичское и Бронногорское лесничества), где еловые леса занимают около 5 % лесопокрытой площади. При изучении орнитофауны в ходе сукцессии ельников на месте вырубок применяли общепринятые методы учета птиц [10–12]. Общая протяженность пройденных маршрутов составляла 140 км. Пересчет обилия птиц велся отдельно по средним дальностям обнаружения птиц – голосу, визуально. Первые три стадии сукцессии прослежены на одних и тех же площадках, более поздние – на площадках с однотипными условиями, отличающимися только разным возрастом еловых фитоценозов. Отметим, что в последние 50 лет в большинстве случаев на месте сплошных вырубок высаживают саженцы ели, в этом случае смена растительности сходна с таковой при естественном возобновлении.

Для выявления сходства населения использован коэффициент сходства Жаккара. Для оценки изменений разнообразия населения птиц рассчитаны индекс разнообразия Шеннона и выравненность (по Пиелу) [13].

**Результаты и их обсуждение**

Немногочисленные работы, посвященные изменению орнитофауны в процессе сукцессии еловых лесов, свидетельствуют о параллельном изменении видового разнообразия и плотности населения птиц. При этом смена орнитокомплексов связана с изменением растительности и, прежде всего, с ростом основного лесобразующего вида – ели, появлением или исчезновением экологических ниш определенных видов птиц. Видовой состав орнитокомплексов и численность птиц в некоторой мере зависит от того, какие растения и птицы обитают на территориях окружающих вырубку или находятся вблизи от них. В регионе еловые насаждения расположены мозаично в окружении смешанных, мелколиственных и хвойных лесов, площадь отдельных участков ельников варьирует от 200 до 500 га.

Сформированные сплошными рубками биотопы разделены на 6 стадий сукцессии: открытые биотопы (1–3 года), закустаренные (4–9 лет), молодые культуры (10–20 лет), жердняки (21–40 лет), припевающий лес (50–80 лет) и спелый еловый лес (90–100 лет).

Количество видов птиц по ходу сукцессии возрастает от 10 на стадии открытых биотопов до 59 на стадии спелого леса, исключение составляет стадия жердняков (снижение на 1/3 по сравнению с предыдущей). Максимальный уровень разнообразия населения птиц на последних двух этапах сукцессионного зарастания вырубок определяется видовым богатством. Орнитокомплекс на стадии молодых культур характеризуется высоким уровнем разнообразия и выравненности (рисунок 1).

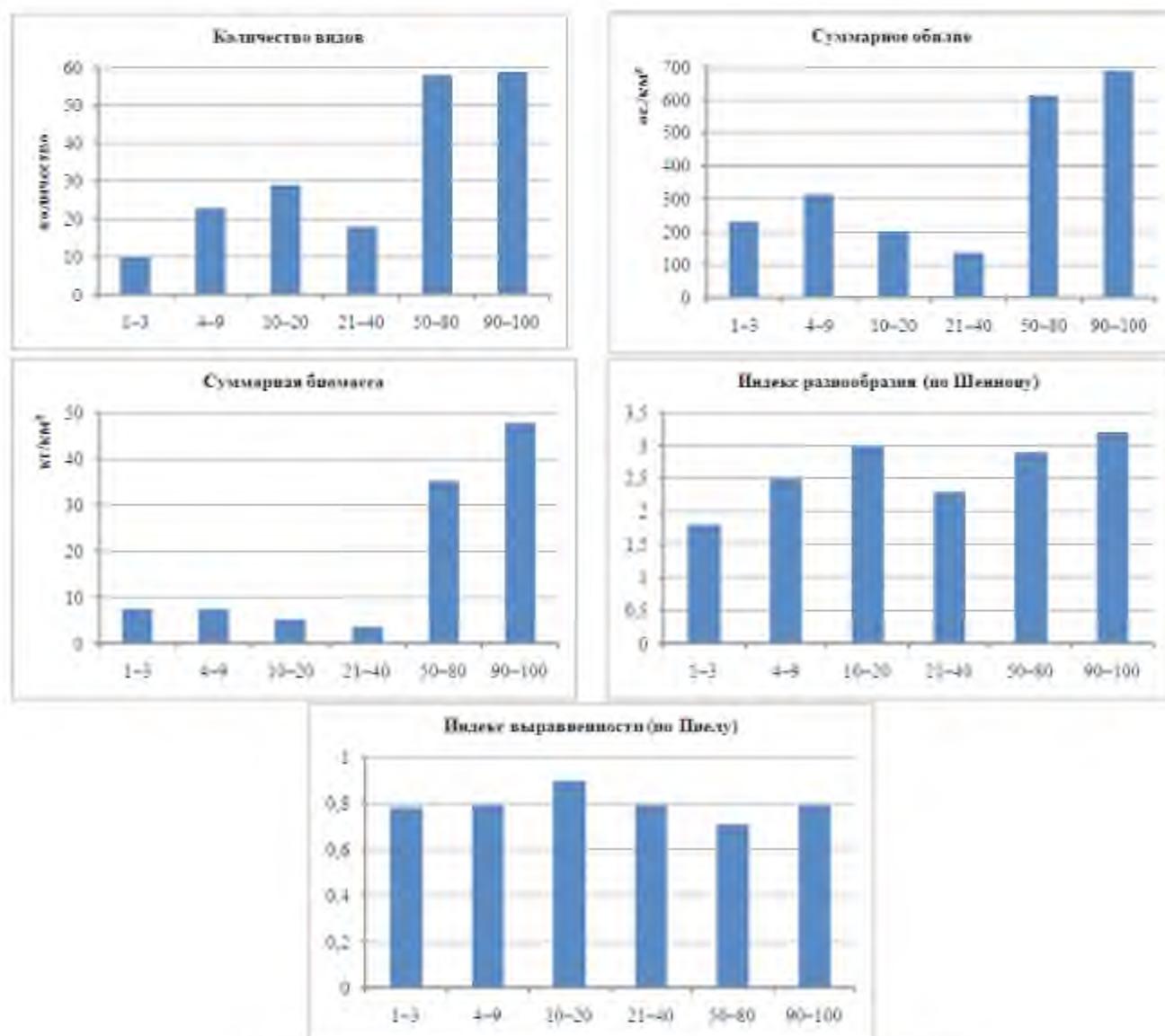
Общая плотность населения птиц в ходе сукцессии имеет минимальное значение на стадии жердняков 137,1 ос./км<sup>2</sup> (что ниже, чем на стадии открытых биотопов), затем резко возрастает, достигая максимума в спелом еловом лесу (689,5 ос./км<sup>2</sup>). Сходный характер изменений отмечен в отношении суммарной биомассы орнитокомплексов.

В ходе исследования на разных стадиях сукцессии елового леса выявлено 68 видов птиц, относящихся к 11 отрядам, что составляет 20,4 % общего количества птиц Беларуси. 27 видов птиц относятся к группе гнездящихся перелетных, 22 вида – гнездящихся зимующих, 16 видов – гнездящихся зимующих и перелетных и 3 вида – гнездящихся перелетных и редко зимующих.

В видовом разнообразии по ходу стадиях сукцессии доминируют представители отряда воробьи-

**Таблица 1.** – Участие (%) видов птиц различных отрядов в видовом разнообразии (1), населении (2) и суммарной биомассе (3) на разных стадиях сукцессий елового леса

Отряд	Возраст сукцессии																	
	1–3			4–9			10–20			21–40			50–80			90–100		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Курообразные	10,0	1,7	21,6	4,5	0,4	6,4	-	-	-	-	-	-	3,4	1	17,8	3,4	1,5	19,8
Аистообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,2	12,9	1,7	0,3	12,6
Ястребообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	0,7	8,5	6,8	1,1	10,0
Соколообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,3	1,0	1,7	0,2	0,4
Голубеобразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,1	0,6	1,7	0,3	1,2
Кукушкообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,2	0,3	1,7	0,4	0,6
Совообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,6	0,7	12,3	8,5	1,0	14,5
Козодообразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,4	0,4	1,7	0,4	0,4
Стрижеобразные	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	0,2	0,1	1,7	0,7	0,4
Дятлообразные	-	-	-	-	-	-	3,4	2,2	7,2	5,6	3,4	10,5	6,9	4,4	7,7	6,8	4,0	5,2
Воробьинообразные	90,0	98,3	78,4	95,5	99,6	93,6	96,6	97,8	92,8	94,4	96,6	89,5	63,8	91,8	38,5	64,4	90,1	34,9



**Рисунок 1.** – Динамика орнитофауны в ходе сукцессии еловых лесов

нообразные (всего зарегистрировано 46 видов), доля которых превышает 90 % на стадиях от открытых биотопов до жердняков, а на последних двух стадиях составляет около 64 %. Отряд совообразные представлен пятью видами, ястребообразные и дятлообразные – четырьмя видами. 6 отрядов представлены одним видом (таблица 1), долевого участия их на разных стадиях сукцессии не превышало 2 %, за исключением первой стадии, где на долю курообразных приходилось 10 % от общего количества видов.

В приспевающих и спелых ельниках выявлены 7 редких и исчезающих видов птиц, включенных в Красную книгу Республики Беларусь [14], обилие которых составляет не более 2 ос./км<sup>2</sup>.

#### Выводы

В ходе проведенных исследований установлено, что изменения в орнитокомплексах по ходу вторичной сукцессии связаны с изменением растительности, а на поздних стадиях, прежде всего, с ростом основного лесобразующего вида – ели, появлением или исчезновением экологических ниш определенных видов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Głowaciński, Z. Some ecological parameters of avian communities in the succession series of a cultivated pine forest / Z. Głowaciński // Bull. Acad. Pol. sci., ser. sci. biol. – 1979. – Vol. 27. – № 3. – P. 169–177.
- Głowaciński, Z. Succession of bird communities in the Niepolomice Forest (Southern Poland) / Z. Głowaciński // Ecol. Pol. – 1975. – Vol. 23. – № 2. – P. 231–263.
- Głowaciński, Z. Stability in bird communities during the secondary succession of a forest ecosystem / Z. Głowaciński // Ecol. Pol. – 1981. – Vol. 29. – № 1. – P. 73–95.
- Иноземцев, А.А. Птицы и лес / А.А. Иноземцев. – М.: Агропромиздат, 1987. – 302 с.
- Данилов, Н.Н. Изменения в орнитофауне зарастающих вырубок на Среднем Урале / Н.Н. Данилов // Зоол. журнал. – 1958. – Т. 37. – Вып. 12. – С. 1898–1903.
- Преображенская, Е.С. Смены птичьего населения в ходе зарастания различных типов вырубок Приветлужья / Е.С. Преображенская, Б.И. Борисов. // Влияние антропогенной трансформации ландшафта на население наземн. позвоночных животных. Тез. Всес. совещ. М., 1987. – Ч. 2. – С. 157–158.
- Гриднева, В.В. Динамика населения птиц в ходе сукцессионных изменений после рубок различного типа в Восточном Верхневолжье / В.В. Гриднева, В.Н. Мельников // Вестник ТГУ – 2016. – Т. 18. – Вып. 6. – С. 3227–3230.
- Абрамова, И.В. Структура и динамика населения птиц экосистем юго-запада Беларуси / И.В. Абрамова. – Брест: БрГУ, 2007. – 208 с.
- Абрамова, И.В. Сукцессия населения птиц в ходе восстановительной смены еловых лесов в юго-западной части Беларуси / И.В. Абрамова // Журн. Белорус. гос. ун-та. География. Геология, 2017. – № 2. – С. 31–39.
- Равкин, Ю.С. К методике учета птиц лесных ландшафтов / Ю.С. Равкин // Природа очагов клещевого энцефалита на Алтае. – Новосибирск: Наука, 1967. – С. 66–75.
- Бибби, К. Методы полевых экспедиционных исследований / К. Бибби, М. Джонс, С. Мардсен // Исследования и учеты птиц. – М.: Союз охраны птиц России, 2000. – 186 с.
- Järvinen, D. Finnish line transect censuses / D. Järvinen, R. Välsänen // Ornis fenn. – 1976. – Vol. 53. – № 4. – P. 115–118.
- Одум, Ю. Экология / Ю. Одум. – М.: Мир, 1986. – Т. 2. – 376 с.
- Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцикл. ім. П. Броўкі, 2015. – 320 с.

## TAXONOMICAL STRUCTURE OF ORNITOFUNA IN SPRUCE FORESTS AT DIFFERENT STAGES OF SUCCESSIONS IN SOUTH-WESTERN BELARUS

ABRAMOVA I.V.

The article tracks the changes in the bird population during secondary succession of cleared spruce forest in south-western Belarus. The study revealed that the bird species diversity in the course of succession (6 stages, 1–100 years old) increased from 10 to 59 species. There are represented in ornithocomplexes at different stages of succession 11 orders, 26 families and 50 genera of birds. The order Passeriformes were dominated at all stages of succession (63.8–96.6 % of the overall abundance, 90.1–99.6 % of the overall biomass).

УДК 591.553(476.7)

## ДИНАМИКА НАСЕЛЕНИЯ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ХОДЕ ВТОРИЧНОЙ СУКЦЕССИИ ЧЕРНООЛЬХОВЫХ ЛЕСОВ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ БЕЛАРУСИ

Е.С. Блоцкая, И.В. Абрамова

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь

На основе многолетних исследований изучена сукцессия мелких млекопитающих на месте вырубленного черноольхового леса юго-западной Беларуси (от вырубki до формирования спелого древостоя). Выделено 6 стадий сукцессий. Смена доминирующих видов мелких млекопитающих: *Microtus arvalis*, *Sorex araneus*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis* и др. протекает параллельно с закономерной сменой доминирующих видов растений.

### Введение

Сукцессии животных в лесных экосистемах обусловлены в основном последовательной сменой растительных сообществ. Ведущую роль в сукцессионных изменениях экосистем играют растения, млекопитающие и другие животные – второстепенную. Основной причиной смены растительных сообществ в настоящее время является антропогенный фактор – лесохозяйственная и рекреационная деятельность, мелиорация прилегающих к лесам сельхозугодий и др.

Общие закономерности смен сообществ в большей мере изучены на примере сукцессий растений, птиц и млекопитающих, по которым имеется относительно много работ, обобщенных в монографиях [1, 2]. В последние десятилетия был опубликован ряд специальных работ, посвященных сукцессиям млекопитающих [3, 4]. М.Н. Керзиной [3] был выяснен характер динамики численности некоторых видов мелких млекопитающих и их приуроченность к определенным рядам и стадиям сукцессионных смен елового леса.

Нами [5, 6] была изучена динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии широколиственно-соснового и елового лесов в юго-западной Беларуси. Было выделено 6 стадий сукцессий.

### Методика и объекты исследования

Основной материал для данной работы был собран авторами в июне-августе 2000–2016 гг. в Брестском (Томашовское, Домачевское и Меднянское лесничества) и в Ивацевичском (Ивацевичское и Бронногорское лесничества) лесхозах в экосистемах, находящихся на различных стадиях сукцессий. В каждой серии сукцессионного ряда исследования проводились не менее 5 раз. Животных отлавливали методом ловушко-линий. Каждая ловушка имела порядковый номер, что позволяло картировать места отловов особей разных видов. Всего отработано 20 тыс. ловушко-суток (лс), общее количество добытых мелких млекопитающих при помощи ловушек Геро превышает 1 500 особей. Относительное обилие зверьков оценивали по числу попаданий на 100 лс за первые пять суток отловов. Сходство видового состава сообществ оценивали с помощью коэффициента Жакара. В статье использованы некоторые сведения из монографии [7].

### Результаты и их обсуждение

В соответствии с геоботаническим районированием территория юго-западной Беларуси относится к подзонам грабово-дубово-темнохвойных лесов (Неманско-Предполесский округ) и широколиственно-

сосновых лесов (Бугско-Полесский и Полесско-Приднепровский округа) [8]. Исследования проводились в черноольховых и пушистоберезово-черноольховых лесах, составляющих 56,2 % коренных черноольшаников на низинных болотах. Они объединяют ольсы кочедыжниковый, касатиковый и таволговый. Кондоминантом древостоев в этих типах ольсов является береза пушистая, отмечена ель в основном во втором ярусе, изредка произрастает ясень, иногда дуб. Средний возраст черноольховых лесов оценивался согласно рекомендациям Стрелкова А.З. и др. [9]. Сукцессия населения мелких млекопитающих протекает параллельно с закономерной сменой доминирующих видов растений. На месте спелого леса с его сложной многоярусной структурой после рубки возникают открытые территории, непригодные для жизни некоторых видов млекопитающих.

Всего на разных стадиях сукцессии черноольшаников нами было зарегистрировано 13 видов мелких млекопитающих, относящихся к двум отрядам: 5 видов отряда насекомоядные и 8 видов отряда грызуны (таблица 1).

Первые 1–3 года на месте сведенного леса развивается травянистая растительность болотного и лугового типа. Одновременно с этим формируется сообщество животных, включающее различных насекомых с высокой численностью, которые являются кормом для микромаммилий и других видов животных. Свежую вырубку в первые три года заселяют виды, характерные для открытых биотопов. В состав зооценоза входит 7 видов мелких млекопитающих: 2 вида из отряда Насекомоядные (семейство Землеройковые) и 5 видов из отряда Грызуны, относящиеся к двум семействам: Мышиные и Хомяковые. На этой стадии сукцессии доминируют: обыкновенная бурозубка (24,3 %), малая бурозубка (20,3 %), рыжая полевка (21,7 %) и желтогорлая мышь (18,0 %) (таблица 1). Средняя численность других видов мелких млекопитающих (мышь-малютка, европейская мышь, обыкновенная полевка) не превышала 1 ос./100 лс. Обитатели прилегающих лесных массивов (желтогорлая мышь, рыжая полевка) используют вырубки в качестве кормовых станций.

В течение 4–9 лет травянистая растительность постепенно сменяется зарослями кустарников и подросом светолюбивых пород деревьев (осина, береза бородавчатая и др.). Видовое разнообразие сообщества микромаммилий в закустаренных биотопах возрастает, в уловы попадали представители 9 видов мелких млекопитающих, относящихся к двум отрядам.

**Таблица 1.** – Динамика численности (ос./100 лс, в числителе) и участие (% от суммарной численности, в знаменателе) мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии черноольшаников

Вид	Возраст сукцессии					
	1–3	4–9	10–20	30–40	50–60	70–80
Обыкновенная бурозубка <i>Sorex araneus</i>	<u>3,6</u> 24,3	<u>4,3</u> 24,6	<u>4,0</u> 28,1	<u>4,6</u> 28,3	<u>5,5</u> 28,0	<u>5,6</u> 28,1
Средняя бурозубка <i>Sorex saevutiens</i>	-	-	<u>0,2</u> 1,5	<u>0,3</u> 2,0	<u>0,4</u> 2,1	<u>0,6</u> 3,1
Малая бурозубка <i>Sorex minutus</i>	<u>3,0</u> 20,3	<u>2,4</u> 14,0	<u>1,8</u> 12,9	<u>2,3</u> 14,9	<u>4,7</u> 24,8	<u>4,8</u> 24,5
Обыкновенная кутора <i>Neomys fodiens</i>	-	-	<u>0,4</u> 2,9	<u>0,3</u> 2,0	<u>0,3</u> 1,6	<u>0,4</u> 2,1
Малая кутора <i>Neomys anomalus</i>	-	-	<u>0,3</u> 2,2	<u>0,7</u> 4,5	<u>0,5</u> 2,7	<u>0,8</u> 4,1
Лесная мышовка <i>Sicista betulina</i>	-	-	<u>0,3</u> 2,2	<u>1,1</u> 7,0	<u>0,8</u> 4,7	-
Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	<u>1,0</u> 6,8	<u>1,2</u> 7,0	-	-	-	-
Европейская мышь <i>Apodemus silvaticus</i>	<u>0,5</u> 3,4	<u>0,2</u> 1,2	<u>0,2</u> 1,5	<u>0,3</u> 2,0	<u>0,6</u> 3,2	<u>0,5</u> 2,6
Желтогорлая мышь <i>Apodemus flavicollis</i>	<u>2,7</u> 18,0	<u>2,6</u> 15,1	<u>2,0</u> 14,3	<u>2,1</u> 13,4	<u>1,2</u> 6,4	<u>1,8</u> 9,2
Рыжая полевка <i>Clethrionomys glareolus</i>	<u>3,2</u> 21,7	<u>3,7</u> 21,1	<u>1,6</u> 18,6	<u>2,5</u> 16,2	<u>2,4</u> 12,7	<u>3,0</u> 15,3
Обыкновенная полевка <i>Microtus arvalis</i>	<u>0,8</u> 5,5	<u>1,6</u> 9,4	-	-	-	-
Полевка-экономка <i>Microtus oeconomus</i>	-	<u>0,8</u> 4,7	<u>1,6</u> 12,9	<u>1,2</u> 7,7	<u>2,0</u> 10,6	<u>1,6</u> 8,3
Темная полевка <i>Microtus agrestis</i>	-	<u>0,5</u> 2,9	<u>0,4</u> 2,9	<u>0,3</u> 2,0	<u>0,6</u> 3,2	<u>0,5</u> 2,6
Количество видов	7	9	11	11	11	10
Суммарная численность, ос./100 лс	14,5±0,4	17,3±0,3	14,0±0,5	15,7±0,4	19,0±0,3	19,6±0,2

Появляются новые виды: темная полевка и полевка-экономка, на долю которых приходится 2,9–4,7 % суммарного обилия отловленных видов на данной стадии сукцессии. Группа доминирующих видов не изменилась по сравнению с первой стадией (таблица 1).

На стадии молодых культур (10–20 лет) видовое разнообразие зооценоза поддерживается на высоком уровне (11 видов, относящихся к четырем семействам), териокомплекс обогащается новыми видами – средняя бурозубка, обыкновенная и малая куторы, лесная мышовка. Мышь-малютка и обыкновенная полевка, жизнедеятельность которых связана с открытыми территориями, кустарниками и богатым лесным разнотравьем, выпадают из зооценоза. К группе доминирующих видов добавляется полевка-экономка. Наиболее высокая численность характерна для обыкновенной бурозубки (28,1 % суммарного обилия).

К 30–40 годам на месте вырубki развивается молодой лес, в котором доминирует черная ольха с примесью березы и других пород. На этой стадии сукцессии видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих остается на прежнем уровне. Доминирует по-прежнему обыкновенная бурозубка

(28,3 %). Численность европейской мыши, средней бурозубки, темной полевки, обыкновенной и малой куторы находится примерно на том же уровне, как и в предыдущих стадиях сукцессии (2,0 %).

Через 50–60 лет после рубок ольха черная входит в первый ярус, достая по высоте до берез и осин. Видовое разнообразие сообщества мелких млекопитающих не изменяется. К числу доминирующих видов относятся обыкновенная (28,0 %) и малая бурозубка (24,8 %), численность которых возросла примерно в 1,5 раза по сравнению с первой стадией.

В спелом лесу из черной ольхи видовое разнообразие поддерживается примерно на уровне предыдущей стадии, суммарная численность микромаммилий достигает максимальных значений (таблица 1). В группу доминирующих видов входят те же виды, что и на предыдущей стадии. Редки в уловах средняя бурозубка, обыкновенная и малая кутора, темная полевка и европейская мышь, в сумме на них приходится от 2,1 до 4,1 % общего обилия.

Оценка сходства видового состава сообществ микромаммилий на разных стадиях вторичной сукцессии показала наличие существенных отличий между

ними (таблица 2).

**Таблица 2.** – Сходство видового разнообразия зооценозов отдельных стадий вторичной сукцессии елового леса (по коэффициенту Жакара)

Возраст сукцессии	1–3	4–9	10–20	30–40	50–60	70–80
1–3		77,8	38,5	38,5	38,5	41,7
4–9			53,9	53,9	53,9	58,3
10–20				100,0	100,0	90,9
30–40					100,0	90,9
50–60						90,9

Наибольшие отличия наблюдаются между сообществом, формирующимся на первой стадии сукцессии и сообществами с доминированием древесной растительности (начиная с возраста 10–20 лет) – сходство не превышает 40 %. Наиболее высокий уровень сходства (90,9–100,0 %) характерен для трех последних стадий.

В ходе вторичной сукцессии отмечен один вид – малая кутора *Neotymus anomalus*, который включен в аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения и внимания Красной книги Республики Беларусь [10].

#### Выводы

В процессе вторичной сукцессии на месте вырубленного ольхового леса происходит смена одного временного сообщества животных другим в результате вселения новых видов, вытесняющих или ограничивающих численность других видов, пока не сложится относительно устойчивое их сообщество.

В процессе сукцессии этой экосистемы от стадии свежей вырубки до спелого леса возраста 70–80 лет происходит увеличение количества видов и суммарной численности сообщества млекопитающих.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Новиков, Г.А. Экология зверей и птиц лесостепных дубрав / Г.А. Новиков. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1959. – 350 с.
2. Бигон, М. Экология. Особи, популяції і сообщества. В 2 т. – Т. 2: Пер. с англ. / М. Бигон, Дж. Харлер, К. Таунсенд. – М.: Мир, 1989. – 477 с.
3. Керзина, М.Н. Влияние вырубок и гарей на формирование лесной фауны / М.Н. Керзина // Роль животных в жизни леса. – М.: Изд-во МГУ, 1956. – С. 217–304.
4. Ельшин, С.В. Сукцессии лесных млекопитающих на вырубках южной тайги / С.В. Ельшин, А.В. Каратаев // V съезд ВГО. – Т. 2. – 1990. – С. 275–276.
5. Блоцкая, Е.С. Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии широколиственно-соснового леса в юго-западной Беларуси / Е.С. Блоцкая, И.В. Абрамова // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2016. – № 1. – С. 19–24.
6. Блоцкая, Е.С. Динамика населения мелких млекопитающих в ходе вторичной сукцессии елового леса в юго-западной Беларуси / Е.С. Блоцкая, И.В. Абрамова // Веснік Брэсцкага ўніверсітэта. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб зямлі. – 2017. – № 2. – С. 18–24.
7. Блоцкая, Е.С. Популяционная экология мелких млекопитающих юго-западной и центральной Беларуси / Е.С. Блоцкая, В.Е. Гайдук. – Брест: Изд-во БрГУ, 2004. – 187 с.
8. Юркевич, И.Д. Растительность Белоруссии, ее картографирование, охрана и использование / И.Д. Юркевич, Д.С. Голод, В.С. Адерихо. – Минск: Наука и техника, 1979. – 247 с.
9. Стрелков, А.З. Возрастная структура ольхов Беловежской пуши / А.З. Стрелков, В.Н. Толкач, В.П. Остапук // Заповедники Беларуси, 1993. – Вып. 16. – Минск: Ураджай. – С. 3–8.
10. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцикл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.

## POPULATION DYNAMICS OF SMALL MAMMALS' COMMUNITIES IN THE SECONDARY SUCCESSION OF ALDER FORESTS IN THE SOUTH-WEST OF BELARUS

BLOCKAJA E.S., ABRAMOVA I.V.

During many years the authors studied the process of succession of small mammals' communities (rodents and insectivores) after forest felling in the south-west of Belarus (from the time of felling alder forests to the stage of formation of mature forests). 6 succession stages are revealed. Changing the population of small mammals: *Microtus arvalis*, *Sorex araneus*, *Clethrionomys glareolus*, *Apodemus flavicollis* etc. takes place in parallel with the natural change of the dominant species of plants.

УДК 502.211:582(477.51)

## НОВЫЕ НАХОДКИ СОЗОФИТОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЩОРСКО-СЕМЕНОВСКОГО ГЕОБОТАНИЧЕСКОГО РАЙОНА

П.А. Бузунко

Национальный университет «Черниговский Коллегиум» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

В статье обобщены данные по флоре редкостных видов растений юго-восточной части Щорско-Семеновского геоботанического района и изложены новые находки, сделанные в 2017 г. Предложена схема синтаксономической приуроченности *Campanula persicifolia* L., описана флористическая структура растительных сообществ с участием вида

### Введение

В то время как данные по популяционно-видовому составу созофитов в северной части Щорско-Семеновского геоботанического района представляются вполне удовлетворительными [1], в отношении южной-юго-восточной части геоботанического района обобщающих исследований до сих пор проведено не было. Известны лишь отдельные данные из разрозненных источников. В частности, известно о находках следующих популяций созофитов: *Allium ursinum* L. (Красная книга Украины, ККУ) – популяция обнаружена в ур. Ойстрив в 2 км к востоку от с. Сядрино [2]; *Andromeda polifolia* L. (регионально редкий вид, РР) – в комплексном памятнике природы государственного значения ур. Гулино и в гидрологическом заказнике государственного значения болото «Мох» [3]; *Anemone nemorosa* L. (РР) – на окраине с. Жукля [2]; *Dactylorhiza incarnata* L. Soeb. (ККУ) – в ботаническом заказнике государственного значения «Бречский» и болоте «Мох» [3]; *Dactylorhiza majalis* (Richb.) P.F. Hunt & Summerh. (ККУ) – в болоте «Мох» [3]; *Diphysastrum complanatum* L. Holub. (ККУ) – на окраине с. Камки (в 1967 г.) [4]; *Dracopcephalum ruyshiana* L. (ККУ) – в Тихоновичском лесничестве (в 1957 г.) [4]; *Dryopteris cristata* (L.) A.Gray (РР) – в ур. Гулино [3]; *Epipactis helleborine* (L.) Crantz (ККУ) – в заповедных урочищах местного значения Кистерской даче, Корюковском лесу, Наумовском лесу, Холминской даче, Шубинской даче [5]; *Epipactis palustris* (L.) Crantz (ККУ) – в заказнике «Бречский» [5]; *Gentiana pneumonanthe* L. (РР) – в заказнике «Бречский» и ур. Гулино [3]; *Inula helenium* L. (РР) – в болоте «Мох» и гидрологической памятке природы государственного значения болоте «Гальский мох» [3]; *Ledum palustre* L. (РР) – в болотах «Мох» и «Гальский мох» [3]; *Lilium martagon* L. (ККУ) – на окраине с. Холмы (в 1968 г.) [4]; *Neottia nidus-avis* (L.) Rich. (ККУ) – в заповедных урочищах Корюковском лесу и Шубинской даче [5]; *Oxycoccus palustris* Pers. (РР) – в болотах «Мох» и «Гальский мох» [3]; *Potentilla alba* L. (РР) – в Тихоновичском лесничестве (в 1957 г.) [4]; *Pulsatilla patens* (L.) Mill. (ККУ) – в заповедном урочище местного значения Кистерская дача [5], в Жуклянском, Холминском, Новоборовичском, Ельнинском лесничествах [6] и на окраине с. Камки (в 1968 г.) [4]; *Salix lapponum* L. (ККУ) – в болотах «Мох» и «Гальский мох» [3]; *Salix myrsinifolia* Salisb. (РР) – в ур. Гулино [3]. Ввиду того, что указанные данные как не охватывают всего биоразнообразия созофитов в регионе исследований, так и просто отсутствуют по большинству природно-заповедных территорий, представляются необходимыми дополнительные исследования. В ста-

тье предлагаются первые результаты работы в данном направлении.

### Методика и объекты исследования

В основу исследования положено изучение в 2016–2017 гг. флоры отдельных лесных территорий ПЗФ региона способом определения видового состава, созополически ценной его составляющей, определения распространения редкостных видов. При проведении исследования были использованы маршрутно-полевые экспедиционные исследования региона, сбор соответственного полевого материала, картографическая обработка распространения созофитов с использованием GPS-навигатора и анализ полученных данных.

### Результаты и их обсуждение

Во время осмотра заповедных урочищ Холминской дачи (27.07.2017 г.), Кистерской дачи (02.08.17 г.), Щорского леса (03.08.17 г.), ботанического заказника Боровицкой дачи (10.08.17 г.), лесного массива к северу от г. Сновск (11.08.17 г.) были подтверждены (подтв.) или же впервые выявлены популяции следующих созофитов: в Щорском лесу, Кистерской даче, Холминской даче – *Campanula persicifolia* L. (РР), в Холминской даче – *Digitalis grandiflora* Mill. (РР), в Боровицкой, Кистерской (подтв.), Холминской дачах (подтв.) – *E. helleborine*, в Щорском лесу – *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman (РР), в лесу к северу от г. Сновска и Холминской даче – *Lycopodium annotinum* L. (ККУ), в Боровицкой даче и Холминской даче – *Platanthera bifolia* (L.) Rich. (ККУ), в Кистерской даче – *P. alba* L. (РР), в Боровицкой и Кистерской дачах – *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn (РР), в Щорском лесу и Кистерской даче – *Vinca minor* L. (РР), в Кистерской даче – *Dianthus stenocalyx* Juz. (РР).

Из обнаруженных созофитов чаще (3 популяции) встречался *C. persicifolia* – вид, занесенный в новую редакцию списка регионально редких видов области. Схема синтаксономической приуроченности *C. persicifolia* в Щорско-Семеновском геоботаническом районе имеет следующий вид (согласно с [7]):

*Trifolio-Geranieteae sanguinei* Th. Muller 1962

*Origanietalia* Pawlowsky 1928

*Geranium sanguinei* R. Tx. 1961

• *Geranio-Peucedanetum cervariae* (Kuhn 1937)

Th. Mull. 1961

*Quercetea robori-Petraeae* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

*Quercetalia roboris* R. Tx. 1931

*Quercion robori-petraeae* Br.-Bl. 1932

• *Luzulo luzuloidis-Quercetum petraea* Hilzter 1932

*Quercu-fagetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937

*Quercetalia pubescenti-petraeae* Klika 1933 corr.

Moravec in Beg. et Theurill 1984

Таблица 1. – Флористическая структура растительных сообществ с *C. persicifolia*

Наименование	Щорский пес	Кистерская дача	Холминская дача
Ярус деревьев	30	50	35
Ярус кустарников	10	20	10
Ярус травянистых растений	15	35	20
Ярус мхов и лишайников	15	-	-
<i>DAss. Luzulo luzuloidis-Quercetum petraeae</i>			
<i>Digitalis grandiflora</i> Mill.	+		+
<i>Fragaria vesca</i> L.		+	+
<i>Hypericum perforatum</i> L.			+
<i>DAss. Potentillo albaea-Quercetum typicum</i>			
<i>Galium mollugo</i> L.		+	
<i>Geranium sanguineum</i> L.	+		
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce		+	
<i>Vaccinium myrtillus</i> L.		1	
<i>Vaccinium vitis-idaea</i> L.		+	
<i>DAss. Geranio-Peucedanetum carvianae</i>			
<i>Agrostis capillaris</i> L.	1	+	
<i>Lathyrus niger</i> (L.) Bernh.	+		
<i>Melampyrum pratense</i> L.	+		
Ярус деревьев			
<i>Acer negundo</i> L.	+		
<i>Acer platanoides</i> L.			+
<i>Amelanchier spicata</i> (Lam.) C. Koch	+		
<i>Betula pendula</i> Roth	+	+	+
<i>Malus sylvestris</i> (L.) Mill.			+
<i>Picea abies</i> (L.) H Karst	+		
<i>Pinus sylvestris</i> L.	4	4	3
<i>Quercus robur</i> L.	1	1	2
Ярус кустарников			
<i>Corylus avellana</i> L.		+	
<i>Euonymus verrucosus</i> Scop.		+	
<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	+		+
<i>Rubus caesius</i> L.	+	1	
<i>Rubus idaeus</i> L.	+		
<i>Sambucus racemosa</i> L.		1	+
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	+		+
Ярус травянистых растений			
<i>Achillea submillifolium</i> Klok. et Krytzka		+	
<i>Anthericum ramosum</i> L.		+	
<i>Asarum europaeum</i> L.		+	
<i>Betonica officinalis</i> L.		+	
<i>Calamagrostis arundinaceae</i> (L.) Roth	+	+	+
<i>Calluna vulgaris</i> (L.) Hull	+		
<i>Campanula patula</i> L.		+	
<i>Campanula trachelium</i> L.			+
<i>Chamaecytisus ruthenicus</i> (Fisch. ex Wot.) Klask.		+	+
<i>Chelidonium majus</i> L.	1	+	2
<i>Convallaria majalis</i> L.	1	+	
<i>Dianthus stenocalyx</i> Juz.		+	
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott.		+	+
<i>Epipactis helleborine</i> (L.) Crantz		+	+
<i>Eupatorium cannabinum</i> L.	+		
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	+		
<i>Geranium robertianum</i> L.	+	+	+
<i>Glechoma hederacea</i> L.		+	
<i>Gymnocarpium dryopteris</i> (L.) Newman	+		
<i>Hypotelephium polonicum</i> (Blocki) Holub	+	+	+
<i>Impatiens parviflora</i> DC.		+	
<i>Jasione montana</i> L.			+

<i>Lamium maculatum</i> L.		+	+
<i>Lupinus perennis</i> L.			+
<i>Lycopodium annotinum</i> L.			+
<i>Lycopodium clavatum</i> L.		+	+
<i>Maianthemum bifolium</i> (L.) F.W.Schmidt		+	+
<i>Nardus stricta</i> L.	+		
<i>Oxalis acetosella</i> L.	+	+	+
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> Planch.		+	
<i>Peucedanum creoselinum</i> Moench		+	+
<i>Phalacrogloma annuum</i> (L.) Dumort.			+
<i>Pilosella officinarum</i> F. Schultz et Sch. Bip.	1	+	
<i>Plantago major</i> L.	+	+	+
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich			+
<i>Polygonatum multiflorum</i> (L.) All	1		1
<i>Potentilla alba</i> L.		+	
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn		1	
<i>Saponaria officinalis</i> L.			+
<i>Solanum nigrum</i> L.	+		
<i>Solidago canadensis</i> L.	+		
<i>Taraxacum officinale</i> Webb			+
<i>Urtica dioica</i> L.	+	+	1
<i>Vinca minor</i> L.	1	+	
<i>Viola arvensis</i> Murr.	+		
Ярус мхов и лишайников			
<i>Pleurozium schreberi</i> (Brid.) Mitt.		2	1
<i>Polytrichum commune</i> Hedw.		+	+

*Potentilla albae-Quercion petraeae* Zol et Jakucs n. nov. Jakucs 1967

• *Potentilla albae-Quercetum typicum* Libb. 1933

В таблице 1 описаны новые локации *C. persicifolia*.

#### Выводы

Во всех изученных локациях выявлены неизвестные ранее популяции созофитов, что говорит о перспективности дальнейших исследований. Наиболее ценные находки – популяции краснокунижных *P. bifolia* и *L. annotinum*. Регионально редкий вид *C. persicifolia* в исследуемом регионе приурочен к ассоциациям *Geranio-Peucedanetum cervanae*, *Luzulo luzuloidis-Quercetum petraeae*, *Potentilla albae-Quercetum typicum*.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Лукаш, А.В. Оптимизация территориальной охраны фиторазнообразия Щорско-Семеновского геоботанического района (Восточное Полесье) в связи с новыми флористическими находками / А.В. Лукаш, П.А. Бузунко, И.К. Левченко // Эколого-биологические аспекты состояния и развития Полесского региона и сопредельных территорий: наука, образование, культура. Матер. VII Междунар. заочной науч.-практ. конф. Мозырь, 2016 г. – Мозырь: МГПУ им. И. П. Шамякина, 2016. – С. 77–79.

2. Панченко, С.М. Весняні ефемероїди листяних лісів Лівобережного Полісся / С.М. Панченко, О.В. Лукаш, О.П. Чорноус // Укр. ботан. журн. – 2006. – Т. 63. – № 5. – С. 671–680.

3. Рідкісні види судинних рослин Чернігівщини та їх представленість на природно-заповідних територіях області / Т.Л. Андрієнко [та інш.] // Заповідна справа в Україні – 2007 – Т. 13. – Вип. 1–2. – С. 33–38.

4. Таблица базы данных научного гербария кафедры ботаники Киевского национального университета им. Тараса Шевченко (KNU), часть «Флора Украины» по состоянию на 31.10.2012 / О.С. Абдулова – 2012. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://biology.univ.kiev.ua/kafedra-botaniki-botanichna-kolektsiya/kafedra-biologii-roslyn-gerbarij.html>. – Дата доступа: 03.03.2018.

5. Охорона фіторізноманіття Чернігівської області: види Червоної книги України / Т. Л. Андрієнко-Малюк [та інш.]. – Чернігів: Десна Поліграф, 2016. – 120 с.

6. Lukash, O. Distribution, cenotic characteristic and protection of habitats of plants of the Bern Convention in East Polesye [Text] / O. Lukash // Thaiszia – Journal of Botany. – 2007. – № 17. – С. 33–58.

7. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz. – Warszawa: PWN, 2001. – 537 s.

## NEW FINDINGS OF SOZOPHYTES ON THE TERRITORY OF SHCHORSKO-SEMENOVSKYY GEOBOTANICAL DISTRICT

BUZUNKO P.A.

The paper summarizes data on the flora of rare plant species in the southeastern part of the Shchorsko-Semenivsky geobotanical region and outlines new findings made in 2017. A scheme for the syntaxonomic association of *C. persicifolia* is proposed, and the floral structure of plant communities with the species is described.

УДК 639.1(476.7)

## ТРЕНДЫ ЧИСЛЕННОСТИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ ОХОТНИЧЬИХ ЗВЕРЕЙ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Е. Гайдук

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, Брест, Беларусь

В результате многолетних исследований (1964–2017 гг.) было установлено, что в Брестской области обитает 20 видов охотничьих зверей, среди которых в настоящее время основными видами являются *Sus scrofa*, *Alces alces*, *Capreolus capreolus*, *Lepus europaeus*, *Castor fiber*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes* и *Mustela vison*. Определены тренды их численности.

### Введение

Проблема сохранения биоразнообразия, рационального использования и охраны животных Беларуси в настоящее время является актуальной и приоритетной. Для решения данной задачи необходим мониторинг численности ресурсных, редких и исчезающих видов животных, изучение влияния антропогенного воздействия на экосистемы, в которых обитают животные.

### Методика и объекты исследования

В основе настоящей статьи лежат многолетние наблюдения (1964–2017 гг.), включая учеты численности животных на экспериментальных площадях, материалы по экологической и пространственной структуре популяций, сезонным перемещениям, использованию ресурсов, а также интродукции зверей. Применялись различные методы учета, основным из которых является зимний маршрутный учет [1]. Использовались статистические данные Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды.

### Результаты и их обсуждение

Список млекопитающих Беларуси на начало XXI в. насчитывает 77 видов [2], включая 5 наиболее важных ресурсных видов копытных, 15 видов хищных, ряд видов грызунов, 2 вида зайцеобразных, в том числе акклиматизированных в XX в. американскую норку, ондатру и енотовидную собаку. К охотничьим видам животных в Беларуси относится 20 видов зверей.

Наибольшее ресурсное значение из охотничьих видов млекопитающих в Брестской области имеют *Sus scrofa*, *Alces alces*, *Capreolus capreolus* и *Cervus elaphus*. Численность популяций данной группы зверей определяется множеством факторов, основными из которых являются погодные условия зимнего периода, изъятие животных в процессе охоты и браконьерство. Определенное влияние на численность копытных оказывает *Canis lupus*. Контроль за состоянием популяций этих видов и планирование их добычи осуществляется на основе данных учетов численности охотничьих видов животных.

Состояние численности и добычи зверей в различные временные отрезки за последние 60 лет в Брестской области рассматривались в ряде работ [3, 4]. В Беларуси с 1965 г. разрешен лицензионный отстрел лося. В период с 1965 по 1967 гг. в Брестской области было добыто 54 лося и 30 кабанов [5]. Численность копытных и их добыча в Брестской области за период 1973–1998 гг. приведена в таблице 1. Количество лосей в этот временной отрезок колеба-

лась от 900 до 2 980 особей, в среднем  $1\,780,4 \pm 140,7$ . Было добыто 3 998 особей лося. В 1994–1997 гг. добыча резко упала. Это объясняется тем, что многие бригады охотников, которые специализировались на отстреле лосей, распались, кроме того, численность зверей этого вида снизилась по причинам браконьерства и других факторов.

Численность благородного оленя в регионе увеличилась от 38 особей в 1973 г. до 694 особей в 1998 г. (таблица 1). За это время было изъято 180 животных [3]. Самым многочисленным видом среди оленьих является косуля. Численность ее варьировала в пределах  $2\,081 - 4\,600$  особей, в среднем  $3\,299,3 \pm 182,3$ . Добывали ее по лицензиям с 1982 года в количестве нескольких десятков особей в год. Несколько ниже была численность дикого кабана, которая колебалась от 464 до 3 920 особей, в среднем  $2\,636 \pm 150,9$ . Ежегодно добывали в среднем 263 зверя с вариациями от 101 до 628. Процент изъятия животных от их общей численности составлял 4,1–6,0 %. Отметим, что по официальным данным, в 2005 году в Беларуси добыто лося 3,7 % от общей численности, благородного оленя – 6,8 %, косули – 5,7 %, кабана 14,4 %, что существенно ниже реального прироста у копытных. Показатель доли изъятия по этим видам остается стабильным в течение 2000–2005 гг. и в среднем по Беларуси составляет: лось – 3 %, олень – 3,2 %, косуля – 6,0 %, кабан – 12,5 % [6].

Данные о численности и добыче охотничьих зверей в Беларуси и Брестской области в 2005–2014 гг. приведены в бюллетенях [7–9]. Было показано, что численность важнейших охотничьих видов млекопитающих (парнокопытных, хищных и зайцеобразных) слабо колеблется в последние годы. В Брестской области, как и в целом в Беларуси, наблюдается тенденция к росту численности копытных и других животных [2, 4] (таблица 1). За последние 25 лет (1990–2014 гг.) наибольшая их численность в Беларуси была: лося в 2014 (30 140 особей), благородного оленя – в 2014 (13 624), косули – в 2011 г. (71 477), кабана – в 2013 г. (80 400 особей).

Численность волка, который наносит значительный урон копытным в регионе, варьировала в пределах 103–323 особи, в среднем  $238,4 \pm 99,0$ . У этого вида было зарегистрировано 5 пиков численности. За 1982–1998 гг. было отстрелено 2545 зверей, в среднем в год добывалось 159 волков. Отношение добычи волка к численности составляло 48,7–79,2% [3]. Численность волка в РБ в 1980–2010 [7] варьирует по годам в пределах 1339–2511 особей, наиболее высокой она была в 2004 г.

**Таблица 1.** – Численность (по [3], с дополнениями) охотничье-промысловых зверей в Брестской области в 1973–1998 гг. (данные Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды) и тренды численности в последнее десятилетие

Вид	Lim	M±Sx	Тренд численности
Лось <i>Alces alces</i>	900-2980	1780,4±140,7	+
Благородный олень <i>Cervus elaphus</i>	38-694	316,4±47,2	+
Европейская косуля <i>Capreolus capreolus</i>	2081-4600	3299,3±182,3	+
Кабан <i>Sus scrofa</i>	1464-3920	2630,7±150,9	+
Волк <i>Canis lupus</i>	103-323	238,4±9,9	0, F
Обыкновенная лисица <i>Vulpes vulpes</i>	2274-6700	3775,0±13,8	0, F
Енотовидная собака <i>Nyctereutes procyonoides</i>	130-520	302,9±22,6	0, F
Лесная куница <i>Martes martes</i>	213-3000	1320,0±124,0	-
Лесной хорь <i>Mustela putorius</i>	964-2570	1606,2±100,8	0
Речная выдра <i>Lutra lutra</i>	133-363	200,8±16,3	0
Горноста́й <i>Mustela erminea</i>	180-3400	1657,2±237,8	-
Американская норка <i>Mustela vison</i>	20-660	216,2±41,7	0, F
Ласка <i>Mustela nivalis</i>	236-3300	1757,5±195,5	0, F
Речной бобр <i>Castor fiber</i>	388-2160	1195,9±167,4	+
Обыкновенная белка <i>Sciurus vulgaris</i>	9218-31061	15828,0±853,4	-, F
Заяц-русак <i>Lepus europaeus</i>	21038-101481	41636,0±3727,6	-
Заяц-беляк <i>Lepus timidus</i>	4000-16058	7701,6±392,9	-

Примечание + – численность увеличивается; - – численность уменьшается; 0 – численность стабильна; F – численность флуктуирует.

Численность других хищных зверей (таблица 1) стабильна или слабо колеблется. По данным Министерства статистики и анализа Беларуси в 2005–2009 гг., численность американской норки в республике колебалась в пределах 19,3–21,6 тыс. особей, добыча – в пределах 1 662–2 435 особей.

У зайцев (русака и беляка) за последние 40 лет в регионе было пять циклов динамики численности с тенденцией ее снижения в последнее десятилетие. Численность поддерживается на низком и среднем уровнях, что обусловлено сильным прессом охоты, отрицательным воздействием механизации и химизации сельского и лесного хозяйств.

Ритмы динамики численности у белки выражены не четко, амплитуда между пиками составляет 3–7 лет. Пики численности обычно приходятся на годы урожая сосны и ели или на следующий год.

В регионе в настоящее время бобр заселил практически все пригодные для его жизни прибрежные экосистемы различных типов водоемов. В последние годы (2013–2015 гг.) его численность в охотничьих хозяйствах юго-западной Беларуси составляет 7 661–9 841 особей, при этом изымается 7–17 % от общей его численности в регионе [10].

Потенциально охотничьими видами в регионе являются барсук и рысь, которые включены в Красную книгу РБ [11]. Обыкновенный крот, водяная полевка, ласка и горноста́й в настоящее время практически не промышляются как в регионе, так и в Беларуси.

Степень изученности экологии популяций охотничьих животных в Беларуси и регионе дает возможность перейти к управлению ими в охотхозяйствах по многим видам: лосю, косуле, кабану, речному бобру, зайцу-русaku и беляку и др. Проблема управления популяциями охотничьих животных неоднократно рассматривалась в последнее десятилетие [4, 12, 13].

А. Гуринович, анализируя проблемы управления популяциями охотничьих животных во многих странах Европы, показал, что управление ресурсами охотничьей фауны в Беларуси ведется на основании принятых более 50 лет назад принципов, которые не имеют должного научного обоснования и противостоят современным достижениям популяционной экологии диких животных и лучшим практикам управления. Обосновывается необходимость перехода к адаптивному управлению ресурсами диких животных, обязательности встроения научного сопровождения в повседневную практику адаптивного управления, предлагаются пути решения связанных с таким переходом организационных проблем [14].

#### Выводы

1. Основными охотничьими видами зверей в регионе являются все виды копытных, заяц-русак, волк, обыкновенная лисица, лесная куница, американская норка и речной бобр.

2. Динамика численности в последнее десятилетие у копытных имеет положительный тренд, который характерен также для речного бобра. Численность ряда видов (волк, обыкновенная лисица, лесной хорь и др.) поддерживается на относительно стабильном уровне, у других видов (обыкновенная белка, заяц-русак и беляк) тренд численности отрицательный.

3. Современные достижения популяционной экологии охотничьих животных в Беларуси и регионе позволяют перейти в недалеком будущем к адаптивному управлению ресурсами диких животных.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Приклонский, С.Г. Зимний маршрутный учет охотничьих животных / С.Г. Приклонский // Тр. Окского государственного университета, 1973. – Вып. 9. – С. 35–62.

2. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко // Млекопитающие Беларуси. – Минск: Изд. центр БГУ, 2005. – 319 с.
3. Гайдук, В.Е. Биология промыслово-охотничьих наземных позвоночных Брестской области / В.Е. Гайдук, В.И. Баранов, В.А. Жук, И.В. Абрамова. – Брест: БГУ, 1999. – 134 с.
4. Гайдук, В.Е. Годовые и многолетние биоритмы млекопитающих Беларуси (на примере модельных охотничьих видов) / В.Е. Гайдук; Брест. гос. ун-т. – Брест: Изд-во БрГУ, 2005. – 192 с.
5. Сержанин, Ю.И. Географическое распространение и состояние естественных запасов охотничье-промысловых млекопитающих в Белорусской ССР / Ю.И. Сержанин. – Минск: Наука и техника, 1970. – 129 с.
6. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2004 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2005. – 285 с.
7. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2010 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2011. – 377 с.
8. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2009 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2010. – 397 с.
9. Состояние природной среды Беларуси: экологический бюллетень 2014 г. / Под ред. В.Ф. Логинова. – Минск: Минсктиппроект, 2015. – 324 с.
10. Гайдук, В.Е. Распространение и численность бобра в юго-западной Беларуси / В.Е. Гайдук, И.В. Абрамова // Вучоныя запіскі Брэсцкага ўніверсітэта. – Ч.2. – Прыродазнаўчыя навукі. – 2016. – Вып.12. – С. 37–44.
11. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. – 320 с.
12. Павлов, Б.К. Управление популяциями охотничьих животных / Б.К. Павлов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 144 с.
13. Глушков, В.М. Управление популяциями охотничьих животных / В.М. Глушков, Н.Н. Граков, И.С. Козловский. – Киров, 1999. – 211 с.
14. Гуринович, А. Проблемы управления ресурсами охотничьей фауны в Беларуси, пути их решения / А. Гуринович // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси. Сборник статей XI Зоологической Межд. научно-практ. конф., приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам» Беларусь, (Минск), 2017. – Минск: Издатель А.Н. Варакоин. – С. 85–95.

## THE TRENDS OF THE QUANTITY RESOURCE OF THE SPECIES HUNTING BEASTS IN THE BREST REGION

GAIDUK V.E.

In the result of many years (1964–2017 years) was established, what in the Brest region inhabits 20 species hunting beasts. At present fundamental species are *Sus scrofa*, *Alces alces*, *Cervus elaphus*, *Capreolus capreolus*, *Lepus europaeus*, *Castor fiber*, *Canis lupus*, *Vulpes vulpes* and *Mustela vison*. Trends of their number are defined.

УДК 504.54 (502.72)

**ЛАНДШАФТНЫЕ КОМПЛЕКСЫ РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗАКАЗНИКА  
«ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»****Е.Е. Давыдик, Д.С. Воробьев, И.А. Рудаковский, И.В. Пенкрат**

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

В результате изучения пространственной организации природных ландшафтов республиканского заказника «Прибужское Полесье» установлено, что типичные комплексы для подзоны широколиственно-лесных ландшафтов занимают значительную территорию в его пределах и требуют разработки мероприятий, обеспечивающих экологический мониторинг, экологически безопасное применение и устойчивое развитие территории.

**Введение**

Изучение пространственной организации природных ландшафтов имеет большое значение для оценки экологического состояния территории, определения мероприятий, обеспечивающих экологический мониторинг, экологически безопасное использование и устойчивое развитие. Особого внимания заслуживают ландшафтные комплексы республиканского заказника «Прибужское Полесье», являющегося частью трансграничного биосферного резервата «Западное Полесье», входящего с 2012 г. во Всемирную сеть биосферных резерватов.

**Результаты и их обсуждение**

В соответствии с ландшафтным районированием Республики Беларусь, территория заказника расположена в пределах Прибужского района плосковолнистых водно-ледниковых ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами Полесской провинции озерно-аллювиальных, аллювиальных террасированных и озерно-болотных ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, болотами подзоны суббореальных Полесских широколиственно-лесных ландшафтов [1].

На территории заказника выделяют всего два природно-территориальных ландшафтных комплекса, из которых абсолютно доминирующим является средневысотный вторичный водно-ледниковый волнистый ландшафт. Низменный ландшафт на территории заказника представлен плосковолнистым аллювиальным террасированным слабо дренированным природно-территориальным комплексом (ПТК) [2].

На большей части территории заказника представлены ландшафтные комплексы бугристо-волнистой с озерами, золовыми грядами водно-ледниковой равнины с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах. Формирование водно-ледниковых ландшафтов связано с деятельностью талых ледниковых вод в эпоху припятского и поозерского оледенений. При этом потоки последующих ледников перекрывали более древние отложения, в результате чего формировались мощные песчаные разновозрастные толщи. Абсолютные отметки колеблются в достаточно широких интервалах – 160–175 м (минимальные отметки 156 м приурочены к уровням озер и рек) – при средней небольшой (до 5 м/км) глубине расчленения. В горизонтальном строении ландшафта выделяются 4 урочища.

Характерной особенностью территории заказника является золовый рельеф (дюны, бугры, гряды). Наиболее высокие элементы рельефа в ландшафте

занимает урочище высоких дюн и бугров, представляющее собой сочетание береговых образований спущенных озер (дюн, песчаных грив и бугров), утративших свою первоначальную форму. Абсолютные высоты колеблются от 160 до 175 м. Относительные превышения отдельных холмов иногда достигают 10 и более метров. Для дюнно-бугристых ПТК характерно наиболее глубокое (более 3–5 м) залегание уровня грунтовых вод и рыхлые песчаные почвообразующие породы, обусловившие формирование слабо развитых дерново-подзолистых почв с маломощным перегнойным горизонтом с сосновыми лесами верескового типа. В подлеске помимо можжевельника появляется дрок красильный, острокильница чернеющая, в напочвенном покрове произрастает вереск обыкновенный, брусника, кустистые лишайники, встречаются зеленые мхи. В условиях наиболее повышенного золового рельефа образуются крайне бедные неразвитые подзолистые почвы практически с полным отсутствием перегнойного горизонта. На них произрастают лишайниковые сосняки, в напочвенном покрове образуют сплошной ковер кладонии, здесь встречаются также булавоносец седой, рассеянно – тмин песчаный, ястребинка волосистая, чабрец обыкновенный. Часто золовые бугры и дюны лишены всякой растительности и переважаются ветром.

Более низкий гипсометрический уровень занимает урочище волнистой водно-ледниковой равнины, формирующееся на рыхлых водно-ледниковых песках, но с признаками заболачивания почв на глубине около 1 м и более, что свидетельствует о близком расположении уровня грунтовых вод. Абсолютные высоты варьируют в пределах 155–160 м. Рельеф имеет сглаженный характер с незначительными колебаниями относительных высот. В естественном состоянии на дерново-подзолистых оглеенных внизу песчаных почвах произрастают преимущественно сосняки мшистые, в подлеске которых помимо можжевельника появляется дрок красильный, острокильница чернеющая, дуб черешчатый, встречаются граб, липа. В напочвенном покрове господствуют зеленые мхи, могут встречаться также черника, марьяник луговой, зимолюбка зонтичная, грушанка округлолистная. В микропонижениях, где происходит оглеение морфологического профиля почв, в напочвенном покрове могут присутствовать брусника, пятнами вереск обыкновенный, овсяница овечья, в древесном ярусе обычна береза бородавчатая.

Урочище плоской водно-ледниковой равнины занимает отдельные плоские, иногда незначительно

приподнятые участки с достаточно близким к поверхности уровнем грунтовых вод и с затрудненными условиями дренажа. Здесь развиваются дерново-подзолисто-глееватые и глеевые иллювиально-гумусовые почвы. Растительность представлена сосновыми или сосново-березовыми черничными, реже долгомошными лесами, черноольховыми лесами с кустарниковым покровом, напочвенный покров образуют молиния, вейник незамечаемый, пушица одноколосковая, политрихум, иногда сфагновые мхи, могут появляться орляк, кислица, в подлеске – крушина ломкая.

Более низкие местоположения в рельефе занимают урочища ложбин стока и плоских котловин различных размеров, унаследовавших форму спущенных озер и древних водно-ледниковых потоков. Абсолютные высоты колеблются в пределах 140–143 м. Избыточное увлажнение наблюдается здесь в течение более длительного периода, что находит отражение в более интенсивном освещении генетических горизонтов почв. Ведущую роль в составе почвенного покрова этих урочищ играют дерново-подзолистые глееватые почвы. Сохранившаяся естественная растительность на изучаемой территории представлена в основном сосново-березовыми, черноольховыми, березовыми осоковыми и таволговыми песами, суходольными и низинными лугами.

Среди лесов в типовом отношении наряду с мшистыми обычны также черничные серии. В древостое этих лесов береза бородавчатая находится в равном соотношении с осной и может образовывать чистые березовые насаждения. В подросте встречается осина, реже дуб, в подлеске обычны мохожелник, крушина ломкая, рябина. В северной части заказника встречаются черноольшаники папортниковые, крапивные, касатиковые. К ольхе часто примешивается ива, береза пушистая, осина. К дерново-глеевым почвам на территории заказника приурочены также небольшие ареалы дубовых таволговых лесов. Этими почвами ограничено распространение островных ельников и ясеневых лесов. Основной фон живого напочвенного покрова образует черника, под ней – сплошной ковер зеленых мхов. Здесь также часто встречается марьяник луговой, орляк обыкновенный, кислица, бор развесистый, реже живучка ползучая, подмаренник цепкий, ожика лесная. Низинные, реже суходольные луга, типичные для данного урочища, представлены злаковыми, разнотравно-злаковыми и осоковыми группировками.

Урочища заболоченных котловин с черноольховыми таволговыми и осоковыми лесами, низинными болотами на дерново-подзолистых песчаных заболоченных и низинных торфяно-болотных почвах сформировались в котловинах различных размеров и относительно более глубоких, в которых грунтовые воды находятся практически на дневной поверхности, и процесс торфонакопления идет по низинному типу. В естественном состоянии на торфяно-болотных почвах, имеющих различную мощность, произрастают преимущественно черноольховые осоковые и таволговые леса. В подлеске обычны крушина ломкая, рябина, ива ушастая, нередко смородина черная, калина,

малина. В напочвенном покрове преобладают осоки пузырчатая, обыкновенная, острая, лисья, в меньшем количестве встречается влажное разнотравье и злаки. В древесном ярусе к черной ольхе часто присоединяется береза пушистая, встречаются также черноольшаники крапивные, папортниковые, приручейные. Распространены в данном урочище также низинные типново-осоковые болота и мелкоосоковые луга. Среди осок на болотах произрастает вздутая, береговая, двухтычинковая, на лугах – черная, желтая, красная; в разнотравье обычны ирис желтый, калужница.

Урочище заболоченных котловин верхового и переходного типа представлено котловинами небольших размеров, в которых находящиеся у самой поверхности грунтовые воды наиболее обеднены элементами питания растений. В этих условиях формируются торфяно-болотные почвы верхового типа. Растительность представлена сосново-пушицево-сфагновыми и сосново-кустарничково-пушицево-сфагновыми ассоциациями. Микрорельеф верховых болот кочковатый. Из кустарничков распространены багульник, клюква, подбел, пушица алагаициная. Обильный моховой покров образуют сфагновые мхи. Болота переходного типа главным образом песные. В древостое преобладают сосна и береза пушистая, реже береза бородавчатая и осина. В кустарничковом ярусе распространены различные виды ив: пельменная, чернеющая, ушастая и др. Основными торфообразователями являются осоки (двухтычинковая, длинная, волосистоплодная). В напочвенном покрове на торфяно-болотных почвах переходного типа произрастают вахта трехлистная, сабельник болотный, наумбургия кистецветная, ситник развесистый, пушица широколистная, вербейник обыкновенный, а также различные виды кустарничков (клюква обыкновенная, подбел, багульник и др.).

Плосковолнистые аллювиальные террасированные слабо дренированные ПТК с сосновыми, широколиственно-сосновыми, дубовыми кустарничково-зеленомошными и вторичными мелколиственными лесами на аллювиальных дерново-глееватых и глеевых почвах на рыхлосупесчаном и легкосуглинистом аллювии приурочены к долинам рек Западного Буга и Копаявки.

В долине реки Западный Буг в южной части заказника выделяются аккумулятивная пойма и первая надпойменная терраса. Пойма р. Копаявка слабо дифференцирована, но выражена повсеместно. В пределах изучаемой территории ширина пойменного комплекса колеблется от нескольких десятков метров до 3 км. Поверхность поймы неровная, повсюду отмечаются мелкие старицы, прирусловые валы, гривы. Наиболее пониженные участки заболочены. Выделяются два пойменных уровня: 1,0–1,5 м и 3,0–3,5 м. В пределах поймы выделяются центральная и прирусовая части. Наиболее сложной морфологической структурой отличается центральная часть поймы, для которой характерен сегментно-гривистый микрорельеф. На гривах распространены луга среднего, реже высокого уровня, в составе травостоя преобладают злаки (щучка дернистая, мятлик луговой, вейник при-

земистый, костер безостый). Разнотравье представлено здесь лютиком ползучим, лапчаткой, ястребинкой зонтичной, подорожником ланцетолистным, нивяником обыкновенным. Основу травостоя на пойменных дерново-глебовых почвах понижений составляют осоки (высокая, стройная, просьяная, желтая); среди влаголюбивых злаков встречаются мятлики болотный, лисохвост луговой, манник наплывающий, канареечник; из влажного разнотравья обычны лапчатка прямая, вербейник обыкновенный, дербенник иволистный, чай луговой.

В приустьевой пойме концентрируется преимущественно грубый по гранулометрическому составу аллювий, местами лишенный естественной растительности или с редкостойным древостоем из ивы белой и ломкой. Преимущественно слабообразованные дерново-глебоватые, реже слабоглебоватые почвы покрыты злаковыми и разнотравно-злаковыми ассоциациями, близкими по флористическому составу лугам центральной поймы.

Выделяющаяся в долине Западного Буга надпойменная терраса на территории заказника представлена отдельными фрагментами, возвышающимися на 2–4 м над поймой. Ее поверхность неровная. Наиболее распространены разнотравно-злаковые ассоциации на дерновых слабоглебоватых почвах, формирующихся на песчаном древнем аллювии. Местами прослеживаются золотые всхолмления, покрытые более разреженной луговой растительностью с преобладанием злаков,

под которыми чаще развиваются дерновые оподзоленные почвы, нередко оглеенные внизу.

#### Выводы

Значительную часть территории заказника «Прибужское Полесье» занимают водно-ледниковые комплексы, типичные для подзоны широколиственно-лесных (полесских) ландшафтов, представленными двумя видами: бугристо-волнистым с озерами, золовыми грядами водно-ледниковым с сосновыми лесами на дерново-подзолистых почвах и волнистой водно-ледниковой равниной с сосновыми и мелколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах. В качестве эталонных согласно ТКП 17.12-06-2014 [3] выделены по два участка распространения каждого вида типичных ландшафтов общей площадью 1266,7 га, требующие особого внимания при разработке мероприятий по их использованию и охране.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Нацыянальны атлас Беларусі. Агрокліматычныя карты. М 1:8000000 – Мн.: Камітэт па зямельным рэсурсам, геадэзіі і картаграфіі пры СМ РБ, 2002 – С. 81
2. Марцінкевіч, Г.И. Ландшафты Беларусі / Г.И. Марцінкевіч, Н.К. Кліцунова, О.Ф. Яхушко, Л.В. Логінова. – Мінск, 1989. – 238 с.
3. ТКП 17.12-06-2014. Охрана окружающей среды и природопользование. Территории. Растительный мир. Правила выделения типичных и редких биотопов, типичных и редких природных ландшафтов. – Введ. 2014-05-22. – Минск: Минприроды, 2014. – 100 с.

## NATURAL LANDSCAPES OF THE REPUBLICAN RESERVE «PRIBUZHSCOE POLESYE»

DAVYDIK E.E., VOROBYOV D.S., RUDAKOVSKY I.A., PENKRAT I.V.

As a result of the study of the spatial organization of the natural landscapes of the republican reserve «Pribuzhskoe Polesye» it has been established that typical complexes for the subzone of broadleaf forest landscapes occupy a significant territory within it requiring the definition of activities providing ecological monitoring, ecologically safe use and sustainable development.

УДК 502.72

## ОБОСНОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ПРИБУЖСКОЕ ПОЛЕСЬЕ»

А.Л. Демидов, Д.С. Воробьев, О.М. Олешкевич, В.М. Храмов

Белорусский государственный университет, г. Минск, Беларусь

Исследования, проведенные в целях преобразования республиканского ландшафтного заказника «Прибужское Полесье», показали высокую значимость этой территории для сохранения в естественном состоянии уникальных природно-территориальных комплексов, а также популяций редких и находящихся под угрозой исчезновения видов растений и животных, редких и типичных биотопов, что послужило основанием для расширения площади охраняемой территории в 2 раза.

### Введение

Ландшафтный заказник «Прибужское Полесье» образован в Брестском районе Брестской области в целях сохранения в естественном состоянии уникального природного ландшафта с популяциями редких и исчезающих видов растений и животных, охраны редких песчаных биоценозов и геоморфологических образований на территории, занимающей важное место в международной сети особо охраняемых природных территорий. Территория, выделенная в заказник, является важной составляющей для сохранения в естественном состоянии природно-территориальных комплексов типичного природного ландшафта плосковолнистой водно-ледниковой равнины.

Преобразование республиканского ландшафтного заказника «Прибужское Полесье» Брестского района Брестской области с увеличением его площади до 16 000 га предусмотрено Схемой рационального размещения особо охраняемых природных территорий республиканского значения до 1 января 2025 г., утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 649 от 2 июля 2014 г. До проведения преобразования площадь заказника составляла 7 950 га, после – увеличена до 17 230,6 га.

В пределах ландшафтного заказника выделено два типичных биотопа общей площадью 59,5 га, четыре участка двух типичных ландшафтов общей площадью 1 266,7 га. Суммарно они занимают порядка 8 % площади заказника.

На исследуемой территории принято под охрану, либо выявлено при проведении исследований БГУ в 2016 г. 41 место обитания и место произрастания 12 видов диких животных и дикорастущих растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, что соответствует критериям выделения заказников согласно Национальной стратегии развития системы особо охраняемых природных территорий до 1 января 2030 г., утвержденной Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 2 июля 2014 г. № 649 «О развитии системы особо охраняемых природных территорий».

### Результаты и их обсуждение

Согласно физико-географическому районированию территория заказника относится к Полесской провинции, округа Брестское Полесье, района Малоритская равнина. Антропогенная толща представлена в основном ледниковыми и водно-ледниковыми отложениями днепровского, березинского и комплексом белорусского (наревского) возраста.

Основную часть территории заказника занимает водно-ледниковая равнина. Ее поверхность ослонена заболоченными понижениями, возникшими на месте бывших озер. Территория отличается достаточно сложным и разнообразным морфологическим строением с выраженными разными формами микро-рельефа, частой и резкой сменой условий увлажнения, что даже на относительно однородном литологическом фоне, представленном в данном районе водно-ледниковыми, реже древнеаллювиальными песками, определяет формирование разнообразного почвенного и растительного покрова.

В соответствии с ландшафтным районированием Республики Беларусь, территория заказника расположена в пределах Прибужского района плосковолнистых водно-ледниковых ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми лесами Полесской провинции озерно-аллювиальных, аллювиальных террасированных и озерно-болотных ландшафтов с сосновыми, широколиственно-сосновыми и дубовыми лесами на дерново-подзолистых, часто заболоченных почвах, болотами подзоны суббореальных Полесских широколиственно-лесных ландшафтов. На территории заказника выделяют всего два природно-территориальных ландшафтных комплекса, из которых абсолютно доминирующим является средневысотный вторичный водно-ледниковый волнистый ландшафт. Низменный ландшафт на территории заказника представлен плосковолнистым аллювиальным террасированным слабо дренированным ПТК.

В структуре растительности республиканского ландшафтного заказника «Прибужское Полесье» значительно преобладают лесные комплексы, которые занимают свыше 90 %, всей площади заказника. На территории заказника отмечается 1 147 видов дикорастущих растений и 222 вида диких позвоночных животных, в том числе: 13 видов амфибий, 6 видов рептилий, 165 видов птиц, 38 видов млекопитающих. Из видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, достоверно отмечались на территории заказника «Прибужское Полесье» 35 видов дикорастущих растений, 11 видов диких животных.

В системе геоботанического районирования территория заказника «Прибужское Полесье» расположена в Бугско-Припятском районе Бугско-Полесского геоботанического округа подзоны широколиственно-сосновых лесов (грабовых дубрав) Полесской провинции. Растительный покров данной территории занимает около 60 % и представлен в основном лесной (32 %), луговой (около 18 %) и болотной (около

9 %) растительностью. Бугско-Припятский район расположен в наиболее благоприятной в климатическом отношении части Беларуси. Вегетационный период здесь наибольший, по сравнению с другими частями республики и составляет 205–210 дней, безморозный период также наиболее продолжительный. Таким образом климатические условия исследуемого региона весьма благоприятны как для произрастания всего разнообразия аборигенных растений, так и для разведения большинства интродуцированных в Беларусь видов. Особенностью рельефа данной местности является пестрое чередование бугристых песчаных всхолмлений, поросших сосняками, с выровненными участками с широколиственными и смешанными лесами, а также понижениями, занятыми заболоченными черноольшаниками и осоковыми болотами.

Все произрастающие на территории заказника 1 147 видов (в том числе культивируемые и непреднамеренно занесенные чужеродные) сосудистых растений относятся к 5 отделам, 7 классам, 45 порядкам, 113 семействам, 555 родам. В их числе 6 видов плаунообразных, 7 видов хвощей, 15 – папоротников, 16 – голосеменных и 1 103 вида покрытосеменных растений (875 – двудольных и 228 однодольных). К травянистым растениям относятся 965 видов, к древесным – 182 вида (из них 66 видов деревьев и 116 видов кустарников, кустарничков, полукустарничков и древесных лиан).

К аборигенному компоненту флоры относится 723 вида, к антропогенному – 424. Ряд аборигенных во флоре Беларуси видов на территории заказника возможно представлены популяциями, имеющими чужеродное происхождение (*Equisetum variegatum*, *Matteuccia struthiopteris*, *Populus alba* и др.), а для некоторых видов их статус в составе флоры республики является спорным (*Cytisus scoparius*, *Ceratophyllum submersum*, *Berberis vulgaris*, *Cerasus avium*, *Oenothera biennis*, некоторых видов рода *Rosa*, *Crataegus*, *Grossularia*). Поэтому приведенные цифры соотношения дикорастущих и чужеродных видов являются приблизительными.

Из охраняемых растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, для флоры «Прибужского Полесья» различными авторами указывалось 48 видов сосудистых растений. Из них 7 видов (плаунок заливаемый, ладьян трехнадрезный, ятрышник дремлик, ива черничная, рослянка промежуточная, лук медвежий, наяда большая) обнаружены в локалитетах, которые в настоящее время находятся за территорией заказника. Вне заказника, по всей вероятности, находится и единственное местонахождение здесь мытника лесного. В подтверждении достоверными гербарными сборами нуждаются указания (возможно ошибочные) для флоры заказника кувшинки белой, хохлатки промежуточной, березы приземистой, чемерицы белой, дуба скального, лунника оживающего, одноцветки одноцветковой и дремлика темно-красного. Достоверно отмечались на территории заказника «Прибужское Полесье» 35 видов: баранец обыкновенный, чистоуст величавый, сальвиния плавающая, многоножка обыкновенная, хохлатка полая, равноплодник василистниковый, прострел раскры-

тый, камнеломка зернистая, зверобой горный, ива лапландская, дрок германский, зубянка луковичная, ленец бесприцветниковый, омела австрийская, альдрованда пузырчатая, медуница узколистная, кадило сарматское, шалфей луговой, скерда мякая, плющ обыкновенный, щитolistник обыкновенный, горчичник олений, пилия кудреватая, касатик сибирский, шпалник черелитчатый, пыльцеголовники длиннолиственный и красный, венерин башмачок настоящий, пальчатокоренник майский, тайник яйцевидный, любка зеленоцветковая, осока теневая. По данному зоологическому показателю флора заказника является одной из наиболее репрезентативных в республике. Здесь находится единственная популяция в Беларуси чистоуста величавого, один из немногих известных в республике местонахождений омелы австрийской и щитolistника обыкновенного, один из крупнейших в стране популяций плюща обыкновенного, равноплодника василистникового, хохлатки полой, кадила сарматского, любки зеленоцветковой и лилии кудреватой.

При проведении обследования в 2016 году было выявлено 24 места произрастания 10 видов дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь.

В качестве наиболее редких растительных сообществ заказника можно выделить: сообщества формации черешчатодубовых лесов на плакорах; сообщества еловых лесов с участием в напочвенном покрове плюща обыкновенного; сообщества еловых лесов за пределами ареала сплошного распространения; сообщества смешанных сосново-дубовых ацидофильных лесов; сообщества формации осоки омской; сообщества сальвинии плавающей.

Таким образом, флора и растительность ландшафтного заказника «Прибужское Полесье» характеризуется высоким таксономическим и фитоценотическим разнообразием, отличается чертами уникальности и своеобразия, не присущим более ни одной особо охраняемой природной территории Беларуси. На его территории размещается крупный целостный лесной массив с высокой насыщенностью ценных сообществ (эталонных насаждений, биогрупп и ценопопуляций редких и охраняемых видов растений). Все это позволяет охранять данную территорию в ранге заказника республиканского значения.

Территория заказника характеризуется высоким видовым богатством позвоночных животных, многие из которых имеют охранной статус в Беларуси. Всего здесь обитает 13 видов амфибий (100 % всей батрахофауны Беларуси), 6 видов рептилий (85,7 %), 165 видов птиц (50,5 %), 38 видов млекопитающих (46,9 %).

В целом на территории заказника имеется значительное количество биотопов, ценных для сохранения и поддержания сообществ птиц, в том числе редких и малочисленных видов, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Без учета вышеперечисленных видов, среди тростниковых зарослей крупных водоемов предполагается гнездование серощекой поганки, большой и малой выпи, в лесах гнездится черный аист, а по окраинам некоторых населенных пунктов – хохлатый жаворонок и т.д.

Площадь территории заказника после преобразования составит 17 230,6 га. Границы заказника максимально приурочены к хорошо выраженным на местности рубежам: дорогам, водные объекты, кварталные просеки, государственная граница. На отдельных участках они проходят по контуру лесных земель. Предусмотрено увеличение площади заказника более чем в 2 раза. В состав заказника включен лесной массив северо-восточнее существующего ООПТ, относящийся к Домачевскому и Медвянскому лесничествам ГЛХУ «Брестский лесхоз». Площадь заказника увеличилась на 9 280,6 га фактически только за счет лесных земель.

При увеличении размеров заказника выдерживался принцип его целостности. В состав, за минимальным исключением, вошли только земли лесхоза. Ввиду значительной удаленности не включены в заказник участки леса в Брестском лесничестве ГЛХУ «Брестский лесхоз», характеризующиеся наличием ценных растительных сообществ и мест произрастания дикорастущих растений, мест обитания диких животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь.

Отдельные участки, расположенные оторвано от основного лесного массива, либо находящиеся в окружении непрофильных для заказника объектов (автомобильная дорога, железная дорога, пахотные земли), были исключены из состава ООПТ.

В южной части территория заказника значительно затронута хозяйственной деятельностью. Внутри его границ расположены земли населенных пунктов (д. Селяхи, д. Комаровка), земли транспорта, связи, энергетики, Государственного пограничного комитета, войсковой части, которые не входят в состав земель заказника. В северной части в границах заказника участки, которые не входят в состав земель ООПТ, нет.

На территории республиканского ландшафтного заказника «Прибужское Полесье» запрещаются

или ограничиваются виды хозяйственной деятельности, наносящие существенный вред ландшафтной структуре территории, нарушающие структуру наиболее ценных растительных сообществ, а также среду обитания охраняемых видов растений и животных.

#### Выводы

1. Площадь территории ландшафтного заказника «Прибужское Полесье» после преобразования составит 17 230,6 га. В пределах заказника выделено 2 типичных биотопа общей площадью 59,5 га, 4 участка двух типичных ландшафтов общей площадью 1 266,7 га. Суммарно они составляют около 8 % площади заказника.

В качестве наиболее редких растительных сообществ заказника выделены: сообщества формации черешчатодубовых лесов на плакорах; сообщества еловых лесов с участием в напочвенном покрове плюща обыкновенного; сообщества еловых лесов за пределами ареала сплошного распространения; сообщества смешанных сосново-дубовых ацидофильных лесов; сообщества формации осоки омовидной; сообщества сальвинии плавающей.

2. На территории заказника отмечается 1 147 видов сосудистых растений, в том числе культивируемых и непреднамеренно занесенных чужеродных. Они относятся к 5 отделам, 7 классам, 45 порядкам, 113 семействам, 555 родам.

При проведении обследования в 2016 году было выявлено 24 места произрастания 10 видов дикорастущих растений, относящихся к видам, включенным в Красную книгу Республики Беларусь.

3. Территория заказника характеризуется высоким видовым богатством позвоночных животных, многие из которых имеют охраняемый статус в Беларуси. Всего здесь обитает 13 видов амфибий (100 % всей батрахофауны Беларуси), 6 видов рептилий (85,7 %), 165 видов птиц (50,5 %), 38 видов млекопитающих (46,9 %).

## JUSTIFICATION OF THE TRANSFORMATION OF THE REPUBLICAN LANDSCAPE RESERVE «PRIBUZHSKOE POLESYE»

DEMIDOV A.L., VOROBYOV D.S., OLESHKEVICH O.M., HRAMOV V.M.

The results of the transformation of the republican landscape reserve «Pribuzhskoe Polesye» are presented. Field studies have shown the high importance of this territory for the preservation in the natural condition of unique natural and territorial complexes as well as populations of rare and endangered species of plants and animals, rare and typical biotopes, that served as a circumstance for doubling of the protected area.

УДК 599.4(476) (031)

ЗИМОВКА *EPTESICUS SEROTINUS*, *NYCTALUS NOCTULA*, *PLECOTUS AURITUS* В ГОРОДЕ БРЕСТЕ И БРЕСТСКОМ РАЙОНЕ

М.Г. Демянчик

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина

Рассматривается зимовка 2017/2018 гг. в г. Бресте и других населенных пунктах Брестского района фоновых видов *Chiroptera*. Оцениваются этологические и морфологические особенности особей летучих мышей, оказавшихся в бедственном положении. Акцентируется актуальность совершенствования нормативно-правовой базы в части обращения с животным миром. Полный список зарегистрированных зимующих видов летучих мышей в Бресте 2016–2018 гг. включает 11 видов: *Eptesicus serotinus*, *Eptesicus nilssonii*, *Nyctalus noctula*, *Plecotus auritus*, *Plecotus austriacus*, *Myotis dasycneme*, *Myotis daubentonii*, *Myotis nattereri*, *Pipistrellus nathusii*, *Barbastella barbastellus*, *Vespertilio murinus*.

## Введение

Летучие мыши относятся к одной из наиболее актуальных групп животного мира в природоохранном отношении. Все виды этого отряда, которые обитают на территории Беларуси, включены или в Красную книгу Беларуси, или (и) в Приложения Боннской и Бернской конвенций [1]. Восемь видов включены в Красную книгу Республики Беларусь [1]. Составлена концепция по выделению ключевых хироптерологических территорий. Проводится мониторинг наиболее значимых гибернационных и репродуктивных скоплений [2]. Экология зимовок летучих мышей в городах – традиционное направление изучения этой группы животного мира в Европе [3].

Со второй половины 1990-х годов регулярный мониторинг зимовки летучих мышей осуществляется в Бресте [4].

Цель статьи – оценка зимовки фоновых видов летучих мышей *Eptesicus serotinus*, *Nyctalus noctula*, *Plecotus auritus* в городе Бресте и Брестском районе по состоянию на гибернационный сезон 2017/2018 гг. с учетом данных за предыдущие периоды.

## Методика и объекты исследования

Исследования проведены на постоянных площадках наблюдений (ППН) на 6 стационарах г. Бреста и Томашовском стационаре на юге Брестского района. В сезон 2017/2018 гг. зарегистрировано 7,5 тыс. особей летучих мышей на зимовке. Собраны сведения о 10 фактах бедствующих особей летучих мышей. Про-

ведено морфометрическое обследование 17 бедствующих особей из разных мест.

## Результаты и обсуждение

Метеоклиматическая ситуация зимы 2017/2018 гг. определялась нестабильностью. Первый снег выпал 20.12.17 г. Декабрь отличался фактически безморозной погодой. Небольшие редкие заморозки по температуре воздуха на ППН не опускались ниже  $-4^{\circ}\text{C}$ . Устойчивый снежный покров отсутствовал. Морозная погода с промерзанием почвогрунтов до 0,4 м установилась во второй декаде января 2018 г. В третьей декаде января установился неустойчивый снежный покров. С 24.01.18 г. начались существенные морозы (до  $-15^{\circ}\text{C}$  в ночные часы). Стабильная морозная погода (в ночные часы в среднем  $-2...5^{\circ}\text{C}$ ) длилась с конца января и до февраля. В 3-й декаде февраля ночные заморозки усилились в среднем до  $-10...13^{\circ}\text{C}$  (28.02.18 г.).

С 7.03.18 г. началось резкое потепление, за первый день сошло до 80 % снежного покрова. Тогда же отмечен и первый вечерний вылет летучей мыши (*E. serotinus*). Но в дальнейшем опять наступила морозная погода с оттепелями. Резкое похолодание с отрицательными температурами воздуха отмечалось 16–20 марта. Фактический гибернационный период летучих мышей в Бресте продлился до начала апреля.

В сезон гибернации 2017/2018 г. колониальные скопления (свыше 20 особей на  $50\text{ м}^2$ ) летучих мышей были выражены у 5 видов: *Barbastella barbastellus*,

Таблица 1. – Виды зимующих летучих мышей в г. Бресте в 2016–2018 гг.

№ п/п	Виды	Статус численности	Характер скопления
1	Вечерница рыжая <i>Nyctalus noctula</i>	малочисленный	колонии, одиночные особи
2	Кожан двухцветный <i>Vespertilio murinus</i>	обычный	колонии, одиночные особи
3	Кожан поздний <i>Eptesicus serotinus</i>	обычный	небольшие группы, одиночные особи
4	Кожанок северный <i>Eptesicus nilssonii</i>	редкий	одиночные особи
5	Нетопырь лесной <i>Pipistrellus nathusii</i>	редкий	одиночные особи
6	Нетопырь средиземноморский <i>Pipistrellus kuhlii</i>	редкий	одиночные особи
7	Ночница водяная <i>Myotis daubentonii</i>	обычный	колонии, одиночные особи
8	Ночница Наттерера <i>Myotis nattereri</i>	малочисленный	небольшие группы и колонии, одиночные особи
9	Ночница прудовая <i>Myotis dasycneme</i>	редкий	одиночные особи
10	Ушан бурый <i>Plecotus auritus</i>	обычный	одиночные особи
11	Ушан серый <i>Plecotus austriacus</i>	малочисленный	одиночные особи
12	Широкоушка европейская <i>Barbastella barbastellus</i>	многочисленный	колонии, небольшие группы, одиночные особи

**Таблица 2.** – Морфометрические и физиологические показатели типичных особей рукокрылых, зарегистрированных в бедственном положении в Бресте на зимовке 2017/2018 г.

Вес (г), морфометрические показатели (мм)	<i>N. noctula</i> 8.02.18 г	<i>E. serotinus</i> 16.08.18 г. самец	<i>E. serotinus</i> 27.02.18 г. самец	<i>P. auritus</i> 7.03.18 г. самец	<i>E. serotinus</i> 16.03.18 г. самец
Вес	21	17,6	16,5	5,8	14
Длина предплечья	56,5	52	50	39	51
Длина 1-го пальца крыла	7,3	8,1	8,1	8,1	8
Длина когтя 1-го пальца крыла	0,6	2,8	1,5	2,5	2,8
Длина 5-го пальца крыла	61	66	66	53	66
Длина крыла	94	88	88	60	92
Длина тела	78	76	71	50	68
Длина хвоста	48	56	50	42	54
Длина голени	23	23,5	22	19	23
Длина ступни	13	12	11	8,1	10
Длина уха	16,2	15	16	37	19
Ширина уха	13	8	10	18	10
Длина козелка	5,7	5	6	14	6,5
Ширина козелка	3,8	1,7	1,9	4,9	2,5
Размах крыльев	371	370	360	271	360
Эктопаразиты	+	-	-	-	-
Повраждения, иное	затертость волос на спине	4 отверстия (перфорации) на патагиуме	5 отверстий (перфорации) на патагиуме	1 отверстие (перфорации) на патагиуме	2 отверстия (перфорации) на патагиуме

*Nyctalus noctula*, *Vespertilio murinus*, *Myotis nattereri*, *Myotis daubentonii*. У остальных видов зарегистрированные зимовки проходили более дисперсно: небольшими группами или поодиночке (таблица 1).

Некоторые редкие на зимовках виды летучих мышей для территории Беларуси выявлены в разные годы впервые в Бресте: *Nyctalus noctula*, *Myotis dasycneme*, *Eptesicus nilssonii*, *Vespertilio murinus*, *Pipistrellus nathusii*.

В ходе анализа фактов по бедствующим особям установлено, что летучие мыши оставляли зимние убежища через 1–2 суток после резкого похолодания или, наоборот, после наступления оттепели. Зарегистрированные особи летучих мышей стали проникать в случайные места жилых помещений граждан в период стабильной морозной погоды с начала февраля. Напротив, *Plecotus auritus* попал в квартиру в первый день резкого потепления (таблица 2).

В таблице 2 показаны видовой состав и морфометрические показатели особей летучих мышей, оказавшихся зимой 2017/2018 г. в жилых помещениях г. Бреста. Отметим, что реакция домовладельцев на факты внезапного появления зверьков неоднозначная. Некоторые, проявляя достаточный уровень экологической сознательности, информируют о таких фактах природоохранные и научные учреждения и прилагают усилия по спасению бедствующего животного. Известны и факты иной направленности, когда контакт особей летучих мышей и людей заканчивается для первых крайне неблагоприятно. Поэтому здесь необходимо, наряду с пропагандой бережного отношения к охраняемым животным, совершенствовать и экологическое законодательство.

В целом морфометрические показатели соответствовали средним значениям для конкретных видов (таблица 1) [3, 4].

Как показано в таблице 2, вес взрослых самцов *N. noctula* и *E. serotinus* колебался в пределах 14–21 г. эти величины отражают существенное снижение упитанности по сравнению со средними значениями. Если в начале зимовки вес 11 измеренных взрослых особей *N. noctula* составлял в октябре 2017 г. 33–40 г, то самец этого вида в середине зимовки имел вес всего 21 г (таблица 1), т.е. на 37–50 % ниже, чем осенью.

Такое же критическое снижение веса на 30–40 % ниже нормы отмечено и для измеренных самцов *E. serotinus*. Это сопоставление показывает, что необычно теплая (для зимы) погода декабря-января спровоцировала в Бресте перемещение с перелетами самцов крупных видов *E. serotinus*, *N. Noctula*, что в свою очередь в условиях отсутствия корма повлекло повышение расходов депонированных жировых отложений и попадание особей в бедственное положение. По предварительным оценкам в зимовку 2017/2018 г. наблюдалось повышение популяционных потерь самцов *N. noctula* и *E. serotinus* на 10–25 % по сравнению со среднемноголетним уровнем этого показателя. В то же время столь значимые потери среди зимующих колоний или особей самок в эту зимовку в г. Бресте и в д. Томашовка не регистрировались. Несмотря на зимние перепады температур и внезапные потепления, появление особей других видов летучих мышей, кроме *N. noctula*, *E. serotinus*, *P. auratus* в местах, нетипичных для зимовок, не зарегистрировано. В зимовку 2017/2018 г. не отмечено бедствующих особей *V. murinus*, самцы

этого вида в прошлые зимовки в Бресте нередко попадали в бедственное положение.

Повышенный пресс хищничества на летучих мышах в Бресте по сравнению с прошлыми зимовками отмечен со стороны каменной куницы *Martes foina*. Агрессия *M. foina* отмечена в крупном зимовальном скоплении широкоушек *B. barbastellus*. Здесь также стабильно зимовали одиночные особи *E. serotinus* и *P. auritus*. В указанном скоплении *B. barbastellus* отмечено и «дежурство» перепелятника *Accipiter nisus* (11.01.2018 г. в 8.<sup>30</sup> ч.) возле основного летного коридора летучих мышей. Достоверно доказать хищничество перепелятника на этой зимовке летучих мышей в Бресте не удалось, хотя перепелятник предполагается в роли хищника летучих мышей в сопредельных регионах [3, 4, 5].

Отверстия-перфорации на крыльях бедствующих самцов *E. serotinus* (таблица 2) возможно свидетельствует о фактах нападения серой крысы *Rattus norvegicus*. Кроме того, у самца *E. serotinus* от 16.03.18 г обнаружен вывих на 3-м пальце крыла и загрязнение меха липким субстратом, похожим на использованную жевательную резинку. Поэтому загрязнение зимовальных убежищ различным мусором также следует считать одной из причин ухудшения гибернационных условий летучих мышей.

#### Выводы

1. Брест, несмотря на метеорологическую нестабильность зимы 2017/2018 г., остается одной из наиболее значимых гибернационных территорий Республики Беларусь. Здесь отмечены на зимовке колониальные скопления 5 видов (*N. noctula*, *B. barbastellus*, *V. murinus*, *M. nattereri*, *M. daubentonii*), а также небольшие группы или одиночные особи *P. nathusii* и других 7 видов летучих мышей. В зимовку 2017/2018 г. отмечена активизация хищничества на

летучих мышей с началом установления стабильной морозной погоды.

2. Наиболее чувствительными на резкие изменения метеоситуации среди видов зимующих летучих мышей оказались по мере убывания *E. serotinus*, *N. noctula*, *P. auratus*. По сравнению с прошлыми зимовками сравнительно стабильно прошла зимовка *V. murinus*.

3. В половой структуре особей летучих мышей, оказавшихся на зимовке в бедственном положении, абсолютно доминируют самцы. По предварительным данным, на зимовке 2017/2018 г. отмечено повышение популяционных потерь самцов крупных видов летучих мышей на 10–15 %.

4. Для оптимизации вопросов охраны бедствующих особей летучих мышей требуется совершенствование законодательства в части обращения с объектами животного мира.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: И. М. Качановский (гл. ред.) [и др.]. – Минск: БелЭн, 2015. – 317 с.
2. Демянчик, М.Г. Ключевые хироптерологические территории Беларуси / М.Г. Демянчик, В.Т. Демянчик, В.П. Рабчук, О.С. Грода, В.В. Демянчик // Брест: Издательство Альтернатива, 2010. – 8 с.
3. Simon, M. Ökologie und Schutz von Fledermäusen in Dörfern und Städten / M. Simon, S. Hüttenbügen, J. Smit-Viergutz. – Bonn: Bonn-Bad Godesberg: Bundesamt für Naturschutz, 2004. – 275 p.
4. Демянчик, В. Т. Рукокрылые Беларуси: Справочник-определитель / В. Т. Демянчик, М. Г. Демянчик. – Брест: Издательство С. Лаврова, 2000. – 216 с.
5. Görner, M. Säugetiere Europas / M. Görner, L. Hackethal. – Leipzig: Neumann Verlag, 1987. – 372 p.

## WINTERING OF *EPTESICUS SEROTINUS*, *NYCTALUS NOCTULA*, *PLECOTUS AURITUS* IN THE CITY OF BREST AND THE BREST AREA

DEMIANCHIK M.G.

Features of wintering of 2017/2018 in Brest and other settlements of the Brest area are considered. Ethological and morphological features of the bats in distress are estimated. Relevance of importance of normative and law base regarding of fauna is accented. The complete list of the registered wintering species of bats in Brest 2016–2018 is provided. *Eptesicus serotinus*, *Eptesicus nilssonii*, *Nyctalus noctula*, *Plecotus auritus*, *Plecotus austriacus*, *Myotis dasycneme*, *Myotis daubentonii*, *Myotis nattereri*, *Pipistrellus nathusii*, *Barbastella barbastellus*, *Vespertilio murinus*.

УДК 574.34

## ПОДЗЕМНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ СООРУЖЕНИЯ – АКТУАЛЬНЫЙ ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ ДЛЯ СКОПЛЕНИЙ ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ

В.В. Демянчик<sup>1</sup>, О.С. Грода<sup>2</sup><sup>1</sup> Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup> Волонтерская группа Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Обсуждаются экологические особенности «проблемных» скоплений наземных неплетающих позвоночных животных в гидротехнических и прочих подземных сооружениях Брестской области и сопредельных регионов. В последние 5 лет в составе скоплений позвоночных животных, оказавшихся в критических ситуациях (на грани гибели или погибших) зарегистрирован 51 вид позвоночных животных. Среди классов позвоночных животных наиболее уязвимы амфибии: 48 % от числа особей позвоночных животных, оказавшихся в экологических ловушках подземных сооружений. Установлена необходимость включения в строительные проекты специальных защитных устройств.

### Введение

В природной среде Белорусского Полесья наиболее существенные изменения фауны связаны с широкомасштабной осушительной мелиорацией в середине 20 столетия. Общие и частные результаты эколого-фаунистических последствий мелиорации рассмотрены в многих научных исследованиях [1, 2 и др.].

Наряду с мелиорацией в этот период осуществлялось и масштабное гражданское, производственное и дорожное строительство, в результате чего в населенных пунктах Полесья появились многие тысячи подземных коммуникаций: водопроводящих труб, траншей, канализационных колодцев, бетонированных резервуаров. Значение этих сооружений в экологии позвоночных животных Полесья до настоящего времени специально не оценивалось.

### Методика и объекты исследования

Учеты позвоночных и специальные поисковые исследования проведены в 9 административных районах западной части Беларуси в 2012–2016 гг. Для сравнения использованы результаты эпизодических наблюдений в подземных сооружениях за 1999–2011 гг.

Проведено более 550 осмотров технических сооружений ливневой канализации, мелиоративного дренажа, отстойников, колодцев, резервуаров, труб большого диаметра, траншей, подвальных помещений, приусадебных водоемов, глубоких траншей. На 45 объектах был проведен относительно полный сбор скоплений остатков погибших позвоночных. Видовая идентификация скелетных остатков проводилась по эталонным коллекциям. Собрано и идентифицировано 890 экземпляров наземных позвоночных животных 52 видов. Все крупные и относительно редкие экземпляры сохранены в коллекциях или сфотографированы на месте.

### Результаты и обсуждение

Подземные технические сооружения – широко распространенные элементы строительных конструкций в любом современном населенном пункте и на многих межселенных территориях. Традиционные подземелья (погребя, подвалы) или близкие экотопы (водопитываемые колодцы, зимние овощехранилища, летние льдохранилища, зимние «присыбы») известны в регионе как массовые объекты в течение многих столетий в любой местности исследуемого региона. Подобные традиционные грунтовые подземелья, об-

следованные нами ( $n=60$ ), оказывались в ряде случаев регулярными станциями для амфибий, рептилий и млекопитающих. За редким исключением (случайные утопления в колодцах), для отдельных позвоночных животных традиционные подземелья служили оптимальными или удовлетворительными укрытиями зимой, в летнюю засуху или весеннее половодье. Наряду с положительными средообразующими функциями, подземные сооружения могут спровоцировать и проблему для отдельных особей и скоплений позвоночных животных.

Нами обследовано более 30 пустых ям – зимних картофелехранилищ в апреле-мае. Сразу после выемки семенного картофеля такие ямы с отвесными грунтовыми стенами глубиной 0,8–2 м теоретически могут стать экологическими ловушками для мелких ползающих позвоночных. Как оказалось, в такие ямы уже на 2–4 суток случайно попадают особи мелких позвоночных. Однако скоплений животных (живых или погибших) там не обнаруживалось. В эксперименте выяснилось, что «видом-спасателем» в таких ситуациях, в первую очередь служит чесночница обыкновенная *Pelobates fuscus*. Даже одна особь этого вида способна в течение нескольких часов прорыть в песчано-суглинистом грунте стены ямы шурф 0,8 м и длиннее с достаточным уклоном (45–80°) для выхода на поверхность представителей других родов местной фауны не обладающих в достаточной мере такой способностью: *Bombina*, *Bufo*, *Rana*, *Natrix*, *Vipera*, *Anquis*, *Lacerta*, *Sorex*, *Neomys*, *Microtus*.

Следует отметить, что на селитебных территориях региона *P. fuscus* – относительно многочисленный и широко распространенный представитель батрахофауны. *P. fuscus* выявлен нами во всех населенных пунктах, где специально проводились поиски этого вида ( $n=49, 100\%$ ). Обитает *P. fuscus* в широком диапазоне селитебных экосистем от обезлюдивших деревень, отоленных по радиационным показаниям (Горица, Пинский р-н), до центральной части больших городов (ул. Московская, Ленина г. Брест). Возле традиционных погребов с земляным полом также отмечаются норы-шурфы чесночницы, по которым могут перемещаться и другие мелкие беспозвоночные. Поэтому мы считаем, что вероятной причиной отсутствия «проблемных» экстремальных скоплений позвоночных животных в традиционных (грунтовых)

подземных сооружениях возможно является землеройная активность фонового вида амфибий западной части Беларуси – *Pelobathes fuscus*.

Совсем по-другому в отношении позвоночных животных функционируют подземные сооружения, имеющие стены и дно из прочных водостойких материалов: железобетона, кирпича, металла, пластмассы. Технические сооружения этого типа вошли в массовую практику строительства после 1960-х годов и широко используются в настоящее время. Степень риска технических сооружений из высокопрочных материалов отражает следующая ситуация. В течение всего 2 суток в 2015 г. на одном из участков 15 м кв. набережной р. Пина (г. Пинск) выявлено скопление и гибель от иссушения особей *P. fuscus* ( $n=8$ ) в каменном углублении, где высота вертикальной гранитной стенки составила всего 15 см. Сеголетки чесночницы оказались здесь в ситуации экологической ловушки.

Более глубокие технические сооружения могут оказаться экологической ловушкой для целого ряда видов позвоночных животных (таблица 1). Во всех экологических ловушках ( $n=45$ ), показанных в таблице 1, число погибших особей в каждом случае колебалось от 10 до 30 и больше.

**Таблица 1.** – Состав видов диких позвоночных животных, погибших в экологических ловушках подземных технических сооружений ( $n = 45$ , Брестская и Гродненская области, 2012–2016 гг.)

№	Виды животных	Число особей	
		<i>n</i>	%
1	Жерлянка краснобрюхая <i>Bombina bombina</i>	49	4,04
2	Чесночница <i>Pelobathes fuscus</i>	68	5,61
3	Квакша <i>Hyla arborea</i>	2	0,17
4	Жаба серая <i>Bufo bufo</i>	14	1,16
5	Жаба зеленая <i>Bufo viridis</i>	29	2,39
6	Жаба камышевая <i>Bufo calamita</i>	6	0,5
7	Лягушка озерная <i>Pelophylax idibundus</i>	16	1,32
8	Лягушка остромордая <i>Rana arvalis</i>	59	4,86
9	Лягушка прудовая <i>Pelophylax lessonae</i> и лягушка зеленая <i>Rana esculenta complex</i>	12	0,98
10	Лягушка травяная <i>Rana temporaria</i>	46	3,8
11	Тритон обыкновенный <i>Triturus vulgaris</i>	12	0,99
12	Тритон гребенчатый <i>Triturus cristatus</i>	8	0,65
13	Земноводные <i>Amphibia, Anura sp.</i>	115	9,49
14	Веретеница ломкая <i>Anolis fragilis</i>	36	2,97
16	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i>	41	3,38
17	Ящерица живородящая <i>Lacerta vivipara</i>	2	0,17
18	Уж обыкновенный <i>Natrix natrix</i>	14	1,16
19	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i>	8	0,66
20	Сорока <i>Pica pica</i>	2	0,17
21	Дрозд певчий <i>Turdus philomelos</i>	9	0,74
22	Жаворонок полевой <i>Alauda arvensis</i>	1	0,08

23	Горихвостка-чернушка <i>Phoenicurus ochruros</i>	6	0,5
24	Мухоловка серая <i>Muscicapa striata</i>	4	0,33
25	Зяблик <i>Fringilla coelebs</i>	12	0,98
26	Еж белогрудый <i>Eriopis concolor</i>	86	7,1
27	Крот <i>Talpa europaea</i>	28	2,31
28	Бурозубка обыкновенная <i>Sorex araneus</i>	46	3,8
29	Бурозубка малая <i>Sorex minutus</i>	37	3,05
30	Кутора обыкновенная <i>Neomys fodiens</i>	19	1,56
31	Белозубка белобрюхая <i>Crocidura leucodon</i>	4	0,33
32	Лиса <i>Vulpes vulpes</i>	2	0,17
33	Собака енотовидная <i>Nyctereutes procyonoides</i>	2	0,17
34	Куница лесная <i>Martes martes</i>	4	0,33
35	Куница каменная <i>Martes foina</i>	3	0,25
36	Барсук <i>Meles meles</i>	1	0,08
37	Заяц-русак <i>Lepus europaeus</i>	12	0,98
38	Соня-попчок <i>Glis glis</i>	1	0,08
39	Бобр обыкновенный <i>Castor fiber</i>	2	0,17
40	Мышь домовая <i>Mus musculus</i>	27	2,23
41	Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	9	0,74
42	Мышь полевая <i>Apodemus agranus</i>	41	3,38
43	Мышь лесная <i>Apodemus sylvaticus</i>	6	0,5
44	Мышь желтогорлая <i>Apodemus flavicollis</i>	42	3,47
45	Крыса серая <i>Rattus norvegicus</i>	8	0,66
46	Ондатра <i>Ondatra zibethicus</i>	2	0,17
47	Полевка-экономка <i>Microtus oeconomus</i>	46	3,8
48	Полевка темная <i>Microtus agrestis</i>	12	0,99
50	Полевка обыкновенная <i>Microtus arvalis</i>	85	7
51	Полевка подземная <i>Microtus subterraneus</i>	6	0,5
52	Полевка рыжая <i>Myodes glareolus</i>	62	5,12
53	Полевка <i>Microtus sp.</i>	45	3,71
54	Кабан <i>Sus scrofa</i>	2	0,17
55	Косуля <i>Capreolus capreolus</i>	1	0,08
Итого		1212	100

Как показано в таблице 1, даже за сравнительно короткий срок и на ограниченной выборке скопленных погибших экземпляров очевидна актуальная роль подземных технических сооружений в качестве фактора экологических рисков.

В подземных сооружениях в скоплениях погибших особей отмечено 52 вида, которые представляют все классы наземных позвоночных региона.

При этом в составе скопленных животных подземных технических сооружений оказываются представители разных экологических групп от малоподвижных ползающих (*Bombina bombina*) до специализированных древолазов (*Glis glis*). Среди 4 классов позвоночных животных наиболее уязвимым оказался класс Земноводные. Представители Земноводных составили 46 % «проблемных» скопленных позвоночных (таблица 1). В «проблемных» скоплениях зарегистри-

ровано и 6 видов птиц (таблица 1). Все 34 особи погибших птиц оказались молодыми. По нашим представлениям наиболее уязвимым видом в отношении риска гибели в подземных сооружениях (традиционных и технических) в условиях западной части Беларуси является *Anquis fragilis*. Например, в феврале 2010 г. в единственном полуразрушенном сухом колодце канализации в ур. Никор (Беловежская пуца) обнаружено сразу 18 особей этого вида (в таблицу 1 не включены), представленных на рисунке 1. Одиночные и в составе группы погибших особей *A. fragilis* отмечались даже в простых выемках сухого песка в летний период.



Рисунок 1. – Центральная часть экологической ловушки. 27.02.2010, Беловежская пуца. Часть особей для удобства фотозаписи смещена

Экземпляры достаточно осторожных и крупных представителей териофауны оказывались в фатальных ситуациях только в случаях сооружений, заполненных водой или животноводческими стоками. К ним относятся *Capreolus capreolus*, *Vulpes vulpes*, *Martes Meles meles*, *Nyctereutes caryocatacthes* (таблица 1).

В таблице 1 также приведены данные о гибели 18 особей, обнаруженных нами в отстойнике (окр. д. Остров, Ляховичский р-н) и 3 приусадебных бассейнах, дно и берега которых укреплены водонепроницаемой скользкой полистиленовой пленкой. В таких объектах обнаружены: *Capreolus capreolus*, *Talpa europaea*, *Sorex araneus*, *Microtus arvalis*, *Apodemus agrarius*.

Среди млекопитающих встречаемость видов в экологических ловушках подземных сооружений приблизительно пропорциональна их встречаемости в сопредельных биотопах только для одной группы животных – полевок *Microtus*.

По-видимому, среди млекопитающих наибольшему риску гибели в подземных сооружениях подвержен *Erinaceus concolor*. Особи этого полезного в хозяйственном отношении, но малоосторожного вида – типичные представители скоплений погибших животных на большинстве обследованных нами комплексов зерносушильных (ЗС). Как оказалось, бетонированные траншеи и ямы на этой широко распространенной категории сооружений Белорусского Полесья не имеют никаких защитных конструкций даже по проекту. Актуальны в этом отношении и другие категории сооружений.

Таблица 2. – Состав скоплений позвоночных животных в экологических ловушках подземных технических сооружений сельской местности (скелетные остатки)

Виды животных	Местность: численность особей (n, %)					
	Мостовский р-н, окр. д. Выгода, заброшенная ферма, канализация, колодец, осень 2015 г., весна 2016 г.		Ивцевичский р-н, окр. д. Выгощи, насосная станция, дренажный колодец, весна 2015 г.		Дрогичинский район, окр. д. Осовцы, отстойник фермы КРС, весна 2013 г.	
	n	%	n	%	n	%
<i>Pelobathes fuscus</i>	2	6,90	1	6,25	3	17,65
<i>Hyla arborea</i>	1	3,45	-	-	-	-
<i>Bufo bufo</i>	3	10,34	-	-	1	5,88
<i>Rana arvalis</i>	2	6,90	1	6,25	1	5,88
<i>Triturus cristatus</i>	-	-	-	-	2	11,76
<i>Triturus vulgaris</i>	-	-	-	-	1	5,88
<i>Anquis fragilis</i>	2	6,90	1	6,25	-	-
<i>Lacerta agilis</i>	2	6,90	2	12,5	1	5,88
<i>Lacerta vivipara</i>	2	6,90	1	6,25	-	-
<i>Natrix natrix</i>	1	3,45	1	6,25	1	5,88
<i>Vipera berus</i>	-	-	1	6,25	-	-
<i>Erinaceus concolor</i>	-	-	-	-	1	5,88
<i>Sorex araneus</i>	1	3,45	2	12,5	1	5,88
<i>Martes foina</i>	-	-	-	-	1	5,88
<i>Lepus europaeus</i>	-	-	-	-	1	5,88
<i>Glis glis</i>	1	3,45	-	-	-	-
<i>Apodemus agrarius</i>	-	-	1	6,25	1	5,88
<i>Apodemus flavicollis</i>	2	6,90	-	-	-	-
<i>Microtus arvalis</i>	4	13,79	2	12,5	2	11,76
<i>Microtus agrestis</i>	4	13,79	-	-	-	-
<i>Microtus subterraneus</i>	-	-	2	12,5	-	-
<i>Clethrionomus glareolus</i>	2	6,90	1	6,25	-	-
Итого	29	100	15	100	17	100

Таблица 3. – Состав скоплений позвоночных животных в экологических ловушках подземных технических сооружений города Бреста (*in-vivo*)

Виды животных	Местность, число особей (n, %)					
	Северо-запад, Форт «А», подвалы казематов, осень 2015 г., весна 2016 г.		Запад, Бр. крепость, подвал, осень 2015 г., весна 2016 г.		Юго-запад, ул. Подгородская, канализац. колодец, весна 2015 г., 2016 г.	
<i>Hyla arborea</i>	-	-	-	-	2	2,98
<i>Bombina bombina</i>	16	17,8	16	24,61	-	-
<i>Pelobates fuscus</i>	10	11,1	8	12,3	35	52,24
<i>Bufo bufo</i>	4	4,4	2	3,08	-	-
<i>Bufo calamita</i>	-	-	-	-	3	4,48
<i>Bufo viridis</i>	5	5,5	-	-	20	29,85
<i>Rana ridibundus</i>	3	3,3	1	1,53	5	7,46
<i>Rana lessonae</i>	4	4,4	-	-	-	-
<i>Rana arvalis</i>	19	21,1	5	7,69	1	1,49
<i>Rana temporaria</i>	12	13,3	4	6,15	-	-
<i>Triturus vulgaris</i>	21	23,3	20	30,76	1	1,49
<i>Triturus cristatus</i>	-	-	6	9,23	-	-
<i>Lacerta agilis</i>	2	2,2	2	3,08	-	-
<i>Natrix natrix</i>	-	-	1	1,53	-	-
Итого	96	100	65	100	67	100

Из-за технического износа и метеорологических воздействий относительно быстро утрачивается первоначальная герметичность большинства канализационных колодцев, что является характерной первопричиной гибели скоплений позвоночных животных в городах, поселках, животноводческих комплексах. Обветшание и разрушение различных зданий и сооружений с подземными конструкциями в регионе имеет тенденцию к росту, особенно в последние годы, что означает и аналогичное ожидание повышения масштабов гибели особей и их скоплений среди позвоночных животных.

На структуру скоплений позвоночных животных в подземных технических сооружениях влияют ландшафтно-биотопические особенности местности, относительная численность и особенности экологии видов фауны (таблицы 2 и 3).

Как показано в таблицах 2 и 3, подземные технические сооружения представляют «проблемное» значение в качестве элиминирующей формы воздействия для амфибий, прежде всего в городах. С учетом значительных потерь на дорогах и от синантропных хищников гибель особей в подземных сооружениях обуславливает со временем неизбежное локальное вымирание амфибий в современной городской застройке. Наиболее критические периоды для амфибий: весна и осень. В это время амфибии случайно или целенаправленно в поисках мест зимовок или нереста наиболее часто попадают в сооружения человека. В 2003 г. в зоне заброшенной стройки по ул. Московская нами наблюдалось массовое заползание для нереста в глубокий колодец десятков особей *Triturus vulgaris*, самостоятельно выбраться обратно эти особи не могли. Особо критическое положение складывается с синантропными охраняемыми видами: *B. calamita*, *T. cristatus*, *B. viridis*. Первые 2 вида включены в последние издания Красной книги Республики Беларусь,

но эта форма риска там не актуализирована [3–5]. Белорусские герпетологи подчеркивают, что на состояние амфибий влияют различные факторы, в т.ч. неизвестные [2]. Не упоминаются подземные сооружения в качестве элиминирующих факторов для млекопитающих, рептилий и амфибий в основных эколого-фаунистических сводках по этим группам позвоночных Беларуси, составленных в 1960–1970-е годы [6–8]. Наш взгляд это объясняется тем, что для экологии позвоночных Беларуси в середине XX столетия технические сооружения, еще не имевшие столь широкого распространения, не представляли актуальную проблему.

Данные таблиц 2 и 3 косвенно показывают ландшафтные отличия и, соответственно, изменения состава животных – потенциальных жертв экологических ловушек. Например, отсутствие *A. fragilis* объясняется полным отсутствием этого вида на городских объектах и в д. Осовцы. Аналогично прослеживается данная закономерность распределения и распространения и по большинству других видов (таблицы 2, 3). Городские биотопы отличаются крайне низкой численностью и видовым многообразием рептилий и микромлекопитающих, что нашло отражение и в составе «проблемных» скоплений позвоночных животных в подземных сооружениях. Сравнение «проблемных» скоплений амфибий Бреста показывает разный состав видов. Обследование экологических ловушек нередко дает более быстрый результат в изучении состава батрахофауны, чем достаточно продолжительные по времени и сравнительно невысокие по эффективности учеты вокализирующих амфибий и маршрутные учеты в окружающих биотопах, что особенно наглядно на примере *B. calamita* и *T. cristatus* (таблица 3).

Кроме того, сравнение обилия особей, обнаруживаемых в подземных сооружениях, может служить также одним из способов мониторинга межгодовой

Таблица 4. – Состав скоплений позвоночных животных в 2 контрольных подземных сооружениях в юго-западной части г. Бреста 2012–2016 гг.

Виды позвоночных животных	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<i>Bufo viridis</i>	55	62	40	37	21
<i>Bufo bufo</i>	103	112	84	53	17
<i>Bufo calamita</i>	-	-	-	2	1
<i>Pelobathes fuscus</i>	94	85	63	50	39
<i>Bombina bombina</i>	87	93	51	42	10
<i>Rana arvalis</i>	115	86	24	16	10
<i>Rana temporaria</i>	76	59	15	8	7
<i>Rana ridibundus</i>	41	34	13	9	10
<i>Triturus cristatus</i>	1	-	2	1	2
<i>Triturus vulgaris</i>	48	33	20	14	10
Итого	620	564	312	232	127

динамики численности амфибий. Например, высокая успешность выгола амфибий во влажные годы значительно отражается и на столь же высокой численности особей этой группы животных, попавших осенью в подземные сооружения (таблица 4).

Как показывают данные таблицы 4, происходит снижение числа особей (с 33 % в 2012 г до 7 % в 2016 г. от общего количества особей), попавших в экологические ловушки. Вероятно, это обусловлено общим снижением численности земноводных, в том числе и в результате их гибели в технических сооружениях. Наибольшее количество особей характерно для *Bufo bufo* ( $n=369$ ) и *Pelobathes fuscus* ( $n=331$ ), наименьшее для *Triturus cristatus* ( $n=6$ ).

На всех обследованных нами городских территориях и животноводческих комплексах (свыше 200) обнаружены технические сооружения потенциального эколого-фаунистического риска. Причины: отсутствие защитных приспособлений по проекту; строительные дефекты; технический износ; несоблюдение технологий, вывод из эксплуатации без консервации; самовольный демонтаж. В результате практически все известные нам очистные сооружения животноводческих комплексов и ряд других объектов представляют в разной мере риск для диких и домашних животных. Герметичность и надежность конструкций в плане безопасности для животных должны стать дополнительными требованиями при проектировании, эксплуатации и демонтаже подземных сооружений. Тем более, что эти принципы направлены и на безопасность людей.

Животные в сооружениях представляют актуальность и в плане биологической безопасности. Рептилии, амфибии и многие другие мелкие животные, попавшие в подземные и прочие сооружения жилых домов нередко вызывают нежелательные эмоции и представляют угрозу для здоровья людей. От нашествия жаб люди вынуждены оставить современный дом в агрогородке [9]. Преимущественно в подземных сооружениях укрываются скопления крыс, способных нападать на людей [10].

Примером современных экологических и социально сбалансированных технических решений с учетом фауны может служить инфраструктура современной автомагистрали на участке Варшава-Франкфурт. Очень много примеров удачных конструкций можно отметить и в Белорусском Полесье.

## Выводы

1. По сравнению с традиционными, современные подземные технические сооружения, построенные из прочных водостойких материалов, представляют реальный экологический риск гибели для всех видов амфибий, рептилий, млекопитающих, а также для некоторых видов птиц величиной от *Sorex minutus* до *Sus scrofa*. Наибольшие потери по этой причине несут популяционные группировки амфибий на городских землях.

2. Относительная безопасность для мелких животных традиционных подземных сооружений вероятно обеспечивается активным землеройным видом – *Pelobathes fuscus*.

3. В последние 5 лет в составе скоплений позвоночных животных, оказавшихся в критических ситуациях (на грани гибели или погибших) зарегистрировано 52 вида позвоночных животных. В связи с обветшанием неиспользуемых строений ожидается дальнейшее увеличение масштабов гибели позвоночных животных в сооружениях человека.

4. Результаты регулярного контроля подземных сооружений могут быть использованы для мониторинга численности, распределения и распространения амфибий, рептилий и мелких млекопитающих региона.

5. Фактор высокого риска гибели позвоночных животных в подземных сооружениях целесообразно учитывать в проектах строительства и реконструкции, а также при разработке Оценок воздействия на окружающую среду (ОВОС).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Демяничк, В.Т. Инновационный мониторинг фауны и стратегии природопользования / В.Т. Демяничк, В.В. Демяничк // Наука и инновации: Научно-практический журнал Национальной академии наук Беларуси. – 2015. – № 8 (150). – С. 10–13.
2. Земноводные Беларуси: распространение, экология и охрана / С.М. Дробенков [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2006. – 216 с.
3. Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: И.М. Качановский (пред.) [и др.] – Минск: БелЭн, 2015. – 320 с.

4. Новицкий, Р.В. Гребенчатый тритон / Р.В. Новицкий // Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: И.М. Качановский (пред.) [и др.]. – Минск: БелЭн, 2015. – С. 131–132.
5. Новицкий, Р.В. Камышовая жаба / Р.В. Новицкий // Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / редкол.: И.М. Качановский (пред.) [и др.]. – Минск: БелЭн, 2015. – С. 132–133.
6. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик. – Минск: Наука и техника, 1985. – 191 с.
7. Пикулик, М.М. Пресмыкающиеся Белоруссии / М.М. Пикулик, В.А. Бахарев, С.В. Косов. – Минск: Наука и техника, 1988. – 166 с.
8. Сержанин, Н.И. Млекопитающие Беларуси / Н.И. Сержанин. – Минск: Изд-во АН БССР, 1961. – 320 с.
9. Бибииков, В. Погода в доме / В. Бибииков [и др.] // Советская Белоруссия. – 2008. – 8 апреля.
10. Козлович, В. В Бресте на автобусной остановке школьнице укусила крыса / В. Козлович // Советская Белоруссия. – 2014. – 19 декабря.

## UNDERGROUND TECHNICAL CONSTRUCTIONS IS THE ACTUAL FACTOR OF ENVIRONMENTAL RISKS FOR CONGESTIONS OF VERTEBRATE ANIMALS

DEMIANCHIK V.V., GRODA O.S.

Ecological features of «problem» accumulations of the land vertebrate animals in hydraulic engineering and other underground constructions of the Brest area and adjacent regions are discussed. In the last 5 years as a part of accumulations of the vertebrate animals who have appeared in critical situations (on the verge of death or the dead) 52 species of vertebrate animals are registered. Among classes of vertebrate animals amphibians are most vulnerable: 46 % of number of individuals of the vertebrate animals who have appeared in ecological traps of underground constructions. Need of inclusions in construction projects of special protection devices is established.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта БРФФИ «Наука – М» Б16М-036.

УДК [599.36/38+599.32]:574.3+913

**РЕЗУЛЬТАТЫ УЧЕТОВ МЕЛКИХ НАЗЕМНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ MICROMAMMALIA В БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ**В.Т. Демянчик<sup>1</sup>, М.Г. Демянчик<sup>2</sup>, И.А. Дятчук<sup>1</sup><sup>1</sup>Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup>Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

За последние 60 лет по результатам учетов давилками Геро в Брестской области видовой состав *Micromammalia* увеличился с 22 до 26 видов, а их обилие с 2–8 до 17–23 ос на 100 п.с. Увеличивается численность *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis*. Снижается численность *Microtus arvalis*, *Myodes glareolus*.

**Введение**

Микромаммалии – актуальная группа животного мира для выяснения структурно-функциональной динамики природных и техногенных экосистем и определения иных конкретных изменений в живой природе. В последнее десятилетие дикие и синантропные виды микромаммалий (ММ) приобретают универсальную прикладную значимость в социально-экономической и экологической сферах, что обусловлено проявлением новых эпизоотий и паразитарных поражений людей в разных регионах Европы. При этом ММ нередко служат основными или существенными переносчиками и хранителями инфекций и прочих зоонозов. В Брестской области не снижается и аграрная актуальность ММ, как вредоносных грызунов. Опубликованные данные по учетам ММ в Брестской области и других регионах Белорусского Полесья за длительный (полувековой) период отсутствуют.

Цель статьи: анализ предварительных результатов учетов микромаммалий в Брестской области стандартизированными методами за последние 60 лет.

**Методика и объекты исследования**

Для учетов ММ использовались давилки Геро, установленные на постоянных площадках наблюдений в песчаных, опушечных, луговых и селитебных биотопах в 1985–2018 гг. Применялись также ловчие канавки.

Отловы проводились преимущественно в весенне-летние периоды. Основные учеты проведены на стационарах в Ивацевичском, Пинском, Брестском, Столинском и Лунинецком районах Брестской области. Около 20 % из всей массы отловленных животных составляют экземпляры ММ, добытые указанными методами в экспедиционных условиях.

В статье анализируется только часть материалов, которую удалось обобщить к настоящему времени. Общий объем оригинальных материалов, анализируемых в статье, составил 9 606 ловушко-суток (п.с.) и 1 830 особей (ос.) зверьков. Свыше 55 % собранных экземпляров сохраняется, в т.ч. для целей дальнейшего уточнения видов. Например – *Microtus*, *Apodemus*, *Sorex*. Для сравнения использованы литературные данные по многолетним учетам ММ за 1950–1970-е года в Лунинецком районе.

**Результаты и обсуждение**

Белорусское Полесье по сравнению с другими регионами постсоветского пространства отнесено к одной из самых напряженных (сильной насыщенности) зон вредоносности грызунов [1], что определяет

особую региональную актуальность изучения этой группы млекопитающих, прежде всего – видовой состава и численности.

Данные учетов методом давилки и ловчих канавок в условиях Брестской области относительно адекватно отражают факты обитания, естественное соотношение численности в природе только 4–6 фоновых видов ММ. Остальные виды ММ по причине специфики их питания и поведения учитываются этим методом неудовлетворительно [2].

В таблице 1 показан состав и численность пойманных зверьков. Всего в отловах 1980–2018 гг. отмечено 26 видов. В предшествующие 30 лет 1955–1975 гг. этим методом на Полесском стационаре (Лунинецкий район, восток Брестской области) учтено 22 вида ММ [3].

В целом по региону самым многочисленным видом в наших сборах оказалась *Myodes glareolus*, 36 % от числа особей всех учтенных видов (таблица 1). Эта полевка доминировала по численности среди грызунов в песках Брестской области и ранее – 46 % [4]. Доминировала *M. glareolus* и на болотно-лесном стационаре в 1961–1970 гг. на востоке Брестской области, где ее относительная численность составляла 37 % [3]. Сравнение по 3 десятилетиям показывает тенденцию некоторого снижения относительной численности этого вида (таблица 1).

Вторым-третьим по значимости представителем среди грызунов является полевая мышь *Apodemus agrarius* – 10 % (таблица 1).

Среди фоновых видов ММ для *A. agrarius* свойствен наиболее выразительный тренд численности. При этом за последние 30 лет наиболее выразительный положительный тренд среди всех ММ также характерен для *A. agrarius* (таблица 1, рисунок 1). Также устойчивый положительный тренд численности *A. agrarius* отмечался в предшествующие десятилетия и на Полесском стационаре [3].

*A. agrarius* в Брестской области и других регионах Восточной Европы отличается эврипотностью и быстрым реагированием на новые кормовые и репродуктивные возможности изменяющейся среды. Этот вид является самым многочисленным даже в мегаполисах, например в Москве [5]. Доминирует этот вид грызунов в естественных биотопах и застройке г. Бреста. Необходимо отметить, что в отношении рисков распространения зоонозных заболеваний и паразитов в Брестской области *A. agrarius* – один из самых актуальных видов ММ [6; наши данные].

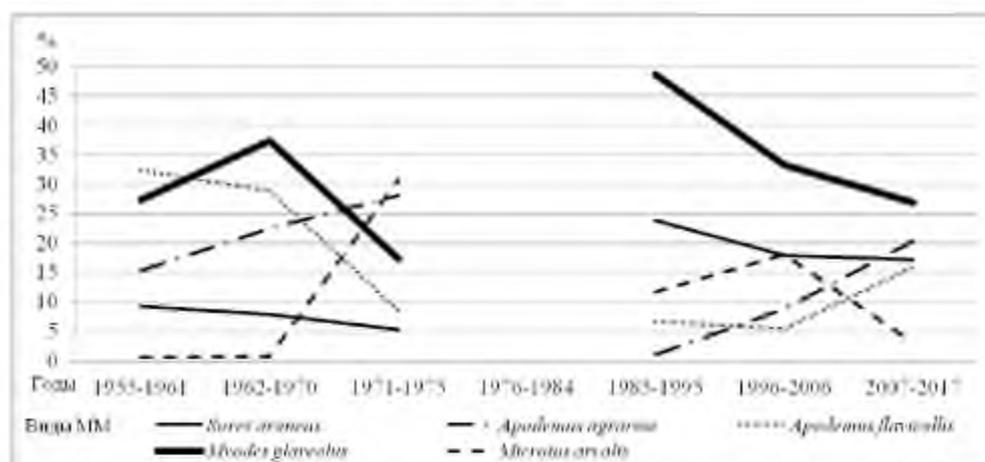


Рисунок 1. – Изменение численности 5 фоновых видов микромаммалий Брестской области в последние 60 лет (1955–1975 гг. по [3]; 1985–2017 гг. наши данные)

В последнее десятилетие обозначилось существенное увеличение численности таюке и желтогорлой мыши *A. flavicollis* – вида, также имеющего повышенное значение в отношении биобезопасности (таблица 1, рисунок 1).

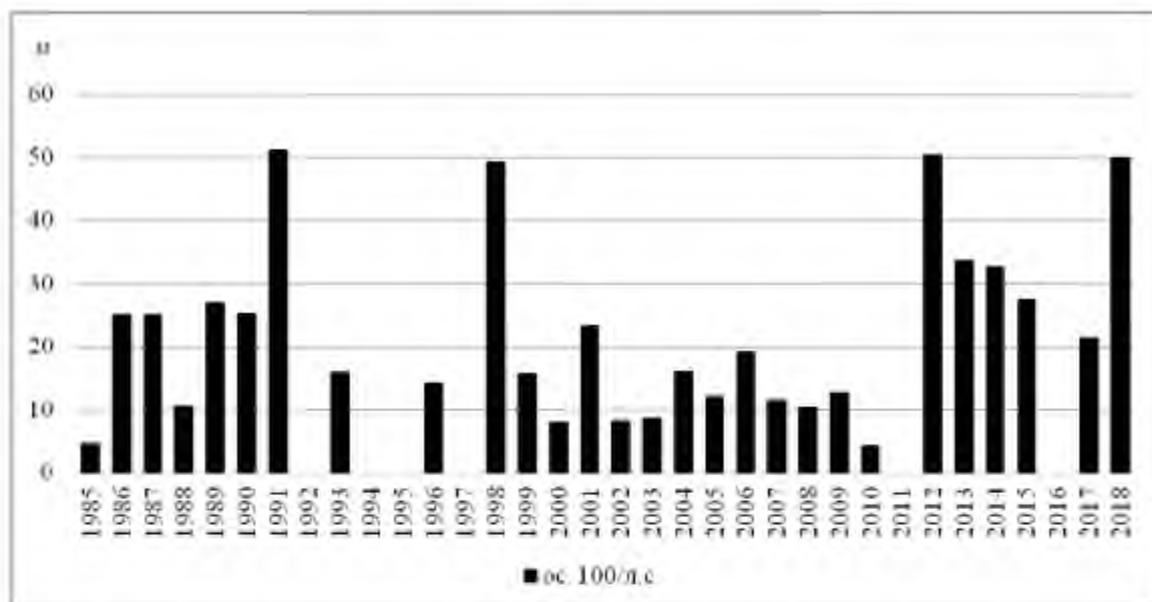
В списке ММ высокое значение (18 %) относительной численности относится к бурозубке обыкновенной *Sorex araneus*, что соответствует второму месту

в общем градиенте (таблица 1). Для этого массового вида ММ по десятилетиям свойственна относительно стабильная численность (таблица 1, рисунок 1).

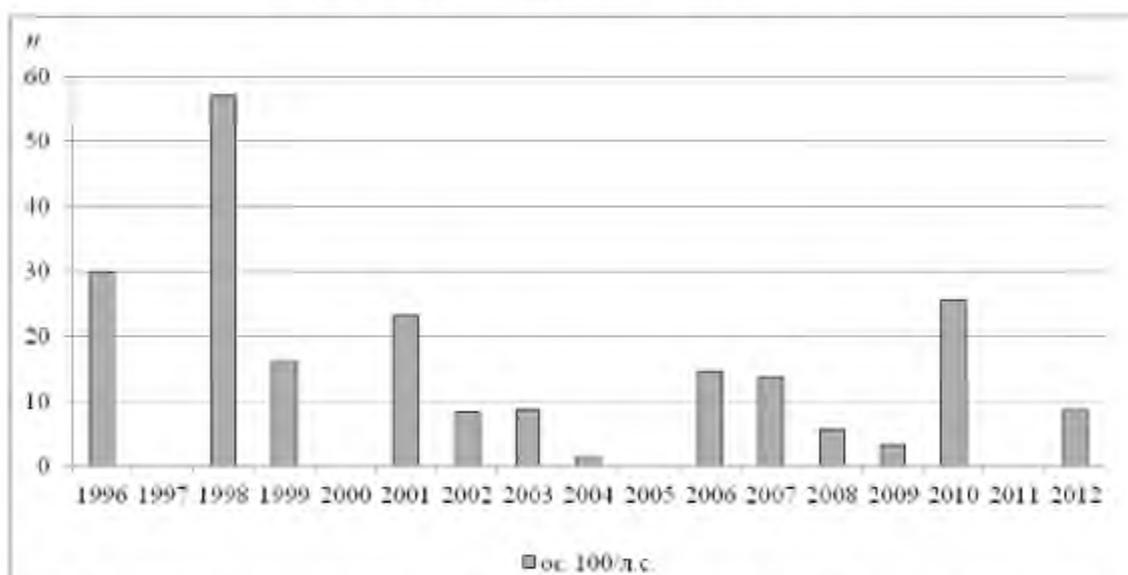
Для наиболее многочисленного вида ММ открытых биотопов – обыкновенной полевки *Microtus arvalis* отмечен отрицательный тренд численности (таблица 1). Что во многом обусловлено и повышением песистости региона в рассматриваемый период.

Таблица 1. – Видовой состав и относительная численность микромаммалий Брестской области, учтенных методами давилок Гера и ловчих канавок в 1985–2017 гг.

№ п/п	Виды жертв	1985–1995 г.		1996–2006 г.		2007–2017 г.		1985–2017 г.	
		n	%	n	%	n	%	n	%
1	<i>Talpa europaea</i> Крот обыкновенный	1	0,2	2	0,3	1	0,2	4	0,2
2	<i>Sorex araneus</i> Бурозубка обыкновенная	147	23,9	108	18,0	106	17,1	344	18,8
3	<i>Sorex caecutiens</i> Бурозубка средняя	1	0,2	2	0,3	1	0,2	4	0,2
4	<i>Sorex minutus</i> Бурозубка малая	12	1,9	11	1,8	7	1,1	30	1,6
5	<i>Crocidura suaveolens</i> Белозубка малая	-	-	-	-	1	0,2	1	0,1
6	<i>Crocidura leucodon</i> Белозубка белобрюхая	-	-	4	0,7	2	0,3	6	0,3
7	<i>Neomys anomalus</i> Кутора малая	-	-	1	0,2	-	-	1	0,1
8	<i>Neomys fodiens</i> Кутора обыкновенная	1	0,2	19	3,2	-	-	20	1,1
9	<i>Mustela nivalis</i> Ласка	1	0,2	-	-	-	-	1	0,1
10	<i>Myoxus glis</i> Соня-полчок	7	1,1	1	0,2	-	-	8	0,4
11	<i>Dryomys nitedula</i> Соня лесная	1	0,2	-	-	-	-	1	0,1
12	<i>Muscardinus avellanarius</i> Соня орешниковая	1	0,2	-	-	1	0,2	2	0,1
13	<i>Sicista betulina</i> Мышовка лесная	-	-	1	0,2	-	-	1	0,1
14	<i>Mus musculus</i> Мышь домовая	3	0,5	6	1,0	34	5,4	43	2,3
15	<i>Microtus minutus</i> Мышь-малютка	-	-	2	0,3	1	0,2	3	0,2
16	<i>Apodemus flavicollis</i> Мышь желтогорлая	41	6,7	33	5,5	101	16,0	175	9,6
17	<i>Apodemus agrarius</i> Мышь полевая	6	1,0	53	8,8	129	20,4	188	10,3
18	<i>Apodemus uralensis</i> Мышь лесная	1	0,2	13	2,2	12	1,9	26	1,4
19	<i>Apodemus sylvaticus</i> Мышь европейская	12	1,9	3	0,5	15	2,4	30	1,6
20	<i>Rattus norvegicus</i> Крыса серая	-	-	-	-	7	1,1	7	0,4
21	<i>Rattus rattus</i> Крыса черная	5	0,8	-	-	-	-	5	0,3
22	<i>Microtus oeconomus</i> Полевка-экономка	4	0,6	13	2,2	14	2,2	31	1,7
23	<i>Microtus arvalis</i> Полевка обыкновенная	72	11,7	109	18,1	19	3,0	200	10,9
24	<i>Microtus agrestis</i> Полевка темная	-	-	13	2,2	7	1,1	20	1,1
25	<i>Microtus subterraneus</i> Полевка подземная	-	-	7	1,2	2	0,3	9	0,5
26	<i>Myodes glareolus</i> Полевка рыжая	300	48,7	200	33,3	170	26,9	670	36,6
	Всего особей	616	100	601	100	632	100	1830	100



**Рисунок 2.** – Динамика интенсивности отловов микромаммалий в давилки Геро и ловчие цилиндры в Брестской области (ос./100 л.с.) в 1985–2018 гг.



**Рисунок 3** – Динамика интенсивности отловов микромаммалий в давилки Геро и ловчие цилиндры на Томашовском стационаре (ос./100 л.с.) в 1996–2012 гг.

Общее представление об обилии ММ показывают рисунки 2 и 3. Максимальное обилие (50 ос./100 л.с.) отмечено в Брестской области 4 раза. В целом после 2012 г. наблюдается стабильно высокое значение обилия ММ (рисунок 2). Максимальное обилие (58 ос./100 л.с.) отмечено в 1998 г. на Томашовском стационаре, на крайнем юго-западе Брестской области (рисунок 3).

Сравнение обилия ММ в давилках Геро в середине XX столетия и в последние десятилетия, показывает существенные отличия. В прошлом обилие ММ на юге Беларуси варьировало в пределах 2–25 ос./100 л.с. [3, 4]. Максимальные (и единичные) значения отмечены в «болотно-низинном типе биотопов» в 1962 г. (55,7 ос./100 л.с.) и в 1963 г. (31,5 ос./100 л.с.) [4].

В наших исследованиях с использованием этого же метода отмечается гораздо более высокое обилие (численность). На уровне трех десятилетий середины 20 столетия обилие ММ оценивалось от 2,1 до 8,9 ос./100 л.с. [3]. На уровне последних трех десятилетий обилие ММ наблюдалось уже от 17,5 до 23,1 ос./100 л.с. Повышение численности ММ в Брестской области объясняется обилием и разнородностью биотопов и переходом некоторых фоновых видов на круглогодичный период размножения, что ранее отмечалось только для синантропных видов (*Rattus*, *Mus*). Исключение в этом отношении за последний 10-летний период замечено только одно – зима 2017/2018 г.

Еще в 1960-е годы отмечалось, что общая численность (обилие) всех мышевидных грызунов на

юге Беларуси (Брестская и Гомельская области) более высокая, чем в северных областях республики, и подвержена более резким колебаниям, как вообще, так и по отдельным биотопам [4]. Современная ситуация с фоновыми видами ММ отражает длительное (60 лет) увеличение численности полевой мыши и многолетнее (30 лет) увеличение численности желтогорлой мыши в Брестской области. Для двух фоновых видов полевых и обыкновенной бурозубки (рисунок 1) установлено снижение встречаемости в отловах. А водяная полевка *Arvicola amphibius* (*A. terrestris*) по данным Михопап О. М. перестала попадаться в давилки еще в 1971 г. [3]. Не было этого грызуна и в наших отловах.

#### Выводы

Подтверждается установленная ранее (во 2-й половине XX столетия) закономерность более высокой и нестабильной численности мышевидных грызунов на юге Беларуси по сравнению с другими регионами страны.

Наблюдается повышение видового разнообразия и обилия микромаммалий в Брестской области в последние 30 лет. Состав видов, учтенных методом давилки Геро, увеличился с 22 до 26. Обилие микромаммалий в разрезе десятилетий увеличивалось с 2–9 до 17,5–23 ос/100 л.с.

В последние 60 лет в Брестской области наблюдается устойчивое увеличение относительной численности полевой мыши. В последние 30 лет на-

блюдалось увеличение относительной численности желтогорлой мыши и снижение этого показателя для 2 фоновых видов полевых обыкновенной и рыжей. В давилки Геро с 1971 года перестала попадаться водяная полевка.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Саулич, М.И. Зоны вредоносности грызунов и степень риска выращивания сельскохозяйственных культур на территории России и сопредельных государств / М.И. Саулич // Защита и карантин растений. – 2014 – № 11. – С. 33–35.
2. Демянчик, В.Т. Оценка численности встречаемости редких видов млекопитающих *Micromammalia* в лесных экосистемах Полесья / В.Т. Демянчик – 2018. – [в печати].
3. Михопап, В.М. Уплыў асушальнай меліярацыі балот Беларускага Полесься на стан насельніцкаў дробных млекакормячых / В.М. Михопап // Весці Акадэміі навук Беларускай ССР. Серыя біялагічных навук. – Мінск, 1979. – № 5. – С. 117–122.
4. Михопап, О.Н. Динамика численности мышевидных грызунов в лесных биотопах Белоруссии / О.Н. Михопап, В.Ф. Терехович // Экология позвоночных животных Белоруссии – Минск, 1965. – С. 34–41.
5. Тихонова, Г.Н. Распространение и видовое разнообразие мелких млекопитающих берегов рек урбанизированных территорий / Г.Н. Тихонова, И.А. Тихонов, П.Л. Богомолов, А.В. Суров // Зоологический журнал. – 2002. – Т. 81. – № 7. – С. 864–870.
6. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко. – Минск: Издательский центр БГУ, 2005. – 399 с.

## RESULTS OF RESEARCHING OF MICROMAMMALIA IN THE BREST REGION

DEMIANCHYK V.T., DEMIANCHYK M.G., DIATCHUK I.A.

The composition of *Micromammalia* has increased with 22 to 26 species, and their abundance with 2–8 till 17–23 ind/hectares according to results of accounting by mousetraps in the Brest region for the last 60 years. The number of *Apodemus agrarius*, *Apodemus flavicollis* increases. The number of *Microtus arvalis*, *Myodes glareolus* decreases.

УДК 001.891.5:[371/379]/[574+67.01+911.6]

**КОНЦЕПЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО КЛАСТЕРА «ЭКОТЕХНОПАРК «ЕВРОПОЛЕСЬЕ»****В.Т. Демянчик, В.П. Рабчук, И.А. Дятчук, В.В. Демянчик**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье обсуждаются результаты разработки Концепции регионального кластера «ЭкоТехноПарк «Европолесье». Выделено 15 направлений работы регионального кластера. Организационная структура регионального кластера в версии 2018 г. выглядит в виде 5 секций. По сумме критериев (количество, качество, устойчивость эффектов и результатов научных разработок и технологических инноваций в расчете на одного работающего, значимость разработок и инноваций, уровень материальной информационно-методической базы) в качестве основного резидента белорусского сектора кластера в наибольшей мере соответствует Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси.

**Введение**

«Зеленая» экономика – модель организации экономики, направленная на достижение целей социально-экономического развития при существенном сокращении экологических рисков и темпов деградации окружающей среды. Концепция регионального кластера «ЭкоТехноПарк «Европолесье» разрабатывается во исполнение Постановления Совета Министров Республики Беларусь 21.12.2016 № 1061 «Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года [1].

Успешное развитие кластера в значительной степени будет зависеть от зеркального проявления данной инициативы в польской и украинской частях полесских и предполесских физико-географических провинций. Такая предпосылка обусловлена значительной общностью природной среды, эколого-экономических условий природопользования и этнической близостью трех трансграничных регионов Полесья [2–4].

Цель статьи – обсуждение отдельных результатов разработки Концепции регионального кластера «ЭкоТехноПарк «Европолесье».

**Методика и объекты исследования**

Использованы данные экологического и социального мониторинга и опыт работы разработки Стратегий устойчивого развития в Брестской, Гродненской и Гомельской областях в 1982–2017 гг.

**Результаты и обсуждение**

Устойчивое развитие (УР) – современный принцип Местной повестки – 21, признанный большинством стран мира, который реализуется в различных документах индикативного планирования в Республике Беларусь [4–7]. Заинтересованность в трансграничном сотрудничестве на постоянной основе проявляет и украинский сектор Полесья [2]. Кластерная организация устойчивого развития – один из современных подходов в научной, природоохранной и социально-экономической сферах. В 2014–2017 гг. на основании предшествующего опыта разработки локальных, районных и отраслевых Стратегий устойчивого развития предпринята попытка по разработке регионального кластера «ЭкоТехноПарк» [4–6].

Целью создания Концепции регионального кластера «ЭкоТехноПарк «Европолесье» является продвижение экологических и социально-экономических инноваций в рамках реализации местных стратегий устойчивого развития и локальных проектов «зеленой» экономики Белорусского Полесья.

**Задачи регионального кластера «ЭкоТехноПарк «Европолесье»:**

1. Взаимосвязанное и своевременное акцентирование и решение экологических, социальных и экономических проблем Полесского региона путем разработки и реализации местных Стратегий устойчивого развития (СУР) и оперативного решения локальных экологических проблем территорий и субъектов хозяйствования. В этом отношении кластер выступает в роли своеобразной неформальной структуры по своевременному инициированию возникающих проблемных ситуаций в национальных и трансграничных секторах Полесья. «Детектор проблем».

2. Брендинг прогрессивных инноваций устойчивого развития, перспективных для условий Полесья, и трансляция социального оптимизма на проблемные сферы, субрегионы и населенные пункты. «Обменник идей».

3. Минимизация социально-экономических ущербов и экологических рисков от последствий узкомасштабных или регионально неадаптированных общенациональных решений. «Независимая экспертиза УР».

Организационная структура регионального кластера по версии 2018 г. выглядит в виде 5 секций (рисунок 1). В ходе подготовки концепции предварительно определены направления работы этого неформального объединения.

**Направления работы регионального кластера «ЭкоТехноПарк»:**

1. Организационные инновации по оценке эффективности проектов и решений с позиций УР.

2. Инициирование и создание экспериментальных и серийных производств инновационной продукции по приоритетным направлениям «зеленой» экономики на принципах УР.

3. Консалтинг и прямые консультации по реализации идей и проектов «зеленой» экономики и качества жизни (экологический аспект).

4. Выявление «эпицентров» инновационного природопользования малого-среднего-крупного бизнеса трансграничного Полесья и тиражирование успешных примеров в перспективных зонах Белорусского Полесья.

5. Анализ проблемных (провальных) инвестпроектов местного и иностранного бизнеса в региональном природопользовании.

6. Определение проблемного поля недоиспользования местного ресурсного потенциала в сопоставлении с успешными аналогами смежных регионов.



Рисунок 1. – Структура регионального кластера «ЭкоТехноПарк «ЕвроПолесье»

7. Выделение локальных и региональных точек роста по 6 из 7 приоритетных направлений развития «зеленой» экономики, выделенных в Республике Беларусь [1].

8. Обозначение и популяризация природно-экологических и хозяйственно-экологических эталонов в части решения взаимосвязанных экологических и экономических проблем.

9. Генерация, продвижение, мониторинг и совершенствование СУР и аналогичных документов индикативного планирования.

10. Организационно-инновационное стимулирование местной инициативы в части устойчивого развития путем открытых конкурсов идей и намерений.

11. Оптимизация взаимодействия в системах «столица-регион-субрегион», «государство-наука-практика», «администрация-бизнес-человек», «Беларусь-Польша-Украина».

12. Генерация, компиляция, оформление, внедрение, мониторинг инновационных разработок, приоритетных для устойчивого развития Белорусского Полесья и трансграничного ареала Полесья.

13. Фандрайзинг, деловое трансграничное и межведомственное сотрудничество в ареале биосферного резервата «Западное Полесье» и иных трансграничных ООПТ Полесского региона.

14. Формирование консолидированной стратегии эколого-экономического мониторинга трансграничного полесского пространства Беларуси, Польши, Украины.

15. Содействие в реализации мероприятий Национального плана действий по развитию «зеленой»

экономики в Республике Беларусь до 2020 года, касающихся Белорусского Полесья.

В ходе разработки концепции изучались варианты наиболее оптимального местоположения кластера. При этом руководствовались исходными данными по эффективности уже проделанной работы по разным направлениям устойчивого развития в различных учреждениях. По сумме критериев (количество, качество, устойчивость эффектов и результатов научных разработок и технологических инноваций в расчете на одного работающего; значимость разработок и инноваций; уровень материальной информационно-методической базы) выбор отнесен к Полесскому аграрно-экологическому институту НАН Беларуси в г. Бресте. С участием сотрудников этого института в последние годы, в частности, разработана основная часть Стратегий устойчивого развития в ареале Полесья [5–7].

*Материальная и информационно-методическая база (стартовый этап) регионального кластера «ЭкоТехноПарк «ЕвроПолесье» с основным резидентом в г. Бресте.*

- Оптимальное трансграничное логистическое местоположение кластера в ареале полесских регионов Беларуси, Польши, Украины.

- Удобное региональное местоположение: административный корпус в центре областного центра – г. Бреста на ул. Московская.

- Специализированные аккредитованные химико-аналитические лаборатории.

- Обширные фонды и информационно-аналитические базы данных по флоре, фауне, экоту-

ризму, обращению с отходами, ООПТ, сельскому хозяйству и т.д.

- Репрезентативные и полевые стационары и пункты мониторинга.

- Разнообразное экспериментальное лабораторное оборудование и технологические установки на объектах агропромышленного комплекса и социальной сферы (мелиоративного назначения, производства удобрений, экотуризма).

- Выполненные инновационные, мониторинговые и иные проекты и разработки, в том числе трансграничного характера по приоритетным направлениям «зеленой» экономики.

*Персонал (основной), партнеры*

- Ученые и специалисты, авторы (соавторы), исполнители (соисполнители) разработок по 7 приоритетным направлениям «зеленой» экономики.

- Работники бизнеса, органов управления и самоуправления.

- Волонтеры.

#### **Выводы**

1. На основании анализа современных научных разработок, технологических инноваций, внедрений в социальную, экономическую и экологическую сферы сформулирована первая версия кластера «ЭкоТехно-Парк «Европолесье» с целью продвижения экологических и социально-экономических инноваций в рамках реализации местных стратегий устойчивого развития и локальных проектов «зеленой» экономики Белорусского Полесья.

2. По сумме критериев (количество, качество, устойчивость эффектов и результатов научных разработок и технологических инноваций в расчете на одного работающего; значимость разработок и инноваций; уровень материальной информационно-методической базы) в качестве основного резидента белорусского сектора кластера в наибольшей мере соот-

ветствует Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси.

#### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Об утверждении Национального плана действий по развитию «зеленой» экономики в Республике Беларусь до 2020 года: Постановление Совета Министров от 21.12.2016 № 1061. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.pravo.by/upload/docs/0p/C21601061\\_1482872400.pdf](http://www.pravo.by/upload/docs/0p/C21601061_1482872400.pdf). – Дата доступа: 25.04.2018.
2. Конищук, В.В. Полесская экологическая конвенция развития – приоритет трансграничного сотрудничества / В.В. Конищук // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. конф., Минск, 14–17 сент. 2016 г.: в 2 т. / Нац. акад. Наук Беларуси [и др.]; редкол.: В.Г. Гусаков [и др.]. – Минск, 2016. – Т. 2. – С. 461–465.
3. Демянчик, В.Т. Памятники природы и туристические маршруты Припятского Полесья на Брестчине: путеводитель / В.Т. Демянчик, М.Г. Демянчик, В.П. Рабчук, И.А. Демчук, В.В. Демянчик. – Брест: Альтернатива, 2012. – 286 с.
4. Журнал-паспорт территориально-ориентированного развития «Чарнаўчыцкі часОПІС»: стратегия развития Чернавчицкого сельского Совета. 2016 г. / В.Т. Демянчик [и др.] – 2016. – 80 с.
5. Демянчик, В.Т. Стратегия устойчивого развития Выгонянского сельского совета на период 2011–2025 гг. / В.Т. Демянчик, М.Г. Демянчик, А.И. Лысюк. – Минск: Пропилек, 2011. – 70 с.
6. Стратегия устойчивого развития Мотольского сельского совета Ивановского района Брестской области на период с 2016 по 2030 год / сост. А.И. Лысюк, В.Т. Демянчик [и др.]; науч. ред. А.В. Сиваграков. – Минск, 2017. – 72 с.
7. Национальная Стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.economy.gov.by/uploads/files/NSUR2030/Natsionalnaja-strategija-ustojchivogo-sotsialno-ekonomicheskogo-razvitija-Respubliki-Belarus-na-period-do-2030-goda.pdf>. – Дата доступа: 25.04.2018.

## **CONCEPT OF THE REGIONAL CLUSTER «ECOTECHICAL PARK EVROPOLESYE»**

DEMIANCHUK V.T., RABCHUK V.P., DIATCHUK I.A., DEMIANCHUK V.V.

In article results of development of the Concept of regional cluster «ECOTECHICAL PARK EVROPOLESYE» are discussed. Fifteen areas of work of regional cluster are allocated. The organizational structure of regional cluster in the version of 2018 looks in the form of 5 sections. The Polesie Agrarian Ecological Institute of the NAS of Belarus corresponds as the main resident of the Belarusian sector of cluster in the greatest measure on the sum of criteria (quantity, quality, stability of effects and results of scientific development and technology innovations counting on one person; importance of development and innovations, level of material information and methodical resources).

УДК 598.279:591.1/[574.24+911.6]

**ФИЛИН *VUVO VUVO* В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ****В.Т. Демянчик<sup>1</sup>, А.М. Семеняк<sup>2</sup>, А.И. Ольгомец<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup>Стаховская СШ, д. Стахово, Столинский район, Беларусь<sup>3</sup>Семигостичская СШ, д. Семигостичи, Столинский район, Беларусь

Исследования распределения и других аспектов экологии филина проведены в южной и западных частях Беларуси в 1983–2016 гг. Обследованы свыше 70 гнездовых территорий и участков стабильного обитания неразмножающихся особей. Установлено, что численность центральнополесской гнездящейся группировки филина остается относительно стабильной за счет расширения гнездовых территорий на мелиорированные массивы. Мелиорация оказалась одним из важнейших позитивных средообразующих факторов в региональной популяционной группировке филина. По состоянию на 2017 год в заказнике «Средняя Припять» и сопредельной полосе активны 12–14 гнездовых территорий (гнездящиеся пары) филина. Среди 8 причин гибели особей филина отмечены как известные литературе и широко распространенные по многим регионам, так и относительно редкие. Филин является одним из наиболее репрезентативных биоиндикаторов экологических изменений и химических загрязнений биологических компонентов экосистем, учитывая его оседлость и долгожительство, в чем этот вид не имеет аналогов среди птиц региона.

**Введение**

Филин – самый крупный представитель отряда Сивообразные в современной природе. На территории Беларуси и сопредельных стран филин традиционно относится к особо охраняемым видам фауны и включен в национальные Красные книги.

Цель исследований – оценка современных тенденций экологии этого примечательного вида фауны на модельных территориях (стационарах) южной части Беларуси.

**Методика и объекты исследования**

Целевые исследования распределения и других аспектов экологии филина проведены в южной и западных частях Беларуси в 1983–2016 гг.

За этот период обследованы свыше 70 гнездовых территорий и участков стабильного обитания неразмножающихся особей. Получены документальные подтверждения о 120 фактах гибели слетков и взрослых особей. Изучено питание гнездящихся пар и одиночных особей (идентифицированы и сохранены остатки от 10,1 тыс. экземпляров жертв). Относительно регулярный мониторинг гнездящихся группировок осуществляется в последние 20 лет на 4 стационарах Брестской области.

В статье более подробно оценивается состояние популяционной группировки филина на двух наиболее репрезентативных стационарах центральной части Белорусского Полесья: Стаховском и Семигостичском (52°10' с.ш., 25°45' в.д. и 27°30' в.д.). Здесь исследования проведены в 1992–2017 гг. в ландшафтной полосе плоскогивистой поймы и плоскогивистой террасы в среднем течении р. Припять в пределах Столинского и Лунинецкого районов и на смежных участках Пинского и Житковичского районов. В этой полосе сконцентрированы исключительно контрастные категории, виды и группы земель в угодьях: полевых и старопахотных, природоохранных (самый крупный заказник «Средняя Припять») и селитебных; под сооружениями, дорогами, водой и т.д.

В условиях поймы и террасы р. Припять признано непродуктивным оценивать численность пар филина путем пеленгации голосов в ранневесенний период. Хотя в ряде других регионов с учетом ряда

особенностей этот метод вполне эффективен [1, 2]. Основными полевыми методами, использованными в работе, были: вечерний подслух в апреле-мае; обследование гнездопригодных и гнездовых территорий во все сезоны года, включая весенние, осенние и зимние присады; визуальные наблюдения на кормовых перелетах особей из поймы в польдер; сбор погадок и других следов жизнедеятельности [3]. Регулярно контролировались линии электропередач (ЛЭП) на обоих стационарах и некоторых смежных участках. Учитывалась и использовалась для ориентировки информация местных жителей. Документированные факты гибели особей (n=11) и успешных гнезд (n=10) в центральной части Белорусского Полесья обсуждаются. В питании филина по этому субрегиону идентифицировано 2,3 тыс. экз. жертв, часть этого материала обсуждается.

**Результаты и обсуждение**

По оценкам 3 изданий Красной книги Республики Беларусь (далее в тексте ККРБ) в юго-западной и южной частях страны сконцентрировано свыше 80 % известных гнездовых территорий филина. Таким образом, Полесье – не только основной репродуктивный регион для филина, но и репрезентативная территория для его мониторинга.

Во втором издании ККРБ филин включался в 1-ю категорию охраны, т.е. как вид на грани исчезновения. В двух последних изданиях ККРБ филин включался во 2-ю категорию, т.е. в число видов «имеющих низкую численность, тенденцию к неуклонному сокращению численности» [4]. Но почему-то в обоих изданиях ККРБ указывается совершенно одинаковая (одна и та же цифра) численность – 400–500 пар [4, 5]. На примере Брестской и Гомельской областей отметим, что численность филина в последние десять лет не только не снизилась, но и возросла.

В одной из последних публикаций по гнездовым группировкам филина на территории вышеуказанной ландшафтной полосы отмечается «устойчивое снижение численности с 10 пар в 1999 г. до 2 пар в 2016 г.» [6, ст. 395]. Авторы также отмечают на основании только лишь метода пеленгации, что к числу потенциальных угроз относится и «восстановление полейдер-

**Таблица 1.** – Топография и хронология 11 успешных гнезд на постоянных гнездовых территориях филина *Vibrio vibo* в пойменно-террасной полосе р. Припять в центральной части Белорусского Полесья

№ п/п	Гнездовые биотопы	Местности (урочища)	Периоды, ближайшие населенные пункты
1	побережье пойменного озера	естественный массив дубово-черноольхового редколесья на гривах в сочетании с пойменными сенокосами, лугами	май 1992 г. д. Запросье, левобережье р. Припять
2	опушка смешанного леса	пограничная полоса между лесным массивом на террасе и болотными сенокосными лугами	март 1994 г. д. Гряды, левобережье р. Припять
3	побережье пойменного озера	естественный массив пойменной дубравы в сочетании с пойменными сенокосными лугами	апрель 1997 г. д. Запросье левобережье р. Припять
4	побережье устья малой реки	естественный массив лиственного редколесья в сочетании с закустаренными и открытыми лугами, канализированным и естественным руслами рек, озерами	апрель 1999 г., д. Ситница, левобережье р. Припять
5	побережье пойменного озера	естественный массив прируслового дубово-черноольхово-ветляникового редколесья в сочетании с закустаренными лугами	апрель 2006 г., д. Березцы, левобережье р. Припять
6	побережье большой реки	естественный массив прируслового дубово-черноольхово-ветляникового редколесья в сочетании с сенокосными лугами и фрагментами закустаренных лугов, фрагментами застройки (пасака) в 15 км от польдера	март 2010 г., д. Семигостичи, левобережье р. Припять
7	побережье большой реки	естественный массив прируслового лиственного леса в сочетании с закустаренными и открытыми лугами, фрагментами застройки	апрель 2011 г., д. Малешев левобережье р. Припять
8	островное болотное редколесье	мелиорированный массив культурных лугов и пашни, каналов с островными рощами	апрель 2017 г. д. Стахово, правобережье р. Припять
9	островной суходольный лес	мелиорированный и старопахотный массив пастбищных лугов и пашни, каналов с островными рощами	апрель 2017 г., д. Плотница, правобережье р. Припять
10	олушечная полоса соснового леса	пограничная полоса между лесным массивом на террасе и мелиорированным массивом вблизи крупной вырубki	апрель 2017 г. д. Терембичи, правобережная долина р. Припять
11	островное болотное редколесье	мелиорированный и старопахотный массив пастбищных лугов и пашни, каналов, магистральных дорог и застройки с островными рощами	апрель 2018 г. д. Дубой, правобережье р. Припять

ной системы, строительство станции перекачки воды, беспокойство в зимне-весенний период» [6, ст. 395]. Судя по столь угрожающему тренду [6] филин к 2018–2019 гг. должен окончательно исчезнуть с гнездования с территории Столинского района в заказнике «Средняя Припять».

Наши специальные исследования в этом регионе Полесья показали несколько иные результаты. По состоянию на 2017 г. здесь на общей площади 305 км<sup>2</sup>. Столинского района в заказнике и сопредельной полосы по-прежнему, как и в начале 1990-х гг., активны 12–14 гнездовых территорий (гнездящиеся пары) филина. Кроме того, между ними обитают немало особей популяционного резерва [2].

Различия в результатах наших и вышецитированных авторов объясняются, прежде всего, разными методами. В наших работах поиски филина велись комплексом методов, как на территории заказника, так и на прилегающей 1–3 км полосе от южной границы заказника.

Выяснилось, что гнездовые территории и охотничьи участки гнездящихся оседлых пар здесь срав-

нительно большие: до 20 км<sup>2</sup>. По наблюдениям на Семигостичском стационаре, взрослые птицы с 2010 г. за кормом регулярно удаляются до 8 км в одну сторону от гнездовой точки (дневной присады).

Установлено также, что в столь обширном территориальном контуре гнездовых территорий филина с естественных старично-пойменно-дубравно-луговых массивов центральной поймы к 2010 г. сместились непосредственно на берега Припяти. А в последующем – на мелиорированные массивы вдоль южной границы заказника (таблица 1). В 2018 г. одна из пар гнездилась в 1 км от активного населенного пункта и в 0,15 км от оживленного шоссе. Поэтому, отмечаемое отдельными авторами в качестве причины снижения численности филина беспокойство [4, 5, 6], оказалось не актуальным. Строительство, реконструкция, изменение режимов эксплуатации водохозяйственных объектов и мелиорированных земель в условиях данного региона не приводили к ухудшению гнездовых территорий филина. На всем пространстве западной и южной частей Беларуси нами с 1980 года не установлено ни одно-

**Таблица 2.** – Кормовой спектр 3 гнездящихся пар филина *Vibio vibo* в пойменно-террасной полосе р. Припять на Семгостическом стационаре в марте-августе 1992 и 1993 гг.

№ п/п	Виды жертв	n	% n	m(r)	Σm(r)	% m(r)
1	<i>Sorex araneus</i>	3	0,65	7,5	22,5	0,017
2	<i>Sorex minutus</i>	1	0,22	4	4	0,003
3	<i>Neomys fodiens</i>	9	1,94	15	135	0,104
4	<i>Microtus arvalis</i>	89	19,22	18	1602	1,231
5	<i>Microtus oeconomus</i>	41	8,96	35	1435	1,102
6	<i>Arvicola amphibius</i>	21	4,54	160	3360	2,581
7	<i>Myodes glareolus</i>	31	6,70	18	558	0,429
8	<i>Apodemus agrarius</i>	29	6,26	18	522	0,401
9	<i>Apodemus sylvaticus</i>	1	0,22	18	18	0,014
10	<i>Apodemus flavicollis</i>	1	0,22	20	20	0,015
11	<i>Micromys minutus</i>	7	1,51	5	35	0,027
12	<i>Ondatra zibethicus</i>	36	7,78	1000	36000	27,657
13	<i>Mustela erminea</i>	1	0,22	280	280	0,215
14	<i>Mustela nivalis</i>	1	0,22	60	60	0,046
15	<i>Podiceps cristatus</i>	1	0,22	900	900	0,691
16	<i>Anas platyrhynchos</i>	40	8,64	800	32000	24,584
17	<i>Anas querquedula</i>	44	9,50	340	14960	11,493
18	<i>Anas strepera</i>	2	0,43	900	1800	1,383
19	<i>Anas clypeata</i>	7	1,51	610	4270	3,280
20	<i>Anas crecca</i>	6	1,30	300	1800	1,383
21	<i>Aythya ferina</i>	1	0,22	800	800	0,615
22	<i>Bucephala clangula</i>	1	0,22	720	720	0,553
23	<i>Anatidae, sp</i>	20	4,32	500	10000	7,683
24	<i>Accipiter gentilis</i>	2	0,43	1000	2000	1,537
25	<i>Perdix perdix</i>	3	0,65	380	1140	0,876
26	<i>Rallus aquaticus</i>	3	0,65	150	450	0,346
27	<i>Porzana porzana</i>	1	0,22	90	90	0,069
28	<i>Crex crex</i>	1	0,22	150	150	0,115
29	<i>Gallinula chloropus</i>	8	1,73	270	2160	1,659
30	<i>Fulica atra</i>	12	2,59	750	9000	6,914
31	<i>Larus ridibundus</i>	1	0,22	310	310	0,238
32	<i>Chlidonias leucopterus</i>	2	0,43	60	120	0,092
33	<i>Vanellus vanellus</i>	1	0,22	210	210	0,161
34	<i>Gallinago gallinago</i>	2	0,43	110	220	0,169
35	<i>Gallinago media</i>	1	0,22	115	115	0,088
36	<i>Limosa limosa</i>	1	0,22	300	300	0,230
37	<i>Tringa totanus</i>	3	0,65	110	330	0,254
38	<i>Tringa glareola</i>	1	0,22	68	68	0,052
39	<i>Asio flammeus</i>	2	0,43	290	580	0,446
40	<i>Corvus corone</i>	2	0,43	510	1020	0,784
41	<i>Pica pica</i>	1	0,22	205	205	0,157
42	<i>Parus major</i>	1	0,22	19	19	0,015
43	<i>Alauda arvensis</i>	1	0,22	33	33	0,025
44	<i>Fringilla coelebs</i>	2	0,43	22	44	0,034
45	<i>Aves, sp. (&lt;85 r)</i>	1	0,22	40	40	0,031
46	<i>Rana ridibunda</i>	10	2,16	18	180	0,138
47	<i>Rana temporaria</i>	3	0,65	18	54	0,041
48	<i>Rana arvalis</i>	1	0,22	15	15	0,012
49	<i>Dytiscus marginalis</i>	3	0,65	2,1	6,3	0,005
50	<i>Coleoptera, sp.</i>	1	0,22	3	3	0,002
	Всего:	463			130163,8	

Примечание. n – число экземпляров жертв; m(r) – масса (усредненная) экземпляра жертвы; Σm(r) – суммарная масса экземпляров жертв.

Таблица 3. – Кормовой спектр питания 2 гнездящихся пар филина *Vibio vibo* в пойменно-террасной полосе р. Припять на Стаховском стационаре в марте-августе 2017 г.

№ п/п	Виды жертв	<i>n</i>	% <i>n</i>	<i>m(r)</i>	$\Sigma m(r)$	% <i>m(r)</i>
1	<i>Sorex araneus</i>	1	0,07	7,5	7,5	0,005
2	<i>Talpa europaea</i>	1	0,07	70	70	0,051
3	<i>Erinaceus concolor</i>	6	0,41	800	4800	3,499
4	<i>Rattus norvegicus</i>	51	3,52	150	7650	5,577
5	<i>Rattus rattus</i>	1	0,07	145	145	0,106
6	<i>Micromys minutus</i>	10	0,69	5	50	0,036
7	<i>Mus musculus</i>	12	0,83	12	144	0,105
8	<i>Apodemus agrarius</i>	162	11,17	18	2916	2,126
9	<i>Apodemus sylvaticus</i>	31	2,14	18	558	0,407
10	<i>Apodemus flavicollis</i>	44	3,03	20	880	0,642
11	<i>Microtus arvalis</i>	772	53,24	18	13696	10,130
12	<i>Microtus oeconomus</i>	4	0,28	35	140	0,102
13	<i>Microtus agrestis</i>	9	0,62	30	270	0,197
14	<i>Microtus subterraneus</i>	11	0,76	15	165	0,120
15	<i>Arvicola amphibius</i>	2	0,14	160	320	0,233
16	<i>Ondatra zibethicus</i>	1	0,07	1000	1000	0,729
17	<i>Myodes glareolus</i>	25	1,72	18	450	0,328
18	<i>Sicista betulina</i>	1	0,07	15	15	0,011
19	<i>Muscardinus avellanarius</i>	1	0,07	25	25	0,018
20	<i>Lepus europaeus</i>	3	0,21	1000	3000	2,187
21	<i>Vulpes vulpes</i>	4	0,28	130*	520	0,379
22	<i>Mustela nivalis</i>	2	0,14	60	120	0,087
23	<i>Mustela erminea</i>	1	0,07	280	280	0,204
24	<i>Ardea cinerea</i>	2	0,14	1500	3000	2,187
25	<i>Botaurus stellaris</i>	1	0,07	900	900	0,656
26	<i>Anas platyrhynchos</i>	11	0,76	800	8800	6,415
27	<i>Anas querquedula</i>	2	0,14	340	680	0,496
28	<i>Anas strepera</i>	1	0,07	900	900	0,656
29	<i>Anas acuta</i>	4	0,28	900	3600	2,624
30	<i>Anatidae, sp.</i>	1	0,07	500	500	0,365
31	<i>Buteo buteo</i>	4	0,28	800	3200	2,333
32	<i>Pernis apivorus</i>	9	0,62	810	7290	5,315
33	<i>Circus aeruginosus</i>	1	0,07	410	410	0,299
34	<i>Accipiter gentilis</i>	1	0,07	1000	1000	0,729
35	<i>Perdix perdix</i>	21	1,45	380	7980	5,818
36	<i>Tetrao tetrix</i>	1	0,07	1000	1000	0,729
37	<i>Crex crex</i>	4	0,28	150	600	0,437
38	<i>Scolopax rusticola</i>	1	0,07	280	280	0,204
39	<i>Tringa glareola</i>	2	0,14	68	136	0,099
40	<i>Actitis hypoleucos</i>	1	0,07	51	51	0,037
41	<i>Columba palumbus</i>	2	0,14	470	940	0,685
42	<i>Asio otus</i>	15	1,03	280	4200	3,062
43	<i>Asio flammeus</i>	4	0,28	290	1160	0,846
44	<i>Strix aluco</i>	5	0,34	500	2500	1,823
45	<i>Bubo bubo (sbd)</i>	1	0,07	300	300	0,219
46	<i>Dryocopus martius</i>	1	0,07	310	310	0,226
47	<i>Dendrocopos major</i>	1	0,07	100	100	0,073
48	<i>Dendrocopos medius</i>	1	0,07	55	55	0,040
49	<i>Garrulus glandarius</i>	6	0,41	150	900	0,656
50	<i>Corvus frugilegus</i>	102	7,03	470	47940	34,949
51	<i>Erithacus rubecula</i>	1	0,07	18	18	0,013
52	<i>Turdus philomelos</i>	1	0,07	67	67	0,049
53	<i>Sturnus vulgaris</i>	3	0,21	80	240	0,175

54	<i>Alauda arvensis</i>	1	0,07	33	33	0,024
55	<i>Natrix natrix</i>	1	0,07	150	150	0,109
56	<i>Pelobates fuscus</i>	20	1,38	20	400	0,292
57	<i>Gryllotalpa gryllotalpa</i>	1	0,07	1,6	1,6	0,001
58	<i>Tettigonia viridissima</i>	10	0,69	1	10	0,007
59	<i>Geotrupes stercorarius</i>	3	0,21	1,6	4,8	0,003
60	<i>Oryctes nasicornis</i>	3	0,21	3,5	10,5	0,008
61	<i>Copris lunaris</i>	1	0,07	2,3	2,3	0,002
62	<i>Melolontha melolontha</i>	45	3,10	1,8	81	0,059
	Всего:	1450	100,0		137171,7	100,0

Примечание: n – число экземпляров жертв; m(r) – масса (усредненная) экземпляра жертвы;  $\Sigma m(r)$  – суммарная масса экземпляров жертв.

\* масса содержимого полного желудка филина

го случая деградации гнездовой территории филина в результате мелиорации. На этот счет больше примеров обратного порядка. В начале 2000-х годов на бывших мелиорированных угодьях 6 000 га на объекте «Волхва» в Житковичском районе обитали сразу три пары филина [7]. Появление в 1990–2000-е гг. на гнездовании филина на стационарах западной и северо-западной части Белорусского Полесья (Томашовском, Выгонощанском, Селецком) также было обусловлено мелиорацией, которая в свою очередь сформировала эдафические условия для кормовой базы филина (скопления водных, околоводных, синантропных птиц и грызунов). Судя по хронологии природопользования, филин впервые в Беловежской пуще занесен в этот природный массив только после начала широкомасштабного гидромелиоративного строительства в 1960–1970-е гг. [8]. Единственный гнездовой участок филина, обнаруженный специалистом в середине XX ст. в Белорусском Полесье, также находился в мелиорированном лесу [9].

Как показывают данные таблицы 1, в современных условиях природопользования Припятского Полесья мелиорация оказалась одним из важнейших позитивных средообразующих факторов в региональной популяционной группировке филина. На это указывает не только «выход» непосредственных гнездовых участков с естественных ненарушенных угодий на мелиорированные массивы (таблица 1).

Существенное снижение численности и доступности типичных жертв филина – (уток, средних и крупных куликов, ондатры) на зарастающих естественных массивах отразилось и в кормовых спектрах филина. Если в 1992–1993 гг. утки и кулики составляли 31 % по численности и 60 % в суммарном весе в корме филина и были единичны синантропные виды животных, то после 2010 г. кормовая ситуация существенно изменилась (таблицы 2 и 3).

В экологическом сопоставлении наиболее значимые изменения заключаются в резком увеличении в корме филина в последние 5 лет синантропных птиц и грызунов (*Corvus frugilegus*, *Rattus norvegicus*, *Mus musculus*). Что, впрочем, было характерно для филина в западноевропейской части ареала этой совы еще в 1960–1970 гг. [10]. За счет перехода на мелиорированные массивы с островными лесами на Припяти существенно возрос пресс хищничества филина

на более мелких сов (с 0,43 % в спектре питания в 1992–1993 гг. до 1,72 % в 2017 г.) и дневных хищных птиц, соответственно с 0,43 % и 1,04 %. После 2010 г. типичными охотничьими участками филина стали островные леса и парки на окраинах и внутри населенных пунктов, где этот хищник успешно добывает канюков *Buteo*, врановых *Corvidae*, котов *Felis catus* и других сравнительно крупных животных, начиная от крыс *Rattus*. Выявлены и другие особенности динамики кормов филина (таблицы 2 и 3).

Таким образом, в последние два десятилетия численность центральнополесской гнездящейся группировки филина остается относительно стабильной за счет расширения гнездовых территорий на мелиорированные массивы. Тенденция к росту численности отмечается после 2010 года. В центральной и западной части Белорусского Полесья филин с середины 2010-х годов успешно осваивает и зимние корма возле животноводческих комплексов, в островных сосняках – ночевках соколообразных-мигрантов, лесопарках – ночевках врановых, в жилищной застройке – скоплениях синантропных хищников и грызунов. В этом отношении филин представляет интерес в качестве индикатора динамики биологических компонентов экосистем и динамики скопления птиц и млекопитающих средней величины.

Соответственно, меняется и спектр угроз и реальных рисков для особей филина, оказавшихся в биотопах, ранее не характерных для этого хищника. Среди 8 причин гибели особей филина отмечены как известные литературе и широко распространенные по многим регионам, так и относительно редкие (таблица 4).

Наиболее актуальная причина потерь в населении филина – электропоражения. По этой причине в центральной части Белорусского Полесья погибают 30 % взрослых особей (таблица 4). Интересно, что электропоражения – не только основная причина гибели особей филина и в других лесных регионах Европы, но ее величина в долевого отношении близка или совпадает с этим показателем в Полесье. В 1960–1970-е гг. в Восточной Германии по этой причине погибло 32 % особей [11]. В Швеции и Баварии этот показатель составил 19,8–27,5 % [10].

По нашим данным в других местностях Полесья масштабы гибели филина на ЛЭП существенно ниже,

**Таблица 4.** – Топография, хронология и причины гибели особей филина *Vibio vibio* в пойменно-террасной полосе р. Припять в центральной части Белорусского Полесья в 1992–2017 гг.

№ п/п	Места гибели	Периоды, ближайшие населенные пункты	Причины гибели (% для взрослых ос. )
1	Под траверсой и проводами ЛЭП 10 тыс. V	конец зимы 1998 г. окр. д. Ситицк	электропоражение, 9,09
2	В добыче охотника	начало осени 2000 г. окр. д. Ольшаны	отстрел, 9,09
3	На проводах ЛЭП 10 тыс. V	весна 2002 г. окр. д. Б. Малешеве	электропоражение, 9,09
4	Под проводами ЛЭП 10 тыс. V	начало осени 2007 г. окр. д. Стахово	электропоражение, 9,09
5	В хозяйстройке (сарай с курами)	конец осени 2010 г. д. Семигостичи	истощение и убиение по неосторожности 9,09
6	Рельсы железной дороги	середина зимы 2013 г. перегон ст. ст. Припять-Видибор	наезд локомотива 9,09
7	Автомобильная дорога Р-88 с усовершенствованным покрытием	середина зимы (январь) 2014 г. окр. д. Семигостичи	наезд автомобиля 9,09
8	Пустующий жилой дом	середина осени 2015 г. д. Стахово	истощение в экологической ловушке 9,09
9	Трансформаторная подстанция ЛЭП 10 тыс. V	середина зимы (январь) 2016 г. д. Семигостичи, животноводческий комплекс	электропоражение 9,09
10	Автомобильная дорога с покрытием	середина осени 2017 г. окр. д. Юнице	наезд автомобиля 9,09
11	Гнездовой участок	середина лета 2017 г.	смертельное кормовое травмирование (?) сетка и последующий каннибализм

чем в пойменно-террасной полосе Припяти, ЛЭП с напряжением 10 тыс. вольт в полосе Припяти появились только в 1960–1980-е гг. Ранее этот элиминирующий фактор был неактуален. Аналогично тогда был несущественным и транспорт. Случаи гибели филина на дорогах до 2013 г. не установлены и по результатам опросов работников дорожно-эксплуатационных служб и старожилов.

Как и в ряде других регионов Европы, потери на дорогах занимают в Полесье (30 %) вторую позицию среди причин гибели (таблица 4). Причем этот фактор актуализировался только в последние годы. Что вполне сопоставимо и с биотопическим трендом перехода гнездящихся пар с естественных в антропогенные биотопы.

Еще в 1960-е годы в Швеции отмечались случаи гибели филинов в результате отравлений пестицидами через цепи питания от животных жертв [12]. В 1970-е гг. в Южной Германии Е. Беццель и Ф. Пехнер отмечали в качестве потенциальных рисков для филина применение ядов в борьбе с серой крысой [13]. Такая причина вполне вероятна по фактам № 5, 8 (таблица 4). В ходе контроля питания филина в Полесье в 1992–1993 гг. среди 463 экз. жертв, крысы и домовая мышь нами не отмечены. А в последние годы крысы и домовая мышь составили 4 % по численности и 6 % по суммарному весу среди съеденных жертв (таблица 3). В последние десятилетия в регионе используется широкий ассортимент и значительные объемы ядов в ходе дератизационных мероприятий в крупнотоварных и личных подсобных хозяйствах. Поэтому канал

поступления дератизационных биоцидов в окружающую среду и в спектр питания, в частности – филина и других ценных видов фауны через притравленных грызунов, усиливается. В этом отношении филин является одним из наиболее репрезентативных биоиндикаторов химических загрязнений биологических компонентов экосистем, учитывая его оседлость и долгожительство, в чем этот вид не имеет аналогов среди птиц региона.

Вместе с тем, отмечена неблагоприятная тенденция нарастания масштабов гибели сетков и взрослых особей филина по годам. В течение 19 лет свыше 50 % (n=6) фактов гибели приходится на последние 4 года (таблица 4). В 1992–1997 гг. в этой ландшафтной полосе факты гибели филина нами не отмечены.

#### Выводы

1. В Белорусском Полесье в 1983–2017 гг. численность гнездящейся группировки филина остается относительно стабильной, в отдельных субрегионах отмечено повышение численности.

2. Численность центральнополесской гнездящейся группировки филина остается относительно стабильной за счет расширения гнездовых территорий из естественных на мелиорированные массивы. Тенденция к росту численности отмечается после 2010 г. Филин с середины 2010-х годов в антропогенном ландшафте успешно осваивает и зимние корма возле животноводческих комплексов, в островных сосняках – ночевках соколообразных-мигрантов, лесопарках – ночевках врановых, в жи-

лищной застройке – скоплениях синантропных хищников и грызунов.

3. В современных условиях природопользования Припятского Полесья мелиорация оказалась одним из важнейших позитивных средообразующих факторов для региональной популяционной группировки филина. По состоянию на 2017 г. здесь на общей площади 305 км<sup>2</sup>. Столинского района в заказнике «Средняя Припять» и сопредельной полосы по-прежнему, как и в начале 1990-х гг. активны 12–14 гнездовых территорий (гнездящиеся пары) филина.

4. Установлено изменение спектра угроз и реальных рисков для особей филина в биотопах, ранее не свойственных этому хищнику. Среди 8 причин гибели особей филина отмечены как известные литературе и широко распространенные по многим регионам, так и относительно редкие.

5. Филин представляет интерес в качестве индикатора динамики биологических компонентов экотопов и экосистем, динамики скоплений птиц и млекопитающих средней величины. В перспективе этот вид птиц является одним из наиболее репрезентативных биоиндикаторов химических загрязнений биологических компонентов экосистем, учитывая его оседлость и долгожительство особей, в чем этот вид не имеет аналогов среди птиц региона.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцовский, В.И. Методы учета сов / В.И. Воронцовский, В.Т. Демянчик, К.А. Тищенко // Методы изучения и охраны хищных птиц – Москва, 1990. – С. 23–37.
2. Демянчик, В.Т. Фауна и биология сов запада Беларуси. автореф. дис. ... канд. биол. наук. 03.02.04 / В.Т. Демянчик, БрГУ имени А.С. Пушкина. – Минск, 1997. – 16 с.

3. Демянчик, В.Т. Характеристика спектра харчавання філіна (*Bubo bubo*) / В.Т. Демянчик // Весці АН БССР. Сер. біял. нав. – 1991. – № 6. – С. 9–101.
4. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных – Минск: БелЭн, 2004. – 320 с.
5. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных – Минск: БелЭн, 2015. – 317 с.
6. Дмитренко, М.Г. Современное состояние гнездовых группировок некоторых редких видов птиц в пойме р. Припять (Столинский р-н) / М.Г. Дмитренко, П.А. Пакуль // Проблемы рационального использования природных ресурсов и устойчивое развитие Полесья: сб. докл. Междунар. науч. конф. / редкол. В.Г. Гусаков (гл. ред.) [и др.]. – Минск: Беларуская навука, 2016. – С. 394–396.
7. План действий по сохранению большого подорлика *Aquila clanga* / В.Ч. Домбровский. – Минск: ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», 2012. – 44 с.
8. Дацкевич, В.А. Исторический очерк и некоторые итоги орнитологических исследований в Беловежской пуще (1945–1985 гг.) / В.А. Дацкевич. – Витебск: Витеб. гос. ун-т, 1998. – 115 с.
9. Долбик, М.С. Птицы Белорусского Полесья / М.С. Долбик. – Минск: Из-во Академии наук БССР, 1959. – 268 с.
10. Plechocki, R. Der Uhu: *Bubo bubo* / R. Plechocki. – Wittenberg Lutherstadt Ziemsen, 1985. – 128 s.
11. Schiemenz, H. Hamsterfunde in Eulelengewöllen / H. Schiemenz // Zool. Abh. Mus. Nierk. Dresden 30. – 1971. – S. 219–222.
12. Olsson, V. The Eagle Owl *Bubo bubo* in Sweden in 1974–1975 / V. Olsson // Fågelvärld 35. – 1976. – S. 291–297.
13. Bezzel, E. Die Vögel des werdenfölscher Landes / E. Bezzel, F. Lechner // Vogelk. Bibl. 8 – 1978. – S. 118–119.

## EAGLE OWL *BUBO BUBO* IN THE BELARUSIAN POLESIE

DEMIANCHYK V.T., SEIANIAK A.M., OLIGOMETS A.I.

Researches of distribution and other aspects of ecology of *Bubo bubo* were evaluated in southern and the western parts of Belarus in 1983–2016. For this period over of 50 nested territories and places of stable dwelling of not breeding individuals are inspected. It is established that the number of the nesting group in Central Polesye of *Bubo bubo* remains rather stable due to expansion of nested territories on the meliorated areas. Melioration has appeared as one of the major positive factors in regional population group of *Bubo bubo*. There are 12–14 nested territories (nesting couples) of eagle owl are active in the reserve «Srednaja Pripjat» and adjacent area in 2017. Eight causes of death of individuals of *Bubo bubo* are noted (known to literature and widespread in many regions, and rather rare). *Bubo bubo* is one of the most representative bioindicators of ecotopic changes and chemical pollution of biological components of ecosystems, considering his settled life and «longevity» in what this look has no analogs among birds of the region.

УДК 574

## ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В АРЕАЛЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТА ЛЕСОХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В ГОРОДСКОЙ ЧЕРТЕ БРЕСТА: БИОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ

В.Т. Демянчик<sup>1</sup>, В.В. Демянчик<sup>1</sup>, В.П. Рабчук<sup>1</sup>, И.А. Дятчук<sup>1</sup>, М.Г. Демянчик<sup>2</sup><sup>1</sup>Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь<sup>2</sup>Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Проведена оценка воздействия на растительный и животный мир при строительстве объекта «Цех по производству эфира канифоли на территории свободной экономической зоны «Брест». В радиусе 1,6 километровой зоны от планируемого объекта строительства выявлены 442 вида сосудистых дикорастущих растений и 223 вида животных. На территории объекта (по основному варианту) представлены местобитания 5 видов животных и 4 видов растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Установлено, что существенных отрицательных воздействий на фаунистический и флористический комплексы, а также на окружающую среду вообще, в результате проведения строительных работ и последующей эксплуатации объекта при условии выполнения разработанных мероприятий не предвидится.

### Введение

Устойчивое развитие регионов немыслимо без внедрения инновационных производств на основе учета современных стандартов качества жизни людей и охраны окружающей среды. Полесье выделяется богатейшим возобновляемым ресурсом живицы. Однако переработка этого сырья с выходом продукции с высокой добавленной стоимостью на Полесье до настоящего времени отсутствует.

В 2018 г. в городской черте г. Бреста планируется строительство нового объекта. Планируемая хозяйственная деятельность по строительству объекта «Цех по производству эфира канифоли на территории свободной экономической зоны «Брест» попадает в перечень объектов, для которых проводится оценка воздействия на окружающую среду, как объект, у которого базовый размер санитарно-защитной зоны составляет 300 м и более [1, 2].

Площадка строительства объекта расположена на землях свободной экономической зоны г. Брест на землях промышленного назначения.

Воздействие на растительный и животный мир прогнозируется как непосредственно на территории объекта планируемого строительства, так и на прилегающих землях.

Цель исследования – оценка воздействия на биологические компоненты окружающей среды в интересах устойчивого развития северо-западной части г. Бреста.

### Методика и объекты исследования

Территория, на которой планируется строительство объекта «Цех по производству эфира канифоли на территории свободной экономической зоны «Брест», находится под постоянным мониторинговым наблюдением. В 1980–2018 гг. выполнен мониторинг состояния растительного и животного мира, экосистем, экологических условий.

Использованы геопочвенные, геоботанические, эколого-фаунистические методы.

Объект исследований – растительный и животный мир в зоне площадки строительства проектируемого объекта «Цех по производству эфира канифоли на территории свободной экономической зоны «Брест» по адресу: г. Брест, ул. Дубровская».

### Результаты и обсуждение

Земельный участок проектируемого объекта находится по ул. Дубровская в г. Бресте. Площадь участка составляет 1,6 га. К участку примыкают существующие сооружения (проходная, склад, совмещенный с АБК) (рисунки 1).

В ареале проектируемого объекта располагается геологический памятник природы местного значения «Торфяник Дубровка» (земли производственного коммунального унитарного предприятия «Коммунальник»).

При планировании изменений в окружающей среде необходимо учитывать особую значимость памятника природы «Торфяник Дубровка».

Ценность памятника природы обусловлена природно-экологическими критериями.

В ареале проектируемого объекта находится последний сохранившийся в городской черте Бреста и в регионе естественный участок водораздельного болота в бассейнах р. Западный Буг и р. Лесная и единственное сохранившееся в городской черте увлажненное (водно-болотное) угодье с массивом естественной (плакорной) дубравы. Памятник природы отличается повышенным многообразием ландшафтно-биологического разнообразия для городской черты и Брестской области в целом. Это единственный участок стабильного обитания в городской черте Бреста реликтовой популяционной группировки малочисленного на юго-западе Беларуси вида млекопитающих – полевки темной *Microtus agrestis*, реликтовой популяции южного вида многоножек *Myriapoda* и существенный средообразующий элемент для обитания на северо-западе г. Бреста некоторых редких в городских ландшафтах видов птиц и млекопитающих. Угодья памятника природы и прилегающих земель служат репродуктивным локальным центром для свыше 30 редких, охраняемых видов фауны. Здесь обитают 5 видов беспозвоночных и позвоночных животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь. Здесь произрастает 4 вида высших сосудистых растений, включенных в Красную книгу Республики Беларусь: лапчатка белая *Potentilla alba*, тайник яйцевидный *Listera ovata*, касатик сибирский *Iris sibirica*, шпажник черепитчатый *Gladiolus imbricatus* [3]. «Торфяник Дубровка» – выразительный геологический комплекс,



**Рисунок 1.** – Ситуационная схема территории объекта планируемого строительства и прилегающих земель: С1. Сектор 1. Площадь 1,342 га. Сельскохозяйственные, пахотные земли (по геопорталу земельно-информационной системы Республики Беларусь). По состоянию на 2018 год – залежные земли с признаками суходольного естественного луга; С2. Сектор 2. Площадь 0,222 га. Сельскохозяйственные луговые закустаренные земли. По состоянию на 2018 г. – кустарники естественного происхождения; С3. Сектор 3. Площадь 0,036 га. Луговые земли (по геопорталу). По состоянию на 2018 г. – древесно-кустарниковая растительность естественного происхождения. Прилегающие земли. С4. Сектор 4. Памятник природы «Торфяник Дубровка»; С5. Сектор 5. Пруды-нерестилища амфибий и других ценных представителей животного мира; С6. Сектор 6. Островной лесной массив естественного происхождения

отражающий эволюцию болотных экосистем на юго-западе Беларуси и объект техногенных болотообразовательных процессов.

В радиусе 1,6 километровой зоне от планируемого объекта строительства выявлено 442 вида осудистых дикорастущих растений [4, наши данные].

Ближайшее место произрастания вида растений, включенного в Красную книгу Республики Беларусь тайника яйцевидного, находится в 70 м от крайней линии участка, выделенного под строительство.

В ареале объекта установлены местообитания видов животных, включенные в Красную книгу Беларуси [5].

1. Обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*. Категория угрозы 3.

На территории объекта расположена часть кормового участка 2–10 особей в марте-ноябре (секторы С1, С2).

2. Гребенчатый тритон *Triturus cristatus*. Категория угрозы 4.

На территории объекта расположены кормовые участки и участки сезонных миграций 10–20 особей (секторы С1–С3).

3. Зеленый дятел *Picus viridis*. Категория угрозы 3. На территории объекта расположены кормовые участки 1–6 особей в марте-ноябре (сектор С2).

4. Просянка *Miliaria calandra*. Категория угрозы 4.

На территории объекта расположены кормовые участки 3–15 особей в весенний и осенний периоды (сектор С1).

5. Связанный броненосец *Glomeris conplexa*. Категория угрозы 2.

Расположен на территории памятника природы «Торфяник Дубровка» (сектор С4).

Здесь установлено 213 видов фоновых позвоночных животных. Установлена степень обилия фоновых представителей 35 видов млекопитающих, 141 вид птиц, 4 вида рептилий, 11 видов амфибий, 22 вида рыб и рыбообразных. Большинство этих представителей распространены на территории Беларуси [6, 7].

Проведенный расчет размера компенсационных выплат за вредное воздействие на объекты животного мира и среду их обитания показал незначительное вредное воздействие объекта планируемого строительства на фауну данной местности. Вредное воздействие на фауну и флору будет в значительной мере минимизировано при условии выполнения разработанных мероприятий. Ниже приводим некоторые мероприятия принципиального характера.

1. Ямы, котлованы, юветы и прочие раскопы траншейного типа должны иметь временный (или постоянный) фрагмент в виде пологого спуска (пандуса). Угол пандуса должен составлять уклон 45° или меньше. Возможным вариантом приспособления для выхода случайно попадающих животных в подземные сооружения может быть желоб или труба, уложенные в грунт под соответствующим уклоном.

2. Капитальные подземные сооружения (коподцы, подвалы, подземные емкости и т.п.) должны быть надежно изолированы от наружной территории во из-

бежание проникновения в знойную погоду или на зиму отдельных видов животных.

3. Над капитальными подземными сооружениями допускаются вентиляционные отверстия и щели на высоте 0,5 м и выше от поверхности земли. Отверстия и щели должны быть обрешечены прочной защитной сеткой.

4. Капитальные подземные сооружения (колодцы, подвалы, подземные емкости и т.п.) должны регулярно в бесснежный период года осматриваться на предмет случайного проникновения особей охраняемых видов животных.

5. Пруд для аккумуляции поверхностного стока следует обустроить в северной части участка для организации равномерного притока ливневых талых вод.

6. Пруд для аккумуляции поверхностного стока, с учетом неизбежного появления здесь амфибий, следует обустроить в расчете на биологическую рекультивацию. Для этого глубина пруда на участке не менее 20 м<sup>2</sup> должна составлять 10–25 см по меженному уровню.

7. Излишнюю фитомассу при покрове 1/3 и более акватории пруда следует удалять в 2 этапа. Первый этап по очистке пруда от излишней фитомассы: вытаскивание, складирование и подсушивание этой массы в течение 2–3 суток на урезе воды. Второй этап: складирование в компостной «яме» или вывоз.

8. Для улучшения условий зимовки полезных видов фауны можно обустроить полужаземленную компостную яму в теневой части территории предприятия.

9. Конденсирующие и воздушнофилтратционные устройства должны функционировать в строгом соответствии с техническими характеристиками. Выбросы любого состава (включая ароматные вещества с эффектами нозотерапии) необходимо предельно минимизировать в течение мая-июня.

10. При подвозе и складировании сырья следует исключить потери или свободное хранение живицы на улице при температуре воздуха +20 °С и выше.

11. По возможности следует сохранить крупномерный экземпляр тополя белого в здоровом состоянии, произрастающий в секторе С3. При озеленении территории объекта или благоустройстве прилегающей территории целесообразно использовать древесно-кустарниковую растительность аборигенных пород.

12. Для минимизации случайного травмирования и гибели мелких наземных позвоночных строительные работы по возможности осуществлять в ранневесенний или позднейший (зимний) периоды.

## Выводы

1. Ареал планируемого строительства завода по производству эфира канифоли представляет собой ценный участок ландшафтно-биологического разнообразия, где расположены редкие геологические объекты, биотопы 4 видов растений и 5 видов животных, включенных в Красную книгу Республики Беларусь, ценные растительные сообщества. Здесь находятся информативные маршруты для реализации учебных курсов экологического краеведения, зоологии, ботаники, экологии.

2. Существенные отрицательные воздействия на фаунистический и флористический комплексы, а также на окружающую среду вообще, в результате проведения строительных работ и последующей эксплуатации объекта не предвидятся.

3. Для снижения негативного воздействия строительных работ по объекту «Цех по производству эфира канифоли на территории свободной экономической зоны «Брест» по адресу: г. Брест, ул. Дубровская» на состояние фаунистического комплекса, растительных сообществ и отдельных объектов животного и растительного мира разработан ряд мероприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Охрана окружающей среды и природопользование. Правила проведения оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и подготовки отчета. Технический кодекс установившейся практики (ТКП 17.02-08-2012 (02120)). – Минск: Минприроды, 2012. – 44 с.
2. Закон Республики Беларусь «О государственной экологической экспертизе, стратегической экологической оценке и оценке воздействия на окружающую среду» от 18 июля 2016 г. № 399-З.
3. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущие растений / Гл. ред. колл. Л.И. Хоружий, Л.М. Суцень, В.И. Парфенов. – Мн., 2015. – 456 с.
4. Определитель высших сосудистых растений Беларуси / под ред. В.И. Парфенова. – Мн., 1999. – 472 с.
5. Красная книга Республики Беларусь: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / Мин. природн. рес. и охр.окруж. среды РБ, НАН Беларуси; гл. ред.: Г.П. Пашков [и др.]. – Минск: Бел. Эн., 2014. – 320 с.
6. Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко. – Минск: Бел. издат. товар. «Хата», 2005; Бел. гос. университет, 2005. – 320 с.
7. Пикулик, М.М. Земноводные Белоруссии / М.М. Пикулик. – Минск: Наука и техника, 1985. – 484 с.

## ASSESSMENT OF IMPACT ON ENVIRONMENT IN THE AREA OF BUILDING OF OBJECT OF FOREST CHEMICAL INDUSTRY IN BREST: BIOLOGICAL ASPECT

DEMIANCHYK V.T., RABCHUK V.P., DIATCHUK I.A., DEMIANCHYK V.V., DEMIANCHYK M.G.

The assessment of impact on plants and animals in case of building of «Workshop on production of ether of rosin in the territory of the free economic zone «Brest». There are 442 species of plants and 223 species of animals revealed in radius of 1,6 to kilometer zone from the planned construction object. Habitats of rare 5 species of animals and 4 species of plants (included in the Red Data Book) researched on the territory of object (by the main variant). It is established that essential negative impacts on faunistic and floristic complexes as the result of performance of the developed actions are not expected during construction works and activity of object.

УДК 595.132:574.4(477.51-2)

## СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СООБЩЕСТВ ФИТОПАРАЗИТИЧЕСКИХ НЕМАТОД ЛУГОВЫХ ЭКОСИСТЕМ ЛЕВОБЕРЕЖНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

Т.Н. Жилина, В.Л. Шевченко

Национальный университет «Черниговский колледж» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

На территории Левобережного Полесья Украины проведены исследования видового состава фитопаразитических нематод природных луговых экосистем. Выявлено 12 видов, из которых 8 видов являются эктопаразитами, а 4 вида – эндопаразитами. По численности преобладают популяции *Helicotylenchus dihystera*, *Heterodera* sp. 1, *Paratylenchus nanus* и *Tylenchorhynchus dubius*.

**Введение**

Беспозвоночные животные, обитающие в почвах луговых экосистем, оказывают разнообразное влияние на луговую растительность. Это определяется тем, что среди них имеются растительноядные формы, а также виды и группы, перерабатывающие отмершие остатки корневых систем и наземной растительности и играющие важную роль в процессах почвообразования, поддержания естественного плодородия почв [1].

Постоянным компонентом луговых биогеоценозов являются почвенные нематоды, тесно связанные с растениями, микрофлорой и подверженные мощному комплексному воздействию всех факторов биогеоценоза [2]. Средняя численность нематод на лугах 2,2–2,5 млн. особей на 1 м<sup>2</sup>, местами же до 10 млн. на 1 м<sup>2</sup>. Основная их масса сосредоточена в верхнем (0–5 см) слое почвы. По типу питания среди нематод различают сапробионтов, микогельминтов, полифагов, хищников и фитогельминтов. Последние существенно влияют на рост и развитие растений, повреждают их молодые корни, способствуют проникновению вирусной, бактериальной и грибковой инфекции, а в отдельных случаях вызывают гибель растений, то есть именно от них существенно зависит санитарное состояние и продуктивность растительных сообществ [3–5].

Таким образом, для оценки фитосанитарного состояния природных луговых экосистем необходимы сведения про видовой состав фитогельминтов и количественную структуру их популяций, что и стало целью нашего исследования.

**Методика и объекты исследования**

Исследования проводили в 2013–2014 гг. на территории двух районов Черниговской области, а именно: Репкинского (входит в состав Черниговского Полесья) и Коропского (входит в состав Новгород-Сиверского Полесья). Для изучения нематодофауны был использован маршрутный метод.

Луга в Репкинском районе сконцентрированы в северно-западной части и занимают 18 % его площади. Пробы почвы отбирали в пойме Днепра (окрестности пгт Радуль). Для растительного покрова характерно преобладание осоково-злаковых и осоково-злаково-бобовых растений. Из злаковых растений наиболее часто встречаются мятлик луговой (*Poa pratensis*), овсяница овечья (*Festuca ovina*), тимофеевка луговая (*Phleum pratense*); из осок – ранняя, заячья, лисья; бобовые представлены различными видами клевера.

В пределах Коропского района пробы почвы отбирали на территории Мезинского национального

природного парка (МНПП). Луговые экосистемы широко представлены в пойме Десны. Это настоящие и золотистые луга, среди первых преобладают лукозостовые и тонкополевцевые. Снижение около озер стариц занимают болотистые луга, представленные сообществами бекмании обыкновенной (*Beckmannia eruiciformis*) и полевицы побегообразующей (*Agrostis stolonifera*). Суходольные луга представлены сообществами формаций полевицы обыкновенной (*Agrostis vulgaris*) и овсяницы овечьей (*Festuca ovina*). На склонах правого коренного берега Десны, на возвышенных участках встречаются степенные луга с преобладанием полевицы виноградниковой (*Agrostis vinealis*) и мятлика узколистного (*Poa angustifolia*). На меловых участках в качестве доминантов и субдоминантов выступают мятлик узколистный (*Poa angustifolia*), мятлик сплюснутый (*Poa compressa*), лядвенец украинский (*Lotus ucranicus*) и овсяница овечья (*Festuca ovina*).

Выделяли нематод из почвенных проб вороночным методом Бермана при экспозиции 48 часов, фиксировали раствором ТАФ (триэтаноламин: формалин:вода в соотношении 2:7:91). Изготовление водно-глицериновых микропрепаратов, подсчет особей в пробе, определение проводили по общепринятой в фитонематодологии методике [6].

Вычисляли долю участия каждого вида в составе фауны, как отношение в % числа особей данного вида к общему числу нематод. Рассчитывали коэффициент встречаемости, как отношение в % количества проб, в которых вид выявлен, к общему количеству проб. Согласно четырем градациям этого показателя, виды можно отнести к акцидентам (25 % проб), акцентам (26–49 %), константам (50–74 %) и еуконстантам (75–100 %) [2].

**Результаты и их обсуждение**

Группа фитогельминтов в трофической структуре сообществ почвенных нематод доминировала в луговых экосистемах Мезинского национального природного парка, доля ее участия в общей численности нематод составила 47 %. В почве обследованных лугов в окрестностях Радуля этот показатель составил 11 %.

Lišková M., Čerevková A. (2005) сообщают, что в луговых почвах Словакии фитопаразитические нематоды также преобладают по численности (доля участия была 55,4 %). Подобная трофическая структура сообществ почвенных нематод на лугах зарегистрирована исследователями из Румынии [8]. Исследования почвенных нематод в островных луговых биоценозах Карелии показали, что фитогельминты доминировали только на островах Белого моря (51,9 %), тогда как на

островах Онежского и Ладожского озер их доля в общей численности нематод не превышала 13,2 % [9].

В почве обследованных лугов было выявлено 12 паразитических видов нематод, которые принадлежат к 11 родам, 9 семействам и 3 отрядам (таблица 1).

**Таблица 1.** – Численность фитопаразитических видов нематод луговых экосистем Левобережного Полесья Украины

№ п/п	Название вида	МНПП		Пгт Радуль	
		Особей/100 г почвы	%	Особей/100 г почвы	%
1	<i>Paratrichodorus pachydermus</i> Siddiqi, 1973	0	0	5	7,4
2	<i>Longidorus elongatus</i> De Man, 1878 Thorne et Swanger, 1936	2	0,5	0	0
3	<i>Gracilacus audriellus</i> Brown, 1959	9	2,3	0	0
4	<i>Paratylenchus nanus</i> Cobb, 1923	49	12,3	10	14,7
5	<i>Ditylenchus dipsaci</i> (Kuhn, 1857) Filipjev, 1935	7	1,8	1	1,5
6	<i>Tylenchorhynchus dubius</i> (Butschli, 1873) Filipjev, 1936	40	10	16	23,5
7	<i>Pratylenchus pratensis</i> (De Man, 1880) Filipjev, 1936	2	0,5	0	0
8	<i>Helicotylenchus dihystrera</i> (Cobb, 1893) Sher, 1961	174	43,7	1	1,5
9	<i>Macroposthonia</i> sp.	2	0,5	0	0
10	<i>Hemicyclophora</i> sp.	6	1,5	0	0
11	<i>Heterodera</i> sp. 1	103	25,9	35	51,4
12	<i>Heterodera</i> sp. 2	4	1	0	0
Всего		396	100	68	100

Большинство видов (83,3 %) (*G. audriellus*, *P. nanus*, *D. dipsaci*, *T. dubius*, *P. pratensis*, *H. dihystrera*, *Macroposthonia* sp., *Hemicyclophora* sp., *Heterodera* sp. 1, *Heterodera* sp. 2) являются представителями отряда Tylenchida и только по одному виду зарегистрировано из отрядов Triplonchida и Dorylaimida (по 8,3 %). Следует отметить, что виды паразитических нематод из отряда Tylenchida выявлены как в Мезинском национальном природном парке, так и в пгт. Радуль, тогда как *P. pachydermus* из отряда Triplonchida зарегистрирован только в луговых экосистемах пгт Радуль, а *L. elongatus* из отряда Dorylaimida – только в МНПП.

В МНПП было выявлено 11 видов фитогельминтов, а в окрестностях пгт Радуль – только 6 видов. Общими для обеих территорий оказались пять паразитических видов нематод, а именно *P. nanus*, *D. dipsaci*, *T. dubius*, *H. dihystrera*, *Heterodera* sp. 1. Шесть видов (*L. elongatus*, *G. audriellus*, *Pr. pratensis*, *Macroposthonia* sp., *Hemicyclophora* sp., *Heterodera* sp. 2) отмечены только в МНПП, а 1 вид (*P. pachydermus*) – только в окрестностях пгт Радуль.

Большинство зарегистрированных видов фитогельминтов являются эктопаразитами (66,7 %), вдвое меньше выявлено эндопаразитов (33,3 %).

Эктопаразитами корневой системы растений являются восемь видов: *P. pachydermus*, *H. dihystrera*, *Hemicyclophora* sp., *T. dubius*, *P. nanus*, *Gr. audriellus*, *Macroposthonia* sp., *L. elongatus*. К эндопаразитам отнесено четыре вида, а именно *D. dipsaci*, *Pr. pratensis*, *Heterodera* sp. 1, *Heterodera* sp. 2.

По частоте встречаемости фитопаразитические виды нематод, выявленные в луговых экосистемах МНПП и окрестностях пгт Радуль, распределены на три группы: константы, акцессоры и акциденты. Представители группы эуконстанты нами не были выявлены. Наиболее часто в почвенных пробах встречались *P. nanus* и *T. dubius*, которые отнесены в группу константы, их коэффициенты встречаемости составили 57,1 % и 71,4 % соответственно. В группу акцессоры попали четыре вида, а именно *Gr. audriellus* (28,6 %), *Heterodera* sp. 1 (28,6 %), *D. dipsaci* (42,9 %) и *H. dihystrera* (42,9 %). Очень редко в пробах встречались шесть видов фитопаразитических нематод (*P. pachydermus*, *L. elongatus*, *Pr. pratensis*, *Macroposthonia* sp., *Hemicyclophora* sp., *Heterodera* sp. 2), которых отнесли в группу акциденты.

Общая численность фитогельминтов в луговых экосистемах МНПП составляет 396 особей/100 г почвы, тогда как в окрестностях пгт Радуль этот показатель в 5,9 раз ниже и составляет 68 особей/100 г почвы.

В луговых экосистемах МНПП наиболее многочисленными оказались популяции *H. dihystrera* (43,7 %), *Heterodera* sp. 1 (25,9 %), *P. nanus* (12,3 %) и *T. dubius* (10,0 %), которые вместе составили 91,9 %. В окрестностях пгт Радуль три из перечисленных видов, а именно *Heterodera* sp. 1 (51,4 %), *T. dubius* (23,5 %) и *P. nanus* (14,7 %) тоже зарегистрированы как самые многочисленные (вместе 89,6 %), в то время как *H. dihystrera* при наибольшем количественном показателе в МНПП, в луговых экосистемах пгт Радуль имел одну из самых низких численностей (1,5 %). Это можно объяснить более богатым видовым разнообразием травянистых растений в луговых экосистемах МНПП, которые являются благоприятными растениями-хозяевами для фитопаразита *H. dihystrera*, на которых он питается и размножается.

#### Выводы

1. В почве луговых экосистем Левобережного Полесья Украины выявлено 12 фитопаразитических видов нематод, которые принадлежат к 11 родам, 9 семействам и 3 отрядам.

2. Большинство зарегистрированных видов фитогельминтов являются эктопаразитами (66,7 %), меньше выявлено эндопаразитов (33,3 %).

3. В пробах почвы луговых экосистем Левобережного Полесья Украины наиболее часто встречались *P. nanus* и *T. dubius*, коэффициенты встречаемости которых составили 57,1 % и 71,4 % соответственно.

4. В луговых экосистемах по численности преобладают популяции *H. dihystrera*, *Heterodera* sp. 1, *P. nanus* и *T. dubius*.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рассашко, И.Ф. Биоразнообразие, количественные характеристики компонентов биоценозов водных и наземных экосистем Белорусского Полесья, их динамика / И.Ф. Рассашко, В.Н. Веремеев, Г.Г. Гончаренко и др. – Гомель: ГГУ им. Ф. Скорины, 2008. – 308 с.
2. Соловьева, Г.И. Экология почвенных нематод / Г.И. Соловьева. – Л.: Наука, 1986. – 247 с.
3. Кралль, Э.Л. Паразитические нематоды – вредители лесных питомников / Э.Л. Кралль // Лесное хозяйство. – 1984. – № 10. – С. 58.
4. Иванова, Т.С. Паразитические корневые нематоды. Семейство *Sticonematidae* / Т.С. Иванова. – Л.: Наука, 1976. – 177 с.
5. Ерошенко, А.С. Некоторые итоги изучения нематод лесов Дальнего Востока России / А.С. Ерошенко // Основные достижения и перспективы развития паразитологии: материалы междунар. конфер., посвященной 125-летию К.И. Скребина, 60-летию основания лаб. гельминтологии АН СССР И-га паразитологии РАН (14–16 апреля 2004 г., Москва) – Москва, 2004. – С. 102–103.
6. Кирьянова, Е.С. Паразитические нематоды растений и меры борьбы с ними / Е.С. Кирьянова, Э.Л. Кралль. – Л.: Наука, 1989. – Т. 1. – 447 с.
7. Lišková, M. Nematode communities of river banks and adjacent meadows in the Slovak Republic / M. Lišková, A. Čerevková // *Helmintologia*. – 2005. – 42, 4. – P. 223–232.
8. Popovici, I. Diversity and distribution of nematode communities in grasslands from Romania in relation to vegetation and soil characteristics / I. Popovici, M. Ciobanu // *Applied Soil Ecology*. – 2000. – № 14. – P. 27–36.
9. Груздева, Л.И. Фауна нематод луговых ценозов островов Белого моря, Онежского и Ладожского озер / Л.И. Груздева, Е.М. Матвеева, Т.Е. Коваленко // Биogeография Карелии. Труды Карельского научного центра РАН. – Петрозаводск, 2005. – № 7. – С. 39–47.

## STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF COMMUNITIES OF PHYTOPARASTIC NEMATODES OF NATURAL MEADOW ECOSYSTEMS FROM LEFT-DNIEPER-BANK POLISSYA OF UKRAINE

ZHYLINA T.M., SHEVCHENKO V.L.

Investigations of the species composition of phytoparasitic nematodes of natural meadow ecosystems from Left-Dnieper-bank Polissya of Ukraine were carried out. Registered 12 species belonging to three orders: Tylenchida, Rhabditida and Dorylaimida. Eight species are ectoparasites, and four species are endoparasites. The populations of *Helicotylenchus dihystera*, *Heterodera* sp. 1, *Paratylenchus nanus* and *Tylenchorhynchus dubius* dominated.

УДК 502.4 (477.51)

## ПАРКИ-ПАМЯТНИКИ САДОВО-ПАРКОВОГО ИСКУССТВА ЧЕРНИГОВСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ЦЕНТРЫ СОХРАНЕНИЯ ПРИРОДНОГО И КУЛЬТИВИРУЕМОГО ДЕНДРОФИТОРАЗНООБРАЗИЯ

Ю.А. Карпенко, С.А. Потоцкая

Национальный университет «Черниговский колледжиум» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

В статье проанализировано современное состояние 23 парковых территорий Черниговской области, которые охраняются в качестве парков-памятников садово-паркового искусства. Приводятся особенности их исторического формирования и состава дендритофиторазнообразия. Также предложены общие рекомендации, касающиеся оптимизации и сохранения дендритофлоры охраняемых парковых территорий региона исследований.

### Введение

Немаловажным социально-экологическим аспектом является сохранение зеленых насаждений как объектов культурного наследия, как центров многообразия дендритофлоры, как источника познания закономерностей взаимодействия природной среды и общества. Главными функциями парковых насаждений является санитарно-гигиеническая, рекреационная, структурно-планировочная, архитектурно-художественная.

Сохранение разнообразия дендритофлоры в системе охраняемых территорий и в условиях культуры обеспечивает существующая сеть природно-заповедного фонда, которая выступает как совокупность природных территорий и объектов.

### Методика и объекты исследования

На территории Черниговской области в качестве парков-памятников садово-паркового искусства охраняется 23 объекта общей площадью 393,8 га. Соответственно распределение парковых природоохраняемых территорий на полесской части области составляет 10 объектов общей площадью 393,8 га, в лесостепной зоне – 13 объектов общей площадью 293,7 га, все парки, кроме Сокиринского парка, имеют местный статус охраны. Следует отметить, что большинство парков лесостепной части области имеют большие площади, чем в полесской части и более разнообразный видовой, формовой состав дендритофлоры, но в целом они закладывались с использованием видов аборигенной дендритофлоры, на основе природных лесных участков или аналогично созданных имитаций природного леса. Исторически большинство парков были заложены в период XVIII–XIX вв., часть новых парков – в 50–70-е годы XX в. Природная и архитектурная составляющая парков раннего периода была связана с бывшими помещичьими усадьбами и дворцово-парковыми комплексами, более поздние объекты паркового искусства являются результатом послевоенного восстановления городов и поселков, развития системы их зеленых зон и благоустройства населенных пунктов. Период взятия под охрану большинства парковых территорий и усадеб в категории «парк-памятник садово-паркового искусства» связан с 70–80-ми гг. XX в.

### Результаты и их обсуждение

Парковые территории являются центрами природной и интродуцированной дендритофлоры, примером сочетания различных стилей садово-паркового искус-

ства и своеобразными элементами окружающей среды. Далее приводится характеристика насаждений парков-памятников садово-паркового искусства Черниговской области. Парк-памятник садово-паркового искусства «Болдины горы» (6 га, г. Чернигов) выступает своеобразной доминантой черниговского ландшафта, поднимаясь на высоту 35 м над деснянской поймой. Эта территория имеет сакральное значение (курганный комплекс (6 групп, 230 курганов), один из крупнейших некрополей IX–XI вв.). Основу дендритофлоры этого, созданного на природном лесном участке, парка составляют 45 видов, 15 – аборигенные виды (*Quercus robur* L., *Pinus sylvestris* L., *Acer platanoides* L., *Acer campestre* L., *Betula pendula* Roth. и др.).

Старинный парк «Городской сад» (11,2 га), г. Чернигов, охватывает часть террасы и поймы р. Десны, с вековыми деревьями *Quercus robur*, *Tilia cordata* Mill., *Acer platanoides*, *Picea abies* (L.) Karst. и рядом декоративных интродуцентов (*Thuja occidentalis* L., *Corylus colurna* L., *Catalpa bignonioides* Walt.). Парк был заложен в XVII в. на основе естественного леса, с последующим соединением с лесопарком «Кордовка». Дендритофлора данной территории составляют 82 вида, а аборигенная группа – 26 видов.

Парк «Кочубеевский» (площадь 9,9 га, расположен в Бахмацком районе, г. Батурине) представляет собой старинный ландшафтный парк, основанный в XVII в. на базе природной дубравы. На его территории есть ряд вековых деревьев *Quercus robur* возрастом 200–300 лет. На современном этапе входит в состав национального историко-культурного заповедника «Гетманская столица».

Парк «Тиницкий» (20 га, в Бахмацком районе, в поселке Тиница) представляет собой старинный ландшафтный парк, основанный в XVIII в., на основе местных лиственных и хвойных видов, главная аллея парка сформирована вековыми деревьями *Picea abies*.

Парк «Ваганичский» (6 га, в Городнянском районе, в поселке Ваганичи) представляет собой живописный парк с озером и рядом видов деревьев-экзотов (*Larix decidua* Mill., *Aesculus hippocastanum* L.) возрастом 100–150 лет.

Парк «Городнянский» (10 га, в Городнянском районе, в г. Городня) был заложен в 1965 году. В составе его дендритофлоры около 120 видов деревьев и кустарников и их культураров, в основном представители североамериканской и дальневосточной ареалогических групп.

Парк «Дружбы народов» (10 га, в Городнянском районе, возле поселка Сеньковка) был заложен в 1967 году в районе Монумента дружбы силами общест-венности трех республик (Беларуси, России и Укра-ины).

Парк «Тупичевский» (3 га, в Городнянском рай-оне, в поселке Тупичев) представляет собой парк с ве-ковыми деревьями, в основном *Tilia cordata*.

Парк «Панский» (1 га, в Козелецком райо-не, в поселке Савин) представляет собой старин-ный парк поместья помещика Солонины с широким составом лиственных (*Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Acer platanoides*) и хвойных видов (*Picea abies*, *Larix decidua*), вековыми деревьями *Robinia pseudoacacia* L. В 1857 году парк и усадьбу посещал Тарас Шевченко, где он сделал несколько зарисовок этой территории.

Парк «Стольненский» (12 га, в Менском рай-оне, в поселке Стольное) представляет собой парк дендрологического типа с системой озер. Он был ос-нован в XIX в. на основе усадьбы князя Безбородько. Дендрокolleкция парка включает более 50 видов и культиваров древесных видов.

Парк «Нежинского университета» (5 га, в Не-жинском районе, в г. Нежин) – старинный парк с ве-ковыми *Quercus robur*, *Acer platanoides*, *Populus nigra* L., *Populus alba* L.

Парк «Парк имени Т.Г. Шевченко» (10 га, в Нов-город-Северском районе, в г. Новгород-Северский) представляет собой парк городского типа с рядом старовозрастных деревьев *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior* L., *Ulmus glabra* Huds.

Парк «Софиевский» (53 га, в Носовском рай-оне, в окрестностях поселка Софиевка) охраняется как старинный парк усадебного типа с рядом вековых деревьев *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Robinia pseudoacacia* и рядом других видов дендроф-лоры. На его территории есть также аллеи, озеро и живописные поляны.

Парк «Ровчак-Степановский» (12 га, в Носов-ском районе, в поселке Ровчак-Степановка) был заложен в центре населенного пункта в 1957 году, имеет ряд насыпных искусственных курганов. В со-ставе его дендрофлоры – типичные виды деревьев и кустарников.

Парк «Жеваховщина» (19,3 га, в Прилуцком районе, в поселке городского типа Линовица) был создан в 70-х годах XVIII в. Особенно ценным на его территории является аллея *Pinus sibirica* Du. Tour., не-сколько вековых деревьев *Quercus robur*.

Парк «Парк имени Т.Г. Шевченко» (16,6 га, в Прилуцком районе, в окрестностях поселка городско-го типа Линовица) представляет собой парк с рядом старовозрастных деревьев *Tilia cordata*, *Quercus robur*, *Fraxinus excelsior*, *Populus alba* L. с системой озер на его территории.

Парк «Ивковцы» (2,5 га, в Прилуцком районе, в поселке Ивковцы) создан на основе старинного по-мещичьего парка XVIII столетия. Ядро дендрофлоры парка составляют виды природной группы (вековые деревья *Quercus robur*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*) и ряд интродуцентов (*Aesculus*

*hippocastanum*, *Robinia pseudoacacia*). Располагаясь на склонах оврага, парк также имеет важное противо-эрозионное и водоохранное значение, является мес-том рекреации и отдыха местного населения.

Парк «Дегтяревский» (4,5 га, в Сребнянском районе, в поселке городского типа Дегтяри) создан на основе старинного парка Дегтяревской усадьбы П. Галагана 1825–1832 гг. Виды природной группы со-ставляют ядро дендрофлоры (*Quercus robur*, *Betula pendula*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*).

Парк «Сребнянский» (25,8 га, в Сребнянском районе, в поселке городского типа Сребне) создан на основе старинного парка XIX в. В парке встречаются вековые *Quercus robur*, *Picea abies*, *Larix decidua*, не-сколько экземпляров *Acer saccharinum*, декоративные кустарники (*Syringa vulgaris* L., *Philadelphus coronarius* L., ряд видов рода *Spiraea*).

Парк «Талалаевский» (96 га, в Талалаевском районе, в поселке городского типа Талалаевка) был создан силами общественности районного центра в 1956–1957 гг. на склонах оврагов и балок. В парке на-считывается более 100 видов и форм деревьев и ку-старников, есть ряд североамериканских интродуце-тов; на его территории находится озеро площадью 18,8 га.

Парк «Червоно-Плугатарский» (20 га, в Тала-лаевском районе, в поселке Червоный Плугарь) пред-ставляет собой старинный парк дендрологического типа, созданный в 60-х годах XIX столетия. Ядро ден-дрофлоры парка включает 52 таксона.

Парк «Лизогубовский» (22 га, в Черниговском районе, в поселке городского типа Седнев) представ-ляет собой старинный парк, созданный в конце XVII в., заложен на основе природной дубравы на высо-ком надпойменном берегу реки Снов. В парке ядро дендрофлоры насчитывает более 30 видов, сохра-нилась также вековая аллея *Aesculus hippocastanum*, ряд вековых деревьев (*Tilia cordata* (мемориальное дерево Т.Г. Шевченко, *Larix decidua*, *Picea abies*, *Acer platanoides*).

«Сокиринский парк» (58 га, в Сребнянском рай-оне, в поселке Сокиринцы) заложен XVIII в., представ-ляет собой в основном лесной тип садово-паркового ландшафта в английском стиле. В насаждениях парка преобладают лиственные виды – спутники *Quercus*, в частности *Tilia cordata*, *Acer platanoides*, *Ulmus glabra* и ряд других. Ядро парковой дендрофлоры состав-ляют около 40 видов. Среди насаждений следует от-метить несколько деревьев-экзотов: вековой *Platanus occidentalis*, 2 дерева *Fagus sylvatica* L., *Juglans nigra* L., несколько старых деревьев *Larix decidua*. На тер-ритории находится монументальный дворцовый ком-плекс династии Галаганов, известный памятник архи-тектуры XVIII–XIX вв.

Современное состояние парков-памятников садово-паркового искусства Черниговской области характеризуется как сложное с нескольких позиций. Прежде всего, это отсутствие проектов их реконструк-ции и восстановления утраченных элементов, четкого выделения границ их территорий, минимальный уход со стороны балансодержателей (органы местного са-

моуправления, сельские советы, объединенные территориальные громады). Среди природных процессов следует отметить биологическое старение деревьев и кустарников, стихийное природное восстановление и практически полное отсутствие регулярной системы ухода, поражение старых деревьев болезнями и паразитическими грибами.

Для широкого использования голосеменных на территориях парков-памятников садово-паркового искусства Черниговской области наиболее пригодны такие виды и культивары, как: *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. ('Aurea', 'Erecta Glauca'), как фон для роз и другие ('Erecta Viridis', 'Stewartii'); *Platycladus orientalis* ('Aurea'); *Picea abies* ('Viminalis'); *Picea pungens* Engelm. ('Argentea', 'Glauc Globosa'); *Pinus sylvestris* ('Watereri'); *P. strobus* ('Radiata'); *Juniperus communis* ('Gold Cone', 'Hibernica'), *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franko. ('Pendula'). Среди листопадных видов деревьев для парковых насаждений мы рекомендуем

устойчивые аборигенные виды и культивары, как: *Quercus robur*, *Acer platanoides* ('Globosa'), *Betula pendula* ('Pendula»), *Fraxinus excelsior*, *Tilia cordata*; в сочетании с интродуцированными видами (*Ginkgo biloba* L., *Quercus rubra* L., *Aesculus x carnea* Hayne., *Phellodendron amurense* Rupr. ('Globosa'), *Gleditsia triacanthos* L. ('Globosa').

#### Выводы

В качестве сохранения этих объектов как ценных природных и историко-культурных территорий следует разработать комплексную программу областного уровня «Парки Черниговской области: исторический аспект, современное состояние, сохранение ради будущего». Она позволила бы соединить ценность дендрофиторазнообразия парковых территорий с рядом организационно-технических мероприятий, связанных с реконструкцией и восстановлением парков в их первичном или частично трансформированном варианте.

## PARK-MEMORIES OF GARDEN-PARKING ART OF THE CHERNIGOV AREA AS THE CENTERS OF CONSERVATION OF NATURAL AND CULTURED DENDROPHYTOTHERAPY

KARPENKO Y.A., POTOTSKA S.A.

The article analyzes the current state of the 23 park territories of Chernihiv region, which are protected as parks-monuments of landscape art, features of their historical formation and composition of the dendrophytic variety. General recommendations on the optimization and conservation of the dendroflora of the protected park areas of the research region are also proposed.

УДК 575.174.015.3:594.382.4

ОСОБЕННОСТИ СЕЗОННОЙ КОНХИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *SERAEA MEMORALIS* L. ИЗ ПОПУЛЯЦИЙ Г. БРЕСТА

Н.Ф. Ковалевич, К.С. Воцанко

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

В процессе работы проводились измерения морфометрических параметров раковины *Seraea memoralis* L. Анализ сезонной динамики позволил выявить, что раковины, собранные весной, плоские и более крупные, летом раковины несколько уменьшаются в размерах и приобретают вытянутую форму, осенью раковины проявляют тенденцию к уменьшению размеров и уплощению формы.

**Введение**

Наземный моллюск *Seraea memoralis* для Беларуси является сравнительно новым видом, который проник с территории Западной Европы и распространен в Брестском районе и г. Бресте [1, с. 124]. На протяжении нескольких лет происходит формирование ареала вида-иселенца *Seraea memoralis* на территории г. Бреста и Брестского района. Популяции интродуцированных видов моллюсков обитают в климатических условиях, которые могут отличаться от естественных условий обитания в пределах природных ареалов этих видов. Поскольку раковина моллюска выполняет важную роль в процессах его водного и теплового обмена с окружающей средой, в интродуцированных популяциях можно ожидать таких изменений в размерах, форме, окраске, структуре раковины, которые можно было бы рассматривать в качестве конхологических адаптаций к не обычным для вида климатическим условиям [2, с. 59]. Основной целью наших исследований является изучение сезонной изменчивости по морфометрическим признакам раковины *Seraea memoralis* в локальных группировках г. Бреста.

**Методика и объекты исследования**

Материалом исследования послужили выборки *Seraea memoralis* в трех пунктах г. Бреста. Живых моллюсков собирали в удаленных друг от друга точках г. Бреста, характеризующихся сходными условиями растительности: садовое товарищество «Южное», ул. Бархатная (выборка № 1), парк воинов-интернационалистов (выборка № 2), район улицы Шевченко, частный сектор (выборка № 3). В каждой точке было собрано по 100 особей. Сбор моллюсков производился весной (май 2017 г.), летом (июль 2017 г.) и осенью (сентябрь-октябрь 2017 г.). Измерение моллюсков производилось в лабораторных условиях. Раковины измеряли при помощи штангенциркуля с точностью до 0,1 мм. На раковинах измеряли высоту (ВР) и ширину (БД – большой диаметр) раковины, высоту (ВУ) и ширину (ШУ) устья, малый диаметр раковины (МД), высоту завитка (ВЗ) [2, с. 7]. На основании измеренных метрических параметров были рассчитаны морфометрические индексы. Статистическая обработка результатов конхиометрической изменчивости проводилась при помощи методов вариационной статистики.

**Результаты и их обсуждение**

Была проанализирована динамика морфометрических признаков внутри каждой группы в зависимости от сезона. В выборке № 1 (таблица 1) весенние раковины более крупные (БД, МД) и уплощенные (ВР/БД) по сравнению с остальными сезонами, форма

устья приближается к округлой ( $ШУ/ВУ = 1,09$ ). Как видно из таблицы 1, в летний период размеры раковины уменьшились (БД, МД, ВР), но приобрели вытянутую форму, размеры устья не изменились.

Наиболее значительные отличия обнаружены в осенних сборах. Раковины отличаются меньшей высотой устья, что нашло свое отражение в соотношениях ВУ/БД, ВУ/МД, ВУ/ВР. Устье приобрело широкую и более приплюснутую форму по сравнению с другими сезонами, вследствие чего уменьшились его площадь и периметр (ПлУ и ПрУ). Кроме того, самым высоким в этот период является соотношение МД/БД.

Раковины моллюсков из выборки № 2 (таблица 2), собранные в весенний период, характеризуются уплощенной формой (самые низкие ВР/БД и ВР/МД), устье же имеет вытянутую форму (высокое ВУ/ВР). Летние раковины по сравнению с весенними и осенними более вытянутые. Размеры устья не изменяются, поэтому соотношения ШУ/БД, ШУ/МД, ВУ/БД, ВУ/МД, ШУ/ВР, ВУ/ВР самые низкие.

Осенние раковины отличаются самыми маленькими размерами (БД, МД, ВР, ОР), причем объем раковины самый маленький среди всех сезонов. Индексы ШУ/БД, ШУ/МД, ВУ/БД, ВУ/МД, ШУ/ВР не отличаются от весенних. По сравнению с летним периодом уменьшилось соотношение ОР/ПлУ.

Морфометрические параметры раковины выборки № 3 были изучены в весенний и осенний периоды (таблица 3). При анализе сезонной изменчивости установлено, что размеры раковин весенних и осенних сборов одинаковы (БД, МД, ВР, ОР). Соотношение МД/БД также не изменяется. Раковины моллюсков, собранные в весенний период, имеют более уплощенную форму по сравнению с осенними. Устье характеризуется более высокими значениями ВУ и ШУ, крупное в сравнении с осенним периодом (ВУ/БД, ВУ/МД, ШУ/ВР, ВУ/ВР, ПлУ, ПрУ).

Раковины, собранные осенью, характеризуются увеличением высоты завитка, что отражается на ее форме, которая приобретает вытянутые очертания. Размеры устья уменьшаются, что выражается в снижении значений индексов ВУ/БД, ВУ/МД, ШУ/ВР, ВУ/ВР, ПлУ, ПрУ, а также ШУ/ВУ, ОР/ПлУ и ОР/ПрУ.

**Выводы**

Принимая во внимание все вышесказанное, можно выделить некоторые закономерности. Самые крупные раковины характерны для моллюсков с/т «Южный» (выборка № 1). Также они имеют несколько приплюснутое устье меньших размеров и высокое соотношение ОР/ПлУ. По мнению ряда исследователей, ука-

**Таблица 1.** – Сравнительная характеристика конхиометрических показателей *Seraxa petoralis* из выборки № 1 г. Бреста в зависимости от сезона

Показатель	Весна N=100		Лето N=100		Осень N=100	
	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %
БД	22,14±0,18	8,30	21,07±0,19***	8,84	21,25±0,18***	8,45
МД	19,26±0,14	7,36	18,52±0,17***	9,05	18,88±0,17	8,95
ВР	16,80±0,17	10,04	16,39±0,16	9,85	16,59±0,16	9,42
ВУ	11,62±0,17***	14,68	11,17±0,18***	16,56	10,05±0,13	12,54
ШУ	12,66±0,17	13,55	12,83±0,17	13,40	12,74±0,13	10,06
ВЗ	5,14±0,19***	36,58	5,22±0,17***	32,29	6,54±0,08	12,50
ВР/БД	0,76±0,007	8,81	0,78±0,004**	4,97	0,78±0,003**	3,585
ВР/МД	0,87±0,006	6,89	0,88±0,003	3,42	0,88±0,003	3,03
ШУ/БД	0,58±0,009	14,89	0,61±0,008**	12,37	0,60±0,005*	7,54
ШУ/МД	0,66±0,009	13,04	0,69±0,009**	12,40	0,68±0,005	7,69
ВУ/БД	0,53±0,008***	15,02	0,53±0,008***	14,53	0,47±0,004	7,42
ВУ/МД	0,60±0,008***	13,21	0,60±0,009***	14,39	0,53±0,004	7,45
ШУ/ВР	0,76±0,010	13,25	0,79±0,009**	12,24	0,77±0,006	7,56
ВУ/ВР	0,69±0,009***	13,68	0,68±0,009***	13,59	0,60±0,004	6,62
ШУ/ВУ	1,09±0,007 □□□	6,73	1,16±0,007***	6,46	1,27±0,008***	6,16
МД/БД	0,87±0,003***	3,94	0,88±0,003**	3,27	0,89±0,002	2,05
ОР, мм <sup>2</sup>	4180,41±93,26	22,31	3720,89±98,37***	26,44	3825,96±94,76**	24,77
ПлУ, мм <sup>2</sup>	117,55±3,46***	29,45	114,73±3,77**	32,84	101,58±2,19	21,64
ОР/ПлУ	37,25±0,96 □□	25,85	33,68±0,84	24,93	37,77±0,58 □□□	15,36
ПрУ	38,16±0,52***	13,69	37,73±0,55**	14,51	35,92±0,39	10,73
ОР/ПрУ	110,26±2,34 □□□	21,26	98,68±2,29	23,29	105,46±1,91 □	18,12

1. Примечание – \*, \*\*, \*\*\* отличия от весны достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

2. Примечание – □, □□, □□□ отличия от лета достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

3. Примечание – \*, \*\*, \*\*\* отличия от осени достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

**Таблица 2.** – Сравнительная характеристика конхиометрических показателей *Seraxa petoralis* из выборки № 2 г. Бреста в зависимости от сезона

Показатель	Весна N=74		Лето N=100		Осень N=100	
	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %	$\bar{X} \pm S_x$ , мм	$C_x$ , %
БД	20,94±0,24*	9,98	20,89±0,21***	10,22	19,86±0,21	10,34
МД	18,14±0,21	9,76	18,64±0,19***	10,21	17,47±0,19	11,35
ВР	15,45±0,20 □	11,19	16,29±0,18	10,89	15,25±0,19 □□□	12,96
ВУ	11,72±0,19	13,85	11,29±0,15	13,01	11,22±0,17	14,81
ШУ	13,37±0,19	12,25	12,99±0,12	9,56	12,95±0,14	11,05
ВЗ	3,75±0,12 □□□	28,50	4,99±0,15	29,15	4,06±0,08 □□□	19,27
ВР/БД	0,74±0,006 □□□	6,61	0,78±0,004**	5,52±	0,77±0,003**	4,26
ВР/МД	0,85±0,005	5,29	0,87±0,004*	4,58	0,87±0,002*	2,76
ШУ/БД	0,64±0,008	10,74	0,63±0,006	8,86	0,65±0,004 □□□	5,75
ШУ/МД	0,74±0,008 □	9,85	0,70±0,006	8,79	0,74±0,004 □□□	5,98
ВУ/БД	0,56±0,007	11,08	0,54±0,006	10,29	0,56±0,004 □	6,90
ВУ/МД	0,65±0,007 □	9,78	0,61±0,006	10,37	0,64±0,004 □□□	6,29
ШУ/ВР	0,87±0,009 □□□	8,89	0,80±0,007	8,27	0,85±0,006 □□□	6,71
ВУ/ВР	0,76±0,007 □□□	8,05	0,69±0,007***	10,57	0,73±0,004*	5,61
ШУ/ВУ	1,14±0,007	5,35	1,16±0,007	6,39	1,16±0,007	6,16
МД/БД	0,87±0,004 □□□	3,68	0,88±0,002***	2,49	0,88±0,002*	2,65
ОР, мм <sup>2</sup>	3481,09±114,94	28,40	3655,12±105,74	28,93	3116,76±101,01 □□□	32,41
ПлУ, мм <sup>2</sup>	124,86±3,78	26,06	116,47±2,57	22,09	115,75±2,93	25,35
ОР/ПлУ	28,23±0,73 □	22,13	31,52±0,72	22,92	26,61±0,39 □□□	14,51
ПрУ	39,44±0,58	12,72	38,19±0,41	10,81	38,00±0,48	12,51
ОР/ПрУ	87,49±2,33	22,93	94,83±2,31	24,31	80,27±1,77 □□□	22,04

1. Примечание – \*, \*\*, \*\*\* отличия от весны достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

2. Примечание – □, □□, □□□ отличия от лета достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

3. Примечание – \*, \*\*, \*\*\* отличия от осени достоверны при  $p \leq 0,05$ , 0,01 и 0,001 соответственно.

**Таблица 3.** – Сравнительная характеристика конхиометрических показателей *Cerata nemoralis* из выборки № 3 г. Бреста в зависимости от сезона

Показатель	Весна N=100		Осень N=100	
	X±S, мм	C, %	X±S, мм	C, %
БД	20,77±0,19	9,28	20,52±0,17	8,28
МД	18,48±0,18	9,71	18,37±0,16	8,59
ВР	15,99±0,16	9,86	16,24±0,18	11,16
ВУ	12,35±0,17	13,84	11,31±0,13***	11,17
ШУ	13,74±0,16	11,69	13,12±0,12**	8,93
ВЗ	3,62±0,08	22,94	4,96±0,11***	23,02
ВР/БД	0,77±0,004	4,72	0,79±0,005**	6,43
ВР/МД	0,87±0,004	4,34	0,88±0,005**	5,66
ШУ/БД	0,66±0,005	7,69	0,64±0,004**	6,70
ШУ/МД	0,74±0,006	7,97	0,72±0,005***	6,75
ВУ/БД	0,59±0,005	9,17	0,55±0,004***	6,97
ВУ/МД	0,67±0,006	9,27	0,62±0,004***	6,68
ШУ/ВР	0,86±0,005	6,03	0,81±0,008***	9,51
ВУ/ВР	0,77±0,006	7,21	0,69±0,005***	7,33
ШУ/ВУ	1,12±0,005	4,23	1,16±0,007***	5,96
МД/БД	0,89±0,002	2,79	0,89±0,002	2,42
ОР, мм <sup>3</sup>	3533,96±95,58	27,04	3493,43±90,83	25,99
ПлУ, мм <sup>2</sup>	135,25±3,36	24,83	117,49±2,26***	19,26
ОР/ПлУ	26,32±0,42	16,00	29,66±0,49***	16,57
ПрУ	40,99±0,52	12,58	38,42±0,37***	9,59
ОР/ПрУ	85,14±1,56	18,36	89,99±1,78*	19,78

Примечание – \*, \*\*, \*\*\* отличия достоверны при  $p \leq 0,05$ ,  $0,01$  и  $0,001$  соответственно.

занные особенности могут свидетельствовать об аридных условиях существования данной группы моллюсков [3, с. 57]. Самые мелкие раковины характерны для моллюсков Парка воинов-интернационалистов (выборка № 2). Они имеют вытянутое устье несколько больших размеров и самое низкое соотношение ОР/ПлУ. Мелкие размеры раковин не обязательно свидетельствуют о неблагоприятных условиях заселенного моллюсками биотопа, а могут являться конхологической адаптацией к определенному набору макро- и микроклиматических факторов [4, с. 90]. Наименее вариабельным признаком является соотношение МД/БД, а самым высоким уровнем вариации отличаются ВЗ, ОР, ПлУ.

Анализ сезонной динамики позволил выявить следующие особенности: 1) раковины, собранные весной, имеют крупные размеры и уплощенную форму; 2) летом раковины несколько уменьшаются в размерах и приобретают вытянутую форму; 3) осенью раковины проявляют тенденцию к уменьшению размеров и уплощению формы, но все равно они более вытянуты по сравнению с весенним периодом. Вероятно, эти изменения формы и размеров раковины яв-

ляются адаптивными к сезонным колебаниям температуры и влажности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ивановна А.Ф. Наземные моллюски в урбанизированных и природных ландшафтах Брестского района / А.Ф. Иванова, К.В. Земоглядчук // Влияние антропогенных факторов на состояние и динамику экосистем Полесья. Брест. БрГУ имени А.С. Пушкина, 2001. – С. 123–125.
2. Сверлова Н.В. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде / Н.В. Сверлова, Л.Н. Хлус, С.С. Крамаренко [и др.] – Львов, 2006. – 226 с.
3. Хлус, П.М. Изучение изменчивости наземного моллюска *Helix luteocens* с применением факторного анализа / П.М. Хлус, К.М. Хлус // Поволжский экологический журнал. – 2002. – № 1. – С. 53–60.
4. Гураль-Сверлова Н. В., Мартинов В.В. Конхологические особенности популяций *Cerata vindobonensis* (*Gastropoda, Pulmonata, Helicidae*) на территории Донецкой области // Проблемы экологии и охраны природы техногенного региона: Межвед. сб. науч. работ / Отв. ред. С.В. Беспалова. – Донецк: ДонУ, 2007. – Вып. 7. – С. 85–92.

## FEATURES OF SEASONAL CONCHIOMETRIC VARIABILITY OF *CERATA NEMORALIS* L. FROM POPULATIONS OF BREST CITY

KOVALEVICH N.F., VOSHCHANKO K.S.

In the course of work measurements of morphometric parameters of a sink of *Cerata nemoralis* L. were taken. The analysis of seasonal dynamics allowed to reveal that the sinks collected in the spring flat and larger in the summer of a sink decrease in sizes a little and get the extended form, fall of a sink show a tendency to decrease of the sizes and flattening of a form.

УДК 581.192: 582.912.46:57.014

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ НАКОПЛЕНИЯ АНТОЦИАНОВ В ПЛОДАХ ЧЕРНИКИ**

Н.Ю. Колбас, А.П. Колбас

Брестский государственный университет имени А.С. Пушкина, г. Брест, Беларусь

Состав и содержание антоцианов плодов черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.) изучены методом ВЭЖХ-UV-MS. Выявлено наличие производных цианидина, дельфинидина, петунидина, пеонидина и мальвидина. Общее содержание антоцианов в 1 г сухих плодов составляет  $18,64 \pm 0,94$  в пересчете на мг доминирующего антоциана – дельфинидин 3-О-глюкозида.

**Введение**

Современные литературные сведения указывают, что качественный состав антоцианов растений детерминирован генетически [1, 2], а количественный – экологически. На биосинтез антоцианов и его регуляцию влияют как абиотические (свет, температура, количество влаги и минеральное питание), так и биотические (инфекции и механические повреждения) факторы [1, 3–5].

В литературе имеются данные о биохимическом составе плодов представителей рода *Vaccinium*, семейство *Ericaceae* Juss. [1, 3, 6–8], в том числе произрастающих на территории Республики Беларусь [2, 5]. При этом сведения о компонентном составе антоцианов плодов черники обыкновенной (*Vaccinium myrtillus* L.), произрастающей в Беларуси, нами не найдены.

Использование плодов черники, а также их экстрактов в качестве натуральных красителей предполагает детальное изучение состава их антоцианов. Кроме того, антоцианиновые компоненты успешно используются в контроле качества плодового сырья и продукции на его основе. Отмечены случаи, когда высококачественные плоды черники и ее продукция либо неправильно маркируются, либо фальсифицируются синтетическими аналогами или более дешевыми ягодами.

Целью нашей работы был качественный и количественный анализ антоцианового комплекса плодов черники, произрастающей на территории Брестского района.

**Методика и объекты исследования**

Плоды *V. myrtillus* заготавливали в стадии коммерческой спелости в июле 2014 и 2015 гг., в окрестностях д. Медно Брестского района (51°87' с.ш.; 23°74' в.д.). После сбора плоды подвергали глубокой заморозке при температуре  $-40^{\circ}\text{C}$ , затем сушили сублимацией без доступа света (лиофилизатор Alpha 2-4, «Christ», Германия), после чего измельчали до частиц диаметром 1 мм (вибрационная мельница MM 200, «Retsch», Германия). Антоцианы из растительного сырья извлекали многократной экстракцией 1 %-ной соляной кислотой в 70 %-ном этаноле. Затем экстрагент отгоняли под вакуумом и при температуре  $+30^{\circ}\text{C}$  (ротаторный испаритель LABOROTA 4002 control «Heidolph», Германия), а полученные остатки сушили сублимацией без доступа света. Непосредственно перед анализом сухие остатки растворяли в 50 %-ном метаноле (до концентрации 10 г/л) и фильтровали через мембранный фильтр.

Компонентный состав антоцианов определяли методом ВЭЖХ-UV-MS, используя систему сепарации

и анализа Thermo-Accela High Speed LC. Разделение компонентов осуществляли на хроматографической колонке с обращенной фазой Agilent Nucleosil 100-5C18 (250×4,0 мм; размер частиц силикагеля 5,0 мкм). Элюирование вели при температуре  $+40^{\circ}\text{C}$  и фиксированной пропускной способности 0,3 мл в минуту, при этом объем инъекционного образца составил 20 мкл. В качестве мобильной фазы А применяли 5 %-ный водный раствор HCOOH; мобильной фазы В – 5 %-ный раствор муравьиной кислоты в ацетонитриле со следующим градиентом элюирования: 10–35 % В, 0–25 мин; 35–100 % В, 25–35 мин; 100 % В, 35–40 мин; 100–10 % В, 40–41 мин; стабилизация системы в течение 4 минут (10 % В). Длина волны детектирования составила 520 нм.

Концентрацию каждого антоциана и общее их содержание выражали в пересчете на мг дельфинидин 3-О-глюкозида, приходящегося на грамм сухих плодов (мг Дф-глю/г). Для построения калибровочной кривой использовали эффективный диапазон концентраций стандарта – 6,25, 12,5, 25, 50, 100 и 200 мг/л. Все опыты проводили в трехкратной повторности.

**Результаты и их обсуждение**

Строение агликона, тип и количество сахаров, положение гликозидной связи, а так же наличие алифатических и ароматических кислот в составе молекулы – отличительные признаки отдельных антоцианов. Использование ВЭЖХ-МС анализа позволило разделить и идентифицировать компоненты антоцианового комплекса плодов *V. myrtillus*. Хроматограмма представлена 19 пиками индивидуальных антоцианов (рисунок 1), 17 из которых в ходе анализа были идентифицированы (таблица 1). Антоцианы являются производными пяти агликонов: цианидина (3 компонента), дельфинидина (5), петунидина (3), пеонидина (3) и мальвидина (3). Гликозильный компонент представлен моносахаридами: пентозой – арабинозой, гексозами – глюкозой и галактозой, а также дигликозидом. Только один антоциан плодов *V. myrtillus* содержит ацильный компонент – остаток щавелевой кислоты. Полученные нами данные в целом согласуются с литературными [1, 3, 6–8]. В своем обзоре А. К. Primetta с соавт. (2013) отмечают, что антоциановый комплекс плодов черники, разных географических регионов произрастания, достоверно различается лишь гликозидным компонентом [3]. Отличием качественного состава антоцианов плодов черники, произрастающей в Брестском районе, является наличие Дн-3,5-О-диглюкозида, а также ацилированного Дн-3-О-(6''-оксалил-глюкозида).

Доминирующим антоцианом изученных плодов является Дн-глю, что согласуется с литературными

данными [1, 6–8]. По результатам наших исследований его процентное содержание составляет 16,78 % от суммы площадей всех пиков хроматограммы при  $\lambda=520$  нм. Наряду с доминирующим антоцианом, хроматограммы экстрактов плодов черники содержат еще 5 крупных пиков (рисунок 1), которые соответствуют: петунидин-арабинозиду (11,96 % от суммы площадей всех пиков при  $\lambda=520$  нм), дельфинидин-оксалил-глюкозиду (11,76 %), цианидин-глюкозиду (10,66 %), цианидин-арабинозиду (9,95 %) и дельфинидин-галактозиду (8,92 %).

За 2014 и 2015 гг. исследований общее количество антоцианов для сухих плодов *V. myrtillus* в среднем составило 18,64 мг Дн-глю/г (таблица 1), что согласуется с литературными данными [1, 3]. В целом на долю дельфинидин-производных приходится 42,16 % от общего содержания антоцианов, цианидин-производных – 24,42 %, петунидин-производных – 13,77 %, пеонидин-производных – 10,52 % и мальвидин-производных – 7,27 %. Относительное содержание минорных антоцианов – 29,97 %. При этом в отличие от литературных данных [1, 3, 6, 7], проанализированные нами плоды черники содержат меньше дельфинидин-галактозида и дельфинидин-арабинозида, но больше Дн-глю, петунидин-арабинозида и пеонидин-глюкозида.

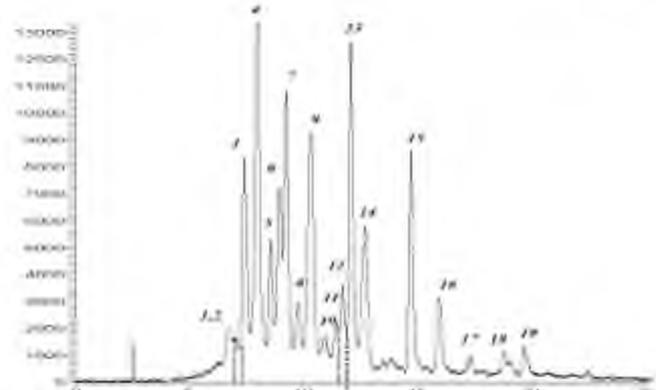


Рисунок 1. – Хроматограмма экстрактов плодов *Vaccinium myrtillus* (по оси абсцисс – uAU, по оси ординат – время удерживания, мин, антоцианы; 1–16 представлены в таблице 1)

Таким образом, плоды исследованной нами черники обыкновенной, произрастающей в юго-западном регионе Беларуси, характеризуются довольно высоким содержанием антоцианов.

Согласно рекомендациям ВОЗ суточная доза антоцианов для взрослого человека должна составлять 240–480 мг в пересчете на стандартизированный

Таблица 1. – Компонентный состав антоцианов плодов *Vaccinium myrtillus*

№ пика	Rt, (мин)	m/z		Антоциан	
		[M <sup>+</sup> ]	Фрагменты	Название	Концентрация (мг Дф-глю/г)*
1	6,8	627	627/303, 465	дельфинидин 3,5-О-диглюкозид	0,23±0,002
2	6,9			NI	0,12±0,001
3	7,4	465	303	дельфинидин 3-О-галактозид	1,66±0,02
4	8	465	303	дельфинидин 3-О-глюкозид	3,13±0,08
5	8,4	449	287	цианидин 3-О-галактозид	0,71±0,006
6	8,8	435	303	дельфинидин 3-О-арабинозид	0,64±0,001
7	9,2	449	287	цианидин 3-О-глюкозид	1,99±0,02
8	9,7	479	317	петунидин 3-О-галактозид	0,25±0,007
9	10,4	419	287	цианидин 3-О-арабинозид	1,85±0,03
10	10,8	479	317	петунидин 3-О-глюкозид	0,09±0,001
11	11,3			NI	0,23±0,005
12	11,8	463	301	пеонидин 3-О-галактозид	0,44±0,002
13	12,1	449	317	петунидин 3-О-арабинозид	2,23±0,01
14	12,6	463	301	пеонидин 3-О-глюкозид	1,41±0,06
15	14,7	537	303	дельфинидин 3-О-(6"-оксалил-глюкозид)	2,19±0,02
16	16,0	493	331	мальвидин 3-О-галактозид	0,84±0,01
17	17,3	433	301	пеонидин 3-О-арабинозид	0,10±0,001
18	18,6	493	331	мальвидин 3-О-глюкозид	0,23±0,001
19	19,8	463	331	мальвидин 3-О-арабинозид	0,29±0,003
Общее количество антоцианов:					18,64±0,94

Примечание: Rt – время удерживания; m/z – отношение молекулярной массы к заряду; [M<sup>+</sup>] – молекулярная масса положительного иона антоциана (а.е.м.), Дф-глю – дельфинидин-3-О-глюкозид; NI – не идентифицирован; \* – средние данные за 2014 и 2015 гг. сбора плодов.

экстракт плодов черники, содержащий 25 % антоцианонозида. По нашим данным для удовлетворения суточной потребности в антоцианах достаточно употребить в пищу не менее 15 г сухих плодов черники.

#### Выводы

Представленные в статье ВЭЖХ-UV-MS данные о компонентном составе антоцианового комплекса плодов черники могут быть использованы в систематике и таксономии растений, а так же для определения происхождения данного растительного сырья, стандартизации и установления подлинности продукции, созданной на его основе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Åkerström, A. Effects of latitude-related factors and geographical origin on anthocyanidin concentrations in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (Bilberries) / A. Åkerström [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* – 2010. – Vol. 58, № 22. – p. 11939–11945.
2. Шабуня, П.С. Состав антоцианового комплекса *Vaccinium corymbosum* L. и *Vaccinium uliginosum* L. / П.С. Шабуня [и др.] // Труды БГУ. Серия Физиологич., биохим. и молек. основы функционирования биосистем. – 2011. – Т. 6, ч. 1. – С. 128–135.
3. Primetta, A.K. Anthocyanin fingerprinting for authenticity studies of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) / A.K. Primetta [et al.] // *Food Control* – 2013. – Vol. 30. – P. 662–667.
4. Boročov-Neori, H. Climate Effects on Anthocyanin Accumulation and Composition in the Pomegranate (*Punica granatum* L.) Fruit Airls / H. Boročov-Neori [et al.] // *J. Agric. Food Chem.* – 2011. – Vol. 59, № 10. – p. 5325–5334.
5. Формирование биохимического состава плодов семейства Ericaceae (Вересковые) при интродукции в условия Беларуси / Ж.А. Рупасова [и др.], под ред. В.И. Парфенова. – Мн.: «Белорусская наука», 2011. – 307 с.
6. Jaakola, L. Expression of Genes Involved in Anthocyanin Biosynthesis in Relation to Anthocyanin, Proanthocyanidin, and Flavonol Levels during Bilberry Fruit Development / L. Jaakola [et al.] // *J. Plant Physiol.* – 2002. – Vol. 130, Iss. 2. – P. 729–739.
7. Bornsek, S.M. Bilberry and blueberry anthocyanins act as powerful intracellular antioxidants in mammalian cells / S.M. Bornsek [et al.] // *J. Food Chem.* – 2012. – Vol. 134. – P. 1878–1884.
8. Полина, С.А. Состав антоцианов черники обыкновенной, брусники обыкновенной и клюквы обыкновенной Краснодарского края по данным ВЭЖХ / С.А. Полина, А.А. Ефремов // Химия растительного сырья. – 2014. – № 2. – С. 103–110.

## ECOLOGICAL ASPECT OF ANTHOCYANINS ACCUMULATION IN BILBERRY FRUITS

KOLBAS N.Y., KOLBAS A.P.

The anthocyanins compound and total content in blueberries (*Vaccinium myrtillus* L.) were analyzed using HPLC-MS-UV method. Cyanidin, delphinidin, petunidin, peonidin and malvidin derivatives were identified. The total anthocyanin content was 18.64±0.94 mg Delphinidin 3-O-glucoside per g dry weight. Research results can be used to identification, standardization and authentication of wild bilberries and derived products.

УДК 632.4.633.88

## ГРИБЫ РОДА *CLADOSPORIUM* – ВОЗБУДИТЕЛИ БОЛЕЗНЕЙ РАСТЕНИЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «ПРИПЯТСКИЙ»

С.И. Корняк

ГНУ Институт экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси, г. Минск

На территории Национального парка «Припятский» проведен сбор пораженных микромицетами растений и идентификация гифальных грибов. Исследовано 13 местообитаний, где было собрано 21 вид пораженных растений, принадлежащих к 17 семействам. На них идентифицировано 8 видов микромицетов из рода *Cladosporium*, которые в совокупности с другими патогенами, являясь возбудителями пятнистостей листьев, представляют опасность для пораженных растений исследуемой охраняемой территории.

### Введение

В целях сохранения и восстановления отдельных редких и исчезающих видов растений и животных в 1969 году в пойме реки Припять на территории Житковичского, Петриковского и Лельницкого районов Гомельской области основан Государственный ландшафтно-гидрологический заповедник. В 1996 году заповедник реорганизован в национальный парк.

В деле сохранения биологического разнообразия и рационального использования фиторесурсов природных комплексов важное значение имеет оценка их фитосанитарного состояния, в частности, определение видового состава фитопатогенных грибов. Среди заболеваний наиболее распространены пятнистости листьев, причиной которых в основном являются гифомицеты и их комплексы, оказывающие отрицательное влияние на развитие растений и нередко вызывающие их гибель. Поэтому выявление видового состава гифальных грибов группы *Anamorphic fungi* и, по возможности, борьба с ними имеет существенное значение для сохранения редких и исчезающих видов растений.

### Методика и объекты исследования

Ботанические исследования проводились маршрутным методом. Визуальное обследование растений сопровождалось сбором гербарного материала для дальнейших микологических исследований в лабораторных условиях. Собранные образцы пораженных растений проходили камеральную обработку в лаборатории микологии Института экспериментальной ботаники НАН Беларуси. При обработке материала использованы общепринятые методы, описанные В.И. Билай [1]. Для определения и уточнения видовых названий растений использованы online определитель растений *Plantarium* [3], а также монография Н.Н. Цвелева [6]. Название нижеприведенных видов грибов, их синонимы и анаморфы согласованы с международной микологической глобальной базой данных – *Index fungorum* [8].

### Результаты и их обсуждение

В вегетационный период в Государственном природоохранном учреждении Национальный парк «Припятский» исследованы следующие песные сообщества: суборь разнотравная (Найдянокское л-во, кв. 69, 70, 71. Снядинокское л-во, кв. 51, 80); суборь лещиновая (Переровское л-во, кв. 22, 49, 73); сосняк

чернично-бруснично мшистый (Переровское л-во, кв. 73. Милошевичское л-во, кв. 602); сосняк чернично мшистый (Озеранское л-во, кв. 141, 256., Млынокское л-во, кв. 493); сосняк мшистый (Симоничское л-во, кв. 571). Гербарные образцы растений с видимыми признаками поражений собраны в окрестностях деревень: Озераны, Пасека, Симоничский Млынок, Симоничская Рудня, Слобода, Судибор, Хлупинокская Буда.

Далее приводятся: список видов грибов рода *Cladosporium* Link с указанием растения-хозяина, а также местонахождения грибов на территории ГПУ НП «Припятский».

*Cladosporium brevicompactum* Pidopl. & Deniak, in Pidoplichko, Fungus flora of coarse fodder: 271 (1938). *Cladosporiaceae* [2, 4, 5, 7].

На листьях *Ranunculus repens* L. (*Ranunculaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70.

*Cladosporium cladosporioides* (Fres.) de Vries, Contrib. Knowledge of the Genus *Cladosporium* Link ex Fries: 57 (1952). Syn.: *Hormodendrum cladosporioides* (Fresen.) Sacc., *Michelia* 2 (no. 6): 148 (1880). *Monilia humicola* Oudem., Arch. Néerlandaises des Sc. exacts et nat. 7: 286 (1902). *Cladosporiaceae* [2, 4, 5, 7].

На листьях *Convallaria majalis* L. (*Liliaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 69, 70. Озеранское лесн., окр. дер. Озераны, кв. 141. Переровское лесн., окр. дер. Хлупинокская Буда, кв. 22.

На листьях *Bidens frondosa* L. (*Asteraceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70. Переровское лесн., окр. дер. Хлупинокская Буда, кв. 49.

На листьях *Lycopus europaeus* L. (*Lamiaceae*). Снядинокское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 51.

На листьях *Oenothera biennis* L. (*Onagraceae*). Озеранское лесн., окр. дер. Озераны, кв. 256. Симоничское лесн., окр. дер. Симоничская Рудня, кв. 571.

*Cladosporium effusum* Berk. & M.A. Curtis, in Berkeley, *Grevillea* 3 (no. 27): 106 (1875). Syn.: *Passalora effusa* (Berk. & M.A. Curtis) U. Braun 1995. *Cercospora effusa* (Berk. & M.A. Curtis) Ellis, *J. Mycol.* 1 (4): 55 (1885). *Didymaria effusa* (Berk. & M.A. Curtis) Solheim, *Illinois Biol. Monogr. (Urbana)* 12: 65 (1930). *Chaetotrichum effusum* (Berk. & M.A. Curtis) Petr., *Reliquiae Petrakianae, fasc. I (nos 1-200) (Graz): no. 160 (1977). Mycosphaerellaceae* [5].

На листьях *Rumex obtusifolius* L. (*Polygonaceae*). Озеранское лесн., окр. д. Озераны, кв. 141.

*Cladosporium epiphyllum* (Pers.) Nees, Syst. Pilze (Würzburg): 67 (1816) [1816–17]. Syn.: *Dematium epiphyllum* Pers., Syn. meth. fung. (Göttingen) 2: 695 (1801). *Cladosporiaceae* [5].

На листьях *Quercus robur* L. (*Fagaceae*). Милошевское лесн., окр. дер. Симоничский Млынок кв. 602.

*Cladosporium herbarum* (Pers.) Link, Nat. Arg. Brit. Pl. (London) 1: 556 (1816). Syn.: *Dematium herbarum* Pers., Ann. Bot. (Usteri) 11: 32 (1794). *Byssus herbarum* (Pers.) DC., in de Candolle & Lamarck, Fl. franc., Edn 3 (Paris) 5/6: 11 (1815). *Dematium herbarum* Pers., Ann. Bot. (Usteri) 11: 32 (1794) var. *herbarum* *Cladosporiaceae* [2, 4, 5, 7].

На листьях *Rubus saxatilis* L. (*Rosaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 71, 69.

На листьях *Vaccinium myrtillus* L. (*Ericaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 69. Млынокское лесн., окр. дер. Слобода, кв. 493. Симоничское лесн., окр. дер. Симоничская Рудня, кв. 571.

На листьях *Plantago major* L. (*Plantaginaceae*). Озеранское лесн., окр. дер. Озераны, кв. 141.

На листьях *Frangula alnus* Mill. (*Rhamnaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 73.

На листьях *Corylus avellana* L. (*Betulaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 73. Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 80.

На листьях *Peucedanum oreoselinum* (L.) Moench (*Ariaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 73.

На листьях *Trientalis europaea* L. (*Primulaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 22.

На листьях *Pseudolysimachion longifolium* (L.) Opiz. Syn.: *Veronica longifolia* L. (*Scrophulariaceae*). Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 51.

На листьях *Aegorodion podagraria* L. (*Ariaceae*). Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 51.

На листьях *Rubus caesius* L. (*Rosaceae*). Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 80.

*Cladosporium fasciculare* Fr., Syst. mycol. (Lundae) 3 (2): 370 (1832). Шварцман. *Cladosporiaceae* [5].

На листьях *Convallaria majalis* L. (*Liliaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 73.

*Cladosporium macrocarpum* Preuss, in Sturm, Deutschl. Krypt. – Fl. (Leipzig) 6: 27 (1848). Syn.: *Cladosporium herbarum* var. *macrocarpum* (Preuss) M.H.M. Ho & Dugan, in Ho, Castañeda, Dugan & Jong, Mycotaxon 72: 131 (1999). *Davidiella macrocarpa* Crous, K. Schub. & U. Braun, in Schubert, Groenewald, Braun, Dijksterhuis, Starink, Hill, Zalar, de Hoog & Crous, Stud. Mycol. 58: 129 (2007) *Cladosporiaceae* [4, 7].

На листьях *Succisa pratensis* Moench (*Dipsacaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70.

На листьях *Knautia arvensis* (L.) Coult. (*Dipsacaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 73.

*Cladosporium variabile* (Cooke) G.A. de Vries, Contrib. Knowledge of the Genus *Cladosporium* Link ex Fries: 85 (1952). Syn.: *Heterosporium variabile* Cooke,

Grevillea 5 (no. 35): 123 (1877). *Davidiella variabile* Crous, K. Schub. & U. Braun, in Schubert, Groenewald, Braun, Dijksterhuis, Starink, Hill, Zalar, de Hoog & Crous, Stud. Mycol. 58: 152 (2007). *Cladosporiaceae* [4, 7].

На листьях *Sanguisorba officinalis* L. (*Rosaceae*). Найдянокское лесн., окр. дер. Пасека, кв. 70, 71.

На листьях *Frangula alnus* Mill. (*Rhamnaceae*). Переровское лесн., окр. дер. Хлупинская Буда, кв. 49. Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 80. Милошевское лесн., окр. дер. Симоничский Млынок кв. 602.

На листьях *Swida sanguinea* (L.) Opiz. (*Cornaceae*). Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 80.

На листьях *Calystegia sepium* (L.) R.Br. (*Convolvulaceae*). Снядинское лесн., окр. дер. Судибор, кв. 80.

На листьях *Gaillardia pulchella* Foug. (*Asteraceae*). Млынокское лесн., окр. дер. Слобода, кв. 493.

#### Выводы

В результате ботанико-микологических исследований с признаками поражений гифальными грибами собрано 21 вид растений из 17 семейств: *Ariaceae*, *Asteraceae*, *Betulaceae*, *Convolvulaceae*, *Cornaceae*, *Dipsacaceae*, *Ericaceae*, *Lamiaceae*, *Liliaceae*, *Plantaginaceae*, *Onagraceae*, *Polygonaceae*, *Primulaceae*, *Rhamnaceae*, *Ranunculaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*. На собранных представителях вышеупомянутых семейств идентифицировано 8 видов микромицетов рода *Cladosporium*.

В природной среде грибы рода *Cladosporium* в основном являются сапротрофами, однако к концу вегетационного периода в комплексе с другими микромицетами они могут выступать в роли возбудителей вторичных инфекций – пятнистостей листьев. Возникновение отдельных пятен на листьях ведет к ухудшению качества растительного сырья, угнетению развития растения и, возможно, к гибели всей популяции в целом. Наличие отдельных очагов инфекции свидетельствует о том, что при возникновении благоприятных для патогенов условий многие из микромицетов могут представлять потенциальную опасность для растений в лесных сообществах не только в НП «Припятский», но и других особоохраняемых территориях Беларуси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Билай, В.И. Методы экспериментальной микологии / В.И. Билай. – 1-е изд. – Киев: Наукова думка, 1982. – 552 с.
2. Визначник гриба України. Несовершенні гриби / С.Ф. Морочковський [и др.]; под общ. ред. Д.К. Зерова. – 1-е изд. – Киев: Наукова думка, 1971. – Т. 3. – 696 с.
3. Орешкин, Д. Plantarium / Д. Орешкин, Д. Мирин // Определитель растений on-line [Electronic resource] – Copyright © 2003–2009. – Mode of access: <http://plantarium.ru/> – Date of access: 22.03.2018.
4. Пидопличко, Н.М. Грибы – паразиты культурных растений / Н.М. Пидопличко. – 1 изд. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 2. Грибы несовершенные. – 299 с.
5. Флора споровых растений Казахстана. Несовершенные грибы. Мониторинговые / С.Р. Шварцман [и др.]; под общ. ред. С.Р. Шварцмана. – Алма-Ата: Наука, 1975. – Т. VIII. – Ч. 2. – 520 с.

6. Цвелев, Н.Н. Определитель сосудистых растений Северо-западной России / Н.Н. Цвелев. – Санкт-Петербург: СПХФА, 2000. – 782 с.
7. Ellis, M.B. Dematiaceous hyphomycetes – M.B. Ellis. – 1-4 ed. – Surrey: Kew, 1971. – 608.
8. Kirk, P.M. Index of fungi / P.M. Kirk // The global fungal nomenclator [Electronic resource]. – The CABI, 2003–2004. – Mode of access: <http://indexfungorum.org/> – Date of access: 23.03.2018.

## FUNGI OF GENUS *CLADOSPORIUM* ARE PATHOGEN OF PLANTS AT NATIONAL PARK «PRIPIATSKIJ»

KORINIAK S.I.

Mycology research having been done at the vegetation period of time at the territory of National park «Pripiatskij». At the forest phytocenoses the work to collection of plants and identification of fungi was done. 13 locations were investigated. In result of the work 8 species of fungus from genus *Cladosporium* on 21 species of plants from 17 families were identified. Under the auspicious weather conditions the pathogens can be represent a danger to plants of forest association of national park «Pripiatskij».

УДК 349.6

## О РЕГУЛИРОВАНИИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО И ЭЛЕКТРОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ: МЕЖДУНАРОДНЫЙ ОПЫТ, ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Т.И. Кухарчик, В.Д. Чернюк

Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь

В статье обсуждаются проблемы регулирования отходов электронного и электротехнического оборудования (ЭЭО), обусловленные содержащимися в них опасными веществами, в том числе полибромдифениловыми эфирами (ПБДЭ). Приведены подходы к регулированию содержания ПБДЭ в полимерных материалах и требования к обращению с такими отходами в зарубежных странах. Кратко проанализирована ситуация с регулированием отходов ЭЭО в Беларуси.

Ежегодное увеличение производства и потребления электрического и электронного оборудования (ЭЭО) неизбежно ведет к увеличению объемов образования отходов. По данным исследования ООН, в глобальном масштабе в 2016 г. образовалось 44,7 млн т. отходов ЭЭО, из которых на переработку поступает только 20 % [1]. В Беларуси в 2016 г. образовалось 72 тыс. т. отходов ЭЭО [1]. Согласно [2], в 2016 г. в стране собрано всего около 4,5 тыс. т. отходов ЭЭО, что существенно ниже объемов их образования.

Отходы ЭЭО представляют собой сложную категорию отходов из-за содержащихся в них, с одной стороны, ценных веществ (золота, серебра, платины и металлов платиновой группы) и подлежащих переработке черных и цветных металлов и пластика, с другой – наличия опасных веществ (свинца, кадмия, ртути, хрома, полибромдифениловых эфиров (ПБДЭ) и др.) [3].

Среди токсичных веществ, содержащихся в отходах ЭЭО, выделяется группа соединений, которые по своим свойствам и воздействию на живые организмы подпадают под определение стойких органических загрязнителей (СОЗ). К таким соединениям относятся ПБДЭ, включающие пентабромдифениловый эфир (пентаБДЭ), октабромдифениловый эфир (октаБДЭ) и декабромдифениловый эфир (декаБДЭ), которые использовались или используются в полимерных материалах в качестве антипиренов [4].

ОктаБДЭ и пентаБДЭ были включены в Стокгольмскую конвенцию о СОЗ в 2009 г.; их производство и использование прекращено в середине 2000-х гг. Особого внимания заслуживает декаБДЭ, который включен в Конвенцию в 2017 г. с конкретными исключениями для его производства и использования. Содержание декаБДЭ в составе пластика составляет 10–15 % общего веса, достигая в некоторых случаях 20 %. Согласно Конвенции, все запасы декаБДЭ в составе отходов должны быть выявлены и удалены экологически безопасным способом. Вторичная переработка полимерных изделий, содержащих декаБДЭ, запрещена. В этой связи вопросы обращения с отходами, содержащими или потенциально содержащими декаБДЭ, как и другие ПБДЭ, являются важнейшей сферой регулирования в связи с обязательствами по Стокгольмской конвенции о СОЗ.

Для предотвращения негативного воздействия отходов ЭЭО и содержащихся в них веществ на окружающую среду во многих странах приняты ограниче-

ния на использование ПБДЭ в полимерных материалах готовых изделий, а также меры по сбору и переработке отходов.

На территории Европейского союза ограничения на содержание пентаБДЭ и октаБДЭ в готовых изделиях в концентрациях выше 0,1 % по массе были введены Директивой 2003/11/ EC от 6 февраля 2003 года. С 2006 г. Директивой 2002/95/EC от 27 января 2003 года, известной как Директива RoHS – Restriction of Hazardous Substances Directive, ограничено использование шести веществ, включая ПБДЭ, в новом ЭЭО (максимальные концентрации не должны превышать 0,1 % от массы материала). В 2011 г. в силу вступила новая Директива 2011/65/EC RoHS, которая заменила Директиву 2002/95/EC и расширила сферу влияния в части охватываемой продукции, а также ввела новые обязательства для производителей ЭЭО, импортеров и дистрибуторов. Основным обязательством для производителей стала подготовка декларации ЕС о соответствии требованиям Директивы. Только при наличии указанного соответствия производитель имеет право нанести маркировку «CE» на свою продукцию.

В 2017 г. принят Регламент (ЕС) 2017/227 о включении ограничений, запрещающих декаБДЭ (Commission Regulation (EU) 2017/227) в чистом виде после 2 марта 2019 г., а также использование и продажу декаБДЭ в составе другого вещества, смеси и в составе готовых изделий в концентрации, равной или превышающей 0,1 %, после 2 марта 2019 г.

Законодательные документы приняты также в отношении непосредственного обращения с отходами ЭЭО: Директива 2002/96/EC от 27.01.2003 г. об отработавшем электрическом и электронном оборудовании и Директива 2012/19/EU от 4 июля 2012 г. (взамен Директивы 2002/96/EC).

Согласно Директиве 2002/96/EC, отходы ЭЭО должны быть разделены на различные категории для дальнейшего использования, переработки и утилизации. Директива 2012/19/EU устанавливает требования к отдельной переработке и размещению материалов и компонентов ЭЭО, содержащего в том числе бромированные огнезащитные соединения (без уточнения перечня соединений). Согласно Директиве, пластмассы, содержащие бромированные антипирены, должны быть удалены из любого отдельно собранного электрического и электронного оборудования.

В Норвегии производство, импорт, экспорт, размещение на рынке и использование декаБДЭ при концентрациях, равных или превышающих 0,1 % в препаратах и в изделиях, запрещены (за исключением использования декаБДЭ в транспортных средствах). Отходы, содержащие декаБДЭ на уровне или выше 0,25 %, должны обрабатываться как опасные отходы [5].

Ограничения были также приняты в странах Северной Америки, некоторых странах Азии: Японии, Китае, Корее и Индии. Например, в Китае допустимая концентрация ПБДЭ в ЭЭО составляет 0,1 % от массы. Кроме того, при наличии ПБДЭ в ЭЭО (например, сканерах, видеокамерах, принтерах, факсах и др.) требуется дополнительная маркировка [6].

Значительное внимание в последние годы уделяется вопросам регламентации вторичной переработки отходов ЭЭО. Так, разработаны международные руководства, в которых определены требования к процессам сбора, сортировки, сепарации и переработки отходов ЭЭО, содержащих или потенциально содержащих ПБДЭ [4, 7]. Следует отметить также международные стандарты переработки отходов ЭЭО, такие как e-Stewards, R2, WEEELABEX. Стандарты содержат информацию по мерам защиты окружающей среды и здоровья людей, способствуют реализации более полного материального жизненного цикла электронной продукции и устанавливают критерии качества переработки и специальные ограничения для перерабатывающих компаний [8]. WEEELABEX создан в рамках программы The EUs LIFE, направленной на создание набора европейских стандартов в отношении сбора, сортировки, хранения, транспортировки, подготовки к повторному использованию, обработке и удалению всех видов отходов ЭЭО.

В Беларуси первым документом, направленным на регулирование содержания ПБДЭ в составе готовых изделий, является технический регламент «Об ограничении применения опасных веществ в изделиях электротехники и радиоэлектроники» – ТР ЕАЭС 037/2016, принятый решением Совета Евразийской экономической комиссии и вступивший в силу с 1 марта 2018 г. В соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 037/2016, в изделиях электротехники и радиоэлектроники не должны содержаться ПБДЭ; концентрация этих веществ не должна превышать 0,1 %. Под действие регламента попадает множество товаров, как производимых на территории ЕАЭС, так и ввозимых из других стран.

К нормативным законодательным документам, регулирующим некоторые аспекты обращения с отходами ЭЭО в Беларуси, относятся: Указ Президента Республики Беларусь № 313 и Постановление Совета Министров Республики Беларусь 2.12.2014 № 1124 [9, 10]. Предусмотрено введение принципа расширенной ответственности производителей и поставщиков за сбор, обезвреживание и (или) использование отходов ЭЭО [9]. Организации, осуществляющие розничную торговлю, обязаны обеспечивать сбор от физических лиц ЭЭО, утративших потребительские свойства [10]. В соответствии с Указом № 313 с целью координация

деятельности в сфере обращения с вторичными материальными ресурсами в 2012 г. создано Государственное учреждение «Оператор вторичных материальных ресурсов».

Выполненные исследования показали, что система заготовки отходов АБС-пластика и других полимерных отходов в Беларуси находится в стадии становления и развития. Из большого перечня предприятий по переработке полимерных отходов, имеющих лицензии, основная их часть ориентирована на сбор и переработку полиэтилена и ПЭТ-бутылок. Основное количество устаревшей бытовой техники и электронного оборудования собирается ОАО «БелВТИ». Установлено, что технологический процесс вторичной переработки на ОАО «БелВТИ» и УП «Унидрагмет», КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод» и других, судя по имеющейся информации, ограничивается разборкой техники, выделением стекла, металла, пластика; в отношении пластика осуществляется сортировка по видам и цвету, прессование или упаковка. Вместе с тем, на предприятиях, имеющих лицензии, разрешено производство продукции из отходов АБС-пластика, которые представляют собой полуфабрикат, поступающий на вторичное использование. Это означает потенциальное перераспределение ПБДЭ в новые виды продукции, а также их поступление в окружающую среду.

Вышесказанное свидетельствует о необходимости совершенствования нормативной технической базы регулирования обращения с отходами, содержащими или потенциально содержащими ПБДЭ. Представляется целесообразным разработка и принятие специальных нормативных правовых актов и ТНПА, определяющих все аспекты обращения с отходами ЭЭО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. The Global E-waste Monitor – 2017. Quantities, Flows, and Resources/ С.Р. Baldé, V. Forti, V. Gray, R. Kuehr, P. Stegmann – United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA). – Bonn/Geneva/Vienna, 2017 – 116 с.
2. Об объемах сбора и использования вторичных материальных ресурсов, размерах и направлениях расходования средств, полученных от производителей и поставщиков в 2016 году / ГУ «Оператор вторичных материальных ресурсов». – Отчет за 2016 год.
3. Kumar, A. E-waste: An overview on generation, collection, legislation and recycling practices / A. Kumar, M. Holuszko, D. Croce, R. Espinosa // Resources, Conservation and Recycling. – July 2017 – Volume 122 – P. 32–42.
4. Guidance on best available techniques and best environmental practices for the recycling and disposal of wastes containing polybrominated diphenyl ethers (PBDEs) listed under the Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants / Updated 2017. – UNEP: Stockholm convention, 2017.
5. Literature Study – DecaBDE in waste streams. – Norwegian Environment Agency: Oslo, 2015.
6. Оценка регулирования рисков, связанных с декабромдифениловым эфиром (коммерческая смесь, к-декаБДЭ). Доклад Комитета по рассмотрению стойких органических загрязнителей о работе его одиннадцатого совещания / Добавление 2015. – UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.1

7. Технические руководящие принципы экологически обоснованного регулирования отходов, состоящих из гексабромдифенилового эфира и гептабромдифенилового эфира или тетрабромдифенилового эфира, пентабромдифенилового эфира, содержащих их или загрязненных ими / Пересмотренная окончательная версия. – UNEP/CHW.12/5/Add.6/Rev.1, 2015.
8. Смирнова, Т.С. Сертификация и лицензирование переработчиков ЭЭО. Зарубежный опыт / Т.С. Смирнова // Международная конференция – Организация управления отходами электронного и электротехнического оборудования в России: ситуация в отрасли и перспективы ее развития. – Москва, 2014.
9. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 31.07.2012 № 708 «О мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 11 июля 2012 г. № 313».
10. Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 2.12.2014 г. № 1124 «Об утверждении перечня товаров, утративших потребительские свойства, и отходов упаковки, сбор от физических лиц которых должны обеспечивать организации, осуществляющие розничную торговлю, и Положения о порядке сбора от физических лиц организациями, осуществляющими розничную торговлю, товаров, утративших потребительские свойства, и отходов упаковки в местах их реализации (ремонта, технического обслуживания)».

## REGULATION OF WASTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT: INTERNATIONAL EXPERIENCE, PROBLEMS, PERSPECTIVES

KUKHARCHYK T.I., CHERNYUK V.D.

The problems of waste of electronic and electrical equipment (WEEE) management related to the content of hazardous substances, including PBDE, are discussed. The approaches to the regulation of PBDE content in polymers and the requirements for WEEE management in different countries are given. A short analysis of the WEEE regulation in Belarus is presented.

УДК 599.42/44

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ФАУНЕ РУКОКРЫЛЫХ ЦЕНТРАЛЬНОГО И ВОСТОЧНОГО ПОЛЕСЬЯ

А.И. Ларченко, А.В. Шпак

ГНПО «НПЦ НАН по биоресурсам», г. Минск, Беларусь

В работе представлены новые данные о фауне рукокрылых Центрального и Восточного Полесья, описаны данные мониторинга указанного региона. Проведено сравнение установленного видового состава с данными из соседних регионов за последние годы. Представлен половозрастной состав пойманных особей и отмечена новая находка гигантской вечерницы.

### Введение

Целью исследований было выявление видового состава и относительного обилия рукокрылых на территории Центрального и Восточного Полесья.

Нами были проанализированы данные по видовому составу рукокрылых за последние 6 лет из четырех точек: НП «Припятский» [1, 2], НП «Беловежская пуща» [3], Заказник «Старый Жаден» [4] и «Полесский радиационно-экологический заповедник» [5]. Согласно этим данным, на территории Полесья обитает 15 видов рукокрылых (*Barbastella barbastellus* (Schreber, 1774), *Eptesicus nilssonii* (Keyserling & Blasius, 1839), *Eptesicus serotinus* Schreber, 1774, *Myotis brandtii* (Eversmann, 1845), *Myotis dasycneme* (Boie, 1825), *Myotis daubentonii* (Kuhl, 1817), *Myotis mystacinus* (Kuhl, 1817), *Myotis nattereri* (Kuhl, 1817), *Nyctalus lasiopterus* (Schreber, 1780), *Nyctalus leisleri* (Kuhl, 1817), *Nyctalus noctula* (Schreber, 1774), *Pipistrellus nathusii* (Keyserling & Blasius, 1839), *Pipistrellus pygmaeus* (Leach, 1825), *Plecotus auritus* Linnaeus, 1758, *Vespertilio murinus* Linnaeus, 1758) [6], из которых в исследованном регионе нами было отмечено только 6 видов.

### Методика и объекты исследования

Отлов рукокрылых осуществлялся двумя паутинными сетями 3х6 м в период с 20 по 25 августа 2017 года в 5 точках: окр. г. Микашевичи, окр. д. Боровое, окр. д. Озераны, городской парк в г. Наровля и мост над рекой Словечна (рисунок 1).



Рисунок 1. – Места отлова рукокрылых.

1 – г. Микашевичи, 2 – д. Озераны, 3 – д. Боровое, 4 – р. Словечна (P-128), 5 – г. Наровля

Находки документировались фотосъемкой. Сети ставились преимущественно в узких коридорах над водой вблизи мест, потенциально пригодных в качестве убежищ рукокрылых (старовозрастные деревья, мосты).

Регистрация рукокрылых во время охоты осуществлялась с помощью ультразвукового гетеродинного детектора. Для контактной видовой идентификации животных использовались стандартные методики, подробно описанные в книге «Bats of Britain, Europe and Northwest Africa» [7].

Детекторные учеты осуществлялись с помощью детектора Peterrosson D200 (heterodyne) на маршрутах, проходящих через различные биотопы, в т.ч. населенные пункты, дубравы, березняки, открытые пространства вдоль песной кромки.

Дополнительно по всему маршруту осматривались мосты над водными объектами на предмет наличия колоний.

### Результаты и их обсуждение

С помощью отлова паутинными сетями нами на обозначенном маршруте было поймано 26 особей летучих мышей 6 видов. В порядке убывания численности виды распределились следующим образом: водная ночница *Myotis daubentonii* – 15 особей, песной нетопырь *Pipistrellus nathusii* – 3 особи, ушан бурый *Plecotus auritus* – 3 особи, прудовая ночница *Myotis dasycneme* – 2 особи, малая вечерница *Nyctalus leisleri* – 2 особи, гигантская вечерница *Nyctalus lasiopterus* – 1 особь.

Преимущественно отловленные особи были взрослыми самками (таблица 1). Важно отметить, что для *Nyctalus lasiopterus* ранее отмечались в основном находки самок и материнских колоний [8], нами же в окрестностях деревни Боровое был пойман взрослый самец (на расстоянии примерно 110 км к востоку от заказника «Старый Жаден», где впервые за более чем 80 лет был обнаружен этот вид на территории Беларуси).

Таблица 1. – Половозрастной состав пойманных особей

Вид	Кол-во самцов	Кол-во самок	juv.	ad.
<i>Myotis daubentonii</i>	5	10	–	15
<i>Myotis dasycneme</i>	1	1	–	2
<i>Nyctalus leisleri</i>	–	2	1	1
<i>Pipistrellus nathusii</i>	1	2	2	1
<i>Plecotus auritus</i>	1	2	–	3
<i>Nyctalus lasiopterus</i>	1	–	–	1

Стоит отметить, что нами было обнаружено 2 вида рукокрылых, занесенных в Красную Книгу Беларуси: малая вечерница *Nyctalus leisleri*, прудовая ночница *Myotis dasycneme*, а также крайне ред-

кий для Беларуси вид гигантская вечерница *Nyctalus lasiopterus*.

#### Выводы

Для территории Восточного и Центрального Полесья нами были произведены отловы вблизи населенных пунктов и из 15 видов, отмеченных другими исследователями для данной территории, нами было отмечено с помощью отловов и детекторных учетов только 6 видов. На всем маршруте под мостами было обнаружено 3 колонии рукокрылых: 2 колонии водяной ночницы в Лельчицком районе и 1 колония водяной ночницы в Лунинецком районе в окр. г. Мишасевичи.

Отмечено новое местообитание гигантской вечерницы, особь была поймана в характерном для нее биотопе – дубраве, однако на очень низкой высоте (2 м). Учитывая, что особь была мужского пола, нельзя сделать вывод о нахождении колоний поблизости.

Для пополнения Генетического банка дикой фауны лаборатории молекулярной зоологии были взяты пробы тканей перепонки крыла от каждой особи для дальнейшего изучения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Домбровский, В. К териофауне Национального Парка «Припятский» (Беларусь) / В. Домбровский, И. Болотина // Proceedings of the Theriological School. – 2014. – Vol. 12.
2. Кусьнеж, О.В. Знахідки *Barbastella barbastellus* та *Myotis brandtii* у Природному парку «Прип'ятський» (Білорусь) / О.В. Кусьнеж, В.Ч. Домбровський, М.В. Скірпан // Териофауна заповідних територій та збереження ссавців: зб. наук. пр. – Голла Пристань: Українське териологічне товариство, 2012.
3. Ларченко, А.И. Видовое разнообразие рукокрылых Беловежской пуши / А.И. Ларченко, А.Д. Зенкевич // Материалы Международного молодежного научного форума «ЛОМОНОСОВ-2016» / Отв. ред. И.А. Алешковский, А.В. Андриянов, Е.А. Антипов. – М.: МАКС Пресс, 2016.
4. Dombrovski, V. The bat fauna (Mammalia, Chiroptera) of Stary Zhaden Zakaznik, Southern Belarus / V. Dombrovski, V. Fenchuk, D. Zhurauliou // Proceedings of the Theriological School, 2017.
5. Домбровский, В.Ч. Результаты учетов рукокрылых (Chiroptera) в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике в 2016-2017 гг. / В.Ч. Домбровский // Материалы XI Зоологической Международной научно-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск, 2017.
6. Саварин, А.А. О находке *Eptesicus serotinus* (Schreber, 1774) в погадках ушастой совы (*Asio otus*) на юго-западе Белорусского Полесья / А.А. Саварин, Д.А. Китиль // Plecotus et al., 2016.
7. Dietz, C. Bats of Britain, Europe and Northwest Africa / C. Dietz, O. Helversen, D. Nill. – London: A & C Black Publishers, 2009. – 400 p.
8. Домбровский, В.Ч. Уникальная колония гигантской вечерницы *Nyctalus lasiopterus* в Припятском Полесье (Южная Беларусь) / В.Ч. Домбровский, В.А. Фенчук, М. Dietz // Актуальные проблемы зоологической науки в Беларуси: Сборник статей XI Зоологической Международной научно-практической конференции, приуроченной к десятилетию основания ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам». – Минск, 2017. – Т. 1.

## NEW DATA OF CHIROPTERA FAUNA OF CENTRAL AND EASTERN POLESIE

LARCHANKA A.I., SHPAK A.V.

The work shows new data about bat fauna of the Central and Eastern Polesie, data of careful monitoring of the mentioned region is described. The comparison of newly collected species composition with data of last years is performed. Sex-age composition of collected species is described. New habitat of *Nyctalus lasiopterus* is recorded.

УДК 620.952

**СОСТОЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ БРЕСТСКОГО РАЙОНА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ****А.Н. Лицкевич, А.А. Волчек, Л.И. Чирук, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, А.Ф. Демянчук**

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси. г. Брест, Беларусь

В статье приведены сведения о субъектах хозяйствования, оказывающих негативное воздействие на поверхностные водные объекты, и отражены результаты систематизации и анализа химико-аналитических испытаний поверхностных вод Брестского района.

**Введение**

Вода является одним из важнейших видов природных ресурсов и представляет совокупность всех вод определенной территории, которые по своим характеристикам пригодны и доступны для использования как в данное время на достигнутом уровне развития производительных сил общества, так и в ближайшем будущем, и которые поддаются учету, планированию и управлению [1].

В большинстве стран мира защита водных экосистем от различных источников загрязнения стоит во главе водоохранной деятельности. В Беларуси сконцентрировано внимание на выявлении основных факторов загрязнения водных объектов с целью уменьшения их влияния.

Особую актуальность в данном вопросе имеет координирование усилий между органами землепользования и управления водными ресурсами, в связи с тем, что на территории Брестской области имеется большое количество рек и озер, которые служат источниками воды и широко используются для хозяйственно-питьевого, производственного, сельскохозяйственного, рыбохозяйственного и других видов водообеспечения [2].

К настоящему времени интенсивная хозяйственная деятельность на территории республики уже привела к серьезной деградации ее водного фонда. Почти повсеместно сохраняется тенденция ухудшения качества поверхностных и грунтовых вод, учащаются случаи техногенного загрязнения глубоких водоносных горизонтов.

Выполненные в последние годы расчеты по оценке баланса качества поверхностных вод показали, что определяющее влияние на качество речных вод оказывают рассредоточенные источники загрязнения, обусловленные преимущественно сельскохозяйственной деятельностью (животноводческие стоки, смывы с неканализованных территорий и с сельскохозяйственных угодий избытков органических и минеральных удобрений и пестицидов, твердые и жидкие атмосферные осадки) [1, 2].

Существенное влияние на качество подземных и поверхностных вод в республике оказывают большие животноводческие комплексы по выращиванию крупного рогатого скота и откорму свиней. По своему воздействию на природные объекты неочищенные стоки животноводческих комплексов эквивалентны отходам высшей категории вредности, в составе которых преобладают органические вещества, аммоний-

ный азот, фосфаты, тяжелые металлы, оказывающие негативное влияние на воду, ухудшающие ее санитарно-гигиенические и химические показатели.

На территориях, прилегающих к крупным комплексам происходит закисление почв. Повышение кислотности почв увеличивает миграционную способность тяжелых металлов и способствует загрязнению ими подземных вод.

Исследование основных факторов риска загрязнения поверхностных водных объектов актуально и потому, что можно дать полную, объективную оценку проводимым и планируемым водоохраным мероприятиям, стимулирующим сельхозпроизводителей, и не только, к осуществлению природоохранной деятельности.

**Методика и объекты исследования**

Проведен мониторинг поверхностных вод на территории Брестского района по гидробиологическим показателям на трансграничных участках рек Западный Буг, Мухавец, Лесная, Копаювка.

Исследованы грунтовые воды в период орошения животноводческими стоками по основным химическим показателям.

**Результаты и их обсуждение**

Основной и наиболее ценной частью ресурсов поверхностных вод является постоянно возобновляемый речной сток. Виды и способы его использования во многом зависят от гидрологического режима, гидрографической сети, состоящей из естественных водотоков и искусственных каналов различного назначения. Ее характер, а также особенности формирования речного стока, в значительной степени определяются географическим положением Брестской области на водоразделе Черного и Балтийского морей [2].

В таблице 1 приведена общая характеристика речной сети Брестского района и описание истоков рек [3, 4].

Анализ данных из таблицы 1 указывает на принадлежность всех поверхностных водных объектов территории Брестского района к бассейну р. Западный Буг.

Поверхностные водные объекты бассейна р. Западный Буг в пунктах наблюдений оценивались, в основном, хорошим классом гидрохимических показателей (66,7 %), а 33,3 % рек – удовлетворительным [5].

В 2016 году загрязнение поверхностных водных объектов бассейна р. Западный Буг фосфат-ионом несколько уменьшилось по сравнению с предыдущим годом, но этот биогенный элемент по-прежнему остается

Таблица 1. – Общая характеристика речной сети Брестского района

№	Название водотока	Устье	Длина водотока, км		Гидрологический район (подрайон)	Размер водоохранной зоны, м	Размер прибрежной полосы, м
			полная	район			
1	З. Буг	Висла (пр)	831	142	VI Припятский («в»)	500-4000 <sup>1</sup>	50-1300 <sup>1</sup>
2	Копаявка (Копаявка)	З. Буг (пр)	39	19,5	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
3	Спановка (Прырва)	З. Буг (пр)	25	25	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
4	Середовая Речка (Середова Речка)	Спановка (лв)	28	21	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
5	Мухавец (Муховец)	З. Буг (пр)	112,6	24	VI Припятский («в»)	40-1130 <sup>3</sup>	15-450 <sup>3</sup>
6	Рыта (Рита)	Мухавец (лв)	62	18	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
7	Каменка	Мухавец (лв)	17	17	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
8	Паднево (Поднево)	Каменка (пр)	16	14	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
9	Лесная (Лесна, Лесьна)	З. Буг (пр)	85	44	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
10	Лютая	Лесная (пр)	16	16	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
11	Градовка	Лесная (лв)	11,4	7	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
12	Безымянка (канал Г-1)	Градовка (лв)	8,3	8,3	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
13	Курница	Лесная (лв)	15	15	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>
14	Сорока	Мотыкальский канал (пр)	13,6	13,6	VI Припятский («в»)	500 <sup>2</sup>	20 <sup>2</sup>

Примечание: 1 – по данным проекта РУП «ЦНИИКИВР» (2005, 2007 гг.); 2 – по данным проекта Брестского филиала «Белгипрозем» (1989 г.); 3 – по данным НП РУП «ИАС» Минприроды Республики Беларусь (2005 г.).

основным загрязняющим веществом для бассейна р. Западный Буг (Государственный водный кадастр, 2016).

В таблице 2 приведены сведения о субъектах хозяйствования, оказывающих вредное воздействие на водные объекты и расположенных на территориях водоохранной зоны и прибрежных полос в бассейне р. Западный Буг (Проект плана управления бассейном реки Западный Буг, 2016).

Также высокий уровень загрязнения подземных вод наблюдается в пределах многих сельских населенных пунктов. Среди веществ-загрязнителей преобладают соединения азота (нитраты, нитриты, аммоний-ионы), ортофосфаты, а также хлориды, нередко сульфаты.

Таблица 2. – Сведения о субъектах хозяйствования, оказывающих вредное воздействие на водные объекты в бассейне р. Западный Буг

№	Объект	Местонахождение (водный объект)
1	Ферма д. Тюжиничи ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Лесная
2	Ферма д. Клейники ОАО «СТЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Лесная
3	Ферма д. Костычи ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Лесная
4	Ферма д. Шумаки ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Лесная
5	Ферма д. Чижевичи ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Западный Буг
6	Ферма д. Большие Зводы СПК «Остромечево»	Водоохранная зона р. Люта
7	Комплекс КРС д. Остромечево СПК «Остромечево»	Водоохранная зона р. Люта
8	Мехдвор д. Большие Зводы СПК «Остромечево»	Водоохранная зона р. Люта
9	Очистные сооружения д. Б. Зводы «Брестское ЖХХ»	Водоохранная зона р. Люта
10	Склад минеральных удобрений д. Морозовичи СПК «Остромечево»	Водоохранная зона р. Люта
11	Ферма д. Большие Щитники СПК «Остромечево»	Водоохранная зона р. Сорока

12	Мини-полигон ТКО пос. Мухавец «Брестское ЖХХ»	Водоохранная зона р. Каменка
13	Очистные сооружения пос. Мухавец «Брестское ЖХХ»	Водоохранная зона р. Каменка
14	МТФ д. Чернавчицы СПК «Чернавчицы»	Водоохранная зона р. Градовка
15	Ферма д. Михалины ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона р. Паднево
16	Ферма д. Большие Радваничи ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона к. Радваничский
17	Мастерские д. Большие Радваничи ОАО «СПЦ «Западный»	Водоохранная зона к. Радваничский
18	Ферма «БАМ» д. Томашовка ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
19	Ферма д. Орхово ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
20	Ферма д. Борисы ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
21	Конюшня д. Томашовка ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
22	Склад ГСМ д. Томашовка ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
23	Мастерские д. Томашовка ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
24	МТК д. Томашовка ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
25	МТК д. Приборowo ОАО «Комаровка»	Водоохранная зона р. Западный Буг
26	Очистные сооружения пос. Белое озеро Филиал «ТОК «Белое озеро» ЧУП «Бресттурист»	Водоохранная зона р. Середовая Речка
27	Свиноферма д. Чепеево КФХ «Прибужское»	Водоохранная зона к. Мотыкальский
28	Мастерские д. Чернавчицы СПК «Чернавчицы»	Водоохранная зона р. Градовка
29	МТФ д. Збирови КУСП «Молодая гвардия»	Водоохранная зона к. Тельминский

Таблица 3. – Качественная характеристика природных вод на территории Брестского района

Место отбора пробы	Характеристика места отбора пробы	рН	Жесткость, ЭК	Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	Общее железо, мг/дм <sup>3</sup>	Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Нитриты, мг/дм <sup>3</sup>	Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	Ортофосфат мг/дм <sup>3</sup>	Ионы аммония, мг/дм <sup>3</sup>	Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>
		6-9	7,0	1000	0,3	45	3,0	500	3,5	2,56	350
д. Вельямовичи (весна)	Скважина 1, 4 м травы	7,86	-	181	-	16,9	0,024	18	0,254	0,592	13
д. Вельямовичи (весна)	Скважина 2, 4 м травы	8,52	-	-	-	133,2	-	22	2,134	0,916	-
д. Вельямовичи (весна)	Скважина 3, 4 м травы	5,14	-	1833	-	675,6	нпо	18	0,42	1,160	293
д. Вельямовичи (лето)	Скважина 1, 4 м травы	7,56	-	699	-	25,8	0,06	24	нпо	1,37	29
д. Вельямовичи (лето)	Скважина 2, 4 м травы	6,25	-	1737	-	255,0	0,021	11	0,041	1,86	215
д. Вельямовичи (осень)	Скважина 1, 4 м кукуруза	-	-	-	-	-	0,27	25	0,518	0,074	-
д. Вельямовичи (осень)	Скважина 2, 4 м кукуруза	-	-	-	-	-	0,03	45	0,311	0,010	-
д. Вельямовичи (осень)	Общественный колодец	7,77	-	1021	-	22,3	нпо	-	2,17	0	-
д. Збунин	Колодец частн.	-	-	-	-	12,74	-	-	-	-	-
д. Збунин	Скважина 20 м	-	-	-	-	44,21	-	-	-	-	-
агр. Мухавец	Скважина 18 м	7,27	4,5	186	0,276	60,77	0,65	28,59	-	0,15	11,78
агр. Мухавец	Скважина 21 м	7,58	2,38	175	0,511	0,64	0	18,5	-	0,32	7,15
г. Брест мк. р-н. Гравка	Колодец частн.	-	3,0	-	0,160	2,41	-	2,612	-	-	11,25
г. Брест мк. р-н. Центр	Колодец частн.	-	6,65	-	3,043	1,22	-	102,4	-	-	66,30
г. Брест мк. р-н. Гершоны	Колодец частн.	-	4,23	-	0,093	2,80	-	1,795	-	-	17,53

**Выводы**

В результате систематизации и анализа результатов наблюдений установлено, что уровень загрязнений поверхностных и подземных вод зависит от локального расположения и мощности производства объектов сельского хозяйства. В виду особенностей производства сельского хозяйства загрязнение поверхностных и грунтовых вод происходит в большей степени биогенными составляющими: соединениями фосфора и азота.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Булавко, А.Г. Использование водных ресурсов Белоруссии в сельском хозяйстве / А.Г. Булавко, В.Н. Плужников. – Минск: Ураджай, 1982. – 103 с.
2. Волчек, А.А. Водные ресурсы Брестской области / А.А. Волчек, М.Ю. Калинин. – Минск: Изд. Центр БГУ, 2002. – 440 с.
3. Ресурсы поверхностных вод СССР. Белоруссия и Верхнее Поднепровье: в 20 т. – Л.: Гидрометеиздат, 1966. – 432 с. – Т. 5.
4. Водные объекты Республики Беларусь [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/31326416-Spravochnik-vodnye-obekty-respubliki-belarus-reki/>. – Дата доступа: 02.05.2018.
5. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2016 год) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docplayer.ru/68921014-Gosudarstvennyy-vodnyy-kadastr-vodnye-resursy-ih-ispolzovanie-i-kachestvo-vod-za-2016-god-izdanie-officialnoe/>. – Дата доступа: 02.05.2018.

## STATE OF SURFACE WATER OBJECTS OF THE BREST REGION AND IDENTIFY THE BASIC RISK FACTORS OF THEIR CONTAMINATION

LITSKEVICH A.N., VOLCHEK A.A., CHIRUK L.I., GULKOVICH M.V., CHERNICHKO O.A., CHEZLOVA O.E., DEMYANCHUK A.F.

The article contains information on business entities that have a negative impact on surface water objects and reflects the results of the systematization and analysis of chemical and analytical tests of surface waters in the Brest region.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта фундаментальных и прикладных научных исследований по проблеме Брестской области № X175-003 от 14.11.2017 г.

УДК 628.336

## СОСТАВ И СВОЙСТВА ВТОРИЧНЫХ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД МОЛОКОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

А.Н. Лицкевич, М.В. Гулькович, О.А. Черничко, О.Е. Чезлова, Е.Н. Басалай, А.Ф. Демянчук

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье рассмотрен химический состав разных типов вторичных осадков сточных вод, образуемых на локальных очистных сооружениях молокоперерабатывающих предприятий. Установлены преимущества схемы обработки осадков, включающей анаэробное сбраживание в мезофильных условиях и обезвоживание.

### Введение

Состав и свойства осадков сточных вод (ОСВ) зависят от вида и количества производственных сточных вод, от применяемых способов очистки сточных вод, от эффективности работы локальных очистных сооружений предприятий [1].

Вторичные осадки – примеси, первоначально находящиеся в воде в виде коллоидных частиц, молекул и ионов, но в процессах биологической или физико-химической очистки воды или обработки перлячных осадков образующие твердую фазу [2, 3].

Современная технологическая схема обработки ОСВ должна решать следующие задачи: уменьшение объема осадков, получение безвредного продукта, сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу, использование побочных продуктов (биогаза) [3–5].

Технологический процесс обработки осадков можно подразделить на следующие основные стадии: уплотнение (гравитационное, динамическое), стабилизация (аэробная, анаэробная), кондиционирование, обезвоживание.

На большинстве локальных очистных сооружений молокоперерабатывающих предприятий Беларуси обработка ОСВ заключается только в их обезвоживании. Исключением является ОАО «Пружанский молочный комбинат», где предусмотрено анаэробное сбраживание смеси осадков (уплотненного избыточного ила и флотошлама из флотатора) в метантенке ( $V = 2000 \text{ м}^3$ ) в мезофильных условиях при  $t = (35 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Стабилизированный осадок влажностью 97 % из метантенка направляется в резервуар сброженного осадка и подается на сооружения принудительного обезвоживания [6].

Твердая фаза ОСВ состоит в основном из органических веществ (более 60 %), быстро загнивающих и выделяющих неприятный запах. Осадки содержат азот, фосфор, калий, что делает их ценным сырьем для производства удобрений [4].

### Методика и объекты исследования

Объекты исследования – вторичные ОСВ молокоперерабатывающих предприятий.

Отбор проб выполнялся с учетом РД РБ 0212.6-2002 [7], постановления Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.01.2003 № 3 «Об утверждении РД РБ «Методика отбора проб отходов» [8] и ГОСТ Р 56226-2014 [9].

Физико-химические исследования образцов ОСВ выполнялись по стандартным методикам выполнения измерений, допущенных к применению в

деятельности лабораторий экологического контроля предприятий и организаций Республики Беларусь, в лаборатории «Гидроэкологии и экотехнологий», аккредитованной в Национальной системе аккредитации РБ (аттестат аккредитации ВУ/112.1.1079 от 30.12.2005, срок действия аттестата аккредитации: 28.02.2017–28.02.2022 гг.).

Химический состав исследуемых проб анализировался по следующим показателям: влажность, pH, массовая доля органического вещества, массовая доля подвижных соединений фосфора и калия, азота общего.

### Результаты и их обсуждение

Результаты исследования состава вторичных осадков локальных очистных сооружений молокоперерабатывающих предприятий (шламов, активного ила, смесей шлама и активного ила, анаэробно-сброженных осадков) представлены в таблице 1.

Все изученные образцы ОСВ имеют высокий уровень влажности (82,59–99,12 %) и характеризуются высоким содержанием органического вещества, значения которого составляют 61,25–97,0 %.

Результаты исследования состава разных типов вторичных осадков подтверждают ценность ОСВ как удобрения: содержание основных элементов питания колеблется в пределах: по азоту – 0,90–7,58 %, фосфору ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 1,33–6,61 %, калию ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 0,33–3,39 %.

К сожалению, несоответствие осадков санитарно-гигиеническим требованиям (таблица 2) не позволяет в полной мере использовать на практике ОСВ с высоким содержанием азота, фосфора и калия в качестве эффективных органических или комплексных органоминеральных удобрений и почвогрунтов для восстановления нарушенных земель. В настоящее время нормирование ОСВ проводится по наличию бактерий группы кишечной палочки (БГКП) и патогенной флоры [10, 11].

Из исследуемых образцов ОСВ не было выделено патогенных энтеробактерий родов *Salmonella* и *Shigella*. Титр БГКП в сырых осадках составил в  $10^5$  и  $0,01$  в осадке после мезофильного сбраживания при норме не  $<0,01$  [10]. Это означает, что осадки сточных вод ОАО «Щучинский МСЗ» и ОАО «Березовский сыродельный комбинат» по санитарно-бактериологическим показателям не пригодны для использования в качестве удобрения без их предварительной обработки с целью обеззараживания, в частности биотермическим методом (компостирование).

Мезофильное сбраживание обеспечивает частичное обеззараживание осадка до показателей со-

Таблица 1. – Агрохимические показатели ОСВ

ОСВ	Влажность, %	pH	Орг. в-во, %	N, %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , %	K <sub>2</sub> O, %
Флотошлам						
ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	86,12	6,2	79,70	4,15	1,86	2,49
ОАО «Поставский молочный завод»	95,92	6,6	79,70	–	1,50	1,05
ИАИ						
ОАО «Березовский сыродельный комбинат»	98,15	6,4	97,0	0,90	4,72	3,39
ОАО «Пружанский молочный комбинат»	96,09	5,45	90,04	7,58	1,33	1,20
ОАО «Поставский молочный завод»	99,12	6,2	61,25	–	2,10	1,04
Смесь флотошлама и ИАИ						
ОАО «Верхедвинский маслосырзавод»	82,96	5,1	92,59	4,03	1,48	0,87
ОАО «Щучинский маслосырзавод»	85,46	5,7	77,05	2,11	2,75	0,91
ОСВ после мезофильного сбраживания						
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (необезвоженный)	97,97	8,2	67,25	3,75	6,61	2,74
ОАО «Пружанский молочный комбинат» (обезвоженный)	82,59	6,6	75,23	3,98	5,88	0,33
Норма для ОСВ [10]	–	5,5-8,5	–	≥ 0,6	≥ 1,5	–

Таблица 2. – Санитарно-показательные бактерии в ОСВ

Образец	Титр БГКП	Титр энтерококков	Патогенные бактерии, в т.ч. сальмонеллы	Титр <i>C. perfringens</i>
ОСВ сырой ОАО «Щучинский МСЗ»	10 <sup>5</sup>	10 <sup>4</sup>	0	0,1
ОСВ до обработки в декантере ОАО «Березовский сыродельный комбинат» [12]	10 <sup>8</sup>	10 <sup>5</sup>	0	10 <sup>3</sup>
ОСВ после мезофильного сбраживания ОАО «Пружанский молочный комбинат» [6]	0,01	1,0	0	0,01
Гигиеническая норма для почв [13]	1,0 и выше	1,0 и выше	0	0,01 и выше
Норма для ОСВ [10]	0,01 (ОСВ I группы) 0,001 (ОСВ II группы)	–	–	–

ответствующих нормативным требованиям и делает его безопасным для окружающей среды.

Одним из преимуществ анаэробного сбраживания, помимо частичного обеззараживания осадков, является производство биогаза.

В рамках выполняемой научно-исследовательской работы определен состав образующегося биогаза в метантенках локальных очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» (таблица 3). Исследования проводились на специализированном оборудовании (анализаторе биогаза BIOGAS 5000) КПУП «Брестский мусороперерабатывающий завод».

Таблица 3. – Качественный состав биогаза

№ п/п	Показатель	Единица измерения	Значение концентрации
1	Метан (CH <sub>4</sub> )	%	76,4
2	Углекислый газ (CO <sub>2</sub> )	%	12,3
3	Кислород (O <sub>2</sub> )	%	6,3
4	Сероводород (H <sub>2</sub> S)	ppm	н/п

Установлено, что содержание метана в газовой смеси очень высокое – 76,4 %, что выше проектного (59,9 %). Отсутствие сероводорода в составе биогаза свидетельствует о высокой степени очистки газовой смеси и высоких качественных характеристиках биогаза, как топлива. Запланированный выход биогаза, образуемого при анаэробном сбраживании флотошлама и избыточного активного ила, составляет – 1096 м<sup>3</sup>/сут.

#### Выводы

Сырые осадки по содержанию общего азота и подвижных соединений фосфора не уступают сброженным. При этом осадки после мезофильного сбраживания представляют большую ценность как удобрение и неопасны для окружающей среды, тогда как сырые осадки по причине микробиологического загрязнения подлежат обязательному обеззараживанию.

Сбраживание ОСВ в мезофильных условиях сопровождается образованием биогаза высокого качества с содержанием метана 76,4 %.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Количество и состав бытовых и производственных сточных вод. Схемы отвода, методы их очистки и состав сооружений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vodalos.ru/spravochniki-stroitelnya/spravochnik-proektirovshika/>. – Дата доступа: 02.04.2018.
2. Новикова, О.К. Обработка осадков сточных вод: учеб.-метод. пособие / О.К. Новикова; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2015. – 96 с.
3. Обработка осадков городских сточных вод: учебное пособие / Л.Р. Хисамеева. – Казань: Изд-во Казанск. гос. archit.-строит. ун-та, 2016. – 105 с.
4. Воронов, Ю.В. Водоотведение и очистка сточных вод: учебник для вузов / Ю.В. Воронов, С.В. Яковлев. – М.: Изд-во АСВ, 2008. – 704 с.
5. Технический справочник по обработке воды: в 2 т. / редкол.: М.И. Алексеев (и др.). – СПб.: Новый журнал, 2007. – 2 т.
6. Исследование свойств осадка производственных сточных вод очистных сооружений ОАО «Пружанский молочный комбинат» и разработка способа производства удобрения на его основе: отчет о НИР (промежут.) / Полесский аграрно-экологический ин-т НАН Беларуси; рук. А. Н. Лицкевич. – Брест, 2017. – 62 с. – № ГР 20171908.
7. Методика отбора проб отходов РД РБ 0212.6-2002. – Введ. 01.02.2003. – Мн., 2002.
8. Об утверждении РД РБ «Методика отбора проб отходов»: Постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь от 08.01.2003 № 3. – Минск: 2003.
9. Ресурсосбережение. Осадки сточных вод. Методы отбора и подготовки проб ГОСТ Р 58226-2014 – Введ. 01.01.2015. – М., 2014. – 11 с.
10. Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001. – Введ. 23.01.01. – М.: Госстандарт России, 2001. – 5 с.
11. Требования к сточным водам и их осадкам для орошения и удобрения. – ГОСТ 17.4.3.05-86. – 1987. – Введ. 01.07.87. – 4 с.
12. Чезлова, О.Е. Микробиологическая характеристика осадков сточных вод Березовского сыродельного комбината / О.Е. Чезлова // Природа, человек и экология: сборник материалов региональной студенч. научн.-практич. конф., Брест, 26 апреля 2012 г. / Брест. гос. ун-т имени А. С. Пушкина, редкол.: П. Н. Усачева (гл. ред.) [и др.]. – Брест: БрГУ, 2012. – С. 80–81.
13. Инструкция 4.2.10-12-9-2006. Методы санитарно-микробиологических исследований почвы: утв. пост. гл. гос. санит. врача 29.05.06. – Минск, 2006. – 32 с.

## COMPOSITION AND PROPERTIES OF SECONDARY SEDIMENTS OF WASTE WATERS OF DAIRY ENTERPRISES

LITSKEVICH A.N., GULKOVICH M.V., CHERNICHKO O.A., CHEZLOVA O.E., BASALAI E.N., DEMYANCHUK A.F.

The chemical composition of different types of secondary sewage sludge of dairy enterprises is considered. A high content of organic matter, nitrogen and phosphorus in sewage sludge is established. Sewage sludge after mesophilic fermentation have a great value as fertilizer and is not harmful to the environment. The fermentation of sewage sludge from milk plants under mesophilic conditions is accompanied by the formation of high-quality biogas with a methane content of 76,4 %.

УДК 502.211:582]:504.61

## АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПСАММОФИТНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ Г. ЧЕРНИГОВА (УКРАИНА)

А.В. Лукаш, А.В. Данько

Национальный университет «Черниговский колледж» имени Т.Г. Шевченко, г. Чернигов, Украина

Исследования показали, что псаммофитная растительность г. Чернигова имеет достаточно высокое синтаксономическое разнообразие и характеризуется пространственной неравномерностью и мозаичностью. Ее современное состояние указывает на усиление синантропизации (рудерализации) растительного покрова города, в первую очередь в местах новообразованных техногенных экотопов.

**Введение**

Урбанизированные территории характеризуются значительным развитием общих динамических процессов растительности. Чернигов находится в пределах Полесской подпровинции. В первой половине XX ст. результаты исследования растительности вызвали дискуссии о принадлежности Чернигова к лесостепной зоне [1]. На современном этапе растительность г. Чернигова испытывает в той или иной форме антропогенное влияние, приводящее к появлению в ее составе южных элементов. В этой связи псаммофитные сообщества, как одни из наиболее динамических фитоценозов, позволяют оценить степень антропогенной трансформации растительности в урбанизированной среде.

**Методика и объекты исследования**

Исследование растительности проводилось на протяжении 2014–2017 годов общепринятыми в геоботанике методами. Выполнено 70 геоботанических описаний. На пробных участках фиксировался весь видовой состав фитоценоза, общее проективное покрытие вида и проективное покрытие каждого вида. Для идентификации синтаксонов растительности использовались работы по флористической Классификации растительности [2, 3].

Объектами исследования были псаммофитные растительные сообщества на борových террасах рек Десна, Стрижень и Белоус, фитоценозы аллювиальных песков в прибрежной полосе этих рек, а также искусственного песчаного намыва на южной окраине города.

**Результаты и их обсуждение**

По результатам исследований составлена классификационная схема растительности борových песков, имеющая следующий вид:

Класс *Koeleria glaucae-Corynephoretea canescentis* Klika in Klika et Novak 1941

Порядок *Corynephoretalia canescentis* Klika 1934 em. R. Tx. 1962

Союз *Koelerion glaucae* Klika 1934

Сообщество *Artemisia scoparia – Dianthus borbasii*

Класс *Epilobietea angustifolii* R. Tx. et Prsg 1950

Порядок *Epilobietalia angustifolii* R. Tx. 1950

Союз *Epilobion angustifolii* (Rubel 1933) Soo 1933

Ассоциация *Calamagrostietum epigeji* Juraszek 1928

Класс *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg et R. Tx. in R. Tx. 1950

Порядок *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et R. Tx. 1943 em. Gors 1966

Союз *Dauco-Melilotion* Gors 1966

Ассоциация *Berteroetum incanae* Siss. et Tideman in Siss. 1950

Класс *Stellarietea mediae* R. Tx., Lohm. et Prsg, 1950

Порядок *Sisymbrietalia* J. Tx. 1961

Союз *Sisymbriion officinalis* R. Tx., Lohm, Prsg 1950

Сообщество *Hordeum jubatum – Bromus hordeaceus*.

Как видим, среди растительности борových песков типичные для Полесья [4] фитоценозы класса *Koeleria glaucae-Corynephoretea canescentis* отсутствуют. Выделенное нами на основе 25 описаний новое сообщество *Artemisia scoparia – Dianthus borbasii*, по площади преобладающее на борových песках, по флористическому составу не отвечает ни одной из известных ассоциаций вышеупомянутого класса. В условиях урбанизированной среды из травостоя, вероятно, выпали типичные виды борových песков, а их место заняли более стрессо-толерантные. Ассоциацию *Artemisia scoparia – Dianthus borbasii* диагностирует такие виды как *Artemisia scoparia* Waldst. et Kit., *Centaurea phrygia* L., *Dianthus borbasii* Vandas, *Potentilla argentea* L., *Euphorbia cyparissias* L. Опушечные сообщества класса *Epilobietea angustifolii* представлены ассоциацией *Calamagrostietum epigeji*.

Показателем синантропизации растительного покрова борových песков выступают рудеральные фитоценозы классов *Artemisietea vulgaris* (ассоциация *Berteroetum incanae*) и *Stellarietea mediae*. Последний класс представлен сообществом *Hordeum jubatum – Bromus hordeaceus*, отличающееся от известных [2] центрально- и западноевропейских фитоценозов (с диагностическим видом *Hordeum murinum* L.) наличием *Hordeum jubatum* L.

Растительность аллювиальных песков более разнообразна. Ее синтаксономический состав представлен в следующей схеме:

Класс *Isoeto-Nanojuncetea* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

Порядок *Cyperetalia fusci* (Klika 1935) Muller-Stoll et Pietsch 1961

Союз *Elantini-Eleocharition ovatae* Pietsch 1965

Ассоциация *Cyperetum flavescens* Koch 1926

Союз *Helicoolo-Cyperion micheliani* Br.-Bl. 1952

Ассоциация *Dichostylii-Helicloetum alopecuroidis* (Timar 1950) Pietsch 1973

Класс *Bidentetalia tripartiti* R. Tx., Lohm et Prsg 1950

Порядок *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R. Tx. 1943

Союз *Bidenton tripartiti* Nordh. 1940  
 Ассоциация *Rumicetum maritimi* Siss. 1946  
 Ассоциация *Bidentetum tripartiti* Koch 1926 em.  
 Кореcky et Hejny 1974  
 Сообщество *Bidens frondosa*  
 Союз *Chenopodion fluviatile* R.Tx. 1960  
 Ассоциация *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri*  
 Lohm. et Walther 1950  
 Класс *Stellarietea mediae* R.Tx., Lohm. et Prsg,  
 1950  
 Порядок *Polygono-Chenopodietalia* (R.Tx. et  
 Lohm. 1950) J.Tx. 1961  
 Союз *Panico-Setarion* Siss. 1946  
 Ассоциация *Echinochloa-Setarietum* Krusem. et  
 Vlieg. (1939) 1940  
 Класс *Plantaginea majoris* R.Tx. et Prsg 1950  
 Порядок *Plantaginea majoris* R.Tx. et Prsg  
 1950  
 Союз *Polygonion avicularis* Gams 1927 em. Jehlik  
 in Hejny et al. 1979  
 Ассоциация *Postum annuae* Gams 1927  
 Класс *Artemisietea vulgaris* Lohm., Prsg et R.Tx.  
 in R.Tx. 1950  
 Порядок *Artemisietalia vulgaris* Lohm. in R.Tx.  
 1947  
 Союз *Arction lappae* R.Tx. 1937 em. 1950  
 Сообщество *Artemisia abrotanum*.  
 Из схемы видно, что синтаксономический состав  
 естественной растительности ограничен фитоценоза-  
 ми, принадлежащими к классу *Isoeto-Nanojuncetea*:  
*Cyperetum flavescens* и *Dichostylii-Helochloetum*  
*alopecuroidis*. Следует отметить, что в последнем со-  
 обществе встречается редкий для Полесья *Crypsis*  
*schoenoides* (L.) Lam, по которому диагностируется  
 союз *Heleochloa-Cyperion micheliani*.  
 На аллювиальных песках преобладает синан-  
 тропная растительность, представленная классами  
*Bidentetea tripartiti*, *Stellarietea mediae*, *Plantaginea*  
*majoris* и *Artemisietea vulgaris*, в которых значитель-  
 ное участие гемиапофитов. Наибольшие площади за-  
 няты сообществами летних однолетников из класса  
*Bidentetea tripartiti*, свидетельствующими о нитрифи-  
 кации субстрата; *Bidentetum tripartiti*, *Bidens frondosa*  
 и *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri*.  
 Проективное покрытие в сообществах ассоциа-  
 ции *Bidentetum tripartitae* составляет 30–35 %. Диагно-  
 стическими видами этой ассоциации являются *Bidens*  
*tripartita* L., *Polygonum hydropiper* L. с проективным по-  
 крытием 5–20 %. В составе описанных фитоценозов  
 зафиксировано 22 вида, среди которых преобладают  
 сорняковые. Свидетельством подверженности био-  
 инвазиям прибрежных экосистем урбанозоны Черни-  
 гова являются сообщества с доминированием севе-  
 роамериканских видов *Bidens frondosa* L. и *Xanthium*  
*album* (Widd.) H.Scholz. Фитоценозы *Bidens frondosa*  
 имеют проективное покрытие диагностирующего  
 вида до 50 %. Часто сопутствующими видами вы-  
 ступают сорняки *Polygonum hydropiper* (L.) Delarbre,  
*Chenopodium rubrum* L., *Echinochloa crusgalli* (L.) P.  
 Beauv., *Conyza canadensis* (L.) Crong., *Deschampsia*  
*caespitosa* (L.) P.Beauv. Сообщества, принадлежащие

к ассоциации *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri* Lohm.  
 et Walther 1950 имеют проективное покрытие до 90 %.  
 Проективное покрытие доминанта и диагностирующего  
 вида *Xanthium album* (Widd.) H.Scholz достигает 50 %.

Растительность песчаного намыва на южной  
 окраине г. Чернигова существенно изменялась с мо-  
 мента его оздания (конец 1970-ых – начало 1980-ых  
 гг.) до использования как карьера для добытия песка.  
 На настоящий момент псаммофитная раститель-  
 ность отличается большим разнообразием, что ото-  
 бражено в классификационной схеме:

Класс *Koelerio glaucae-Corynephoretea*  
*canescentis* Klika in Klika et Novak 1941

Порядок *Corynephoralia canescentis* R.Tx. 1937

Союз *Koelerion glaucae* (Volk 1931) Klika 1935

Ассоциация *Kochietum arenariae* Fijalk. 1978

Класс *Phragmitetea* R.Tx. et Prsg 1942

Порядок *Bolboschoenetalia* Hejny in Holub et al.  
 1967

Союз *Typhion laxmannii* Losev et V. Golub 1988

Ассоциация *Typhetum laxmannii* Nedulcu 1968

Порядок *Onopordetalia acanthii* Br.-Bl. et R.Tx.  
 1943 em. Gors 1966

Союз *Dauco-Mellilotum* Görs 1968

Ассоциация *Echio-Mellilotum* R.Tx. 1947

Класс *Stellarietea mediae* R.Tx., Lohm. et Prsg,  
 1950

Порядок *Sisymbrietalia* J.Tx. 1961

Союз *Sisymbrium officinalis* R.Tx., Lohm, Prsg

1950

Ассоциация *Sisymbrietum sophiae* Kreh. 1935

Класс *Bidentetea tripartiti* R.Tx., Lohm. et Prsg

1950

Порядок *Bidentetalia tripartiti* Br.-Bl. et R.Tx. 1943

Союз *Chenopodion fluviatile* R.Tx. 1960

Сообщество *Xanthium album-Anisantha*  
*tectorum*

Как видим, экологический диапазон псаммо-  
 фитной растительности изменяется от ксерофитных  
 фитоценозов бедных минеральными компонента-  
 ми песков (ассоциация *Kochietum arenariae*) до со-  
 общества, индицирующих заболоченные местопр-  
 израстания с повышенной минерализацией воды и  
 засоленными донными отложениями (ассоциация  
*Typhetum laxmannii*). Диагностирующим видом послед-  
 ней ассоциации является *Typha laxmannii* Lerech.,  
 указывающий на новообразование техногенных эко-  
 топов с илесто-песчаными отложениями в условиях  
 поверхностного подтопления.

На песчаном намыве значительные площади  
 занимают рудеральные фитоценозы. В этих фито-  
 ценозах, еще большей степени, чем в сообществах  
 боровых и аллювиальных песков, выражен разрыв  
 ценологических связей. Как пример можно привести  
 производное от *Xanthio riparii-Chenopodietum rubri*  
 сообщество *Xanthium album - Anisantha tectorum*, от-  
 личающееся от типичного значительным участием ев-  
 ропейского восточно-азиатского ксеро-мезоморфного  
 вида *Anisantha tectorum* (L.) Nevski. Флористический  
 состав этого сообщества насчитывает 21 вид, но чет-  
 кая агрегированность видов отсутствует.

**Выводы**

Растительность на песчаных массивах естественного происхождения (боровые и аллювиальные пески) и техногенного формирования в пределах г. Чернигова имеет достаточно высокое синтаксономическое разнообразие, и характеризуется пространственной неравномерностью и мозаичностью, заметной даже на небольших по площади участках. Преобладают рудеральные растительные сообщества. Естественные фитоценозы представлены в незначительной степени (*Artemisia scoparia* – *Dianthus borbasii*, *Kochietum arenariae*, *Cyperetum flavescens*, *Dichostylidi-Helochloetum alopecuroidis*).

Имеет место как адвентизация растительности песков, так и ее апофитизация, одним из показателей которой является разрыв ценотических связей между видами сообщества. Эти явления свидетельствуют о

том, что процесс синантропизации растительного покрова города усиливается, и в первую очередь в местах новообразованных техногенных экотопов.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Іплічевський, С.О. Тирса (*Stipa capillata* L.) в Чернігові в зв'язку з питанням про належність Чернігова до лісостепової зони / С.О. Іплічевський // Вісн. природозн. – 1951 – № 1–2 – С. 8–13.
2. Matuszkiewicz, W. Przewodnik do oznaczania zbiorowisk roślinnych Polski / W. Matuszkiewicz – Warszawa; Wydawnictwo naukowe PWN, 2001. – 540 s.
3. Дубина, Д.В. Вища водна рослинність / [відп. ред. Ю.Р. Шеляг-Сосонко] – Київ: Фітосоціоцентр, 2006 – 412 с.
4. Онищенко, В.А. Флористична класифікація рослинності Українського Полісся / В.А. Онищенко // Фіторізноманіття Українського Полісся та його охорона / [під заг. ред. Т.Л. Андриенко]. – Київ: Фітосоціоцентр, 2006 – С. 43–84.

## ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF THE PSAMMOPHYTE VEGETATION OF CHERNIHIV (UKRAINE)

LUKASH O.V., DAN'KO H.V.

The research shows that the psammophyte vegetation of Chernihiv has a high enough of the syntaxa variety (due to ruderal phytocoenosis) and characterized by a spatial unevenness and mosaicism. It's modern state is specified on strengthening by the synantropizations (ruderalizations) of city vegetation cover, first of all in the places of the new technogenic ecotopes.

УДК 595.773.4 (476)

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О ФАУНЕ НЕКРОФИЛЬНЫХ КАЛЛИФОРИД (DIPTERA: CALLIPHORIDAE) РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗАКАЗНИКА «СПОРОВСКИЙ»

Е.В. Маковецкая

ГНПО «НПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь

Приведен таксономический список некрофильных каллифорид для республиканского биологического заказника «Споровский» включающий 14 видов. Виды *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819 и *Phormia regina* Meigen, 1826 приводятся для Беларуси впервые.

### Введение

Calliphoridae – небольшое семейство крупношальных короткоусых двукрылых (Brachycera-Cyclorhapha), представители которого являются некро- и копрофагами, а также факультативными и облигатными паразитами беспозвоночных и позвоночных животных. Каллифориды имеют санитарно-эпидемиологическое значение как возбудители миазов и переносчики патогенных организмов, используются в судебной экспертизе и медицине. В естественных экосистемах каллифориды играют большую роль как деструкторы и, несколько меньшую, как опылители.

В настоящий момент фауна двукрылых Беларуси изучена неполно. Известно лишь около 15 % от возможного числа видов [1]. Видовой состав каллифорид Беларуси известен лишь из работ А.В. Бирг [2, 3] и ревизий некоторых зарубежных авторов [4]. Актуальная в данный момент информация о видовом составе и распространении представителей данного семейства отсутствует.

### Методика и объекты исследования

Исследования проводились в июле–ноябре 2017 года на территории республиканского биологического заказника «Споровский» и его окрестностей:

1 – окр. н.п. Стригинец, N 52°28'55,34»; E 25°2'3,88». Сосняк около населенного пункта;

2 – окр. н.п. Высокое, N 52°24'53,73»; E 25°5'49,7436». Сосняк около осокового болота;

3 – окр. н.п. Мостыки, N 52°23'0,5»; E 25°10'59,9». Разреженный сосняк около осокового болота;

4 – окр. н.п. Мостыки, N 52°22'56,046»; E 25°11'37,8816». Сосняк около осокового болота;

5 – зона отдыха на дороге Р136, N 52°22'41,268»; E 25°14'9,5208». Ольшаник с вкраплением граба около пруда.

Отлов производился с помощью ловушек Ирвина [5, с. 179–181]; в качестве фиксатора использовался солевой раствор, в качестве приманки – тушки микромаммалий и потроха птицы. Обработано более 1,5 тыс. экз. каллифорид. Определение видовой принадлежности велось по ключам советских и европейских авторов [5, 6; 7, с. 607–624].

Работа выполнена в рамках проекта ЕС/ПРООН «Клима-Ист: сохранение и устойчивое управление торфяниками в Республике Беларусь для сокращения выбросов углерода и адаптации болотных экосистем к изменению климата».

### Результаты и их обсуждение

Обнаружено 14 видов Calliphoridae: *Chrysomya albiceps* (Wiedemann, 1819); *Calliphora loewi* Enderlein,

1903; *C. uralensis* Villeneuve, 1922; *C. vicina* Robineau-Desvoidy, 1830; *C. vomitoria* (Linnaeus, 1758); *Cynomya mortuorum* (Linnaeus, 1761); *Lucilia ampullacea* (Villen, 1922); *L. caesar* (Linnaeus, 1758); *L. illustris* (Meigen, 1826); *L. silvarum* (Meigen, 1826); *Phormia regina* Meigen, 1826; *Pollenia labialis* Robineau-Desvoidy, 1863; *P. rudis* (Fabricius, 1794).

Виды *Chr. albiceps* и *Ph. regina* Meigen, 1826 отмечены для территории Беларуси впервые. Некоторые самки рода *Lucilia* не определялись до вида из-за плохой сохранности материала, рода *Pollenia* – из-за отсутствия полных идентификационных ключей для самок.

Массовым видом (с учетом не только двукрылых, но и остальных насекомых) в сборах являлся *L. caesar* – 56,75 %. Также в большом количестве наблюдается *C. vicina* – 14,62 %. Остальные виды каллифорид малочисленны, но отмечаются регулярно. Кроме Calliphoridae из крупношальных двукрылых отмечены представители семейства Sarcophagidae и надсемейства Muscoidea. В массе в сборах встречаются представители отряда Coleoptera.

### Выводы

Впервые для республиканского биологического заказника «Споровский» приведен таксономический список Calliphoridae, включающий 14 видов, два из которых отмечены на территории Беларуси впервые.

### ЛИТЕРАТУРА

- Бородин, О.И. Двукрылые насекомые (Diptera) Беларуси / О.И. Бородин // Экологическая культура и охрана окружающей среды. Дорофеевские чтения: материалы международной научно-практической конференции, Витебск, 21–22 ноября 2013 г. – Витебск: ВГУ имени П. М. Машерова, 2013. – С. 17–18.
- Бирг, А.В. Мухи населенных мест и необжитой территории различных районов Белоруссии. автореф. дисс. канд. биол. наук / А.В. Бирг. Центр Министерства здравоохранения СССР, Центральный научно-исследовательский институт эпидемиологии. – М. 1976. – 21 с.
- Бирг, А.В. Эколого-фаунистический обзор мух поселений человека и окружающих территорий Белоруссии / А.В. Бирг // Беловежская пуща: исследования. – 1971. – Вып. 4. – С. 212–230.
- Вервес, Ю.Г. Обзор группы родов «Onesia» (Diptera: Calliphoridae). Часть 2. Виды рода *Bellardia* Robineau-Desvoidy / Ю.Г. Вервес // Дальневосточный энтомолог. – 2003. – № 135. – С. 1–23.
- Draber-Monko, A. Calliphoridae Ptujki (Insecta: Diptera) / A. Draber-Monko. – Warszawa: Fundacja Natura Optima Dux i Muzeum i Instytut Zoologii PAN, 2004. – 662 p. – (Fauna Polski=Fauna Poloniae, tom 23).

6. Rognes, K. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark / K. Rognes. – BRILL, 1991. – 272 p. – (Fauna Entomologica Scandinavica, vol. 24).
7. Определитель насекомых европейской части СССР: в 5 томах / под общ. ред. Г.Я. Бей-Биенко – Ленинград: Наука, Ленингр. отделение, 1964–1988. – Т. V. Двукрылые, блохи. Ч. 2 / ред. кол. Б.Е. Быховский [и др.]. – Ленинград: Наука, Ленингр. отделение, 1971. – 943 с.

## PRELIMINARY DATA ABOUT THE FAUNA OF NECROFILE CALLIPHORID (*DIPTERA: CALLIPHORIDAE*) OF THE REPUBLICAN RESERVE «SPOROVSKY»

MAKOVETSKAYA E.V.

*Necrophilous Calliphoridae* list, which includes 14 species, for the republican biological reserve «Sporovsky» were presented. Two species – *Chrysomya albiceps* Wiedemann, 1819 and *Phormia regina* Meigen, 1826 were recorded for Belarus for the first time

УДК:582.284:574

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОМИЦЕТОВ ПАРКОВО-РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ГОРКИ**Т.Н. Мыслыва<sup>1</sup>, О.Н. Левшук<sup>2</sup><sup>1</sup> УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия», г. Горки, Беларусь<sup>2</sup> УО «Полесский государственный университет», г. Пинск, Беларусь

Выполнен анализ видового состава и трофической структуры базидиальных грибов, произрастающих в пределах парково-рекреационных ландшафтов г. Горки. Установлено, что базидиальная микофлора представлена 25 видами, принадлежащими к 5 порядкам, 11 семействам и 16 родам. Наиболее многочисленно представлены семейства *Agaricaceae* (7 видов) и *Coprinaceae* (5 видов).

**Введение**

Парково-рекреационные ландшафты – тип урболандшафтов, которые по техногенно-геохимической специализации являются аллохтонными и испытывают значительное антропогенное воздействие как со стороны рекреантов, интенсивно их использующих, так и в силу того, что находятся в условиях неблагоприятной среды, характерной для урбоэкосистем [1, с. 24]. Почвенный и растительный покров, в частности микофлора таких ландшафтов, выступают в качестве среды депонирования и миграции химических элементов, в том числе и элементов-загрязнителей, и могут служить биоиндикаторами общего экологического состояния урбоэкосистем. Грибы выступают в роли основного регулятора вещественно-энергетических процессов, проходящих в лесных биогеоценозах, и являются важнейшим гетеротрофным звеном в лесных сообществах, в наиболее значительной мере осуществляющим ту часть биологического круговорота веществ, которая связана с процессами минерализации и гумификации [2, с. 7]. Несмотря на то, что под эгидой Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича в Беларуси ведется широкомасштабная работа по систематике и описанию современной микофлоры, результатом которой стал выход в свет двух томов семитомного издания «Флора Беларуси. Грибы» [3, 4], исследований по оценке микофлоры в пределах внутригородских рекреационных зон выполнено недостаточно. Исходя из этого, целью настоящих исследований стала оценка биологического разнообразия макромицетов, произрастающих в пределах парково-рекреационной зоны г. Горки.

**Методика и объекты исследования**

Исследования выполнялись в 2016–2017 гг. в пределах парковой и лесопарковой зон академгородка УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия» (г. Горки Могилевской области) на площади 53,6 га. Объект исследований – базидиальные грибы (*Basidiomycota*) – систематическая группа грибов, включающая около 30 тыс. видов, осуществляющих размножение базидиоспорами [5, с. 40]. Сбор материала проводили с середины июля до конца октября детально-маршрутным методом. В пределах исследуемой территории прокладывались системы радиальных и произвольно направленных линейных маршрутов, охватывающих максимальное ландшафтно-топологическое разнообразие территории и пере-

секающих различные растительные сообщества и другие местообитания [6, с. 99].

Для оценки биологического разнообразия макромицетов использовали ряд индексов: индекс встречаемости, индекс видового богатства Менхиника, индекс Шеннона, индекс Симпсона. Индекс встречаемости определяли, как долю плодовых тел конкретного вида в общем количестве плодовых тел. Индекс видового богатства Менхиника определяли по формуле (1):

$$D_{mn} = \frac{S}{\sqrt{N}} \quad (1).$$

где S – количество видов; N – общее количество плодовых тел.

Индекс Шеннона определяли по формуле (2):

$$H = -\sum p_i \cdot \ln p_i \quad (2).$$

где p<sub>i</sub> – доля i-го вида в биоценозе; ln – натуральный логарифм.

Индекс Симпсона определяли по формуле (3):

$$D = \frac{\sum n \cdot (n - 1)}{N \cdot (N - 1)} \quad (3).$$

где n – количество плодовых тел i-го вида; N – общее количество плодовых тел.

Определение и установление систематического положения грибов выполняли, используя определитель [5] и монографию [3].

**Результаты и их обсуждение**

В ходе выполненных исследований установлено, что базидиальная микофлора парково-рекреационной зоны города Горки представлена 25 видами, принадлежащими к 5 порядкам, 11 семействам и 16 родам (таблица 1).

Наиболее многочисленно представлены семейства *Agaricaceae* (7 видов) и *Coprinaceae* (5 видов). Самыми малочисленными являются семейства *Strophariaceae*, *Amanitaceae*, *Paxillaceae*, *Boletaceae*, *Russulaceae* и *Polyporaceae*, представленные одним видом. Среди идентифицированных видов макромицетов 13 относятся к съедобным, 1 – к условно съедобным (*Lactarius pubescens* Fr.) и 6 – к несъедобным. К ядовитым относятся 5 видов: *Amanita muscaria* (L.) Lam., *Lepiota clypeolaria* (Bull. Fr.) P. Kumm., *L. cristata* (Bolton) P. Kumm., *Hypholoma fasciculare* (Huds.) P. Kumm. и *Paxillus involutus* (Batsch) Fr. Следует отметить, что несмотря на то, что *P. involutus* содержит ток-

Таблица 1. – Видовой состав микофлоры, произрастающей на территории парково-рекреационной зоны г. Горки

Семейство	Род	Вид
Порядок Agaricales		
Agaricaceae	Agaricus	<i>Agaricus silvicola</i> (Vittad.) Peck
		<i>Agaricus benesii</i> (Pilát) Pilát
	Lepiota	<i>Lepiota dypeolana</i> (Bull. Fr.) P. Kumm.
		<i>Lepiota cristata</i> (Bolton) P. Kumm.
	Macrolepiota	<i>Macrolepiota excoxiata</i> (Schaeff.) Wasser
		<i>Macrolepiota gradienta</i> (Krombh.) Wasser
<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer		
Coprinaceae	Coprinus	<i>Coprinus comatus</i> (O. F. Mull.) Pers.
		<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E. Lange
		<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo
	Psathyrella	<i>Psathyrella conopilus</i> (Fr.) A. Pearson & Dennis
		<i>Psathyrella gracilis</i> (Fr.) Quéf.
Strophariaceae	<i>Hypholoma</i>	<i>Hypholoma fasciculare</i> (Huds.) P. Kumm.
Tricholomataceae	<i>Tricholoma</i>	<i>Tricholoma album</i> (Schaeff.) P. Kumm.
	<i>Clitocybe</i>	<i>Clitocybe geotropa</i> (DC. & Lam.) Quéf.
Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>	<i>Cortinarius praestans</i> (Cordier) Gillet
	<i>Hebeloma</i>	<i>Hebeloma crustuliniforme</i> (Bull.) Quéf.
Amanitaceae	<i>Amanita</i>	<i>Amanita muscaria</i> (L.) Lam.
Порядок Lycoperdales		
Lycoperdaceae	<i>Lycoperdon</i>	<i>Lycoperdon pyriforme</i> Schaeff.
		<i>Lycoperdon molle</i> Pers.
		<i>Bovista plumbea</i> Pers.
Порядок Boletales		
Paxillaceae	<i>Paxillus</i>	<i>Paxillus involutus</i> (Batsch) Fr.
Boletaceae	<i>Xerocomus</i>	<i>Xerocomus subtomentosus</i> (L.) Quéf.
Порядок Russulales		
Russulaceae	<i>Lactarius</i>	<i>Lactarius pubescens</i> Fr.
Порядок Polyporales		
Polyporaceae	<i>Polypora</i>	<i>Trametes hirsuta</i> (Wulfen) Lloyd

сичные вещества – лектины, не разрушающиеся при отваривании, данный вид часто употребляется в пищу местным населением.

Трофическая структура макромицетов с высокой степенью достоверности индицирует фитоценотические, биотопические и вещественно-энергетические особенности лесных сообществ, зачастую являясь показателем их санитарного состояния и степени антропогенного воздействия [2, с. 12; 7, с. 243]. В древостоях парково-рекреационной зоны г. Горки выявленные макромицеты по типу питания и трофической принадлежности распределяются следующим образом: сапротрофы подстилочные – 6 видов; сапротрофы гумусовые – 7 видов; сапротрофы на древесном опаде – 6 видов; симбиотрофы-микоризообразователи – 6 видов.

Сведения о видовом разнообразии микофлоры представлены в таблице 2. Максимальной величиной индекса Менхиника характеризуется семейство *Agaricaceae* (0,76), а минимальной – семейство *Paxillaceae* (0,28). Однако данный индекс не учитывает фактор доминирования видов и используется для расчета простых показателей видового разнообразия.

Индекс Шеннона характеризует разнообразие и выравненность сообщества. Чем больше в сообществе

видов и чем меньше отличаются их численности, тем больше значение индекса Шеннона. Максимальные значения индекса Шеннона установлены для семейств *Coprinaceae* (1,01) и *Agaricaceae* (0,51), что свидетельствует о том, что данные семейства наиболее разнообразны в видовом отношении, а численность видов, их составляющих, более выравнена. Минимальными значениями индекса Шеннона характеризовались семейства *Boletaceae* (0,03) и *Amanitaceae* (0,06).

Индекс Симпсона используется для оценки меры доминирования видов. Чем сильнее выражено доминирование в сообществе какого-либо вида, тем выше будут значения индекса Симпсона. В наших исследованиях максимальные значения данного показателя фиксировались для семейств *Coprinaceae*, *Strophariaceae* и *Lycoperdaceae*, что свидетельствует о доминировании видов из этих семейств в общей численности представителей микофлоры, а минимальные – для семейства *Boletaceae*.

В результате выполненных маршрутных обследований в среднем за два вегетационных периода было обнаружено 568 плодовых тел различных видов макромицетов. Наибольшее количество плодовых тел макромицетов было зарегистрировано на территории

**Таблица 2.** – Видовое разнообразие микофлоры, произрастающей на территории парково-рекреационной зоны г. Горки

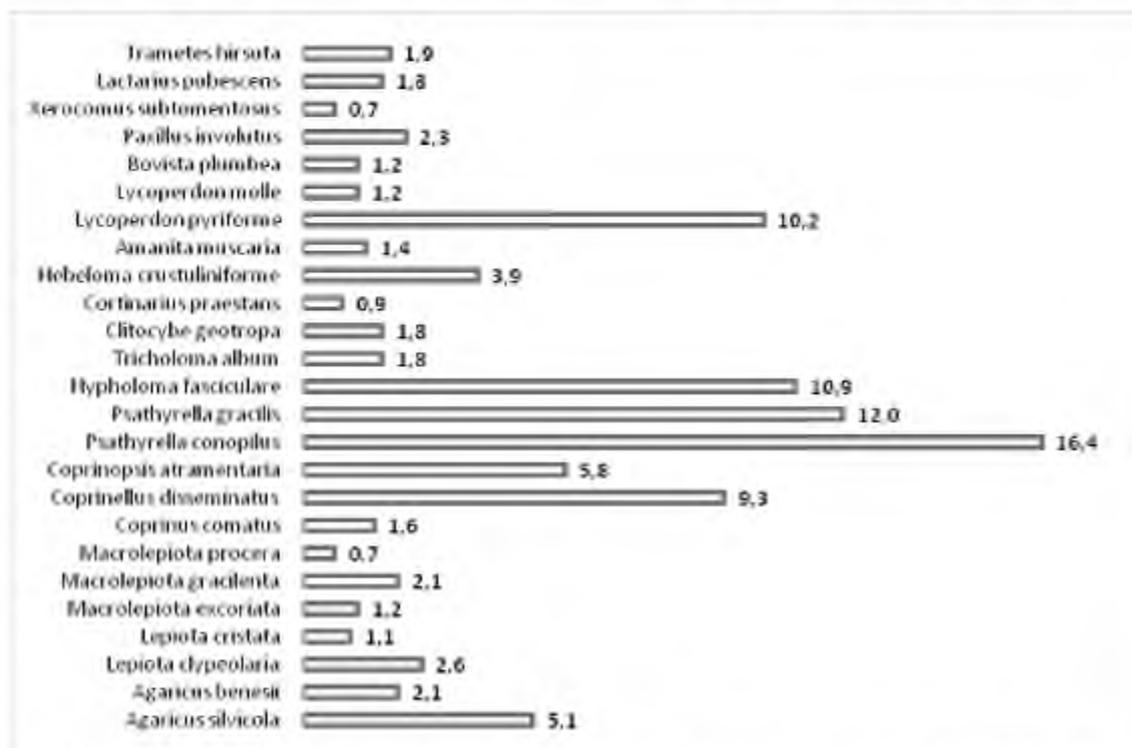
Семейство	Индекс Менхиника	Индекс Шеннона	Индекс Симпсона
Порядок <i>Agaricales</i>			
<i>Agaricaceae</i>	0,76	0,51	$1,12 \cdot 10^{-3}$
<i>Coprinaceae</i>	0,31	1,01	$52,8 \cdot 10^{-3}$
<i>Strophariaceae</i>	0,13	0,24	$11,7 \cdot 10^{-3}$
<i>Tricholomataceae</i>	0,45	0,14	$0,56 \cdot 10^{-3}$
<i>Cortinariaceae</i>	0,38	0,17	$1,49 \cdot 10^{-3}$
<i>Amanitaceae</i>	0,35	0,06	$1,44 \cdot 10^{-3}$
Порядок <i>Lycoperdales</i>			
<i>Lycoperdaceae</i>	0,35	0,34	$10,5 \cdot 10^{-3}$
Порядок <i>Boletales</i>			
<i>Pavillaceae</i>	0,28	0,09	$0,48 \cdot 10^{-3}$
<i>Boletaceae</i>	0,50	0,03	$0,04 \cdot 10^{-3}$
Порядок <i>Russulales</i>			
<i>Russulaceae</i>	0,32	0,07	$0,28 \cdot 10^{-3}$
Порядок <i>Polyporales</i>			
<i>Polyporaceae</i>	0,30	0,08	$0,34 \cdot 10^{-3}$

березовых насаждений (199 шт) и в пределах территории бывшего фруктового сада (188 шт). В структуре исследуемых объектов наибольший удельный вес имели *Psathyrella conopilus* (16,4 %) и *Psathyrella gracilis* (12,0 %) (рисунок 1). Оба этих вида относятся к несъедобным из-за слишком малых размеров и ломкости карпофоров. Поселяясь преимущественно на древесных остатках, они принимают активное участие в первичной минерализации лигнина древесины. Минимальный удельный вес в сообществе микобиоты исследуемой территории – 0,7 % – имели *Macrolepiota*

*procera* и *Xerocomus subtomentosus*. Гриб-зонтик большой встречался только в одном локалитете на опушке дубовых насаждений более чем 100-летнего возраста, а единичные экземпляры моховика зеленого встречались в дубовых насаждениях северной части парково-рекреационной зоны.

#### Выводы

Наличие в парково-рекреационной зоне города Горки различных видов базидиальных грибов свидетельствует о полноценности растительного биоценоза несмотря на то, что данная территория подвергается

**Рисунок 1.** – Индекс встречаемости видов базидиомицетов, произрастающих на территории парково-рекреационной зоны г. Горки

ся усиленному антропогенному прессингу как в силу своего размещения, так и вследствие специфики использования. При обследовании парково-рекреационной зоны города были выявлены плодовые тела базидиальных грибов 25 видов, относящихся к съедобным, условно съедобным, несъедобным и ядовитым. В структуре исследуемых объектов наибольший удельный вес имели *Psathyrella conopilus* (16,4 %) и *Psathyrella gracilis* (12,0 %).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Мислива, Т. М. Забруднення важкими металами ґрунтового і рослинного покриву парково-рекреаційних ландшафтів м. Житомира / Т.М. Мислива // Аграрний вісн. Причорномор'я. – 2011. – Вип. 57. – С. 24–35.
2. Бурова, Л.Г. Экология грибов макромицетов / Л.Г. Бурова. – М.: Рипол Классик, 1986. – 221 с.
3. Гапиенко, О.С. Флора Беларуси. Грибы. Том 1. Boletales. Amanitales. Russulales / О.С. Гапиенко, Я.А. Шапорова. – Минск: Беларуская навука, 2012. – 199 с.
4. Беломесяцева, Д.Б. Флора Беларуси. Грибы. Том 2. Анаморфные грибы, кн. 1: Темноокрашенные гифомицеты / Д.Б. Беломесяцева, Т.Г. Шабашова. – Минск: Беларуская навука, 2015. – 182 с.
5. Михайловський, Л.В. Макромицети Полісся України / Л.В. Михайловський. – Івано-Франківськ: СПД Михайлівська А.О., 2010 – 656 с.
6. Рышкель, О.С. Встречаемость базидиальных грибов в лесопарковых зонах города Минска / О.С. Рышкель, Е.А. Британ // Экологический вестник. – 2016. – № 4 (38). – С. 96–102.
7. Мыслыва, Т.Н. Накопление тяжелых металлов съедобными грибами Украинского Полесья и риски при употреблении их в пищу / Т.Н. Мыслыва, Ю.А. Белявский // Микология и фитопатология. – 2016. – Вып. 4. – Т. 50. – С. 241–249.

## BIOLOGICAL DIVERSITY OF MACROMYCETS OF THE PARK AND RECREATIONAL ZONE OF THE CITY OF GORKY

MYSLYVA T.N., LEVSHUK O.N.

The analysis of species composition and trophic structure of basidiomycetes growing within the park-recreational landscapes of the city of Gorky is performed. It is established that the basidial mycoflora is represented by 25 species belonging to 5 orders, 11 families and 16 genera. The most numerous are the families *Agaricaceae* (7 species) and *Coprinaceae* (5 species).

УДК 581.9

## СОВРЕМЕННЫЕ ПУТИ ДИНАМИКИ АРЕАЛОВ АБОРИГЕННЫХ ВИДОВ ФЛОРЫ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ

А.Н. Мялик

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

В статье рассматривается динамика ареалов некоторых аборигенных видов флоры Белорусского Полесья, обусловленная антропогенными факторами. На конкретных примерах показано существование современных путей миграции видов: регрессивного северо-восточного и западного, а также прогрессивного северо-западного.

### Введение

В настоящее время антропогенные изменения границ ареалов являются первой качественной ступенью современной региональной динамики флоры и изменения ее состава. Она выражается в одном случае в исчезновении мест произрастания отдельных видов, сокращении их численности и ареала, что в итоге приводит к выпадению вида из состава флоры, в другом – в появлении новых мест произрастания видов, расширении их ареала и обогащении ими флоры данного региона [1]. Регрессивному или прогрессивному изменению границ ареалов в первую очередь подвержены хорологически обусловленные виды, которые изначально находятся в несвойственных для них природно-климатических условиях и в большей степени подвержены антропогенным воздействиям [2]. Согласно нашим исследованиям во флоре центральной части Белорусского Полесья более 150 аборигенных видов (16 %) находятся на пределе своего естественного распространения [3] и в большей степени подвержены влиянию антропогенных и природных факторов.

В соответствии с вышесказанным определяется актуальность и цель данной работы – определить современные пути динамики ареалов аборигенных видов флоры центральной части Белорусского Полесья.

### Материалы и методы

Выяснить пути современной динамики ареалов можно только для тех видов растений, распространение которых в прошлом и настоящем изучено достаточно подробно. С учетом того, что флора Белорусского Полесья с конца XIX столетия интенсивно изучается различными исследователями (И. Пачоский, М. Твардовская, Ф. Тессендорф, С. Кульчинский, И. Дабковская, В. Михайловская, Н. Козловская, В. Парфенов и др.), использование многочисленных опубликованных работ [4–14], материалов гербарных коллекций (MSK, MSKU, MSKH) и современных данных позволяет достаточно точно установить изменения, произошедшие в распространении ряда видов. При картировании отдельных популяций к исчезнувшим отнесены местонахождения, не подтвержденные на протяжении последних 40 и более лет.

### Результаты и их обсуждение

Современные пути изменения границ ареалов, способствующие изменению состава флоры Белорусского Полесья, были определены еще в конце 1970-х гг. в результате исследований, выполненных под руководством В.И. Парфенова [1, 2, 14]. Регрес-

сивный северо-восточный и прогрессивный северо-западный и западный пути тогда были намечены лишь схематически. Их подтверждение стало возможным только в настоящее время (в постмелиоративный период), когда долговременные последствия осушительных мелиораций стали более очевидными.

Природные условия южной части Беларуси в настоящее время не соответствуют экологическим требованиям некоторых холодостойких и умеренно-холодостойких аркто-бореальных и бореальных видов (реликтов ледниковой эпохи), что приводит к постепенному исчезновению их отдельных популяций. Данный процесс особо усилился на протяжении последнего столетия под влиянием антропогенных факторов и является причиной смещения южных границ ареалов некоторых видов (*Betula humilis* Schrank, *Bistorta major* Gray, *Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench, *Daphne mezereum* L., *Empetrum nigrum* L., *Linnaea borealis* L., *Moneses uniflora* (L.) A. Gray, *Neottianthe cucullata* (L.) Schltr., *Picea abies* (L.) Karst., *Salix lapponum* L., *Salix myrtilloides* L., *Trifolium spadiceum* L. и др.) к северу. Эти таксоны в прошлом на территории южной части Беларуси характеризовались более широким распространением и численностью. В настоящее время южные границы их сплошного распространения сместились к северу (к Предполесью), что стало причиной полного выпадения некоторых видов из состава региональной флоры (*Linnaea borealis* L., *Neottianthe cucullata* (L.) Schltr. и др.), либо их нахождения только в единичных островных популяциях (*Empetrum nigrum* L., *Moneses uniflora* (L.) A. Gray и др.). Ниже более подробно рассмотрены особенности региональной динамики ареалов некоторых видов с регрессивным типом изменения.

*Betula humilis* Schrank – европейско-сибирский аркто-бореальный вид, находящийся на территории Белорусского Полесья вблизи южной границы ареала, которая в прошлом проходила по линии Бронная Гора – Логишин (болото Хворощанское) – Чучевичи – оз. Червоное [15]. Вид был известен и в островных популяциях (Лельницкий р-н, окр. д. Прибыловичи). В настоящее время в результате осушения и сельскохозяйственного освоения крупных болотных массивов *Betula humilis* Schrank в пределах Припятского Полесья достоверно известна только из Ивацевичского (Выгонощанские болота), Ганцевичского и Солигорского районов. Тем самым, южная граница сплошного распространения рассматриваемого вида сместилась к северу на 30–50 км (рисунок).

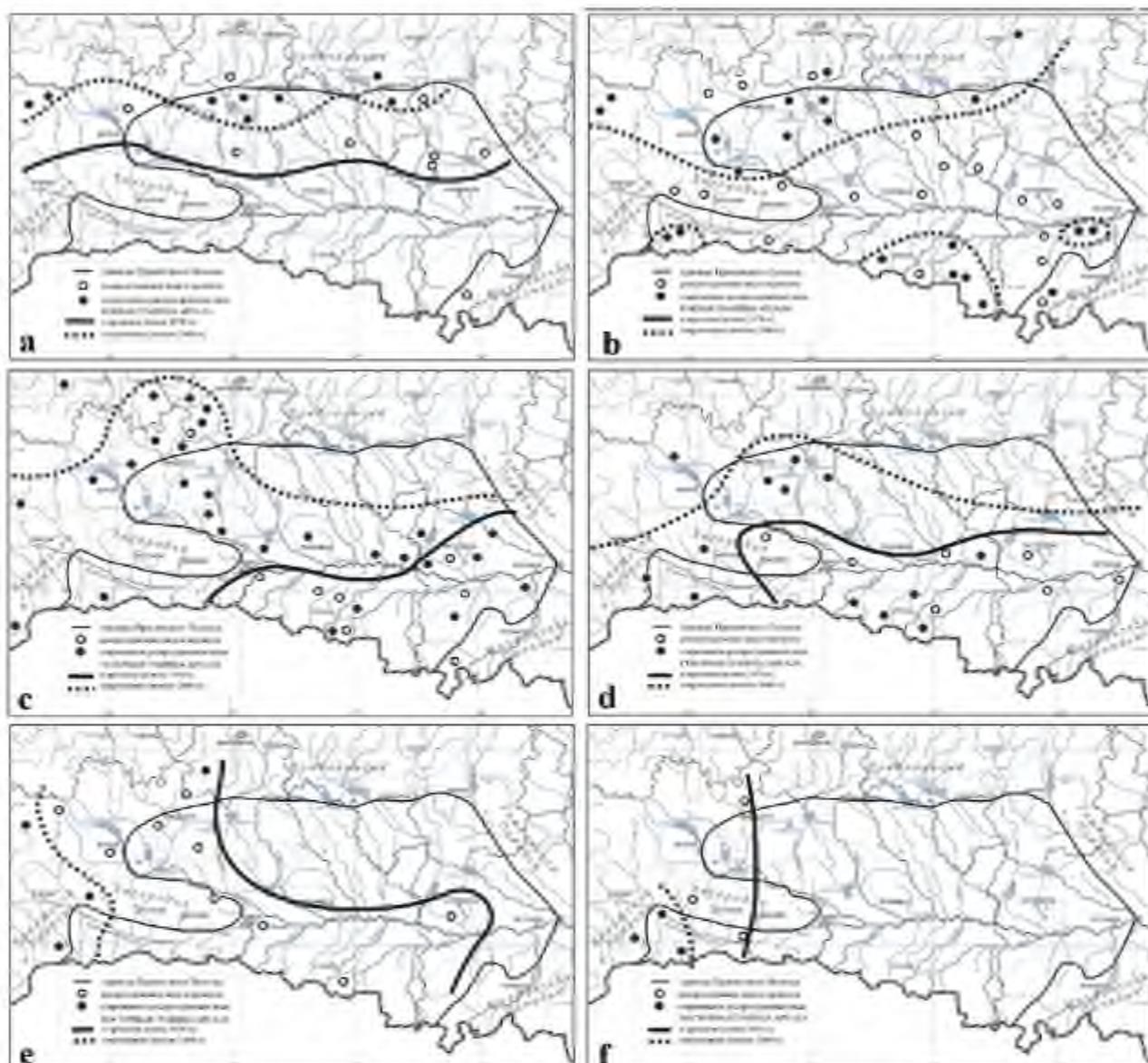


Рисунок 1. – Динамика границ ареалов некоторых аборигенных видов. а) *Betula humilis*, б) *Salix lapponum*, в) *Chondrilla juncea*, д) *Stachys recta*, е) *Armeria vulgaris*, ф) *Carex davalliana*

*Salix lapponum* L. – европейско-сибирский арктобореальный вид, находящийся в Припятском Полесье вблизи южного предела распространения. В прошлом южная граница ареала данного таксона проходила по территории Украинского Полесья по линии Ковель – Луцк – Ровно – Новоград-Волинский – Овруч [16]. В пределах Припятского Полесья *Salix lapponum* L. был известен на территории всех административных районов, однако в настоящее время в результате осушения крупных болотных массивов в ряде местностей (Ивановский, Пинский, Лунинецкий, Житковичский районы) данный вид исчез. Таким образом, под влиянием антропогенных факторов произошла дефрагментация южной части ареала *Salix lapponum* L. и смещение его южной границы сплошного распространения к северу (Спорово – Телеханы – Ганцевичи – Солигорск). Крупные островные участки произрастания *Salix lapponum* L. сохранились в пределах неосушенных болотных комплексов – болота Званец, Морочно, Ольманские, а также болота в среднем течении Припяти (рисунок 1).

*Chondrilla juncea* L. – евросибирско-аралокаспийский субмеридиональный вид, находящийся на территории Белорусского Полесья на северной границе ареала. В пределах Припятского Полесья данный таксон в прошлом имел ограниченное распространение и был известен лишь из Пинского, Столинского, Житковичского и Лельчицкого районов [15]. Его естественное распространение ограничивалось долиной Припяти, а также бассейнами Горыни и Уборти. В настоящее время ареал *Chondrilla juncea* L. сместился к северо-западу на 100 и более км и полностью занял бассейн Ясельды, а также южную часть бассейна реки Щары. Следовательно, современную северо-западную границу распространения данного вида в пределах Припятского Полесья можно провести по линии Селец – Косово – Подгорная – оз. Выгонощанское – Телеханы – Погост – Лунинец – Житковичи – оз. Червоное.

Таким образом, представленные примеры демонстрируют, что на протяжении последнего столетия

под влиянием антропогенных факторов произошло смещение южных границ ареалов некоторых холодостойких и умеренно-холодостойких видов к северу. В данном направлении происходит и прогрессивное смещение северных границ некоторых теплолюбивых видов, обладающих противоположными экологическими требованиями. К таковым относятся *Chondrilla juncea* L., *Eryngium planum* L., *Jurinea cyanoides* Rchb., *Linaria genistifolia* (L.) Mill., *Scabiosa ochroleuca* L., *Stachys recta* L., *Trifolium dubium* Sibth., *Trifolium fragiferum* L. и другие евросибирско-аралокаспийские и евроазиатские меридиональные и субмеридиональные виды.

*Stachys recta* L. – европейско-малоазиатский субмеридиональный вид, распространение которого в Беларуси ограничивается территорией Полесской низменности [15]. В недавнем прошлом данный таксон был известен только в долине Припяти и ее крупнейших притоков – Ясельды и Горыни. Современные исследования показывают, что за последние десятилетия граница ареала *Stachys recta* L. сместилась к северо-западу и проходит по линии Спорово – Козики – Выгонощи – Лунинец и далее вдоль Припяти на восток. Можно предположить, что под влиянием антропогенных факторов произошло расширение ареала *Stachys recta* L. в северо-западном направлении на 40–50 км.

Таким образом, в результате проведения широкомасштабных мелиоративных работ в Белорусском Полесье на протяжении последнего столетия произошли существенные изменения в структуре растительного покрова, что наряду и изменением мезоклиматических условий (в сторону потепления и иссушения климата) создало более благоприятные условия для ряда теплолюбивых лесостепных и степных видов, ареалы которых прогрессируют в северо-западном и северном направлениях.

Описанные выше изменения природных условий не могли не сказаться и на распространении атлантическоевропейских видов, ареалы которых вследствие указанных причин, наоборот, регрессируют к западу. Данная группа видов весьма малочисленна по причине низкой представительности атлантических видов во флоре Припятского Полесья – всего 3,3 % от общего числа аборигенных видов [17]. Достоверно установлено регрессивное смещение восточных границ ареалов к западу для следующих видов, распространенных в атлантической и западной Европе: *Armeria vulgaris* Willd., *Arnosia minima* (L.) Schweigg. et Körte, *Cardamine flexuosa* With., *Carex davalliana* Sm., *Crepis mollis* (Jacq.) Asch., *Hypericum humifusum* L., *Pedicularis sylvatica* L., *Ranunculus lanuginosus* L., *Saxifraga granulata* L. и некоторых других. В результате произошедших изменений некоторые таксоны (*Pedicularis sylvatica* L., *Saxifraga granulata* L. и др.) исчезли из состава региональной флоры, другие стали более редкими.

В их числе *Armeria vulgaris* Willd. – атлантическоевропейский температурный вид, который в Беларуси находится на восточной границе ареала [15]. В начале минувшего столетия восточный предел распространения данного таксона на территории При-

пятского Полесья проходил по линии Ямично – Ивацевичи – Святая Воля – Пинск – Житковичи и далее на юг. В настоящее время *Armeria vulgaris* Willd. на территории Житковичского, Столинского, Пинского, Ивацевичского, Березовского, Ивановского и Дрогичинского районов не отмечается, что позволяет предположить о смещении границы ареала данного вида к западу на более чем 200 км. Таким образом, восточный предел сплошного распространения *Armeria vulgaris* Willd. в Белорусском Полесье ограничивается линией Белый Лесок – Городец – Дивин. К востоку от нее вид известен только в островных местообитаниях (Барановичский, Ветковский и Добрушский р-ны).

*Carex davalliana* Sm. – атлантическоевропейский температурный вид, находящийся в Беларуси на восточном пределе распространения. Вероятно, в прошлом данный таксон в пределах южной части Беларуси имел более широкое распространение (рисунок). В настоящее время *Carex davalliana* Sm. достоверно известна только из Кобринского и Дрогичинского районов. Следовательно, современная восточная граница ареала рассматриваемого вида проходит по линии Толково – Рожное, а на протяжении последнего столетия она сместилась к западу на 40–50 км.

#### Заключение

Результаты выполненных исследований показывают, что современная динамика аборигенной флоры центральной части Белорусского Полесья обусловлена в первую очередь антропогенными факторами. Последние усиливают естественные природные процессы современных путей миграции видов: регрессивного северо-восточного и юго-западного, а также прогрессивного северо-западного. Перечисленные процессы приводят к сокращению численности аркто-бореальных и бореальных видов в составе флоры Белорусского Полесья, а также к увеличению числа теплолюбивых видов как аборигенного, так и адвентивного генезиса. Тем самым, флора Белорусского Полесья под влиянием антропогенных факторов теряет свои естественные черты и становится близкой к флорам более южных фитоценозов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Парфенов, В.И. Тенденции современной миграции флоры Белоруссии / В.И. Парфенов, Р.Ю. Блажевич // Докл. АН БССР. – 1978. – Т. 22. – № 11. – С. 1030–1032.
2. Парфенов, В.И. Обусловленность распространения и адаптации видов растений на границах ареалов / В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1980. – 208 с.
3. Мялик, А.Н. Эколого-географические особенности пограничных видов флоры Припятского Полесья / А.Н. Мялик // Ботаника (исследования): сб. науч. тр. / Ин-т эксперимент. бот. НАН Беларуси. – Минск, 2016. – Вып. 45. – С. 71–82.
4. Пачоский, И.К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И.К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1897. – Т. 27. – вып. 2. – 260 с.
5. Пачоский, И.К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И.К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1899. – Т. 29. – вып. 3. – 115 с.
6. Пачоский, И.К. Флора Полесья и прилежащих местностей / И.К. Пачоский // Тр. С.-Петербург. о-ва естествоисп. Отд-ние ботан. – СПб., 1900. – Т. 30. – вып. 3. – 103 с.

7. Twardowska, M. Ciąg dalszy spisu roślin w okolicy Szemętowszczyzny i z Welesnicy / M. Twardowska // *Pam. Fizyogr.* – 1892. – Т. XII – dz. III. – S. 199–208.
8. Twardowska, M. Przyczynek do flory Pnieszczyny / M. Twardowska // *Pam. Fizyogr.* – 1884. – Т. IV. – dz. III. – S. 423–433.
9. Tesselndorff, F. Vegetationskizze von Oberlaufe der Schtschara / F. Tesselndorff // *Berichte die freien vereien für Pflanzengeographi und Syst. Bot.* – Berlin, 1921. – S. 1–80.
10. Полянская, В.С. Склад флоры Беларусі і геаграфічнае па-шырэньне пазсобных расьлінных відаў / В.С. Полянская. – Менск: Выд-ва БАН, 1931. – 172 с.
11. Dąbkowska, I. Materiały do flory Polesia. III. / I. Dąbkowska // *Acta soc. Bot. pol.* – 1934, Vol. 11. – P. 497–511.
12. Kulczyński, S. Torfowiska Polesia I. II / S. Kulczyński. – Kraków: Uniwersytet Jagielloński, 1940. – 345 s.
13. Михайловская, В.А. Флора Полесской низменности / В.А. Михайловская. – Минск: Изд-во АН БССР, 1953. – 453 с.
14. Парфенов, В.И. Флора Белорусского Полесья. Современное состояние и тенденции развития / В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1983. – 296 с.
15. Козловская, Н.В. Хорология флоры Белоруссии / Н.В. Козловская, В.И. Парфенов. – Минск: Наука и техника, 1972. – 307 с.
16. Червона книга України. Рослинний світ / за ред. Я.П. Дідуха. – Київ: Глобалконсалтинг, 2009. – 900 с.
17. Мялик, А.Н. Европейский географический элемент во флоре Припятского Полесья / А.Н. Мялик // *Весті Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя біялагічных навук.* – 2016. – № 3. – С. 85–89.

## MODERN WAYS OF DYNAMICS OF THE ABORIGENE SPECIES FLORA AREAS OF THE CENTRAL PART BELARUSIAN POLESJE UNDER THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS

MIALIK A.M.

The article deals with the dynamics of habitats of some native species of the Belarusian Polesje flora, caused by anthropogenic factors. Specific examples have been used to prove the existence of modern migration routes for species: regressive northeastern and southwestern, and also progressive northwestern.

УДК 911.2: 556.55 (477.82)

## ЛИМНИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ОЗЕРНЫХ СИСТЕМ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ ОЗЕРА БОЛЬШАЯ БЛИЗНА)

М.П. Пасичник

Восточноевропейский национальный университет имени Леси Украинки, г. Луцк, Украина

В работе осуществлено комплексное лимническое исследование озера Большая Близна. Определены основные морфогенетические параметры озера и его котловины, рассчитаны важнейшие гидрологические показатели, определена структура угодий водосбора. Установлено, что за период наблюдений (1933–2018 гг.) уменьшилась площадь, глубина, объем воды и в незначительной степени ширина водоема. Проанализирован биотический и химический состав донных отложений.

Озерные экосистемы Полесья остаются одними из наиболее репрезентативных ландшафтов восточной Европы. Актуальность мониторинга озерных систем обусловлена значительной долей водоемов в пространственной структуре ландшафтов Полесья, усиленной антропогенной трансформацией лимно-комплексов локального и регионального уровней, слабой изученностью закономерностей функционирования водоемов и необходимостью их изучения для решения задач, имеющих важное научное и хозяйственное значение [1, 2].

Впервые водоемы Полесья исследовал известный ученый П.А. Тутковский, который в начале XX века собрал сведения о морфологии и генезисе озерных котловин [3]. Впоследствии исследованиями озер занимались экспедиции Польского бюро мелиорации Полесья и ученые Варшавского института Пилсудского. Сведения о морфометрии озера Большая Близна встречаются у польского геолога и картографа, исследователя озер Полесья Эдварда Рюлле [4]. Результаты комплексных лимнологических исследований Украинского Полесья обобщены в работах Л. В. Ильина [5–10]. Разведка озерных отложений осуществлена специалистами Киевской геологоразведочной экспедиции [11].

Озеро Большая Близна расположено в пределах Верхне-Припятского ландшафтного района на левобережной пойме реки Припять (4 км на юг от села Самары Ратновского административного района Волынской области). Доминантными в этой местности являются дюнные холмы со скрыто-подзолистыми

почвами. Площадь водоема составляет 0,22 км<sup>2</sup>. Озеро имеет неправильную, вытянутую с севера на юг форму (рисунок 1). Длина водоема – 0,83 км, ширина колеблется от 0,20 км до 0,36 км. Средняя глубина озера – 2,5 м, максимальная – 4,5 м. Объем воды – 550 тыс. м<sup>3</sup>. Береговая линия – открытая, выделенная четко, местами поросшая кустовой озерной, имеет протяженность 1,97 км. Прилегающая территория возвышается над зеркалом воды на 1–1,5 м. По озерной террасе видно амплитуду колебаний воды в озере, которая составляет 0,2–0,3 м. Высокий уровень наблюдается весной, а низкий – в конце лета. Уровень воды в озере уменьшился на 0,5 м после проведения мелиоративных работ на водосборе в конце 80-ых годов XX ст. Водосборный бассейн озера равнинный, с юга и востока ограничен мелиоративными каналами. Прилегающая территория занята преимущественно болотами, влажными суборами и заболоченными лугами. Общая площадь водосбора составляет 12,02 км<sup>2</sup> (включая озеро). Под лесными насаждениями находится – 7,1 км<sup>2</sup>, заболоченными землями – 3,85 км<sup>2</sup>, лугами – 0,85 км<sup>2</sup>. Питание озера – грунтовое, в меньшей степени поверхностно-стоковое. Озеро непроточное, эвтрофного типа ( $K_{эл} = 0,60$ ). Летом водоем используется в контактных видах рекреации [12].

Сравнительный анализ морфометрических и гидрологических показателей за 1933 и 2018 годы свидетельствует о том, что за этот период озеро уменьшилось на 0,03 км<sup>2</sup> (таблица 1). Состоялось обмеление водоема: его максимальная глубина уменьшилась



а



б

Рисунок 1. – Территориальная локализация озера Большая Близна: а) на топооснове М 1:200 000, б) на космоснимке (Google Earth)

на 2 м, средняя на 0,6 м. Существенно уменьшился и объем воды: в 1933 г. он составлял 759 тыс. м<sup>3</sup>, в 2018 – 550 тыс. м<sup>3</sup>. Неизменной осталась длина и на 0,02 км уменьшилась ширина озера. По интенсивности лимнодинамики Л.В. Ильин относит водоем к категории малоизмененных [2].

**Таблица 1.** – Показатели изменения лимнопараметров оз. Большая Близна (1933–2018 гг.)

№	Параметр	1933 г.	2018 г.	Показатель изменения, Δ	Коэффициент динамики, K <sub>дин</sub>
1	Площадь (F), км <sup>2</sup>	0,25	0,22	-0,03	-1,14
2	Длина (L), км	0,83	0,83	0	1,00
3	Ширина (B), км	0,38	0,36	-0,02	-1,05
4	Максимальная глубина (h <sub>max</sub> ), м	6,4	4,5	-2,0	-1,42
5	Средняя глубина (h <sub>ср</sub> ), м	3,1	2,5	-0,6	-1,24
6	Объем (V), тыс. м <sup>3</sup>	759,0	550,0	-209,0	-1,38

Рельеф дна озерной котловины имеет параболическую форму. Угол наклона в питорали составляет 3–8°. Глубина озерной котловины достигает 14 м. Озерная чаша на 60 % заполнена донными отложениями. Максимальная мощность отложений наблюдается в центральной части водоема – до 10 м. Литоральные мелководные участки свободны от донных отложений, сложены песками. В северной и южной части толщина слоя залежей не превышает 2–4 м. Средняя глубина отложений – 3,7 м. Донные

отложения не выходят за пределы водного зеркала озера.

По данным Киевской геологоразведочной экспедиции, в озере при 60 % влажности разведано 126,0 тыс. т балансовых и 50,0 тыс. т забалансовых залежей сапропеля, который представлен диатомовым и песчанистым видами. Диатомовый сапропель составляет основную (балансовую) часть отложений. Его накопление напрямую связано с развитием диатомовых водорослей в проточных, хорошо аэрированных водоемах. Комфортными условиями для их развития был прохладный климат со средним количеством атмосферных осадков и большим количеством солнечных дней. Кластогенный тип седиментации доминировал в начале возникновения озера, поэтому на южном участке водоема на глубине от 6–8 м до 12–14 м под толщей диатомового сапропеля имеются запасы песчанистого сапропеля.

Диатомовый сапропель из озера Большая Близна имеет темно-серый цвет с оливковым оттенком, богатый остатками кремнеземистых стволов диатомовых водорослей; в сухом состоянии сапропель рассыпной, коричнево-серый. Естественная влажность изменяется от 87,46 % до 93,22 %, зольность высокая и колеблется в значительных пределах – 42,0–62,0 %. Диатомовый сапропель богат кремнеземом органического происхождения. Результаты анализа биотического состава сапропеля представлены в таблице 2.

Основу биотической части отложений составляют диатомовые водоросли (15–50 %), аморфный детрит (15–25 %) и глинистые фракции (5–45 %). В незначительных количествах имеются сине-зеленые водоросли (> 10 %), животные (5–15 %) и растительные остатки (> 5 %). Геохимические показатели содержа-

**Таблица 2.** – Биотический состав донных отложений озера Большая Близна (обобщенно по материалам Киевской ГРЕ)

Глубина отбора, м	W, %	A, %	Биотический состав, в %							Вид сапропеля
			аморфный детрит	сине-зеленые водоросли	диатомовые водоросли	остатки животных	растительные остатки	споры, пыльца	частицы глины	
4,5	93,52	49,0	25	10	20	15	5	5	20	органо-глинистый
5	91,62	54,0	25	10	25	10	5	5	20	органо-глинистый
5,5	92,24	47,0	15	10	40	10	5	5	15	диатомовый
6	91,35	46,0	20	10	40	10	0	5	15	диатомовый
6,5	89,73	46,0	20	10	40	10	5	5	10	диатомовый
7	92,07	44,0	15	10	50	5	5	5	10	диатомовый
7,5	92,48	45,0	20	10	45	5	5	5	10	диатомовый
8	91,72	44,0	20	10	50	5	5	5	5	диатомовый
8,5	91,27	44,0	20	10	45	5	5	5	10	диатомовый
9	90,19	47,0	20	10	35	5	5	5	20	диатомовый
9,5	92,00	44,0	20	10	35	5	5	5	20	диатомовый
10	91,31	45,0	15	10	50	5	5	5	10	диатомовый
10,5	90,51	47,0	15	10	30	10	5	5	25	диатомовый
11	90,45	46,0	20	10	20	10	5	5	30	органо-железистый
11,5	89,81	45,0	20	5	15	5	5	5	45	органо-железистый

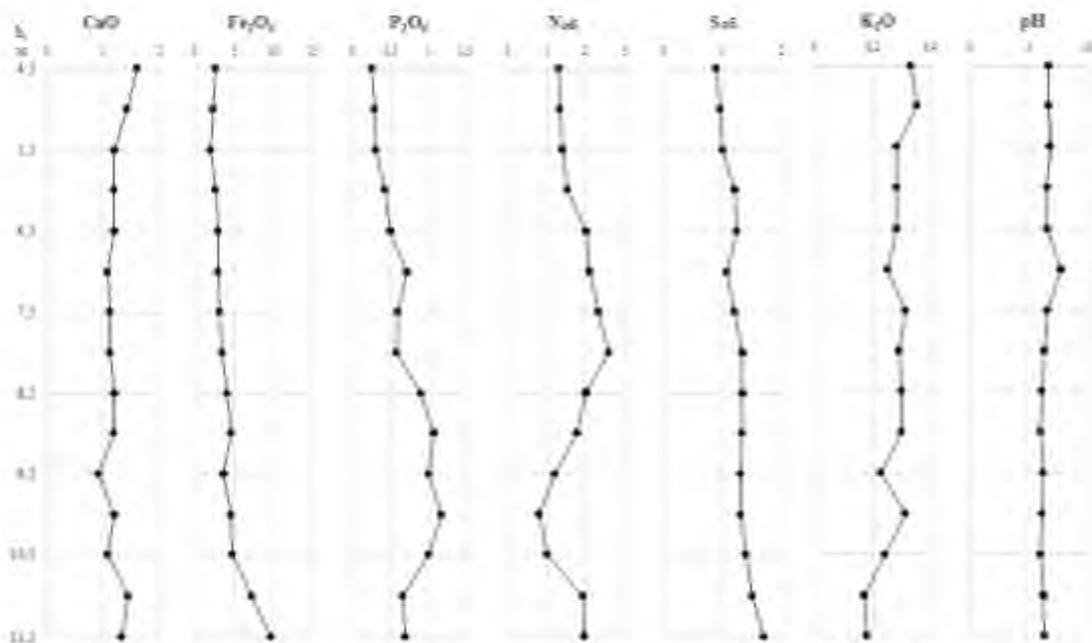


Рисунок 2. – Распределение компонентов отложений оз. Большая Близна, %

ния  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ,  $\text{S}_{\text{acc}}$ ,  $\text{N}_{\text{tot}}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  в донных отложениях водоема представлены на рисунке 2.

В донных отложениях оз. Большая Близна содержание карбонатов не превышает 1,64 %, на сухое вещество. Среднее значение содержания оксида кальция ( $\text{CaO}$ ) составляет 1,27 %. Повышенная концентрация кальция в литеральной зоне отложений до 1,59 % может свидетельствовать об изменении водного режима водоема. Содержание оксида железа ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) колеблется в пределах от 1,99 % до 9,73 % и увеличивается с глубиной. Такие высокие концентрации железа способствуют образованию так называемой диатомовой охры – природного минерального пигмента из гидрооксида железа и диатомитов. Средняя концентрация оксида железа составляет 3,77 % на сухое вещество. Концентрация оксида фосфора в озере возрастает с глубиной. На поверхности отложений их содержание составляет 0,28 %, тогда как на глубине 10 м – 1,18 % (среднее значение – 0,89 %). Фосфор является главным активизатором роста гидробионтов, поэтому повышенные его концентрации способствуют эвтрофикации водоема. Содержание общего азота ( $\text{N}_{\text{tot}}$ ) не превышает 2,56 %. Наблюдается значительное его колебание на разных генетических уровнях отложений, что указывает на изменение условий накопления осадков в голоцене. Содержание серы увеличивается с глубиной отложений, от 0,96 % до 1,60 на глубине 11,5 м. Концентрации оксида калия увеличивается на поверхности отложений до 0,35 % на сухое вещество. Это связано с увеличением роли аллохтонного материала, поступающего в водоем с водосбора. Степень кислотности (pH) осадков – нейтральный (6,01–6,76) [12].

Следовательно, озеро Большая Близна – типичный эвтрофный водоем Западного Полесья Украины. Водосбор озера не потерпел значительных антропогенных трансформаций в результате мелиора-

тивных работ на заболоченных землях. Изменения, произошедшие за период наблюдений (85 лет), можно характеризовать как усиление эвтрофикации озера путем обмеления, однако эти изменения не являются критическими. В озере разведано 126,0 тыс. т балансовых запасов диатомового сапропеля. В его составе преобладают остатки стволов диатомовых водорослей. Химический анализ показал, что донные осадки имеют типичные для Украинского Полесья концентрации биогенных элементов (средние значения:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 3,77 %,  $\text{CaO}$  – 1,27 %,  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,89 %,  $\text{S}_{\text{acc}}$  – 1,12 %,  $\text{N}_{\text{tot}}$  – 1,96 %,  $\text{K}_2\text{O}$  – 0,27 %, на сухое вещество). В связи с размещением, освоенностью и наличием необходимых прибрежных рекреационных ресурсов главными направлениями рационального использования водоема является природоохранный и рекреационный.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Богословский, Б.Б. Озероведение / Б.Б. Богословский. – М.: Наука, 1960. – 335 с.
2. Ильин, Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 1: Природничо-географічні основи дослідження та регіональні закономірності / Л.В. Ильин. – Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 316 с.
3. Тутковский, П.А. Полесские «окна» / П.А. Тутковский // Землеведение – 1900 – Кн. 4 – С. 29–62.
4. Rühle, E. Jeziora krasowe zachodniej części Polesia Wolyńskiego / E. Rühle // Rocznik Wolyński. – 1935. – Т. 4. – С. 210–241.
5. Ильин, Л.В. Водоемы замедленного водообмена Украины: ресурсы и проблемы рационального использования / Л.В. Ильин // Прикладная лимнология. – 2002. – Вып. 3. – С. 265–271.
6. Ильин, Л.В. Пространственная дифференциация водоемов Украины / Л.В. Ильин // Основные направления развития современной географии: Сб. науч. тр. – Владимир: ВГПУ, 2006. – С. 243–249.
7. Ильин, Л.В. Лімнокомплекси Українського Полісся. У 2-х т. Т. 2. Регіональні особливості та оптимізація / Л. В. Ильин. –

- Луцьк: РВВ «Вежа» Волин. нац. ун-ту ім. Лесі Українки, 2008. – 400 с.
8. Ilyin, L.V. Geochemical peculiarities of bottom sediments in polytypic lakes of Ukrainian Polissya / L.V. Ilyin // *Limnological Review*. – 2002. – Vol. 2. – P. 155–163.
  9. Ilyin, L.V. The lake-swamp complexes of Volyn Region / L.V. Ilyin, O.V. Ilyina // *Lakes and artificial water reservoirs-functioning, revitalization and protection*. – Sosnowiec: University of Silesia, 2004. – С. 71–76.
  10. Ilyin, L.V. The resource appraisal of the pools of slow water exchange of Ukraine / L.V. Ilyin // *Limnological Review*. – 2001. – Vol. 1. – P. 137–141.
  11. Справочник ресурсов сапропеля Украины по состоянию на 1.01.1993 г. Кн. 1. Волынская область. – К.: ГГП «Севукргеология», 1994 а. – 194 с.
  12. Пасичник, М.П. Озеро Велика Близна: лімнологічно-географічний аналіз / М.П. Пасичник, О.В. Ільїна // *Науковий вісник Східноєвропейського національного університету імені Лесі Українки. Географічні науки*. – 2017. – Вип. 8. – С. 26–33.

## LIMNOLOGICAL MONITORING OF THE LAKES SYSTEMS OF UKRAINIAN POLESYA (ON THE EXAMPLE OF THE LAKE BOLSHAYA BLIZNA)

PASICHNYK M.P.

In the work, a comprehensive limnological exploration of Lake Bolshaya Blizna is carried out. The basic morphogenetic parameters of the lake and its basin are determined. The most important hydrological parameters are calculated, the structure of the catchment area is determined. It was established that during the period of observations (1933–2018) the area, depth, volume of water and to a small extent the width of the reservoir decreased. The biotic and chemical composition of bottom sediments is analyzed.

УДК 574.32/594.38/643.01+913

## РАССЕЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНО НОВЫХ ВИДОВ НАЗЕМНЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ГОРОДСКИЕ ЗЕМЛИ Г. БРЕСТА

В.П. Рабчук, В.Т. Демянчик

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Оценивается современный видовой состав наземной малакофауны г. Бреста (Беларусь). Обсуждаются факты появления новых видов моллюсков, векторы их расселения, экологические условия пионерных популяций наиболее редких видов этой группы животных. Определены 6 основных благоприятных для малакофауны особенностей урбандошфта г. Бреста. Впервые для территории Беларуси отмечено появление в Бресте *Anion rufus*, *Anion lusitanicus*, *Brephulopsis bidens*, *Eobania vermiculata*, *Helicopsis striata*. Выделены три миграционных волны заселения неаборигенных моллюсков: 1990-е, 2000-е и 2010–2017 гг.

### Введение

Наземные моллюски – одна из аборигенных групп животного мира Бреста и окрестностей. Моллюски широко распространены в разных регионах Беларуси. По обилию, видовому разнообразию и темпам расселения регионально новых видов, Брест является одним из наиболее своеобразных городов Беларуси [1–3].

Цель статьи – обзор регионально новых неаборигенных видов наземных моллюсков в малакофауне Бреста в связи с экологическими особенностями города.

### Методика и объекты исследования

Целенаправленные исследования наземных моллюсков выполнены на юго-западе Беларуси в 1990–2018 годах. Фрагментарные наблюдения проводились в 1978–1987 гг. Поиски и изучение численности (обилия) наземных моллюсков проведены в Бресте, других городах, заказниках и парках в Брестской, Гомельской, Минской и Гродненской областях. Брест рассматривается в городской черте по состоянию на 2018 г.

В качестве постоянных площадок наблюдений (ППН) определены 14 объектов г. Бреста. В статье обсуждаются 3 ППН, территории которых в наиболее полной мере отражают естественное и техногенное многообразие биотопов: «Брестская крепость» (2,5 км<sup>2</sup>); железнодорожная станция «Брест-Северный» (1,7 км<sup>2</sup>); памятник природы «Торфяник Дубровка» (0,1 км<sup>2</sup>). Численность особей определя-

лась для пробных площадок с максимальной плотностью конкретного вида.

Идентификация видов проведена по литературным источникам [4–8]. Зоогеографические и экологические особенности оценивались по известным работам [9–14].

### Результаты и их обсуждение

Наземные моллюски – одна из наиболее консервативных групп беспозвоночных по скорости, темпам и масштабам миграций. Но, благодаря пассивным способам перемещения в различных транспортных средствах, потенциал расселения наземных моллюсков сравнительно высокий. С началом XX ст. и по настоящее время г. Брест связан эпизодическим и регулярным железнодорожным сообщением и автотранспортными грузоперевозками со всеми зоогеографическими регионами Евразии. Что в свою очередь сформировало устойчивый канал случайных заносов и натурализации в новых регионах, включая Брест.

В настоящее время в Бресте в естественных условиях без признаков зоокультуры выявлены 79 наземных моллюсков (таблица 1).

Среди них массовые многочисленные представители представлены 27 видами, что составляет 34 % от общего числа видов (категории *мас*, *час* в таблице 1). Основная часть видовой состава (65,8 %) представлена редкими представителями (*ед*, *оч.ред*, *ред*) (таблица 1).

Таблица 1. – Видовой состав и встречаемость наземных моллюсков на территории г. Бреста и в некоторых его стационарах наблюдений в 1990–2018 гг.

№ п/п	Семейства и виды наземных моллюсков	г. Брест	ППН «Брестская крепость»	ППН «Брест-Северный»	ППН «Торфяник Дубровка»
	<i>Сем. CARYCHIIDAE</i>				
1	<i>Carychium minutum</i> европейская карпиковая улитка	ред	ред		оч.ред
2	<i>Carychium tridentatum</i> улитка прибрежная удлиненная	оч.ред			
	<i>Сем. COCHLICOPIDAE</i>				
3	<i>Cochlicopa lubrica</i> агатовка обыкновенная	мас	мас	час	час
4	<i>Cochlicopa lubricella</i> агатовка стройная	час			
5	<i>Cochlicopa nitens</i> агатовка широкая	ред			ред
	<i>Сем. PUPILLIDAE</i>				
6	<i>Pupilla bigranata</i> улитка моховая малая	оч.ред			

7	<i>Pupilla muscorum</i> улитка моховая обыкновенная	час	ред	мас	ред
	Сем. VALLONIIDAE				
8	<i>Acanthinula aculeata</i> улитка (дерновая) колючая	ред			
9	<i>Vallonia costata</i> улитка дерновая ребристая	час	час	ред	ред
10	<i>Vallonia pulchella</i> улитка дерновая гладкая	мас	час	час	мас
	Сем. VERTIGINIDAE				
11	<i>Columella edentula</i> улитка-завиток беззубая	оч.ред			
12	<i>Truncatellina cylindrical</i> улитка-завиток цилиндрическая	час		ред	час
13	<i>Vertigo alpestris</i> улитка-завиток альпийская	оч.ред			
14	<i>Vertigo antivertigo</i> улитка-завиток широкая	час	ред		ред
15	<i>Vertigo moulińska</i> улитка-завиток Мулена	ред			ред
16	<i>Vertigo pusilla</i> улитка-завиток малая	оч.ред			
17	<i>Vertigo pygmaea</i> улитка-завиток карликовая	час	ред	ред	ред
18	<i>Vertigo substriata</i> улитка-завиток исчерченная	оч.ред			
19	<i>Vertilla angustior</i> улитка-завиток левозавитая	оч.ред			оч.ред
	Сем. ENIDAE				
20	<i>Brephulopsis cylindrica*</i> улитка башневидная цилиндрическая	ред		ред	
21	<i>Brephulopsis bidens*</i> улитка башневидная двузубая	ред		ред	
22	<i>Chondrula tridens</i> улитка башневидная трехзубая	ред	ред		
23	<i>Eva montana</i> улитка башневидная горная	оч.ред			оч.ред
	Сем. CLAUSILIIDAE				
24	<i>Bulgatica sapa</i> улитка запертая серая	оч.ред			
25	<i>Clausilia bidentata</i> улитка запертая двузубая	ред	ред		
26	<i>Clausilia cruciata</i> улитка запертая крестовая	ред			
27	<i>Clausilia pumila</i> улитка запертая малая	оч.ред			оч.ред
28	<i>Cochlodina laminata</i> улитка запертая блестящая	мас	час		оч.ред
29	<i>Laciniaria plicata</i> улитка запертая зубастая	ред			
30	<i>Macrogastra plicatula</i> улитка запертая стройная	оч.ред			
31	<i>Macrogastra ventricosa</i> улитка запертая пузатая	оч.ред			
32	<i>Ruthenica filograna</i> улитка запертая хрупкая	оч.ред			оч.ред
	Сем. DISCIDAE				
33	<i>Discus rotundatus*</i> улитка дисковая пятнистая	ред	ред		

34	<i>Discus rudерatus</i> улитка дисковая обыкновенная	час	час		ред
	Сем. PUNCTIDAE				
35	<i>Punctum ругмаеum</i> улитка дисковая карликовая	ред	час	оч.ред	ред
	Сем. EUCONULIDAE				
36	<i>Euconulus fulvus</i> улитка коническая обыкновенная	ред	час		ред
	Сем. GASTRODONTIDAE				
37	<i>Zonitoides nitidus</i> улитка болотная обыкновенная	мас	час	ред	мас
	Сем. ZONITIDAE				
38	<i>Aegopinella minor</i> улитка блестящая малая	оч.ред			
39	<i>Aegopinella nitens</i> улитка блестящая косая	ред	оч.ред		
40	<i>Aegopinella nitidula</i> улитка блестящая красноватая	оч.ред			
41	<i>Oxuchilus alliarius</i> улитка кислая чесночная	ед.			
42	<i>Oxuchilus draparnaudi</i> улитка кислая Драпарно	ред	ред		ред
43	<i>Vitrea contracta</i> улитка хрустальная сжатая	ред			оч.ред
44	<i>Vitrea crystallina</i> улитка хрустальная обыкновенная	ред			
	Сем. AGRIOLIMACIDAE				
45	<i>Deroceras agreste</i> слизень полевой обыкновенный	ред	час	оч.ред	оч.ред
46	<i>Deroceras laeve</i> слизень полевой гладкий	ред	ред		ред
47	<i>Deroceras reticulatus</i> слизень (полевой) сетчатый	час	ред	оч.ред	ред
	Сем. LIMACIDAE				
48	<i>Lehmannia marginata</i> слизень древесный обыкновенный	ед.			
49	<i>Limax maximus</i> слизень большой обыкновенный	час	ред	оч.ред	мас
50	<i>Limax cinereoniger</i> слизень большой черный	мас	мас	ред	ред
51	<i>Malacolimax tenellus</i> слизень большой желтый	час	час	ред	мас
	Сем. VITRINIDAE				
52	<i>Vitina pellucida</i> прозрачная витрина	час	час	ред	час
	Сем. ARIONIDAE				
53	<i>Arion circumscriptus</i> слизень дорожный пятнистый	оч.ред			
54	<i>Arion subfuscus</i> слизень дорожный рыжий	час	час	оч.ред	час
55	<i>Arion fasciatus</i> слизень дорожный бледный	ред			
56	<i>Arion lusitanicus*</i> испанская лесная улитка	ед.			
57	<i>Arion rufus*</i> красный придорожный слизень	ед.			
	Сем. BRADYBAENIDAE				
58	<i>Bradybaena fruticum</i> улитка кустарниковая обыкновенная	мас	мас	ред	час

59	<i>Bradybaena (transbaicalia?)*</i> улитка кустарниковая (забайкальская?)	ед		ед	
	Сем. HELICIDAE				
60	<i>Arianta arbustorum*</i> улитка древесная	ред	оч.ред	ред	
61	<i>Serapea hortensis</i> улитка полосатая садовая	ред	оч.ред		
62	<i>Serapea nemoralis</i> улитка полосатая лесная	мас	час	час	час
63	<i>Serapea vindobonensis</i> улитка полосатая австрийская	оч.ред			
64	<i>Helix albescens*</i> улитка большая (виноградная) обыкновенная	ед			
65	<i>Helix lutescens*</i> улитка большая (виноградная) желтоватая	час	мас	ред	
66	<i>Helix pomatia</i> улитка (большая) виноградная	час	ред	оч.ред	мас
	Сем. HYGROMIIDAE				
67	<i>Eiosthalia strigella</i> улитка лысеющая	ред			
68	<i>Monacha carthusiana*</i> улитка-монах бумажная	ред	ред	ред	
69	<i>Monachoides incarnata</i> улитка зернистая красноватая	ред			
70	<i>Perforatella bidentata</i> улитка двузубая обыкновенная	час	ред		час
71	<i>Trochus hispida</i> улитка волосатая обыкновенная	час	час	оч.ред	мас
72	<i>Pseudotrachia rubiginosa</i> улитка волосатая ржавая	ред			оч.ред
73	<i>Xerolenta obvia</i> улитка степная обыкновенная	час	ред	мас	оч.ред
74	<i>Eobania vermiculata*</i> улитка расписная	ед		ед	
75	<i>Helicopsis striata*</i> улитка степная ребристая	ед		ед	
76	<i>Candidula intersepta*</i> улитка земляная важная	ед		ед	
	Сем. SUCCINEIDAE				
77	<i>Oxyloma elegans</i> янтарка стройная	час	час		час
78	<i>Succinea putris</i> янтарка обыкновенная	час	час	оч.ред	мас
79	<i>Succinella oblonga</i> янтарка малая	ред	ред		ред

Примечание: \* виды, которые были заселены в результате расширения своего ареала или при помощи деятельности человека (неаборигенные виды). Встречаемость и численность видов: ед – встречаемость составляет менее 5 регистраций в год; оч.ред – встречаемость составляет 5–30 регистраций в год; ред – численность составляет менее 10 особей на 1 м<sup>2</sup>; час – численность составляет 10–50 особей на 1 м<sup>2</sup>; мас – численность составляет более 50 особей на 1 м<sup>2</sup>.

В составе малакофауны города Бреста отмечено значительное число видов-вселенцев – 13 (таблица 2). Исходя из периода появления на территории г. Бреста можно условно выделить три миграционных волны заселения неаборигенных моллюсков: 1990-е, 2000-е и 2010–2017 гг. Причем 38 % вселенцев появились в Бресте только за последние 7 лет (таблица 2), что возможно связано с активным наращиванием контейнерного грузопотока по железной дороге и другими особенностями урболандшафта.

За исключением крупных представителей виноградных улиток (*Helix lutescens*) и возможно – садовых улиток (*Monacha carthusiana*), акклиматизированных в католических монастырях, костелах и усадьбах, остальные неаборигенные виды появились пассивным путем. Успеху натурализации регионально новых видов моллюсков способствовали 6 особенностей из спектра экологических условий современного урболандшафта Бреста.

Таблица 2. – Регионально новые неаборигенные виды наземных моллюсков в г. Брест по состоянию на 2018 г.

№ п/п	Виды	Вектор расселения	Период появления	Регион обитания аборигенных популяций	Встречаемость, тенденции расселения
1	<i>Brachulopsis cylindrica</i> улитка башневидная цилиндрическая	Южный	2010-е года	Крымский полуостров	3 отдельных группы, расширяется
2	<i>Brachulopsis bidens</i> улитка башневидная двузубая	Южный	2000-е года	Крымский полуостров	одна группа, стабильна
3	<i>Discus rotundatus</i> улитка дисковая пятнистая	Юго-западный	1990-е года	Южные регионы Украины, Польши	небольшие группы, стабильна
4	<i>Apon lusitanicus</i> испанская лесная улитка	Юго-западный	2013–2014 года	Пиренейский полуостров	найдено 12 особей, стабильна
5	<i>Apon rufus</i> красный придорожный слизень	Юго-западный	2015–2016 года	Карпатские горы, Украина	найдено 5 особей, стабильна
6	<i>Bradybaena (transbaicalia?)</i> улитка кустарниковая (забайкальская?)	Восточный	2016–2017 года	Юг Уральских гор	найдено 3 особи, стабильна
7	<i>Ananta arbustorum</i> улитка древесная	Западный	1990-е года	Прибалтийские страны	3 отдельных группы в Бресте, стабильна
8	<i>Helix albescens</i> улитка большая (виноградная) обыкновенная	Южный	2000-е года	Крымский полуостров	в 2002–2005 и 2012 гг. найдено 4 особи, вымирающая группа
9	<i>Helix lutescens</i> улитка большая (виноградная) желтоватая	Западный	Не позднее XVII–XVIII вв.	Регионы Западной и Юго-западной Европы	большие группы, экспансивное расселение
10	<i>Monacha carthusiana</i> улитка-монах бумажная	Западный	Не позднее XVII–XVIII вв.	Регионы Западной и Юго-западной Европы	небольшие группы, стабильна
11	<i>Eobania vermiculata</i> улитка расписная	Юго-западный	2015–2016 года	Балканский полуостров, Греция, Болгария	до 2018 г. найдено всего 5 особей, стабильна
12	<i>Helicopsis striata</i> улитка степная ребристая	Южный	2000-е года	Степные и лесостепные регионы Украины	редко попадает на Ж/Д насыпях, стабильна
13	<i>Candidula intersecta</i> улитка земляная важная	Южный	2000-е года	Степные и лесостепные регионы Украины	редко попадает на Ж/Д насыпях, стабильна

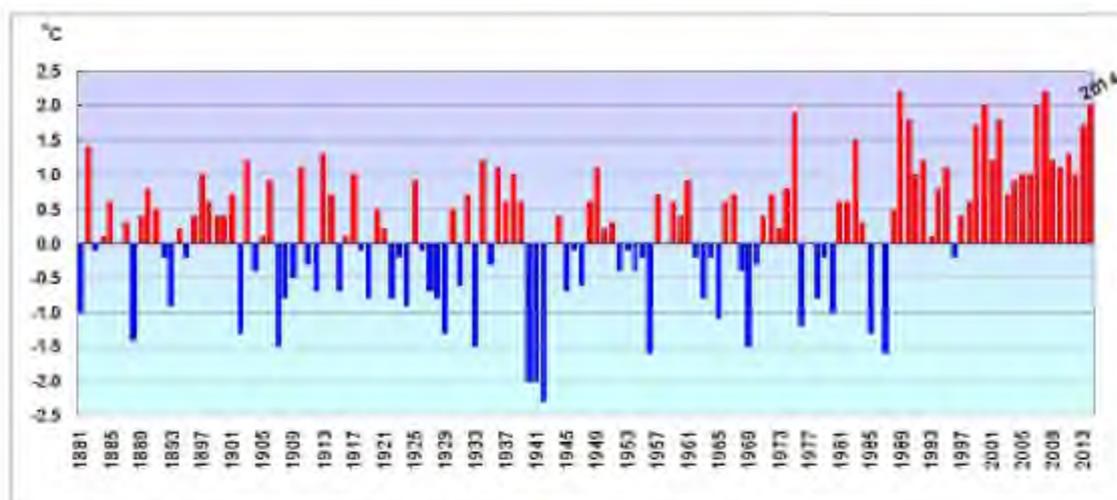
Важнейшая особенность биотопов устойчивых группировок новых крупных видов – плодородные, гумусированные почвогрунты с пыльным широкотравьем и обильным листовым опадом широколиственных пород. Промерзаемость буроземов в отдельных местах таких биотопах зимой отсутствует.

Вторая особенность – наличие каменных строений с известковыми связующими компонентами (т.е. построенных без применения цемента). Это относится, прежде всего, к группировкам из семейства *Helicidae*, *Hygromidae*.

Современные строительные материалы (крошка, кирпичный бой, «пеноблоки» и прочие с высоким содержанием извести) нередко служат оптимальными субстратами для формирования устойчивых группировок новых видов.

Третья особенность – аональные микроклиматические аномалии (сильно прогреваемые солнечной инсоляцией) на южных экспозициях крутосклонов. Немаловажны и склоны северной экспозиции, где в летний зной удерживается влажность воздуха

до 100 %. В летнюю эстивацию крупные виды улиток Бреста уходят в редкие годы. В этом отношении Брест отличается от других городов Беларуси. По протяженности (свыше 250 км с учетом обоих экспозиций) и извилистости насыпных валов (милитарные техноморфы, железнодорожные насыпи возле мостов, отсыпки центральной дороги XVIII–XIX столетия и т.д.) не имеет аналогов среди городов и других мест Беларуси. Эта (третья) особенность «искусственных зеленых гор» обусловила успешное развитие наиболее обильной группировки виноградной улитки на период 1990-х годов (до массовой хищнической эксплуатации) даже через 200 лет после разрушения садовой культуры монастырей в нынешней Брестской крепости. Эта же особенность обусловила успешную натурализацию и даже расширение «крымских улиток» *B. cylindrica* в наиболее экологически напряженной части города – на улице Московская. Здешняя популяция со скоростью 50–70 м в год расселяется по крутосклону тротуара на восток.



**Отклонение средней по Беларуси годовой температуры воздуха от климатической нормы (5,8°C) за период 1881–2014 гг.**

*Рисунок 1. – Отклонение средней по Беларуси годовой температуры воздуха от климатической нормы (5,8 °С) за период 1881–2014 гг. [15]*

Четвертая особенность – высокий транзитно-миграционный потенциал города. С юга по течению р. З. Буг возможен естественный контакт (принес животных) с пределов лесостепной природной зоны. Железнодорожный и автомобильный транспорт связывает город путем контейнерных перевозок с более удаленными природными зонами. Значительная часть пионерных популяций регионально новых видов – 62 % наземных моллюсков сосредоточена на железнодорожных объектах (таблицы 1, 2).

Пятая особенность – снижение континентальности климата в зимние сезоны последних десятилетий, что позволяет удовлетворительно переносить зимовки. Как видно из таблиц 1 и 2, основная часть новых видов натурализовалась или адаптируется с разным успехом именно в последние десятилетия.

Среднегодовая температура по Беларуси с 1989 г. поднялась выше климатической нормы на 1,1 °С (рисунок 1). Потепление особенно заметно в зимние и первые весенние месяцы, а прежним оставался лишь ноябрь [15].

Сплошные положительные отклонения температур после 1989 г. (рисунок 1) в целом соответствуют по хронологии трем миграционным волнам моллюсков в Бресте.

Шестая особенность – отсутствие специализированных хищников, за исключением фауны *Phasianus colchicus*, который регулярно питается раковинными моллюсками, как водными (*Dreissena polymorpha*) так и наземными; *B. fruticum*, *C. nemoralis*, *B. cylindrica* и другими.

Экологические и хозяйственные эффекты расселения новых видов моллюсков различны. Некоторые признаны инвазивными чужеродными видами. Сборный комплекс 3 видов «виноградная улитка» служит объектом промысла. Отдельные виды отмечены в качестве потребителей инвазивных растений травяни-

стой флоры. В пищевые цепи животных вовлечены некоторые слизни и мелкие раковинные моллюски.

Таким образом, среди наземных моллюсков в Брест за последние два десятилетия проникли 11 видов, некоторые из них (2 вида) появились в урбандошафте в прошлом. Успеху натурализации моллюсков способствовали 6 особенностей урбандошафта Бреста.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Моллюски Беларуси (Mollusca of Belarus) [Электронный ресурс]. – Минск, 2012 – Режим доступа, <https://mollusca-g2p.weebly.com> – Дата доступа 22.04.2018.
2. Просветительская интернет-программа «Моллюски» [Электронный ресурс] / Лаборатория малакологии Государственного природоведческого музея НАН Украины / Н.В. Гураль-Сверлова, Р.И. Гураль. – Киев, 2007. – Режим доступа: <http://www.rip-mollusca.org/ru/index.php> – Дата доступа 30.04.2016.
3. Рабчук, В.П. Первая для Беларуси находка наземного вида моллюсков *Brephulopsis cylindrica* (Gastropoda, Pulmonata, Eridae). / В.П. Рабчук, К.В. Земоглядчук // *Ruthenica*. – 2011. – Vol. 21, № 2. – С. 95–96.
4. Кантор, Ю.И. Каталог моллюсков России и сопредельных стран / Ю.И. Кантор, А.В. Сысоев. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 627 с.
5. Лихарев, И.М. Клаузилиды / И.М. Лихарев // *Фауна СССР. Моллюски* – Т. 3, вып. 4. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1962. – 318 с.
6. Шилейко, А.А. Наземные моллюски подотряда Pupillina фауны СССР (Gastropoda, Pulmonata, Geophila) / А.А. Шилейко // *Фауна СССР. Моллюски*. – Т. 3, вып. 3. Нов. сер., № 130. – Л.: Наука, 1984. – 399 с.
7. Шилейко, А.А. Наземные моллюски надсемейства *Helicoidea* / А.А. Шилейко // *Фауна СССР. Моллюски*. – Т. 3, вып. 6. – Л.: Наука, 1978. – 384 с.
8. Лихарев, И.М. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (Gastropoda, Terrestria, Nuda) / И.М. Лихарев, А.И. Виктор // *Фауна СССР. Моллюски*. – Т. 3, вып. 5. – Л.: Наука, 1980. – 438 с.

9. Пузанов, И.И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. Ч. 1. Моллюски горного Крыма / И.И. Пузанов // Бюллетень Московского общества Испытателей природы. Отдел Биология. – 1925. – Т. 33. – С. 48–104.
10. Пузанов, И.И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. Ч. 2. Моллюски степного Крыма / И.И. Пузанов // Бюллетень Московского общества Испытателей природы. Отдел Биология. – 1926. – Т. 35. – С. 84–101.
11. Пузанов, И.И. Материалы к познанию наземных моллюсков Крыма. Ч. 3. Состав, распределение и генезис Крымской малакофауны / И.И. Пузанов // Бюллетень Московского общества Испытателей природы. Отдел Биология. – 1927. – Т. 36. – С. 221–282.
12. Лихарев, И.М. Наземные моллюски фауны СССР / И.М. Лихарев, Е.С. Раммельмейер. – Москва: Издательство Академии наук СССР, 1952. – 512 с.
13. Удапой, А.В. Наземные моллюски (*Mollusca, Gastropoda, Pulmonata*) юга Западной Сибири (фауна, экология, география); автореф дис. ... канд биол. наук: 03.00.08 / А. Удапой; Томский гос-ный ун-т – Томск, 2004. – 28 с.
14. Сверлова, Н.В. Фауна, экология и внутривидовая изменчивость наземных моллюсков в урбанизированной среде / Н.В. Сверлова, П.Н. Хлус, С.С. Крамаренко [и др.] – Львов: Государственный природный музей НАН Украины, 2006. – 226 с.
15. Волюнец, А. Изменение климата в Беларуси: в Витебской области станет так же тепло, как в Брестской? [Электронный ресурс] / А. Волюнец // Зялены партал: Таварыства «Зяленая сетка» – 2007. – Режим доступа: <http://greenbelarus.info/articles/19-10-2016/izmenenie-klimata-v-belarusi-v-vitebskoy-oblasti-stanet-tak-zhe-teplo-kak-v>. – Дата доступа: 24.04.2018.

## THE REGIONAL DISPERSAL OF NEW SPECIES OF TERRESTRIAL MOLLUSCS ON THE URBAN AREA OF BREST

RABCHUK V.P., DZIAMIANCHUK V.T.

The present species composition of the ground malakofauna in Brest (Belarus) is estimated. The facts of the appearance of new species of mollusks, vectors of their spreading, environmental conditions of pioneer populations of the most rare species of this group of animals are discussed. Main 6 favorable features of urblandscape for the mollusk fauna of the of Brest are identified. The appearance of *Arion rufus*, *Arion lusitanicus*, *Brephulopsis bidens*, *Eobania vermiculata*, *Helicopsis striata* was noted for the first time in Belarus. Three waves of migration of non-native mollusk identified (the 1990s, 2000s and 2010–2017).

УДК 502.55

## МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СБОРА НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА ПОВЕРХНОСТИ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Е.Г. Сарасеко

Гомельский филиал Университета гражданской защиты МЧС Беларуси, г. Гомель, Беларусь

Международная Ассоциация нефтяной индустрии по сохранению окружающей среды (International Petroleum Industry Environmental Conservation Association) пишет, что во время катастроф не происходит одномоментной массовой гибели рыб, пресмыкающихся, животных и растений. Однако в средне- и долгосрочной перспективе влияние разливов нефти на живые организмы крайне негативно. Поэтому в последние годы для решения вопросов ликвидации *аварийных разливов нефти* и нефтепродуктов и их последствий разработаны и применяются новые технические средства и материалы, внедряются специальные технологии, а также осуществляется экологическое обучение специалистов нефтяных компаний, инженеров-спасателей и сотрудников МЧС.

### Введение

Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов, имеющие место на объектах нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности, при транспортировке этих продуктов наносят ощутимый вред экосистемам, приводят к негативным экономическим и социальным последствиям. Экологические последствия при этом носят трудно учитываемый характер, поскольку нефтяное загрязнение нарушает многие естественные циклы и взаимосвязи, существенно изменяет условия обитания всех видов живых организмов и накапливается в биомассе. В результате аварий и катастроф танкеров ежегодно более 300 тыс. т нефтепродуктов попадает в воды Мирового океана. При этом погибает планктон, причиняется вред рыбе и водоплавающей птице. Пленка нефтепродуктов препятствует не только поступлению кислорода из воздуха в воду, но и обратному процессу. По расчетам исследователей, около 50 % кислорода, поступающего в атмосферу, продуцируется микроскопическими водорослями. Наиболее тяжелые экологические последствия аварийных разливов нефти наступают при загрязнении нефтью водотоков, так как в этом случае нефтяное пятно перемещается по течению реки, увеличивая тем самым экологический масштаб загрязнения. В ряде случаев, при загрязнении водотоков, создается опасность трансграничного переноса нефти на территории соседних государств.

Формирование экологической политики в Республике Беларусь, как функции государства, обусловлено необходимостью улучшения экологического состояния и обеспечения экологической безопасности страны. Реализуя научно-техническую политику государства в области предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, Министерство по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь является одним из субъектов экологической политики. Рассмотрим чрезвычайные ситуации, произошедшие на территории Республики Беларусь, связанные с аварийными разливами нефти и нефтепродуктов.

### Результаты и их обсуждение

23 марта 2007 г. произошел разлив нефтепродуктов в Витебской области Республики Беларусь. В результате аварии на участке нефтепровода в Бешенковичском районе Витебской области произошел разлив около 100 тонн дизельного топлива. В резуль-

тате происшествия горючее попало в реку Улла – приток Западной Двины. Белорусским службам удалось ликвидировать прорыв и собрать основную часть нефтепродуктов, но несколько тонн нефтепродуктов, попавшей в реку, по течению дошли до территории Латвии. Спасатели установили у Даугавпилса нефтезаградительные боны [1]. Компанией «Транснефтепродукт» на ликвидацию последствий разлива были направлены крупные силы: задействовано свыше 250 специалистов и свыше 50 единиц техники. Собрано свыше 90 % вытекших нефтепродуктов и в реку Улла попали всего несколько тонн дизельного топлива. Для предотвращения дальнейшего распространения нефтепродуктов было установлено 7 рубежей боновых заграждений на реке Улла и два ряда бонов на реке Западная Двина. Пострадавших в результате разлива нефтепродуктов нет [2].

14 февраля 2008 г. в Речицком районе у деревни Заспа был зафиксирован прорыв резервного трубопровода Унеча–Ровно. Причиной порыва трубопровода Унеча–Ровно специалисты назвали нарушение укладочно-монтажных работ в 1964 г., когда осуществлялась прокладка нефтепровода [3]. На поврежденном участке трубопровода была установлена задвижка для перекачки нефтепродукта, боновые заграждения, были отсыпаны 2 дамбы, которые должны воспрепятствовать распространению пятна загрязнения. Продолжалась откачка из водоема образовавшейся водонефтяной эмульсии. Всего было собрано около 290 м<sup>3</sup> смеси, которая по соседнему трубопроводу перекачивалась на территорию Украины для последующего отстоя. В работах было задействовано 34 единицы различной аварийно-спасательной техники, более 80 специалистов предприятия «Западнонефтепродукт», РУП «Белоруснефть», а также МЧС РБ [4]. По словам председателя областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды Олега Акушко в общей сложности на поверхность пролилось более 20 т чистых нефтепродуктов, а загрязнению подверглось около 2 тыс. кв. м почвы и примерно 30 тыс. м<sup>3</sup> пойменного водоема [5].

Исходя из вышеизложенного, можно предположить, что вероятность возникновения разливов нефти на территории Республики Беларусь существует, и это подразумевает комплексное реагирование и борьбу с разливами нефти различными средствами. Минимизация последствий аварийных разливов осуществля-

ется за счет проведения непосредственно во время аварии инженерно-технических мероприятий с использованием специального оборудования (боновые заграждения, нефтесборные устройства и т.п.).

В настоящее время мировой рынок переполнен подобным оборудованием и разработаны технологии его применения. К сожалению, это оборудование импортное и его приходится закупать за иностранную валюту. К числу производителей оборудования, предназначенного для извлечения нефти из воды, наибольшую известность в Беларуси и странах СНГ приобрели английские фирмы «Вайкома», «Эридан» и американские – «Ламор», «Марко», «Локхид». Нефтесборщики по своему типу работы делятся на четыре основных типа: олеофильные, пороговые, вакуумные и гидродинамические. С точки зрения эксплуатации, качества очистки и удобства, наиболее эффективными являются олеофильные нефтесборщики, у которых рабочий элемент – щетка, трубка, диск или лента. За счет адгезии и гидрофобности данных элементов, происходит избирательный сбор: нефтепродукт налипают на элемент и извлекается, а вода остается. Сборщик нефти скиммер (нефтесборщик) олеофильный обладает способностью ликвидировать до 95 % нефтяных продуктов с поверхности водного объекта, в том числе веществ с высокой плотностью, таких, как мазут. Именно поэтому с применением этого устройства проводится максимально эффективная очистка водоемов в области произрастания кустарников, а также мелководной территории с большим количеством водорослей. Однако, технической особенностью функционирования этого оборудования является возможность его работы только при температуре окружающего воздуха выше 5 °С. При более низких значениях для поддержания эффективного процесса удаления нефти требуется использование парогенераторов [6].

Среди наиболее часто используемых методов удаления нефти и нефтепродуктов с поверхности воды выделяют механические, физико-химические, химические, термические и биологические методы удаления нефти. Из этих методов наиболее эффективными средствами ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов являются физико-химическая сорбция и микробиологическое разложение. Перспективным является совмещение в одном материале способности физико-химической сорбции нефти и ее биодеструкции под действием микробиологического фактора компонентов природной среды. Наиболее доступным и практичным целесообразно считать такой способ удаления нефтезагрязнения, при котором обеспечивается сбор плавающей нефти с помощью нефтесорбента и последующее захоронение такой массы непосредственно в шламовом амбаре или на специальных земельных участках с последующим ее биоразложением почвенными микроорганизмами.

Сегодня на кафедре трубопроводного транспорта и гидравлики УО «ПГУ» (г. Новополоцк) ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы по разработке оборудования для локализации и ликвидации аварийных разливов нефтяных загрязнений на водных объектах. В ходе выполнения этих

работ разработаны различные конструкции оборудования и создан альбом конструкций нефтеулавливающего и нефтесборного оборудования. Функционирование оборудования основано на сочетании принципов работы устройств гидроциклонного, переливного и поплавкового типов. Для тонкого отбора нефтяной фазы в устройствах применяются гидромеханические клапаны специальной конструкции и диафрагмы. Устройства, в зависимости от модификации, могут использоваться как: мобильные автономные аппараты; стационарно установленные модули очистных сооружений; навесное оборудование, устанавливаемое на плавсредствах. Разработаны и предлагаются к эксплуатации на водоемах с неподвижной водой два типа нефтесборных устройств, каждый из которых имеет ряд различных модификаций: 1) центробежно-переливные (ЦБП) нефтесборные устройства; 2) откачивающие радиально-секционные (ОРС) нефтесборные устройства [7-9].

#### Выводы

Эффективность операций по ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов определяется временным фактором. На основании исходной информации об аварийном разливе нефти (место аварии, ее масштабы, вид нефтепродуктов, гидрометеорологическая обстановка и др.) с помощью использования прогностической компьютерной модели определяются направление и скорость движения нефтяного пятна, разрабатываются несколько сценариев ликвидации возможных аварийных ситуаций. После чего начинают выполнять организационно-технические мероприятия по привлечению к работам необходимых технических средств – нефтесборщиков, вспомогательных судов, необходимого количества боновых заграждений и сорбентов.

Важнейшим элементом всей системы ликвидации загрязнения водных объектов нефтью являются технические средства для сбора нефти с поверхности воды, но в Республике Беларусь, несмотря на существующий спрос на такую технику, выпуск оборудования такого назначения, способного удовлетворить потребности промышленности, не налажен.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Стартовая страница Беларуси 2004-2015 21.by. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://news.21.by/2007/03/27/2878.html> – Дата доступа – 05.04.2016
2. «Транснефтепродукт» продолжает ликвидацию последствий утечки из трубопровода в Беларуси. 21.by [Электронный ресурс] – 2007. – Режим доступа: <http://news.21.by/2007/03/27/2921.html> – Дата доступа 06.04.2016.
3. Причина порыва трубопровода «Унеча – Ровно». – [oev.gomel-region.by](http://oev.gomel-region.by) [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://oev.gomel-region.by/ru/region2/view/prichinoporuyva-truboprovoda-unecha-rovno-moglo-stat-narusheniukladoschno-montazhnyx-rabot-v-1964-godu-3552/> – Дата доступа 9.04.2016
4. Авария трубопровода «Унеча-Ровно»: в Днепр может вылиться до 400 кубометров топлива. Инфобаза [Электронный ресурс]. / Речица, 2008. – Режим доступа: <http://www.infobaza.by/industry/994.html> – Дата доступа: 9.04.2016.
5. Разлив нефтепродуктов в Речицком районе. – Белорусский партизан [Электронный ресурс]. / Речица, 2008. – Режим

- доступа: <http://www.belaruspartisan.org/economic/122362> – Дата доступа: 9.04.2016
6. Олеофильные нефтесборщики – <http://ndecosystems.ru> [Электронный ресурс]. / Режим доступа: <http://ndecosystems.ru/products/neftesbornoe-oborudovanie/oleofilnye-neftesborshchikiskimmerion/>. – Дата доступа: 20.04.2016.
7. Патент 2953 С1 ВУ, Е02В 15/10. Устройство для сбора нефти с поверхности воды / Коваленко П.В., Липский В.К. – 970094; заявл. 24.02.1997; опубл. 30.09.1998 // Официальный Бюллетень Белгоспатента. – 1999. – № 3.
8. Патент 5791 С1 ВУ, МПК Е02В 15/04. Устройство для сбора нефтепродуктов с поверхности водных объектов / Липский В.К., Савенок В.Е., Коваленко П.В. – а 20000710; заявл. 26.07.2000; опубл. 30.03.2002 // Официальный Бюллетень Национального центра интеллектуальной собственности. – 2003. – № 4. – С. 190.
9. Защита водных объектов при аварийных разливах нефти / Д.П. Комаровский [и др.], под ред. В.К. Липского. – Новополоцк: ПГУ, 2008. – 220 с.

## METHODS AND MEANS OF COLLECTING OIL AND OIL PRODUCTS ON THE SURFACE OF WATER BODIES

SARASEKO E.G.

The International Petroleum Industry Environmental Conservation Association writes that during catastrophes there is no instantaneous mass death of fish, reptiles, animals and plants. However, in the medium and long term, the impact of oil spills on living organisms is extremely negative. Therefore, in recent years special technical equipment and materials have been developed and are being used to solve the problems of liquidation of oil spills and oil products and their consequences, special technologies are being introduced and environmental training of specialists of oil companies, rescue engineers and employees of the Ministry of Emergency Situations is carried out.

УДК 574.3.574.5.595.384

## МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И ГЕНЕТИЧЕСКАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ДЛИННОПАЛОГО РАКА *ASTACUS (PONTASTACUS) LEPTODACTYLUS* ВОДОЕМОВ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ

К.А. Сливинска, А.В. Алехнович, Д.В. Молотков

ГНПО «ГПЦ НАН Беларуси по биоресурсам», г. Минск, Беларусь

Морфометрический и генетический анализ позволил выделить в комплексном виде – *Astacus (Pontastacus) leptodactylus* две филогенетические группы, что указывает на неоднородность длиннопалого рака водоемов Брестской области. Филогруппы в водоемах распределены чрезвычайно мозаично, что объясняется деятельностью человека по расселению и созданию новых популяций раков. Как следствие, географическое распространение разных групп раков Полесского региона не связано с определенными регионами.

### Введение

В Брестской области встречается три вида речных раков – два аборигенных вида – широкопалый *Astacus astacus* и длиннопалый *Astacus (Pontastacus) leptodactylus* раки и один инвазивный чужеродный вид – полосатый рак *Orconectes limosus*.

В Брестской области широкопалый рак отмечен только в одном месте – оз. Страдичское, полосатый рак – в р. Мухавец, длиннопалый – повсеместно встречается.

*A. leptodactylus* рассматривается как комплексный вид, высокая изменчивость особой которого дает исследователям основание выделять в рамках этого комплекса подвиды, виды или даже роды. В 1950 г. длиннопалый рак был отнесен к роду *Astacus (Pontastacus)* вместе с *A.(P.) pachipus*, *A.(P.) pylzovi*, *A.(P.) kessleri*. Длиннопалый рак *A.(P.) leptodactylus* был разделен на 4 подвида: *leptodactylus*, *eichwaldi*, *cubanicus*, *salinus* [1]. В последующем Я. С. Бродский [2, с. 148–158] в роде *Pontastacus* выделил 5 подвигов длиннопалого рака. В 1995 г. Я.И. Старобогатов [3] проводит ревизию и выделяет в роде *Pontastacus* 7 видов и новый род *Caspiastacus* с двумя видами. Однако, предложенная систематика вызывает много вопросов и критических замечаний. По мнению западных ученых, данное разделение базируется на небольшом количестве признаков, отсутствуют современные генетические методы оценки сходства и различия, поэтому предложенная систематика не была принята. Многие астакологи продолжают относить длиннопалого рака к роду *Astacus*, не выделяя подвиды, но признают, что вид комплексный и требует дополнительных современных исследований [4, 5, 1, 6, 7]. Например, чешские ученые [8] пишут о возможном выделении не менее 10 различных форм длиннопа-

лого рака, но для выделения этих форм необходимы генетические исследования.

Такие работы проводятся. В частности, отметим, что в фауне Украины [9, 10] на основании анализа мейотических хромосомных препаратов доказывалось существование двух симпатрических, широко распространенных видов длиннопалого рака – *Pontastacus leptodactylus* с гаплоидным набором хромосом  $n = 93$  и *P. angulosus* – с  $n = 88$ . Молекулярно-генетические работы начаты и в Беларуси [11]. Таксономический статус длиннопалого рака обсуждается и до конца не решен [12, 13].

Выделение рода *Pontastacus* поддержали исследователи России, где в публикациях последних лет длиннопалый рак неизменно относится к роду *Pontastacus*, рекомендации о признании этого рода можно найти и в работах польских и немецких ученых [12].

Практически во всех водоемах Брестской области встречается длиннопалый рак. Для правильной оценки ресурсного потенциала речных раков необходимо разобраться с видовым разнообразием комплекса видов длиннопалых раков.

Целью работы является проведение таксономической ревизии комплексного вида – длиннопалого рака, определение видового разнообразия речных раков Полесья.

### Методика и объекты исследований

Сбор материала проведен в мае 2017 г. в юго-западной части Беларуси на озерах бассейна рек Западный Буг и Припять. Отлов раков проводился раколовками. Точная локализация мест отлова раков показана в таблице 1.

У отловленных особей измерялось 27 морфометрических параметров, из них 25 общепринятых у речных раков параметров [14, 15] и два измерения –

Таблица 1. – Географические координаты исследованных популяций и количество измеренных особей

Озеро	Координаты		Количество особей		
	N	E	самцы	самки	всего
Белое	52°49'02,31»	23°42'19,55»	15	18	33
Селяхи	51°36'04,29»	23°36'40,86»	10	51	61
Страдичское	51°52'54,60»	23°44'38,78»	11	8	19
Медвянское	51°52'29,23»	23°44'37,66»	11	22	33
Бобровицкое	52°37'08,27»	25°46'22,19»	12	12	24
Оттушское	51°41'19,13»	23°57'39,80»	45	21	66
Гоца	52°25'30,84»	25°40'39,32»	62	30	92
Итого			166	162	328

ширина и длина тельсона добавлены нами, поскольку морфологическая изменчивость тельсона считается важной характеристикой [2, с. 148–150]. Особи с повреждением тела не измерялись.

Анализ симметрии не показал статистически значимых отличий между правой и левой стороной длины головного отдела карапакса и по всем измеряемым параметрам клешней ( $t$ -test  $p > 0,05$ ), поэтому для этих параметров рассчитаны средние значения, которые использовались в анализе.

Из-за выраженного полового диморфизма и значительных отличий в закономерностях изменчивости параметров промеры самок и самцов анализировались отдельно.

Морфометрическая изменчивость изученных популяций анализировалась дисперсионным анализом с тестами *post hoc* Bonferroni, а также поэтапным дискриминантным анализом всех параметров одновременно с использованием программы IBM SPSS Statistics 23. Статистически достоверным считался уровень значимости  $p < 0,05$ .

Генетический анализ проводился до двум генам: COI и 16S митохондриальной РНК. Молекулярно-генетические методы исследований основывались на ДНК-профилировании. ДНК-профилирование проводилось с помощью метода полимеразной цепной реакции (ПЦР). ПЦР позволяет многократно амплифицировать участок ДНК, используя олигонуклеотидные праймеры и термостабильные ДНК-полимеразы.

ДНК выделяли с использованием метода СТАБ и набора Jena Bioscience – Genomic DNA Purification with spin column.

Отбор проб для анализа проводился путем отрезания ножницами конечности 4 или 5 пары перепод. Потерянная часть тела может полностью регенерировать после двух линек [16].

#### Результаты и их обсуждение

Дисперсионный анализ показал статистически значимые различия по большинству анализируемых морфометрических параметров между популяциями раков для обоих полов. Не обнаружено отличий только по длине карапакса как у самцов, так и самок, ширине рострума и ширине частей тельсона у самцов и ширине между краями цервикальной борозды.

Результаты поэтапного дискриминантного анализа указывают, что две первые дискриминантные функции объясняют большую часть дисперсии параметров самцов, при этом первая дискриминантная функция охватывает 56,7 %, а вторая за 26,9 % общей дисперсии. В дискриминантном анализе у самцов изменчивость 13 параметров определяет разнообразие популяций, наиболее значимые из них ширина тельсона, ширина частей тельсона и длина абдомена по первой дискриминантной функции и ширина головного отдела карапакса, длина подвижной части клешни, длина абдомена, толщина клешни по второй дискриминантной функции.

Среднее значение первой дискриминантной функции самцов четко выделяет популяцию из озера Гоца от остальных популяций исследованных раков.

Полученные результаты указывают, что пропорции тела у раков отдельных популяций длинно-

палого рака Полесского региона страны существенно различаются. Практически все измеряемые морфометрические параметры отдельных популяций имеют свою уникальность и свои статистически достоверные различия. Наиболее высокая значимость отмечена для ширины головного отдела карапакса и тельсона, а также толщины клешни и параметров карапакса. Морфометрический анализ следует вести отдельно для самок и самок, поскольку статистически значимая изменчивость признака у самок и самок характеризуется своими, присущими полу, особенностями. Фенотипический облик отдельных популяций очень динамичен, что указывает на различия и в генотипах отдельных популяций.

Для филогенетической реконструкции использован метод ближайшего соседа (Neighbour-Joining method) на основании « $p$ » расстояния. Генетический анализ проведен в программе MEGA 7 [17]. Анализ позволил выделить две филогенетические группы, что указывает на неоднородность популяций длиннопалого рака Брестской области. Полученные данные сходны с результатами [13], где предполагается существование двух эволюционных линий. Филогруппы в водоемах распределены чрезвычайно мозаично, что объясняется деятельностью человека по расселению и созданию новых популяций раков. Как следствие, географическое распространение разных групп раков Полесского региона не связано с определенными регионами.

Различия на генетическом уровне подтверждаются также и морфометрическим анализом. Морфометрический и генетический анализы показали схожие результаты, что подтверждает правомочность использования этих методов при сравнении популяций. Идентификация генетического разнообразия позволяет объяснить морфологическую изменчивость.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Gherardi, F. *Astacus leptodactylus* / F. Gherardi, C. Souty-Grosset // IUCN Red List of Threatened Species. Version 2010.4 [Electronic resource]. – Mode of access: [www.iucnredlist.org](http://www.iucnredlist.org). – Date of access: 03.02.2011.
- Бродский, С.Я. Высшие раки / С.Я. Бродский // Фауна Украины. Речные раки – Киев: Наук думка, 1981 – Т. 26, вып. 3 – 209 с.
- Starobogatov, Ya.I. Taxonomy and geographical distribution of crayfish of Asia and East Europe (Crustacea Decapoda Astacidea) / Ya.I. Starobogatov // *Arthrooda Selecta*. – 1995 – № 4 (3) – P. 3–25.
- Machino, Y. Distribution of Crayfish in Europe and Adjacent Countries: Updates and Comments / Y. Machino, D.M. Holdich // *Freshwater Crayfish*. – 2006. – Vol. 15. – P. 292–323.
- Holdich, D.M. Species files / D.M. Holdich [et al.] // *Atlas of Crayfish in Europe* / ed. C. Souty-Grosset [et al.] / Publication Scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris (Patrimoines naturels, 64). – 2006. – P. 49–130.
- Александрова, Е.Н. Длиннопалый рак как объект разведения в водоемах бассейна реки Волги / Е.Н. Александрова // Вестник АГТУ, Сер. Рыбное хозяйство. – 2016. – № 4. – С. 9–19.
- Борисов, Р.Р. Современные тенденции формирования фауны десятиногих ракообразных (Decapoda) пресноводных водоемов России / Р.Р. Борисов // Современное состояние

- биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования: материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 65-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ, Казань, 24–29 окт. 2016 г.) / ФГБНУ «ГосНИОРХ». – Казань, 2016. – С. 166–176.
8. Kouba, A. Continental-wide distribution of crayfish species in Europe: update and maps / A. Kouba, A. Petrusek, P. Kozák // Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. – 2014. – Vol. 413. – N. 05.
  9. Костюк, В.С. Генетическая и морфологическая изменчивость, видовой состав пресноводных раков Astacidae Latreille, 1802-1803 фауны Украины: автореф. дис. ... канд. биол. наук / В.С. Костюк; Институт зоологии. – Киев, 2013. – 25 с.
  10. Kostyuk, V.S. Karyotypes and morphological variability of crayfish *Pontastacus leptodactylus* and *P. angulosus* (Malacostraca, Decapoda) / V.S. Kostyuk, A.V. Garbar, S.V. Mezherin // Vestn. Zoologii. – 2013. – Vol. 47 (3). – P. 205–210.
  11. Слуквин, А.М. Совершенствование методики отбора биологических проб и выделения ДНК у длиннопалого рака (*Astacus leptodactylus* Esch.) для проведения молекулярно-генетических исследований / А.М. Слуквин, М.А. Сасинович, А.В. Алехнович // Водні біоресурси та аквакультура. Науковий журнал. – 2017. – Вып 1. – Херсон. – С. 112–121.
  12. Smetana, P. A proposal for accepting *Pontastacus* as a genus of european crayfish within the family Astacidae based on a revision of the west and east european taxonomic literature / P. Smetana [et al.] // Bull. Fr. Pêche Piscic. – 2006. – Vol. 380–381. – P. 1041–1052.
  13. Maguire, I. Two distinct evolutionary lineages of the *Astacus leptodactylus* species-complex (Decapoda: Astacidae) inferred by phylogenetic analyses / I. Maguire [et al.] // Invertebrate Systematics. – 2014. – Vol. 28. – P. 117–123. <http://dx.doi.org/10.1071/IS13030>.
  14. Sint, D. Phenotypical characterization of indigenous freshwater crayfish populations / D. Sint, J. Dalla Via, L. Füreder // Journal of Zoology. – 2007. – N. 273. – P. 210–219.
  15. Maguire, I. Comparative analyses of *Astacus leptodactylus* morphological characteristics from Croatia and Armenia / I. Maguire, L. Dakic // Biologia. – 2011. – Vol. 66. – N. 3. – P. 491–498.
  16. Cooper, R. L. Development of sensory processes during limb regeneration in adult crayfish / R. L. Cooper // Journal of Experimental Biology. – 1998. – N. 201. – p. 1745–1752.
  17. Kumar, S. MEGA7: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 7.0 for bigger datasets / G. Stecher and K. Tamura // Molecular Biology and Evolution. – 2016. – N. 33. – p. 1870–1874.

## MORPHOMETRIC AND GENETIC VARIABILITY OF NARROW-CLAWED CRAYFISH *ASTACUS (PONTASTACUS) LEPTODACTYLUS* OF WATER BODIES IN THE BREST REGION

SLIVINSKA K.A., ALEKHNOVICH A.V., MOLOTKOV D.V.

Morphometric and genetic analysis helped to identify two phylogenetic groups of a complex form – *Astacus (Pontastacus) leptodactylus*, which indicates the heterogeneity of the narrow-clawed crayfish of water bodies in the Brest region.

УДК 630\*182.46:630\*228(630\*176.322.6)

## РАСПРОСТРАНЕНИЕ ПОДЛЕСКА В ВЫСОКОВОЗРАСТНЫХ ДУБРАВАХ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.В. Углынец, Д.К. Гарбарук, М.В. Кудин

Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Беларусь

В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике под пологом высоковозрастных дубрав, развивающихся на протяжении 30 лет при ограниченном антропогенном вмешательстве, формируется подлесочный ярус различного видового состава, густоты и структуры. Степень его развития зависит от типа леса, густоты древостоев и количества деревьев теневыносливых пород.

### Введение

Подлесочный ярус в дубравах Беларуси развит достаточно хорошо [1]. Он является серьезным конкурентом естественному возобновлению древесных пород [2]. В относительно бедных условиях дубравы орляковой его густота находится на уровне 5–7 тыс. шт./га, составляя в среднем по стране 3 тыс. шт./га. На плодородных почвах в дубравах кисличных и снытевых среднее количество подлеска достигает 10,6 и 31,0 тыс. шт./га соответственно, но в зависимости от состава и структуры древесного полога оно колеблется от 2 до 70 тыс. шт./га [1]. В дубравах прируслово-пойменных и злаково-пойменных густота подлеска варьирует от очень редкого (сомкнутость полога его крон менее 0,1) до густого (0,6–0,7) [3].

В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (далее заповедник), расположенном на крайнем юго-востоке Белорусского Полесья в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС, наибольшее распространение получили дубравы кисличные (28,5 %), орляковые (12,8 %), снытевые (11,0 %), злаково-пойменные (11,3 %) и прируслово-пойменные (9,9 %), на которые приходится 73,5 % площади формации. На протяжении последних 30 лет лесохозяйственные мероприятия в них не проводятся, развитие подлеска протекает в условиях естественного развития насаждений.

### Методика и объекты исследования

Изучение подлеска проводили в высоковозрастных насаждениях дубрав орляковых, кисличных, снытевых, злаково-пойменных и прируслово-пойменной на временных пробных площадках (далее ВПП). ВПП представляют собой ряд параллельных трансект (не менее трех на выдел), состоящих из примыкающих друг к другу круговых учетных площадок (далее КУП) радиусом 178,5 см, площадью 10 м<sup>2</sup> каждая. Суммарная площадь КУП составляет не менее 2 % от площади выдела [4]. На КУП определяли вид и высоту каждого растения. На основании замеров рассчитывали густоту каждого вида подлеска на 1 га, долю участия в составе, встречаемость. При встречаемости более 65 % подлесок размещается по площади равномерно, от 40 % до 65 % – неравномерно, менее 40 % – группами.

Таксационные показатели дубрав (таблица 1) определялись общепринятыми в лесной таксации методами.

### Результаты и их обсуждение

В дубравах орляковых подлесок хорошо развитый, густой, двух- или трехъярусный, в составе от 5 до 10 видов (таблица 2). По количеству растений доминируют бересклет европейский (48,9–58,2 %), бересклет бородавчатый (19,8–44,9 %) и крушина (55,3 %). Значительно присутствие свидины (2,6–18,2 %), несколько меньше – лещины (2,9–9,6 %). Прочие виды распространены незначительно.

Таблица 1. – Таксационная характеристика дубрав

Тип леса	Состав древостоя	Возраст, лет	Средние		Бонитет	Густота, шт./га	Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	Полнота	Запас, м <sup>3</sup> /га
			Н, м	Д, см					
Д орляковая	7ДЗБ+Кл ед С,Г	135	18,8	49,5	IV	500	48,1	1,6	442
	7Д2Кл1Я ед Олч,Г,В,Б	130	21,5	45,4	IV	494	33,2	1,0	323
	9Д1Б	145	20,8	55,1	IV	242	32,5	1,0	320
Д кисличная	8Д1Кл1Г ед Я,Ос	100	23,5	36,1	II	650	32,0	1,0	317
	9Д1Ос+Г ед Кл,Б	130	27,4	55,7	II	762	54,4	1,5	630
	8Д1Ос1Б+Кл,Г ед Олч	110	25,3	57,3	II	944	55,4	1,6	635
Д снытевая	7Д2Я1Г+Кл ед Лп	110	24,6	53,5	II	657	46,6	1,4	477
	7Д2Г1Кл ед Б,В	110	21,2	39,5	III	925	35,0	1,1	293
	8Д2Г ед Кл,В,Лп	125	23,7	46,4	III	627	37,8	1,1	379
Д злаково-пойменная	9Д1Ос+Олч ед Б,Гш,Ивд	75	15,8	35,0	IV	717	47,5	1,8	378
	10Д ед Ивд	75	15,2	25,0	IV	933	45,3	1,7	343
Д прируслово-пойменная	9Д1Г ед Б	135	18,3	41,3	IV	250	26,1	0,9	227

Таблица 2. – Видовой состав и густота подлеска в дубравах, шт./га

Виды подлеска	Дубрава				
	орляковая	кисличная	снытевая	злаково-пойменная	прируслово-пойменная
Бересклет бородавчатый	325–12 783	436–600	1 187–2 157	–	4 033
Бересклет европейский	0–13 917	338–736	627–2 125	–	9 767
Ива розмаринолистная	–	–	–	0–367	–
Жостер слабительный	12–117	0–62	–	0–17	–
Калина обыкновенная	0–188	24–63	8–271	17–444	–
Крушина ломкая	0–2 708	504–2 381	14–1 400	4 467–5 378	150
Лещина обыкновенная	475–1 088	154–480	683–871	–	133
Рябина обыкновенная	212–383	19–192	27–200	–	50
Свидина кроваво-красная	750–1 935	15–96	257–517	–	17
Смородина черная	0–12	–	0–14	–	–
Черемуха обыкновенная	167–724	0–6	71–267	–	–
Роза sp.	–	–	–	0–833	–
Общая густота	4 900–28 442	2 316–3 963	4 840–5 716	5 701–5 822	14 150

Бересклеты характеризуются низкими средними высотами (европейский 25–31 см, бородавчатый 26–58 см) и локализованы в нижнем ярусе. Вместе с ними произрастают калина, смородина, черемуха, жостер, рябина, свидина. Средние высоты их популяций находятся в пределах 24–66 см. Общая густота этого яруса составляет 1,6–27,6 тыс. шт./га. В составе среднего яруса преобладает (1,9 тыс. шт./га) свидина (средняя высота 129 см), в небольших количествах (0,5 и 0,2 тыс. шт./га) присутствуют крушина (115 см) и рябина (100 см). В верхнем ярусе чаще доминирует лещина (средняя высота популяций 236–254 см, густота – 0,8–1,1 тыс. шт./га), реже – крушина (118 см) с примесью лещины (125 см) и жостера (102 см) общей густотой 3,3 тыс. шт./га. Подлесок бересклетов, лещины и крушины распределен по насаждениям в основном равномерно, остальных видов преимущественно группами.

В более густых дубравах кисличных подлесок имеет среднюю густоту (2,3–4,0 тыс. шт./га) и состоит из 7–8 видов. В них повышается доля лещины (5,0–20,8 % состава) и крушины (21,8–60,1 %). Первая господствует в верхнем ярусе (средние высоты 169–221 см), вторая – в среднем (64–83 см). В среднем ярусе в незначительных количествах встречаются жостер (129 см), свидина (100 см) и рябина (110 см). Общая его густота – 0,6–2,4 тыс. шт./га. В этом типе леса снижается удельный вес растений бересклета европейского (до 11,1–31,8 %) и бородавчатого (до 15,1–19,4 %), которые в совокупности с калиной, черемухой и рябиной образуют нижний ярус подлеска. Средние высоты популяций видов этого яруса варьируют в диапазоне 17–57 см, густота – 1,1–1,3 тыс. шт./га. Все породы в подлеске дубрав кисличных характеризуются групповым распределением по насаждениям.

В дубравах снытевых подлесок несколько богаче (8–9 пород) и гуще (4,8–5,7 тыс. шт./га), чем в дубравах кисличных. В его составе преобладают бересклеты бородавчатый (23,9–44,5 %) и европейский (12,6–37,2 %) при высокой доле крушины (до 28,2 %). Значительно присутствие лещины – 4,7–18,0 %. До 5,3–9,0 % возрастает доля участие свидины.

Подлесок в этом типе леса относительно низкорослый, двухъярусный. В верхнем ярусе произрастают лещина (средняя высота 112–148 см) и свидина (71–134 см) общей густотой 1,1–1,2 тыс. шт./га. Нижний ярус представлен бересклетом, крушиной, калиной, рябиной, смородиной, черемухой. Средние высоты популяций этих видов находятся в пределах 19–41 см, общая густота – 3,6–4,5 тыс. шт./га. Лещина и бересклет бородавчатый распространены по насаждениям равномерно, бересклет европейский и крушина – равномерно или неравномерно, остальные породы – группами.

В дубравах злаково-пойменных подлесок относительно бедный (2 и 5 пород), средней густоты (5,7 и 5,8 тыс. шт./га). В его составе преобладает крушина (78,4 % и 92,4 % количества растений), господствующая в верхнем ярусе (средние высоты 134 и 185 см) с незначительной примесью калины (179 см) и ивы розмаринолистной (177 см). Нижний ярус редкий (0,4–0,9 тыс. шт./га), состоит из жостера, калины и видов рода роза, средние высоты которых находятся в пределах 41–65 см. Популяции крушины равномерно распределены в насаждениях, прочих видов – группами.

В подлеске дубравы прируслово-пойменной доминируют бересклеты европейский (69,0 %) и бородавчатый (26,5 %) со средними высотами 16 и 32 см. К ним в нижнем ярусе примешиваются единичные растения овидины (19 см). Средний ярус представлен многочисленными растениями крушины (104 см) и рябины (77 см), верхний – лещины (213 см). Бересклет европейский распределен по насаждению неравномерно, остальные породы – группами.

Степень развития подлеска в лесных насаждениях лимитируется уровнем освещенности под пологом. Во всех дубравах он приурочен преимущественно к просветам и окнам в древесном пологом, но его пространственное распределение в значительной мере зависит и от отношения составляющих его видов к свету.

Длительное отсутствие промежуточного пользования в дубравах заповедника привело к росту доли примеси других пород в составе, увеличению полноты

Таблица 3. – Коэффициенты корреляции густоты подлеска с таксационными показателями древостоев

Таксационные показатели древостоев	Густота подлеска, шт./га					
	общая	бересклет европейский	бересклет бородавчатый	крушина	лещина	свидина
Возраст древостоя, лет	0,401	0,691	0,354	-0,638	0,004	0,395
Густота древостоя, шт./га	-0,454	-0,697	-0,229	0,193	0,072	-0,308
Густота граба, клена, липы, шт./га	-0,806	-0,829	-0,736	0,087	-0,045	-0,271
Сумма площадей сечений, м <sup>2</sup> /га	-0,180	-0,294	-0,076	0,196	0,047	-0,274
Полнота древостоя	-0,076	-0,116	0,301	0,536	0,093	-0,256

древостоев, повышению сомкнутости их полога. Высоковозрастные дубравы кисличные и снытевые, не подвергавшиеся на протяжении 30 лет хозяйственному воздействию, характеризуются высокой полнотой (1,0–1,6) и высоким (64,5–76,6 % от общего количества деревьев) присутствием в составе граба, клена, липы. Недостаточная освещенность под пологом древостоев негативно сказалась на развитии подлеска. В этих типах леса его густота наименьшая, причем она в 2–5 раз ниже, чем в среднем по стране [1]. В более молодых дубравах злаково-пойменных формируемые подлеска также сдерживаются высокой полнотой древостоев.

Низкая густота древостоев и невысокая доля примеси теневыносливых пород (0–52,4 %) в дубравах орляковых (обусловленные интенсивной хозяйственной деятельностью в дочернобыльский период) и в дубраве прируслово-пойменной благоприятствуют развитию в них густого подлеска, в 1,5–7 раз превышающего среднюю густоту для данного типа леса в Беларуси [1]. Очевидно положительное влияние промежуточного пользования на степень развития подлеска в дубравах.

Установлена тесная обратная корреляционная связь общего количества деревьев теневыносливых пород с общей густотой подлеска и густотой преобладающих видов, а также связь средней силы густоты подлеска бересклета европейского с возрастом дубрав (положительная) и с их густотой (отрицательная) (таблица 3).

#### Выводы

В высоковозрастных дубравах заповедника в зависимости от типа леса и условий освещенности под пологом формируется подлесок различного видового состава, густоты (2,1–22,1 тыс. шт./га) и структуры.

Видовой состав подлеска различается по типам леса и отдельным насаждениям. Вертикальная его структура двух- или трехъярусная. Пространственное размещение подлеска определяется мозаичностью освещенности под пологом и биоэкологическими особенностями составляющих его пород.

Наиболее густой подлесок образуется в дубравах орляковых и прируслово-пойменных, характеризующихся «мягким» световым режимом под пологом, наиболее редкий – в дубравах кисличных, снытевых и злаково-пойменных с низким уровнем освещенности почвы.

В условиях отсутствия хозяйственной деятельности развитие подлеска в дубравах сдерживается повышением густоты, полноты и сомкнутости полога древостоев, увеличением в их составе доли теневыносливых пород деревьев.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шустова, С.Ю. Закономерности формирования и структура подлеска в дубравах / С.Ю. Шустова // Труды Института леса. Вып. 53: Проблемы лесоведения и лесоводства. – Гомель, 2001. – С. 131–133.
2. Поталенко, А.М. Анализ естественного возобновления дуба черешчатого в юго-восточной части Беларуси / А.М. Поталенко // Труды Института леса. Вып. 71: Проблемы лесоведения и лесоводства. – Гомель, 2011. – С. 118–132.
3. Углынец, А.В. Водные ресурсы Национального парка «Припятский», их влияние на состояние лесных экосистем / А.В. Углынец, Б.П. Власов, В.И. Хмелевский, И.А. Рудаковский, Г.С. Гигевич, Т.В. Архипенко, Г.С. Чекан. – Минск: БГПУ, 2007. – 163 с.
4. Грязькин, А.В. Способ учета подроста: патент № 2084129. Российская Федерация; опубл. 20.07.97. Бюл. № 20.

## DISTRIBUTION OF UNDERSTORY IN OLD-AGE OAK FORESTS IN POLESYE STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

UGLYANETS A.V., GARBARUK D.K., KUDIN M.V.

In the old-age oak forests of the Polesye state radiation-ecological reserve economic activity is limited. Under their canopy understory layer of different species composition, density and structure is formed. The degree of its development is determined by the type of forest, the density of stands and the number of trees of shade-bearing species in their composition.

УДК 576.89:616.995.1:599.74 (476)

## ВОЗБУДИТЕЛИ ГЕЛЬМИНТОЗОНОЗОВ У ХИЩНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ СЕМЕЙСТВА *MUSTELIDAE* В БЕЛОРУССКОМ ПОЛЕСЬЕ

В.В. Шималов

Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси, г. Брест, Беларусь

Представлены результаты исследования в Белорусском Полесье в течение 1980–2016 гг. на зараженность возбудителями гельминтозонозов 262 хищных млекопитающих семейства *Mustelidae* 8 видов. У этих животных обнаружено 16 видов гельминтов – возбудителей зоонозов (больше всего – 13 видов – у лесного хорька). Зараженность животных такими видами гельминтов колебалась от 38,5 % (каменная куница) до 72,3 % (лесная куница). Всего у хищных млекопитающих семейства *Mustelidae* в Белорусском Полесье найдено 19 видов гельминтов, являющихся возбудителями гельминтозонозов. Обсуждено участие этих животных в распространении инвазии и риск заражения людей.

### Введение

На территории Беларуси обитает 9 видов хищных млекопитающих, относящихся к семейству *Mustelidae* (куны, куницевые) [1]. Из них только американская норка (*Mustela vison* Schreber, 1777) (интродуцированный вид) успешно акклиматизировалась, заселив преимущественно биотопы с медленно текущими реками с большей плотностью населения в центральных и северных районах страны. Европейская норка (*Mustela lutreola* (Linnaeus, 1761)), горностаи (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) и барсук (*Meles meles* (Linnaeus, 1758)) являются редкими видами куньих, включены в 4-е издание Красной книги [2]. Первый вид отнесен к первой категории охраны (глобальная угроза исчезновения; современное состояние популяций неизвестно), а два других – ко второй. Каменная куница (*Martes foina* Erxleben, 1777), лесная куница (*Martes martes* Linnaeus, 1758), ласка (*Mustela nivalis* Linnaeus, 1766), лесной хорек (*Mustela putorius* Linnaeus, 1758) и речная выдра (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) – обычные виды куньих в фауне Беларуси с меньшей плотностью населения многих видов в южной части страны [1].

У куньих в Беларуси обнаружено более 30 видов гельминтов [3; 4, с. 11]. Подавляющее большинство их встречается в Белорусском Полесье [5–10]. Около половины видов являются возбудителями гельминтозонозов [11]. Научный и практический интерес представляет анализ инвазированности куньих возбудителями гельминтозонозов и потенциальный риск заражения ими населения Белорусского Полесья.

### Методика и объекты исследования

Гельминтологические работы проводились нами в течение 1980–2016 гг. в Белорусском Полесье (Брестский, Жабинковский, Каменецкий, Кобринский, Ивацевичский, Ивановский и Столинский районы Брестской области). Добыто 13 каменных куниц, 47 лесных куниц, 30 горностаев, 33 ласки, 43 лесных хорька, 50 американских норок, 26 речных выдр и 20 барсуков. Куньи были отстреляны охотниками Белорусского общества охотников и рыболовов. Некоторые экземпляры были изъяты у браконьеров, многие каменные куницы были пойманы капканами жителями населенных пунктов, а единичные экземпляры ласок и лесных хорьков были смертельно травмированы наземным транспортом. Животных исследовали методом полных гельминтологических вскрытий, компрессирования тканей и органов. Трихинеллоскопию

проводили компрессорным методом, беря диафрагму и мускулатуру конечностей. Подсчет личинок осуществляли в срезах в одном компрессории. Идентификации гельминтов способствовали определители [12–16] и монографии [17, 18]. При статистической обработке материала применяли общепринятые в паразитологии показатели: экстенсивность инвазии – ЭИ (% зараженных животных), интенсивность инвазии – ИИ (количество экземпляров паразитов в одном зараженном животном), индекс обилия – ИО (среднее количество экземпляров паразитов в обследованных животных).

### Результаты и их обсуждение

У куньих нами обнаружено 16 видов гельминтов, являющихся возбудителями зоонозов (таблицы 1 и 2). Из них 7 видов относится к трематодам, 3 вида – к цестодам, 5 видов – к нематодам и 1 вид – к акантоцефалам. Наибольшее видовое разнообразие гельминтов отмечено у лесного хорька (13 видов), наименьшее (9 видов) – у каменной куницы и барсука. Процент зараженности такими видами гельминтов более высокий у лесной куницы (72,3 %), барсука (70,0 %), лесного хорька (67,4 %) и выдры (61,5 %). У остальных куньих этот показатель был ниже: 50,0 % у американской норки, 45,5 % у ласки, 43,3 % у горностаи и 38,5 % у каменной куницы.

Общими для куньих оказалось 4 вида гельминтов: трематоды *Isthmiophora melis* (Schrank, 1788) и *Alaria alata* (Goeze, 1782), цестода *Spirometra erinacei europaei* (Rudolphi, 1819) и нематода *Trichinella spiralis* (Owen, 1835) (таблицы 1 и 2). Высокие показатели зараженности установлены для трематоды *A. alata*. Ее мезоцеркариями наиболее поражена лесная куница (ЭИ 31,9; ИИ 2-780; ИО 48,0). У остальных куньих отмечены высокие показатели численности этого паразита: ИИ 500-1500, ИО от 15,2 (ласка) до 46,5 (лесной хорек). Вероятным источником заражения человека в Полесье могут быть лягушки и кабан, инвазированные мезоцеркариями. У 4 видов куньих рода *Mustela*, а также у речной выдры и барсука доминирует в заражении трематода *I. melis* (таблицы 1 и 2), у каменной куницы – личинки цестоды *S. erinacei europaei* и нематода *Eucoleus aereophilus* (Streplin, 1839), у лесной куницы – нематода *E. aereophilus* и трематода *A. alata* (таблица 2).

Из указанных гельминтов только личинки цестоды *S. erinacei europaei* (заболевание спарганоз) и нематоды *T. spiralis* (заболевание трихинеллез) пери-

одически регистрируются у жителей Полесского региона [19; 20, с. 11, 13; 21, с. 17]. Куньи вовлекаются в циркуляцию инвазии, способствуют формированию и поддержанию очагов этих гельминтозов.

Медицинским работникам Белорусского Полесья (Брестская и Гомельская области) известны такие заболевания человека, как фасциолез [22] и описторхоз [20, с. 11; 21, с. 17], возбудители которых – трематоды *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758 и *Opisthorchis felinus* (Rivolta, 1884) обнаружены нами у куньих. Печеночный сосальщик (*F. hepatica*) – случайный паразит куньих (речная выдра). Основным источником этой инвазии в Полесье – дикие и домашние парнокопытные млекопитающие. Определенная роль в формировании и поддержании очагов описторхоза, а также меторхоза, псевдамфиостомоза, апофаллоза, истмиофороза (возможно коринзомоза; функционирование очагов в Беларуси требует изучения) принадлежат рыбающим куньим, особенно речной выдре и американской норке. От рыбы может заразиться возбудителями этих гельминтозов и человек.

Заражение человека в Белорусском Полесье другими видами гельминтов, находящихся в таблицах 1 и 2, полностью исключить нельзя. Мы особо хотим обратить внимание белорусских органов здравоохранения на цестоду *Taenia martis* (Zeder, 1803) и нематоду *Baylisascaris devosi* (Sprent, 1952). Обоидами видами этих гельминтов человек может заразиться, проглотив их яйца, с развитием в его организме личиночной стадии. Случаи нахождения личинок цестоды *T. martis* у человека зафиксированы в Германии (локализация – глаза) [23] и Франции (локализация – головной мозг) [24]. А личинка нематоды *B. devosi* может вызывать у человека синдром висцеральной формы мигрирующей личинки («visceral larva migrans») [25; 26]. Такие виды куньих, как каменная куница, лесной хорек и ласка, в поисках пищи часто появляются и даже селятся в населенных пунктах, а будучи инвазированными этими и другими возбудителями гельминтозоонозов, могут способствовать формированию там очагов и создавать угрозу заражения человеку.

Белорусским гельминтологом В.А. Пенькевичем [27] в восточной части Белорусского Полесья

(Полесский государственный радиационно-экологический заповедник) обнаружены у барсука нематоды *Toxocara canis* (Werner, 1782), *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902) и *Trichuris* (син.: *Trichocephalus*) *vulpis* (Froelich, 1789). Обязательными дефинитивными хозяевами этих гельминтов являются хищные млекопитающие семейства *Canidae*.

Всего у 8 видов куньих в Белорусском Полесье найдено 19 видов гельминтов, являющихся возбудителями зоонозов: 13 видов – у лесного хорька, 12 видов – у барсука, по 11 видов – у горностая и ласки, по 10 видов – у лесной куницы, американской норки и речной выдры, 9 видов – у каменной куницы. Данными о гельминтофауне европейской норки мы не располагаем. Эти виды гельминтов, оказавшись в организме человека, могут оказать негативное воздействие на его органы и ткани, привести к ухудшению состояния здоровья.

#### Выводы

1. У 8 видов куньих в Белорусском Полесье паразитирует 19 видов возбудителей гельминтозоонозов. Из них 16 видов обнаружено автором статьи и установлено, что зараженность ими разных видов куньих колеблется в пределах 38,5–72,3 %.

2. Важная роль в распространении инвазии принадлежит лесной кунице и лесному хорьку, характеризующихся видовым разнообразием возбудителей гельминтозоонозов и высоким процентом зараженности, а также рыбающим куньим – речной выдре и американской норке. Каменная куница, лесной хорек и ласка, селясь в населенных пунктах, способствуют распространению инвазии также и там.

3. Найденные у куньих возбудители гельминтозоонозов могут иметь значение в патологии человека в Белорусском Полесье, особенно следует обратить внимание на риск заражения жителей этого региона цестодой *T. martis* и нематодой *B. devosi*, источниками инвазии которых являются только куньи. Это необходимо учитывать медицинским работникам при проведении санитарно-просветительских, профилактических и диагностических мероприятий.

Таблица 1. – Зараженность куньих рода *Mustela* возбудителями гельминтозоонозов в Белорусском Полесье

Вид гельминта	Горностай			Ласка			Хорек лесной			Норка американская		
	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО
Трематоды												
<i>Isthmiophora melis</i> (Schrank, 1788)	33,3	1–12	1,33	21,2	1–10	0,36	48,8	1–177	11,4	20,0	1–10	1,0
<i>Apothallus donicus</i> (Sikjabin et Lindtrop, 1919)	3,3	3	0,10	3,0	5	0,15	4,7	1–9	0,23	6,0	3–15	0,60
<i>Metorchis bilis</i> (Braun, 1790)	–	–	–	–	–	–	7,0	1–18	0,51	8,0	1–6	0,40
<i>Opisthorchis felinus</i> (Rivolta, 1884)	3,3	2	0,07	3,0	3	0,09	2,3	4	0,09	4,0	2–10	0,24
<i>Pseudamphistomum truncatum</i> (Rudolphi, 1819)	3,3	4	0,13	3,0	5	0,15	2,3	9	0,21	6,0	2–8	0,30
<i>Alaria alata</i> (Goeze, 1782), larvae	3,3	500	16,7	3,0	500	15,2	7,0	500–1000	46,5	8,0	500–500	30,0
Цестоды												
<i>Mesocestoides lineatus</i> (Goeze, 1782)	3,3	3	0,10	3,0	2	0,06	4,7	1–3	0,09	–	–	–
<i>Taenia martis</i> (Zeder, 1803)	–	–	–	–	–	–	2,3	1	0,02	–	–	–
<i>Spirometra einnaei europaei</i> (Rudolphi, 1819), larvae	10,0	1–2	0,13	6,1	1–3	0,12	11,6	1–5	0,23	10,0	1–5	0,40

Нематоды												
<i>Eucolpus aeorophilus</i> (Creplin, 1839)	3,3	2	0,07	12,1	1-5	0,30	7,0	1-6	0,21	-	-	-
<i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835), larvae	3,3	5	0,17	3,0	5	0,15	4,7	2-4	0,14	4,0	2-4	0,12
<i>Baylisascaris devosi</i> (Sprent, 1952)	6,7	1-2	0,10	6,1	1-4	0,18	4,7	1-3	0,09	4,0	1-5	0,12
<i>Spirocerca lupi</i> (Rudolphi, 1809), larvae	3,3	3	0,10	3,0	4	0,12	4,7	2-5	0,16	-	-	-
Акантоцефалы												
<i>Carynosoma strumosum</i> (Rudolphi, 1802)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,0	1-5	0,12

Таблица 2. – Зараженность куниц, речной выдры и барсука возбудителями гельминтозоонозов в Белорусском Полесье

Вид гельминта	Куница изменная			Куница лесная			Выдра речная			Барсук		
	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО	ЭИ	ИИ	ИО
Трематоды												
<i>Isthmiophora melis</i> (Schrank, 1788)	7,7	2	0,15	10,6	1-3	0,26	23,1	1-24	2,31	30,0	2-8	0,70
<i>Fasciola hepatica</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	-	-	-	3,9	3	0,12	-	-	-
<i>Apophallus donicus</i> (Skrjabin et Lindtrop, 1919)	7,7	2	0,15	2,1	1	0,02	7,8	2-26	1,08	-	-	-
<i>Metorchis bilis</i> (Braun, 1790)	-	-	-	-	-	-	7,8	1-3	0,15	-	-	-
<i>Opisthorchis felinus</i> (Rivolta, 1884)	-	-	-	-	-	-	11,5	3-10	0,73	5,0	2	0,10
<i>Pseudamphistomum truncatum</i> (Rudolphi, 1819)	-	-	-	-	-	-	11,5	1-5	0,27	-	-	-
<i>Alaria alata</i> (Goeze, 1782), larvae	7,7	500	38,5	31,9	2-780	48,0	3,9	500	19,2	5,0	500	25,0
Цестоды												
<i>Mesocostoides lineatus</i> (Goeze, 1782)	7,7	2	0,15	4,3	2-8	0,21	3,9	2	0,08	5,0	2	0,10
<i>Taenia martis</i> (Zeder, 1803)	-	-	-	12,8	1-3	0,21	-	-	-	-	-	-
<i>Spirometra ennacei europaei</i> (Rudolphi, 1819), larvae	15,4	1-3	0,31	6,4	2-7	0,32	7,8	1-3	0,15	10,0	1-2	0,15
Нематоды												
<i>Eucolpus aeorophilus</i> (Creplin, 1839)	15,4	1-2	0,23	42,6	1-8	1,21	-	-	-	10,0	2-4	0,30
<i>Trichinella spiralis</i> (Owen, 1835), larvae	7,7	5	0,39	6,4	6-8	0,40	3,9	3	0,12	5,0	4	0,20
<i>Baylisascaris devosi</i> (Sprent, 1952)	7,7	3	0,23	10,6	1-8	0,64	-	-	-	5,0	3	0,15
<i>Spirocerca lupi</i> (Rudolphi, 1809), larvae	7,7	5	0,39	4,3	1-5	0,13	-	-	-	-	-	-
<i>Uncinaria stenocephala</i> (Railliet, 1884)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20,0	1-6	0,60

#### ЛИТЕРАТУРА

- Савицкий, Б.П. Млекопитающие Беларуси / Б.П. Савицкий, С.В. Кучмель, Л.Д. Бурко. – Минск: Издательский центр БГУ, 2005. – С. 114–142.
- Красная книга Республики Беларусь. Животные: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды диких животных / гл. редкол.: И.М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В.И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларус. Энцикл. ім. П. Броўкі, 2015. – С. 28–31.
- Меркушева, И.В. Гельминты домашних и диких животных Белоруссии: Каталог / И.В. Меркушева, А.Ф. Бобкова. – Минск: Наука и техника, 1981. – С. 85–86.
- Анисимова, Е.И. Формирование гельминтоценозов хищных млекопитающих в естественных и трансформированных ландшафтах Беларуси: Автореф. дис. д-ра биол. наук / Е.И. Анисимова. – Витебск, 2004. – С. 11.
- Шималов, В.В. Барсук и его гельминтофауна в Белорусском Полесье / В.В. Шималов, В.Т. Шималов // Тез. докл. VI Териологич. о-ва., 13–16 апр. 1999 г., Москва. – М., 1999. – С. 282.
- Shimalov, V.V. Helminth fauna of otter (*Lutra lutra* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov, A.V. Shimalov // Parasitology Research. – 2000. – Vol. 86. – N 6. – P. 528.
- Shimalov, V.V. Helminth fauna of the stoat (*Mustela erminea* Linnaeus, 1758) and the weasel (*M. nivalis* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitology Research. – 2001. – Vol. 87. – No 8. – P. 680–681.
- Shimalov, V.V. Helminth fauna of the American mink (*Mustela vison* Schreber, 1777) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitology Research. – 2001. – Vol. 87. – N 10. – P. 886–887.
- Shimalov, V.V. Helminth fauna of martens *Martes foina* and *M. martes* in the southern part of Belarus / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Abstracts of the 18<sup>th</sup> Inter. Conf. of the WAAVP, 26–30 Aug. 2001, Stresa, Italy. – Stresa, 2001. – P. 65.
- Shimalov, V.V. Helminth fauna of the European polecat (*Mustela putorius* Linnaeus, 1758) in Belorussian Polesie / V.V. Shimalov, V.T. Shimalov // Parasitology Research. – 2002. – Vol. 88. – N 3. – P. 259–260.
- Шималов, В.В. Гельминтозоонозы в Беларуси / В.В. Шималов // Здоровоохранение. – 2007. – № 9. – С. 10–17.
- Козлов, Д.П. Определитель гельминтов хищных млекопитающих СССР / Д.П. Козлов. – М.: Наука, 1977. – 275 с.
- Keys to the cestode parasites of vertebrates / Edited by L.F. Khalil, A. Jones, R.A. Bray. – Wallingford: CABI Publishing, 1994. – 751 pp.
- Keys to the Trematoda / Edited by D.I. Gibson, A. Jones, R.A. Bray. – Wallingford: CABI Publishing, 2002. – Vol. 1. – 521 pp.
- Keys to the Trematoda / Edited by A. Jones, R.A. Bray, D.I. Gibson. – Wallingford: CABI Publishing, 2005. – Vol. 2. – 745 pp.

16. Keys to the Trematoda / Edited by R.A. Bray, D.I. Gibson, A. Jones. – London: CABI and Natural History Museum, 2008. – Vol. 3. – 824 pp.
17. Контримавичус, В.П. Гельминтофауна куных и пути ее формирования / В.П. Контримавичус. – М.: Наука, 1969. – 432 с.
18. Anderson, R.C. Nematode parasites of vertebrates: Their development and transmission / R.C. Anderson. – Wallingford: CABI Publishing, 2000. – 650 pp.
19. Стрельченя, С.Д. Случай спарганоза / С.Д. Стрельченя, Л. Пагодич, Г.П. Корзун и др. // Мед. паразитол. и паразитар. болезни. – 1999. – № 4. – С. 53–54.
20. Гельминтозы, протозоозы, трансмиссивные зоонозные и заразные кожные заболевания в Республике Беларусь: информационный бюллетень за 2014 год / А.Л. Веденьков, Д.М. Голотик, В.В. Пашкович и др., под общей ред. В.В. Гриня. – Минск, 2015. – 32 с.
21. Гельминтозы, протозоозы, трансмиссивные зоонозные и заразные кожные заболевания в Республике Беларусь: информационный бюллетень за 2015 год / Е.В. Соловьева, Д.М. Голотик, В.В. Пашкович и др., под общей ред. В.В. Гриня. – Минск, 2016. – 37 с.
22. Корзан, А.И. Случай фасциолеза человека в Брестской области / А.И. Корзан, А.И. Лаврукевич, Е.Ф. Молчанова и др. // Материалы IX съезда работников профилактики медицины Республики Беларусь. – Минск, 1996. – Т. 3. – Ч. 2. – С. 45–46.
23. Eberwein, P. Human Infection with Marten Tapeworm / P. Eberwein, A. Haeupler, F. Kueper et al. // Emerg. Infect. Dis. J. – 2013. – Vol. 19. – P. 1152–1154.
24. Brunet, J. First case of human cerebral *Taenia martis* cysticercosis / J. Brunet, A. Benoit, S. Kremer et al. // J. Clin. Microbiol. – 2015. – Vol. 53. – N 8. – P. 2756–2759.
25. Шихобалова, Н.П. Паразитирование личинок гельминтов в не свойственных им хозяевах / Н.П. Шихобалова, Е.С. Лейкина // Вопросы биологии гельминтов и их взаимоотношений с хозяевами: Тр. Гельминтол. пуб. Акад. наук СССР / Отв. ред. акад. К.И. Скрябин. – М.: Наука, 1965. – Т. 15. – С. 206–222.
26. Kazakos, K.R. *Baylisascaris larva migrans* / K.R. Kazakos, W.M. Boyce // J. Amer. Vet. Med. Assoc. – 1989. – Vol. 195. – N 7. – P. 894–903.
27. Пенькевич, В.А. Современное состояние гельминтофауны млекопитающих Полесского государственного радиационно-экологического заповедника / В.А. Пенькевич // Фаунистические исследования в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике: Сб. науч. тр. / Под ред. Г.В. Анципова. – Гомель: РНИУП «Институт радиологии», 2008. – С. 137–155.

## CAUSATIVE AGENTS OF THE HELMINTHOZOONOSES IN CARNIVORES OF FAMILY MUSTELIDAE IN BELORUSSIAN POLESIE

SHIMALOV V.V.

The result of study (1980–2016) on the infestation by causative agents of the helminthozoonoses of 262 mustelids of 8 species in Belorussian Polesie is presented. 16 species of helminths – causative agents of helminthozoonoses were found in these animals (most of them – 13 species – in the European polecat). Infestation of animals with such helminth species varied from 38.5 % (stone marten) to 72.3 % (common marten). Altogether, 19 species of helminths, which are causative agents of helminthozoonoses, were found in Belorussian Polesie in carnivores of the *Mustelidae* family. The participation of these animals in the spread of invasion and the risk of infection of people are discussed.

УДК 58.009

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL. НА ТЕРРИТОРИИ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

С.В. Шумак

Государственное природоохранное научно-исследовательское учреждение «Полесский государственный радиационно-экологический заповедник», г. Хойники, Беларусь

Приводится краткая эколого-фитоценотическая характеристика мест произрастания *Pulsatilla patens* (L.) Mill. на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника. Оценено современное состояние популяции, а также предложены меры по охране вида.

### Введение

*Pulsatilla patens* (L.) Mill. – прострел раскрытый, многолетнее травянистое растение, вид рода *Pulsatilla* семейства *Ranunculaceae*. Включен в Красную книгу Республики Беларусь 1-го издания (1981) под названием прострел широколистный – *Pulsatilla latifolia* Rupr. и список видов профилактической охраны Красной книги 2-го и 3-го изданий. Повторно причислен к списку охраняемых видов в 2011 году (IV категория (NT)). Потенциально уязвимый вид, включен в приложение II к Директиве Европейского союза о местах обитания и в Приложение I к Бернской конвенции [1].

В Беларуси встречается спорадически по всей территории, в западной части редко, на юго-западе – единично.

В Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (далее заповедник) известно несколько местонахождений прострела раскрытого. Встречается единичными особями и небольшими группами. Вид приурочен к суходольным соснякам.

### Методика и объекты исследования

Объектами исследования явились места произрастания *P. patens* (L.) Mill. расположенные на территории Оревичского, Богушевского, Воротецкого и Партизанского лесничеств заповедника.

Исследования осуществлялись маршрутно-поисковым методом, а также на основе гербарного материала и полевых записей сотрудников отдела экологии растительных комплексов заповедника. Гербарные образцы определены в Институте экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси и хранятся в гербарной коллекции заповедника. Номенклатура вида принята по [2]. Таксационная характеристика лесных насаждений в местах произрастания прострела раскрытого взята из материалов лесоустройства 2012 года и уточнена при непосредственном обследовании. Исследования эколого-фитоценологических особенностей вида проводились по методике, разработанной сотрудниками Института экспериментальной ботаники имени В.Ф. Купревича НАН Беларуси [3].

### Результаты и их обсуждение

Впервые на территории заповедника *P. patens* (L.) Mill. был обнаружен в апреле 2008 года сотрудниками отдела экологии растительных комплексов во время проведения флористических обследований территории Оревичского лесничества в квартале 44 выделе 3.

**Характеристика местопроизрастания.** Сосняк черничный. Состав древостоя 7СЗБ+Ос, возраст 85 лет, полнота 0,7, бонитет II. Подрост представлен *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth., *Populus tremula* L. Средняя высота подроста 0,98 м. В подлесочном ярусе произрастают *Frangula alnus* Mill. и *Sorbus aucuparia* L. со средней высотой 1,4 м.

Напочвенный покров отсутствовал, т.к. исследования проводились ранней весной до начала вегетации большинства видов травянистых растений.

Численность *P. patens* (L.) Mill. составляет 1 растение. На момент обнаружения растение находилось в фазе цветения.

**Жизненное состояние** растения характеризуется как хорошее, длина цветоноса 15 см, околоцветник с листочками длиной 4 см, цветок крупный широко раскрытый диаметром 5 см. Повреждений растения не отмечено. Жизненность растения оценивается как средняя (балл 4 из 5).

**Основные факторы угрозы.** Фактических угроз не выявлено.

В июне 2012 года в Богушевском лесничестве в квартале 59 выделе 5 было зарегистрировано второе место произрастания *P. patens* (L.) Mill.

**Характеристика местопроизрастания.** Сосняк орляковый. Состав древостоя 6С4Б, возраст 65 лет, полнота 0,7, бонитет I. Подрост представлен *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Betula pendula* Roth., единичными экземплярами *Alnus glutinosa* (L.) Gaertn. и *Populus tremula* L. В подлеске встречаются *Frangula alnus* Mill., *Rubus caesius* L., *Corylus avellana* L. В живом напочвенном покрове доминируют *Pteridium pinetorum* Page a. Mill., *Fragaria vesca* L., менее представлены *Carex* sp., *Gramineae* sp., *Luzula pilosa* (L.) Willd., *Vicia cracca* L., *Urtica dioica* L., *Dryopteris carthusiana* (Willd.) H. P. Fuchs., *Chelidonium majus* L., *Geranium robertianum* L.; единично встречается *Potentilla alba* L. – III категория национального природоохранного значения. Общее проективное покрытие живого напочвенного покрова 90 %.

На обследуемой территории было выявлено 1 растение *P. patens* (L.) Mill. На момент обнаружения растение находилось в фазе плодоношения.

**Жизненное состояние** характеризуется как хорошее, высота стебля с плодами 28 см, повреждений растения не отмечено. Жизненность растения оценивается как высокая (балл 5 из 5).

**Основные факторы угрозы.** Затенение пологом древостоя. Степень проявления негативного воздействия слабая (балл 1).

В апреле 2015 года в Воротецком лесничестве в квартале 39 выделе 18 было обнаружено третье место произрастания *P. patens* (L.) Mill. и обследовано в июне этого же года.

**Характеристика местопроизрастания.** Сосняк вересковый. Состав древостоя 10С, возраст 105 лет, полнота 0,9, бонитет II. Подрост представлен *Pinus sylvestris* L., *Quercus robur* L., *Populus tremula* L. Средняя высота подроста 0,84 м. Подлесок не густой и сформирован *Frangula alnus* Mill., *Sorbus aucuparia* L., *Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. ex Woloszcz.) Klaskova со средней высотой 0,49 м.

Видовой состав мохово-лишайникового яруса представлен 3 видами мхов, среди которых доминируют *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt. и *Dicranum polysetum* Sw. Проективное покрытие мохово-лишайникового яруса составляет 90 %. В живом напочвенном покрове выделяются *Calluna vulgaris* (L.) Hill., *Melampyrum sylvaticum* L., менее представлены *Vaccinium myrtillus* L., *Convallaria majalis* L., *Hypericum perforatum* L., *Festuca ovina* L., *Solidago virgaurea* L., биогруппами *Vaccinium vitis-idaea* L., *Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng., *Pteridium pinetorum* Page & Mill.

**Ценопопуляция немногочисленна, представлена двумя биогруппами. Распределение** *P. patens* (L.) Mill. по площади случайное. Первая группа состоит из трех экземпляров занимающих площадь 40 м<sup>2</sup>; вторая представлена семью экземплярами на площади 28 м<sup>2</sup>. На момент обнаружения все растения находились в фенологической фазе цветения.

**Жизненное состояние.** Ценопопуляция нормальная полночленная. Средняя высота цветоноса 17 см, околоцветник с листочками длиной 4 см, цветки в основном широко раскрытые средним диаметром 5,5 см. Повреждений растений не отмечено. Популяция способна к самоподдержанию и дальнейшему расселению. Жизненность ценопопуляции оценивается как высокая (балл 5 из 5).

**Основные факторы угрозы.** Порои дикого кабана. Степень проявления негативного воздействия умеренная (балл 2).

В апреле 2015 года в Партизанском лесничестве в квартале 115 выделе 18 было обнаружено четвертое место произрастания *P. patens* (L.) Mill.

**Характеристика местопроизрастания.** Опущка сосняка черничного. Состав древостоя 10С, возраст 98 лет, полнота 0,6, бонитет I. Подрост представлен *Pinus sylvestris* L., *Betula pendula* Roth., *Quercus robur* L. Подлесок редкий, сформирован *Frangula alnus* Mill. и *Sorbus aucuparia* L.

Напочвенный покров отсутствовал, т.к. исследования проводились ранней весной до начала вегетации большинства видов травянистых растений.

На обследуемой территории было выявлено 1 растение *P. patens* (L.) Mill. На момент обнаружения растение находилось в фазе цветения.

**Жизненное состояние** характеризуется как хорошее, высота цветоноса 10 см, околоцветник с листочками длиной 3,3 см, цветок диаметром 4 см. Жизненность растения оценивается как средняя (балл 4 из 5).

**Основные факторы угрозы.** Фактических угроз не выявлено.

#### Заключение

В результате проведенных флористических исследований на территории заповедника было выявлено 4 местопроизрастания *P. patens* (L.) Mill. Популяции данного вида немногочисленны либо представлены единичными растениями. К самоподдержанию и дальнейшему расселению способна лишь одна популяция.

В целях сохранения ценопопуляций *P. patens* (L.) Mill. необходимо поддерживать существующий световой режим (при необходимости осуществлять мероприятия по ограничению распространения древесно-кустарниковой растительности), производить периодический контроль состояния популяции, а также проводить рубки паса в зимний период.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Красная книга Республики Беларусь. Растения: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды дикорастущих растений / гл. редкол. И. М. Качановский (предс.), М.Е. Никифоров, В. И. Парфенов [и др.]. – 4-е изд. – Минск: Беларусь. Энцикл. имя П. Броуки, 2015. – 448 с.: ил.
2. Черепанов, С.К. Сосудистые растения России и сопредельных государств (в пределах бывшего СССР). / С.К. Черепанов. – Санкт-Петербург: Мир и семья, 1995. – 991 с.
3. Пугачевский, А.В. Программа и методика организации и проведения мониторинга охраняемых растений в Республике Беларусь: методическое пособие / А.В. Пугачевский, И.П. Вознячук, Л.В. Семеренко. – Мн.: Право и экономика, 2011. – 48 с.

## MODERN CONDITION OF *PULSATILLA PATENS* (L.) MILL. ON THE TERRITORY OF POLESKY STATE RADIATION-ECOLOGICAL RESERVE

SHUMAK S.V.

The article gives a brief ecology-phytocenotic description of the habitats of *P. patens* (L.) Mill. on the territory of Polesky State Radiation Ecological Reserve. This species is confined to dry pine forests, where it grows by single specimens and biogroups. Populations of *P. patens* (L.) Mill. are in good condition, which was facilitated by the lack of influence of the human factor.

УДК 502.7:556(477.81)

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИРОДНО-ЗАПОВЕДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ЗАПАДНОГО ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ (НА ПРИМЕРЕ РОВЕНСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА)**А.В. Яцык<sup>1</sup>, И.А. Пашенюк<sup>1</sup>, И.В. Гопчак<sup>2</sup>, Т.А. Басюк<sup>3</sup><sup>1</sup> Украинский научно-исследовательский институт водохозяйственно-экологических проблем, г. Киев, Украина<sup>2</sup> Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно, Украина<sup>3</sup> Международный экономико-гуманитарный университет имени академика Степана Демьянука, г. Ровно, Украина

Выполнена оценка существующего экологического состояния водных объектов природно-заповедных территорий Западного Полесья Украины (на примере Ровенского природного заповедника) и проведена экологическая оценка качества поверхностных вод на основе классификации по трем блокам показателей: солевого состава, трофо-сапробиологическим (эколого-санитарным) и специфических вещества токсического действия.

Для формирования ландшафтов Ровенского природного заповедника (РПЗ) определяющим фактором является водный режим, особенность которого заключается, в первую очередь, в близком залегании от поверхности уровня грунтовых вод, вследствие чего в территориальном распределении растительности четко проявляется ведущая роль микрорельефа.

До сих пор исследования водных объектов заповедника проводились преимущественно в направлении изучения его болотных массивов. Так, Е.М. Брадис изучала растительность и торфяные залежи урочищ Сырая Погоня [2]. Т.Л. Андриенко изучала растительность и флору массивов заповедника (Соминое, Сырая Погоня, Переброды, Белоозерский) и торфяные залежи части урочищ [1]. Стационарные гидрологические наблюдения на территории заповедника не проводились. Сарненской исследовательской станцией Института водных проблем и мелиорации НААН Украины эпизодически велись наблюдения за гидрогеологическим режимом болотного массива «Соминое» в 1978–1984 гг. и в 1998–2002 гг. [7]. Данных о наблюдении за гидрологическим режимом на других болотных массивах заповедника не выявлено. Таким образом, на современном этапе исследований в РПЗ назрела необходимость в проведении комплексных исследований водных объектов заповедника.

Актуальность таких исследований обосновывается еще и тем, что массивы Переброды, Сырая Погоня, Соминое а также Белое озеро и болото Коза-Березина РПЗ имеют статус водно-болотных угодий (ВБУ) международного значения [3].

По лесоупорядочным данным установлено, что из общей площади заповедника (42 289 га) леса, в том числе заболоченные, занимают 21172 га (48 %), болота – 20 286 га (48 %), водоемы – 688 га (1,4 %).

Территория расположена в 4 районах северной части Ровенской области. На северо-востоке заповедник граничит с Житомирской областью, на северо-западе – с Волынской, а на севере – с Республикой Беларусь.

В заповеднике представлены болота всех типов, встречающихся на украинском Полесье. Наибольшим разнообразием болот определяется Белоозерский участок, где хорошо представлены болота с богатым питанием – низинные (эвтрофные). На остальных участках преобладают сфагновые болота.

Согласно физико-географическому районированию Украины территория заповедника относится к Волынскому Полесью зоны смешанных песков. Белоозерский массив заповедника входит в Верхнеприпятский физико-географический район, в котором много озер как карстового, так и пойменного происхождения. Около 10 % площади района занимают болота. Массивы «Соминое», «Сырая Погоня» и «Переброды» принадлежат к Нижнегорыньскому физико-географическому району. Эта территория является наиболее заболоченной частью украинского Полесья. Болота здесь занимают около 20 % площади.

Территория Ровенского природного заповедника относится к бассейну Припяти. Белоозерский участок находится в бассейне притока Припяти – Стырь, а Переброды, Сырая Погоня и Соминое – в бассейне притока Припяти – Горынь. На территории заповедника расположены 3 карстовые озера – Белое, Соминое и Старосельское. На участках Переброды, Сырая Погоня реки отсутствуют. На Белоозерском участке протекает река Березина. На территории массива Соминое на расстоянии 600–650 м южнее озера протекает канализированная река Люблина, приток р. Львы. Большое количество воды на территории заповедника сосредоточено в болотах и заболоченных лесах.

Река Березина протекает на территории Белоозерского лесничества РПЗ. Расположена она в междуречье Стыри и Веселухи, в долине, которая образовалась в результате стока ледниковых вод. Площадь водосбора – 89 км<sup>2</sup>. Пойма шириной 3 км и длиной 17 км, заболоченная, здесь расположен болотный массив Коза. Надпойменные террасы слабо выражены, покрыты сосновыми и ольховыми лесами. Русло реки канализировано, является частью Мульчицкой мелиоративной системы. Река впадает в канал Лоток, который, в свою очередь, в р. Стырь. Ширина реки Березина – от 2,5–3 м при входе в Ровенский природный заповедник до 1,5–2 м при выходе с территории РПЗ. Во время исследований проводились измерения расхода и скорости воды в р. Березина в меженьный период. Скорость воды измерялась в двух точках реки Березина – в створе в центре массива, в створе при выходе реки из территории заповедника. Измерения показали, что расход воды в конечном створе меньше, чем в створе в центре массива, что позволяет пред-

положить о задержке части воды из реки болотным массивом Коза в период межени. Это, в частности, отмечается и у других исследователей [5].

В Украине 6 водно-болотных угодий международного значения получили международный статус лишь недавно. В том числе – 4 таких в Ровенской области:

Торфяно-болотный массив Переброды (UA-1402), признанный 29.07.2004 г. Площадь 12 718 га. Массив находится на территории Дубровицкого и Рокитновского районов области, непосредственно граничит с белорусским ВБУ «Ольманские болота», с которым вместе составляют трансграничное ВБУ «Болота Ольманы и Переброды» общей площадью 108 тыс. га, что является самым крупным болотным массивом Европы.

В Украине это единственное болото такой площади, которое не претерпело осушения и сохранило своеобразную растительность и фауну. Торфяно-болотные и лугово-болотные типы болот, которые распространены на территории, относятся к исчезающим в Европе типам природных сред.

Болотный массив Сырая Погоня (UA-2274). На государственном уровне признан еще 24.12.2013 г., однако внесен в перечень Рамсарских ВБУ лишь 13.12.2016 г. Площадь 9 926 га. Массив находится на территории Рокитновского района между селами Бельск, Ельное и Грабунь. Является одним из самых ценных для науки болотных массивов Украины, поскольку только здесь имеется уникальный холмисто-мочажинный болотный комплекс, характерный для болот тайги. Характеризуется высокой лесистостью и заболоченностью.

Угодье является своеобразным региональным стабилизатором гидрологического режима, поскольку находится в междуречье Случи, Горыни и Уборти. Также массив «Сырая Погоня» важен для поддержания биоразнообразия Полесья.

Болотный массив Соминое (UA-2275). На государственном уровне признан еще 24.12.2013 г., однако внесен в перечень Рамсарских ВБУ лишь 13.12.2016 г. Площадь 10852 га. Массив находится на территории Сарненского района между селами Карасин, Филин и Томашгород.

Является частью крупнейшего на территории Украины болотного массива «Кременное». Большую часть угодья занимают осоково-сфагновые болота. На территории расположено также одноименное озеро Соминое, с максимальной глубиной 13 м.

Белое озеро и болото Коза-Березина (UA-2281). На государственном уровне признан еще 24.12.2013 г., однако внесен в перечень Рамсарских ВБУ недавно – 25.01.2017 г. Площадь – 8 036,5 га. Массив находится на территории Владимирецкого района между селами Езерцы и Бельская Воля. Граничит с Волинской областью и расположенным рядом Рамсарским ВБУ «Черемское болото». Поддерживает гидрологический режим в междуречье Припяти, Стохода и Стыри. Болото Коза и малая река Березина являются реликтовой долиной, по которой стекали воды во время таяния ледника. Здесь представлены все основные типы бо-

лотной растительности, присущие болотам Полесья. Важной составляющей угодья является озеро карстового происхождения Белое, с максимальной глубиной 24 м. [4].

Кроме гидрологических характеристик водоемов заповедника, нами исследовались гидрохимические показатели качества воды. Периодически осуществлялся отбор проб воды для определения показателей состава и свойств поверхностных вод. Измерения проводились в сертифицированной лаборатории Государственной экологической инспекции в Ровенской области. Также использованы данные отбора проб воды из озера Белое Государственной экологической инспекцией.

Оценка качества поверхностных вод по результатам измерений проводилась в соответствии с Методикой экологической оценки качества поверхностных вод по соответствующим категориям [6]. Объединенную экологическую оценку качества воды озер Белое и Соминое, реки Березина проводили в соответствии с Методикой [6] по блочным индексам:  $I_1$  – индекс загрязнения компонентами солевого состава,  $I_2$  – индекс трофосапробности,  $I_3$  – индекс загрязненности специфическими веществами токсического действия и величине интегрального экологического индекса ( $I_{\Sigma}$ ).

Расчеты показателей объединенной экологической оценки качества поверхностных вод РПЗ показали, что величины интегральных индексов ( $I_{\Sigma}$ ), рассчитанных для озера Белое и озера Соминое находятся в пределах класса II, вода «хорошая», «чистая».

Что касается состояния поверхностных вод в р. Березина, то по значениям интегрального экологического индекса ( $I_{\Sigma}$ ) он находился в пределах III класса качества, воды «удовлетворительные», «загрязненные». Это вызвано показателями данных блока специфических веществ токсического действия, которые находятся в пределах III-V класса качества воды, что обусловлено повышенным природным содержанием железа в болотных водах данного региона.

Для более полного анализа качества воды водных объектов в заповеднике необходимо систематически отбирать пробы в течение года, особое внимание следует обращать на периоды межени и наводнения, а по озеру Белое – в период наибольшего наплыва отдыхающих (июнь-август). Это позволит определить степень антропогенного воздействия на озеро и разработать мероприятия по его уменьшению.

Таким образом, проведенные исследования положили начало новому этапу в изучении ландшафтов РПЗ. Они, конечно, не являются полными и касаются в основном территории Белоозерского массива. Дальнейшие исследования водных объектов заповедника следует сориентировать в направлении выбора ключевых участков стационарных наблюдений, налаживания эффективной системы наблюдений за гидрологическим и гидрохимическим режимом водоемов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андриенко, Т.Л. Уникальный болотный массив Переброды на Ровениціні / Т.Л. Андриенко, Л.С. Балашов, О.І. Прядко // Укр. ботан. журн. – 1976. – Т. 33. – № 5. – С. 532–536.
2. Брэдлі, Е.М. Торфово-болотний фонд УРСР, його рай-

- онування та використання / Є.М. Брадiс, А.Г. Кузьмичов, Т.Л. Андриєнко, Є.Б. Батячов – К.: Наук. думка. – 1973. – 263 с.
3. Водно-болотні угіддя України. Довідник / Під ред. Г.Б. Марушевського, І.С. Жарук. – К.: Чорноморська програма Ветландс Інтернешенл. – 2006.
  4. Волошинова, Н.О. Заповідний край лісів, боліт, озер / Н.О. Волошинова, В.А. Бачук, Ю.М. Грищенко. – Рівне: ВАТ «Рівненська друкарня». – 2007 р. – 200 с.
  5. Сніжка, С.І. Гідрохімія та радіогеохімія річок і боліт Житомирської області / С.І. Сніжка, О.О. Орлов, Д.В. За-  
кревський [та інші] / за редакцією С.І. Сніжка, О.О. Орлова. – Житомир: в-во «Волинь». – 2002. – 264 с.
  6. Яцьк, А.В. Методики екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями (пояснення, застереження, приклади) / А.В. Яцьк, В.М. Жукинський, А.П. Чернявська, І.С. Єзловецька. – К.: Оріони. – 2006. – 44 с.
  7. Попов, О.Ф. Некоторые закономерности водного режима и баланса грунтовых вод в лесных и болотных ландшафтах правобережья Припяти / О.Ф. Попов // Метеорология и гидрология. – 1985. – № 5.

## ENVIRONMENTAL STATE OF WATER OBJECTS OF NATURAL RESERVED TERRITORIES OF WESTERN POLISSIA OF UKRAINE (EXAMPLE OF ROVENSKI NATURAL RESERVE)

YATSYK A.V., PASHENYUK I.A., GOPCHAK I.V., BASYUK T.A.

Determining factor of nature-protected areas is their water regime, the peculiarity of which is, first of all, in the close vicinity of the surface of the groundwater level. That also determined the relevance of our research in relation to the assessment of the existing ecological and hydrological status of water objects of the protected areas of Western Polissya of Ukraine (on the example of the Rivne Nature Reserve) and conducting an environmental assessment of the quality of surface waters of land based on classification according to three blocks of indicators: salt composition, tropho-saprobiological (ecologically-sanitary) and specific substances of toxic action.

Навуковае выданне

**ПРЫРОДНАЕ АСЯРОДДЗЕ ПАЛЕССЯ:  
асаблівасці і перспектывы развіцця**

Зборнік навуковых прац  
VIII Міжнароднай навуковай канферэнцыі  
«Прыроднае асяроддзе Палесся і навукова-практычныя аспекты рацыянальнага рэсурсахарыстання»

Заснаваны ў 2008 годзе

Выпуск 11

Адказны за выпуск М.В. Міхальчук  
Тэхнічны рэдактар Н.С. Матвеева

Падпісана да друку 29.08.2018.  
Фармат 60×84/16, Папера афсетная  
Рызаграфія, Ум. друк арк. 34,8, Ул.-выд. арк. 34,2.  
Тыраж 70, Заказ 2851.

Заснавальнік: Дзяржаўная навуковая ўстанова  
«Палескі аграрна-экалагічны інстытут Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі»

Адрас рэдакцыі: 224020 г. Брэст, вул. Маскоўская, 204  
Палескі аграрна-экалагічны інстытут НАН Беларусі  
тэл. (0162) 41-34-28, факс (0162) 41-34-28  
e-mail: dpp@tut.by

Выдавец і паліграфічнае выкананне:  
прыватнае вытворча-гандлёвае ўнітарнае прадпрыемства  
«Издательство Альтернатива»  
Пасведчанне аб дзяржаўнай рэгістрацыі выдаўца, вытворцы,  
распаўсюджвальніка друкаваных выданняў  
№ 1/193 ад 19.02.2014  
№ 2/47 ад 20.02.2014.  
Пр-т Машэрава, 75/1, к. 312, 224013, Брэст.