

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ  
БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО



# **МАТЕРИАЛЫ I БЕЛОРУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО КОНГРЕССА**

**К 90-ЛЕТИЮ ФАКУЛЬТЕТА ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ  
БЕЛОРУССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА  
И 70-ЛЕТИЮ БЕЛОРУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**

**Минск, 8–13 апреля 2024 г.**

**В семи частях**

**Часть 6**

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ  
И УСТОЙЧИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ**

Научное электронное издание

МИНСК, БГУ, 2024

ISBN 978-985-881-578-3 (ч. 6)  
ISBN 978-985-881-572-1

© БГУ, 2024

УДК 911.2(06)+502.171(06)  
ББК 26.82я431+20.18я431

Редакционная коллегия:

кандидат географических наук, доцент *Е. Г. Кольмакова* (гл. ред.);  
кандидат географических наук, доцент *Н. В. Гагина*;  
кандидат географических наук, доцент *Ю. А. Гледко*;  
кандидат географических наук, доцент *А. А. Карпиченко*;  
кандидат геолого-минералогических наук, доцент *О. В. Лукашёв*;  
кандидат географических наук, доцент *Е. В. Матюшевская*;  
кандидат географических наук *Л. О. Сушкевич*;  
кандидат географических наук, доцент *А. А. Топаз*;  
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *А. Н. Червань*;  
*Т. С. Юдчиц* (отв. секретарь)

**Материалы I** Белорусского географического конгресса: к 90-летию факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета и 70-летию Белорусского географического общества, Минск, 8–13 апр. 2024 г. [Электронный ресурс]. В 7 ч. Ч. 6. Актуальные проблемы физической географии и устойчивого природопользования / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-578-3.

В рамках международного научного форума «I Белорусский географический конгресс» рассмотрены важнейшие проблемы физической географии, биогеографии, палеогеографии и устойчивого природопользования, включающие вопросы изучения биоразнообразия, палеорекострукции, биоиндикации, палинологии, оценки природно-ресурсного потенциала.

---

**Минимальные системные требования:**

PC, Pentium 4 или выше; RAM 1 Гб; Windows XP/7/10;  
Adobe Acrobat

Оригинал-макет подготовлен в программе Microsoft Word

В авторской редакции

Ответственный за выпуск *Т. С. Юдчиц*

Подписано к использованию 03.04.2024. Объем 6,09 МБ

Белорусский государственный университет.  
Управление редакционно-издательской работы.  
Пр. Независимости, 4, 220030, Минск.  
Телефон: (017) 259-70-70.  
e-mail: [urir@bsu.by](mailto:urir@bsu.by), <http://elib.bsu.by>

## СОДЕРЖАНИЕ

<i>Абрамова И. В.</i> Биоразнообразие птиц Брестской области: современное состояние и охрана.....	6
<i>Арсентьева М. В., Алексеенко Н. А.</i> Картографическая база данных ботанического сада — возможности для управления биоразнообразием региона .....	10
<i>Архипова Н. В., Синчук О. В.</i> Методы изучения видового состава насекомых в яблоневом саду .....	14
<i>Баран М. А., Синчук О. В.</i> Методические подходы к изучению пауков на территории Республики Беларусь.....	20
<i>Баранов Д. В., Панин А. В., Уткина А. О., Зарецкая Н. Е.</i> Воздействие гляциоизостатических адаптаций на долины крупных рек юго-восточной периферии поздневалдайского ледникового покрова.....	25
<i>Вашков А. А., Корсакова О. П., Толстобров Д. С., Коваленко Н. А.</i> Ледниковый рельеф Ондомозерских Кейв (юг Кольского полуострова): морфометрические характеристики и геологическое строение .....	30
<i>Вежновец В. В.</i> Видовой состав и численность зоопланктона проток между озерами Браславской группы .....	35
<i>Волчек А. А., Окоронко И. В.</i> Ландшафтно-экологическое состояние элементарных водосборов бассейна р. Лесная и направления оптимизации природопользования.....	41
<i>Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г.</i> О чем молчат разрезы: методические аспекты работы с грунтовыми выработками в палеогеографических целях .....	46
<i>Гольева А. А.</i> Минеральные микробиоморфы суши и вод умеренного пояса: разнообразие, генезис, информационные возможности для палеореконструкций.....	53
<i>Григорьев И. И., Рысин И. И.</i> Использование современных геодезических технологий в исследовании экзогенных процессов на территории Удмуртии..	58
<i>Демянчик В. Т., Демянчик В. В., Грода О. С., Кунаховец Д. А.</i> Динамика батрахофауны на землях населенных пунктов юго-запада Беларуси.....	63
<i>Демянчик В. Т., Демянчик В. В., Кунаховец Д. А.</i> Формирование зимовальных скоплений птиц на трансформированных водотоках города Бреста (Беларусь).....	69
<i>Дикусар Е. А., Степин С. Г., Кособуцкий И. В.</i> Белорусские холмы как историческое наследие .....	76
<i>Еловичева Я. К., Писарчук Н. М., Дрозд Е. Н.</i> Вклад палинологов БГУ и Белгосгеоцентра в развитие фундаментальных научно-исследовательских и геолого-съемочных работ и образовательного процесса .....	80
<i>Ермолаев О. П., Мухарамова С. С., Савельев А. А., Полякова А. Р.</i> Геоинформационное картографирование и пространственный анализ факторов эрозии почв в макрорегионе России.....	86

<i>Ивлиева О. В.</i> Природно-ресурсный потенциал Ростовской области в целях развития экологического туризма.....	91
<i>Истигечев Г. И., Лойко С. В., Раудина Т. В.</i> Особенности микротопографии и температурные режимы почв переувлажненных ландшафтов юга криолитозоны Западной Сибири .....	95
<i>Костин Д. Н., Куприянова Н. В., Григорьев В. А., Носевич Е. С.</i> Развитие природной среды северо-западной части полуострова Таймыр в позднем неоплейстоцене и голоцене.....	99
<i>Котеньков С. А., Лобачева Д. М.</i> Материалы путешествия Энгельбрехта Кемпфера как новый источник информации о первых поселениях в дельте Волги в XVII в. ....	103
<i>Кублицкий Ю. А., Репкина Т. Ю., Орлов А. В., Крехов А. К., Брылкин В. В., Вяткин Е. Д.</i> Новые данные об изменении относительного уровня моря на острове Большой Соловецкий в раннем голоцене (Белое море, Россия).....	108
<i>Лобков В. А., Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В., Шеремецкая Е. Д., Шевченко В. А.</i> Магнитный ключ к пространственной организации почв и отложений....	113
<i>Макар К. А., Яротов А. Е., Гагина Н. В.</i> Перспективы создания туристического маршрута по Березинской водной системе как связующего объекта в формировании устойчивого туризма Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона.....	118
<i>Матюшевская Е. В., Синчук О. В.</i> Межкафедральный центр–кафедра ЮНЕСКО по естественно-научному образованию как площадка для междисциплинарных исследований и совершенствования образования.....	123
<i>Махнач В. В.</i> Биоиндикация как метод оценки проблем озеленения Минска.	129
<i>Махнач В. В.</i> Совершенствование методов биоиндикации и озеленения в условиях урбозкосистем .....	135
<i>Носевич Е. С., Ручкин М. В., Дуданова В. А., Шитов М. В.</i> Новые данные о Мгинской толще Приневской низменности (Ленинградская область, Россия) по результатам комплексного изучения отложений карьера «Эталон» .....	140
<i>Писарчук Н. М., Кукушкина К. А.</i> Ассортимент растений и особенности озеленения пришкольных территорий в условиях городской среды .....	145
<i>Посаженикова В. С., Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г., Константинов Е. А., Качалов А. Ю.</i> Керны древних озерных отложений: особенности извлечения и обработки.....	150
<i>Рылова Т. Б., Матвеев А. В., Шидловская А. В.</i> Реконструкция палеоландшафтов территории центральной Беларуси в климатическом оптимуме муравинского межледниковья.....	156
<i>Садковская А.И., Созинов О.В.</i> Изменчивость ресурсно-ценотических параметров <i>Vaccinium Vitis-Idaea</i> в разных классах возраста искусственных <i>Pinetum Pleuroziosum</i> .....	161

<i>Селезнев Ю. В., Куренкова Е. И., Баранов Д. В., Вашков А. А., Курбанов Р. Н., Вашанов А. Н., Очередной А. К.</i> Геологическое строение и возраст четвертичных отложений раннепалеолитического местонахождения Огово I в Республике Беларусь.....	165
<i>Синчук О. В., Жоров Д. Г.</i> Перспективы использования жесткокрылых насекомых для бионического дизайна в земледельческой механике .....	170
<i>Соболев Н.А.</i> Методика биогеографии в эпоху антропоцена .....	176
<i>Солодовников А. Ю.</i> Нефтегазовые активы Беларуси в Западной Сибири: история становления, современное состояние, прогноз развития.....	181
<i>Ткачева А. А., Лойко С. В., Истигечев Г. И., Кузьмина Д. М.</i> Особенности длительнолесных сообществ в условиях староосвоенного региона на юге лесной зоны Западной Сибири.....	186
<i>Фоменко А. П., Савельева Л. А., Максимов Ф. Е., Кузнецов В. Ю.</i> Предварительные результаты палинологического изучения разреза «Верхние Немыкари» (Смоленская область).....	190
<i>Шарифуллин А. Г., Гусаров А. В.</i> Закономерности размещения бобровых плотин и связанных с ними прудов на малых реках Волго-Камского региона Русской равнины .....	194
<i>Шевцова Н.С.</i> Природный потенциал рек Беларуси: полимасштабная комплексная оценка и структура туристско-рекреационного использования...	198
<i>Шелоник М. А.</i> Перспективы использования древесных отходов для культивирования ксилотрофных грибов.....	206
<i>Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.</i> Методология иерархического морфогенетического исследования: как прочитать историю отложений и почв между строк .....	211
<i>Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.</i> От макро к микро и обратно: как нам быть со структурной организацией почв и осадков.....	217
<i>Шушкова Е.В.</i> Анализ структурной устойчивости национальной экосети (на примере Витебской области).....	223
<i>Эйвазов Ю. Г., Лукашѳв А. Ю., Макаp К. А., Яpотов А. Е.</i> Оценка туристского потенциала Пpужанского района в целях развития устойчивого туризма .....	228
Yang Qiaoyi. Biodiversity and sustainable management of biological resources under Chinese media.....	233

УДК 574.9(476.7)

## **БИОРАЗНООБРАЗИЕ ПТИЦ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОХРАНА**

**И. В. Абрамова**

*Брестский государственный университет им. А. С. Пушкина,  
бульвар Космонавтов, 21, 224016 г. Брест, Беларусь, [abramova@brsu.by](mailto:abramova@brsu.by)*

В работе представлен анализ орнитофауны одного из регионов Беларуси. В статье представлены современные данные о видовом разнообразии и охранном статусе птиц Брестской области по современным данным, а также материалам Красной книги Республики Беларусь и Красного списка Международного союза охраны природы.

**Ключевые слова:** таксономическое разнообразие; птицы; Красная книга, охрана природы.

## **BIODIVERSITY OF BIRDS IN BREST REGION: CURRENT STATUS AND PROTECTION**

**I. V. Abramova**

*Brest State A.S. Pushkin University, boulevard Cosmonauts, 21, 224016  
Brest, Republic of Belarus, [abramova@brsu.by](mailto:abramova@brsu.by)*

The paper analyzes the avifauna of one of the regions of Belarus. The article presents modern data on species diversity and conservation status of birds of Brest region according to modern data, as well as materials of the Red Data Book of the Republic of Belarus and the Red List of the International Union for Conservation of Nature.

**Keywords:** biodiversity; birds; Red Data Book.

Расположение Брестской области в неморальном биогеографическом регионе Европы определяет состав ее фауны. В системе зоогеографического районирования Беларуси территория области располагается в пределах трех зоогеографических районов: Западном, Западно-Полесском и Центральнополесском [1]. В Брестской области встречается 448 видов позвоночных животных (87,3 % от общего количества видов в Беларуси) [2]. В юго-западной части Беларуси обитают самые большие в Европе популяции редких глобально угрожаемых видов птиц (вертлявой камышевки, коростеля, большого подорлика, дупеля, орлана-белохвоста, змеяда и чеглока) [3]. Регион занимает одно из ключевых мест в системе евроазиатско-африканских сезонных миграций птиц.

В юго-западной Беларуси в конце XX в. было отмечено 288 видов птиц [4, 5], по последним данным — 298 видов восемнадцати отрядов [2], среди которых 207 видов (69,7 %) гнездящихся, 33 вида (11,1 %) мигрирующих, 16 видов (5,4 %) зимующих и 41 вид (13,8 %) залетных. Лидерами по количеству видов являются отряды воробьинообразные — 110 видов (36,9 %) и ржанкообразные — 56 видов (18,8 %), затем идут гусеобразные — 34 вида (11,4 %) и соколообразные — 28 видов (9,4 %). Ряд отрядов (кукушкообразные, козодоеобразные, стрижеобразные, рябкообразные) представлены одним видом. Ландшафтная структура и климатические условия обусловили преобладание на территории Брестской области лесных и водно-болотных видов птиц. Большинство гнездящихся птиц Брестской области являются перелетными. Ежегодно они совершают перелеты в Южную и Западную Европу (большая белая цапля, серый журавль лебедь-шипун, полевой жаворонок и др.), Африку (белый аист, обыкновенная кукушка, большой подорлик, вертлявая камышевка, обыкновенный соловей и др.), Азию (обыкновенная чечевичка). Около 50 видов птиц встречаются в регионе только в период миграций или зимовок. Наиболее массовыми мигрирующими водно-болотными птицами являются гуси, утки, кулики, чайки. Часть из них гнездится в Беларуси, а большинство — транзитом пролетают через территорию нашей страны, делая остановки для отдыха и кормежки в поймах рек (Припять, Ясельда, Мухавец, Западный Буг и др.). Зимой у нас встречаются виды, летующие на севере Восточно-Европейской равнины (мохноногий канюк, свиристель, обыкновенная и пепельная чечетки, пуночка, подорожник). Оседлый образ жизни ведут дятлы (за исключением единственного перелетного вида — вертишейки), курообразные (кроме перепела), многие воробьинообразные (ворон, серая ворона, грач, галка, сойка, сорока, обыкновенный поползень, обыкновенная пищуха, синицы, воробьи и др.).

Видовая структура орнитофауны региона и численность отдельных видов птиц претерпели значительные изменения за последние десятилетия. С середины прошлого века здесь на гнездовании, а также в период миграций и кочевок зарегистрировано 45 новых видов птиц, из них — двенадцать с начала XXI в. Среди этой группы птиц следует отметить виды с доказанным гнездованием, численность которых увеличивается в последние десятилетия. Характерными элементами орнитофауны Брестчины стали серый гусь, лебедь-шипун, большая белая цапля, большой баклан, кольчатая горлица, сирийский дятел, горихвостка-чернушка, желтоголовая трясогузка, европейский вьюрок. Ряд видов-вселенцев конца XX–начала XXI вв. (лебедь-кликун, кваква, хохотунья, белошекая крачка, золотистая щурка, черноголовый чекан, усатая синица) в настоящее время отмечаются на гнездовании локально с невысокой или сильно варьирующей численностью [6]. Малый баклан, короткохвостый поморник, серебристая чайка, красноголовый королек, короткопалая

пищуха встречаются в регионе во время миграций или в холодный период года. Эти изменения в орнитофауне вызваны рядом причин, одной из которых является глобальное изменение климата. Виды, расселяющиеся в северном направлении, представлены в основном типичными обитателями лесостепной и степной зон. Многие из них связаны с водоемами и заболоченными территориями. Территориальное перераспределение видов вызывает трансформация природных местообитаний, создание агроценозов. Например, местами колониального гнездования большого баклана, большой белой цапли стали пруды рыбхозов. Распространению отдельных видов (кольчатая горлица, обыкновенная пустельга, белый аист, лебедь-шипун, черный стриж, европейских вьюрок и др.) способствует урбанизация. Синантропные виды демонстрируют адаптации к обитанию в населенных пунктах в тесном контакте с человеком, в т. ч. использованию кормов антропогенного происхождения.

Сокращение площади природных ландшафтов приводит к сокращению биологического разнообразия, уменьшению численности или исчезновению отдельных видов, в том числе и птиц. В Красную книгу Республики Беларусь [3] включено 69 видов птиц, зарегистрированных в Брестской области (в том числе 57 гнездящихся в регионе, из них 6 видов отнесены к категории I, 13 видов — к категории II, 23 вида — к категории III, 15 видов — к категории IV). В аннотированный список видов, требующих дополнительного изучения и внимания, включены 20 видов птиц. Наибольшее количество охраняемых видов относится к отрядам аистообразные, гусеобразные, воробьинообразные, соколообразные, ржанкообразные. Наиболее важное значение для сохранения редких и исчезающих видов птиц имеют спелые и перестойные леса, низинные болота и пойменные луга. По данным Брестского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды, под охрану передано 464 места обитания охраняемых видов позвоночных животных, в т.ч. 403 места обитания птиц (28 видов).

Природоохранная значимость региона состоит в поддержании мест обитания ряда водно-болотных видов птиц, имеющих высокий региональный и международный охранный статус. Всего на данной территории гнездится 16 видов птиц, которым в Красном списке МСОП (IUCN, ver. 2023-1) присвоены неблагоприятные статусы, в том числе высокую степень угрозы в мире (категория VU — «в уязвимом положении») имеют 5 видов: красношейная поганка, красноголовая чернеть, большой подорлик, обыкновенная горлица и вертлявая камышевка; 11 видов отнесены к категории NT («близки к уязвимому положению»): белоглазая чернеть, красный коршун, степной лунь, кобчик, кулик-сорока, чибис, дупель, большой веретенник, большой кроншнеп, луговой конек, белобровик. Высокую общеевропейскую значимость имеют 12 видов птиц (белоглазая чернеть, орлан-белохвост,

степной лунь, большой подорлик, коростель, дупель, вертлявая камышевка и др.) [7]. Все виды дневных хищных птиц и сов, а также серый журавль подпадают под действие Конвенции о международной торговле видами дикой фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС). В Брестской области осуществляются наблюдения за дикими животными, включенными в Красную книгу Республики Беларусь [3]: большой выпью, малым подорликом, большим подорликом, черным аистом, дупелем, большим веретенником. Пункты наблюдений Национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС) расположены в Национальном парке «Беловежская пуша», заказниках «Средняя Припять», «Званец», «Ольманские болота», «Споровский», на территории Пружанского лесхоза, а также Березовского и Брестского районов. Еще одним направлением мониторинга животного мира являются наблюдения за дикими животными, относящимися к объектам охоты, которые осуществляются в Беловежской пуше и двух лесхозах (Пружанском и Телеханском). Объектами наблюдений являются охотничьи виды птиц (тетерев, глухарь, рябчик, серая куропатка, бекас, вальдшнеп, утки).

### Библиографические ссылки

1. Нацыянальны атлас Беларусі / Камітэт па зямельных рэсурсах, геадэзіі і картаграфіі пры Савеце міністраў РБ. Мінск, 2002. 292 с.
2. Брестская область : природа, население, хозяйство / М. А. Богдасаров [и др.] ; под общ. ред. И. В. Абрамовой. Брест : ОАО «Брестская типография», 2023. 296 с.
3. 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.]. Минск : Беларус. Энцыкл. імя П. Броўкі, 2015. 320 с.
4. Гайдук В. Е., Абрамова И. В. Экология птиц юго-запада Беларуси. Неворобьинообразные. Брест: Изд-во БрГУ, 2009. 300 с.
5. Гайдук В. Е., Абрамова И. В. Экология птиц юго-запада Беларуси. Воробьинообразные. Брест: Изд-во БрГУ, 2013. 298 с.
6. Никифоров М. Е., Самусенко И. Э. Современный состав фауны птиц Беларуси : информация Белорусской орнито-фаунистической комиссии // Зоологические чтения – 2015 : материалы Междунар. науч.-практич. конф., Гродно, 22–24 апреля 2015 г. / О.В. Янчуревич (отв. ред.) [и др.]. Гродно : ГрГУ, 2015. С. 191–194.
7. IUCN Red List [Electronic resource]. URL: <http://www.iucnredlist.org>. (date of access: 05.02.2024).

УДК 581.9

**КАРТОГРАФИЧЕСКАЯ БАЗА ДАННЫХ  
БОТАНИЧЕСКОГО САДА — ВОЗМОЖНОСТИ ДЛЯ  
УПРАВЛЕНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЕМ РЕГИОНА**

**М. В. Арсентьева<sup>1)</sup>, Н. А. Алексеенко<sup>1), 2)</sup>**

<sup>1)</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, 119991, г. Москва, РФ, [arsentyevamv@gmail.com](mailto:arsentyevamv@gmail.com), [valtuz@mail.ru](mailto:valtuz@mail.ru)

<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4, 119017, г. Москва, РФ

Ботанические сады — учреждения, играющие важную роль в стратегиях сохранения глобального флористического биоразнообразия, являющиеся важными банками генетического материала, способствующие поддержанию генетического разнообразия в условиях утраты природных ареалов и изменения климатических условий. Как и любая информация, данные, хранящиеся в ботанических садах, должны быть систематизированы и иметь пространственную привязку. Картографические базы данных (далее – КБД) представляют собой ценный инструмент для ботанических садов для упорядочивания, хранения и анализа сведений о растительном составе учреждения.

**Ключевые слова:** Ботанические сады; картографические базы данных; сохранение биоразнообразия; систематизация данных; мониторинг изменений.

**CARTOGRAPHIC DATABASE OF THE BOTANICAL GARDEN —  
OPPORTUNITIES FOR BIODIVERSITY MANAGEMENT  
OF THE REGION**

**M. V. Arsenyeva M. V.<sup>1)</sup>, N. A. Alekseenko <sup>1, 2)</sup>**

<sup>1)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow,*

*Russian Federation, [arsentyevamv@gmail.com](mailto:arsentyevamv@gmail.com), [valtuz@mail.ru](mailto:valtuz@mail.ru)*

<sup>2)</sup> *Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, 119017,  
Staromonetnyy lane. 29, Moscow, Russia,*

Botanical gardens are institutions that play a valuable role in strategies for the conservation of global floral biodiversity, which are important banks of genetic material that contribute to maintaining genetic diversity in the face of loss of natural habitats and changing climatic conditions. Like any information, the data stored in botanical gardens should be systematized and spatially linked. Cartographic databases (hereinafter referred to as CDB) are a useful tool for botanical gardens to organize, store and analyze information about the plant composition of the institution.

**Keywords:** Botanical gardens; cartographic databases; biodiversity conservation; data systematization; monitoring of changes.

Ботанические сады, как место изучения растительного мира, существуют достаточно давно, и география их возникновения взаимосвязана с ростом уровня образования на территории Европы. В эпоху великих географических открытий, накопленный генетический материал из разных стран позволили стать ботаническим садам источниками генетических ресурсов для фармацевтики и сельского хозяйства [2].

В настоящее время ботанические сады осуществляют свою деятельность по нескольким направлениям:

- являются важными центрами исследований, где ученые могут изучать адаптацию растений к изменяющимся условиям окружающей среды, генетическое разнообразие видов, их физиологию, экологию и т. д. [2];

- участвуют в международных исследовательских и консервационных сетях, таких как Ботанические сады для консервации (BGCI) и Конвенция о биологическом разнообразии (CBD), обеспечивая осуществление международных соглашений и обмен генетическими ресурсами. Такой коллаборативный подход способствует улучшению и распространению методик по сохранению биоразнообразия, а также координации усилий в области исследований и управления экосистемами [3, 7];

- в образовательном контексте выступают как платформы для формирования экологической осведомленности и поддержки грамотности через развитие учебных программ, расширяющих понимание общественностью важности растительного мира, его взаимодействий с другими биологическими и абиотическими компонентами экосистем, а также антропогенных воздействий на биоразнообразие [2, 6].

Таким образом, ботанические сады выполняют важную роль в сохранении биоразнообразия, исследованиях и образовании, и для эффективного управления этими учреждениями необходимы современные инструменты учёта и планирования. Картографическая база данных (КБД) предоставляет ботаническим садам широкие возможности для управления садами, мониторинга растений и планирования развития территорий. Точная локализация местоположения видов, запись экспедиционных треков, выделение полигонов исследований, получение морфометрической информации о территории, высотная привязка и т.д. – лишь малая часть инструментария, который может быть использован в рамках деятельности ботанических садов.

На данный момент примерно 2200 ботанических садов и дендропарков во всем мире занимаются деятельностью по сохранению и систематизации флоры. В рамках России, как указывается на сайте ООПТ стра-

ны, таких институтов насчитывается 99. Они служат важным звеном в защите текущего разнообразия растительного мира [4].

В рамках работы рассмотрены теоретические возможности использования КБД для нужд Полярно-альпийского ботанического сада-института имени Н.А. Аврорина (ПАБСИ).

ПАБСИ является самым северным ботаническим садом в России. Прежде всего, это научное учреждение, занимающееся разведением исследований в сфере флористики, преимущественно на севере Мурманской области и архипелаге Шпицберген, хотя ботанический сад-институт также работает с экосистемами других горных областей, например, Кавказа, Урала и Дальнего Востока. С недавних пор (2018 г.) ПАБСИ объединяет функции двух типов охраняемых территорий: во-первых, занимается охраной природной среды в статусе национального парка; во-вторых, в рамках своей научной работы сад занимается изучением растительности и почв, развитием теоретических основ для интродукции и адаптации растений в северных условиях, исследованием механизмов стресса и адаптации у растений, а также комплексным изучением биотических аспектов экосистем [5, 6].

Двойной статус ПАБСИ предполагает особые подходы к управлению территорией, и в т.ч. разработке структуры КБД. В контексте разработки КБД для учета биоразнообразия, наибольший интерес представляет деятельность, связанная с инвентаризацией флоры и фауны, а также существующими экосистемами, дополненные периодическим мониторингом изменений, происходящих в этих средах.

С точки зрения дальнейшего применения, такая КБД позволила бы отслеживать состояние популяций, исследовать динамику растительности в ответ на экологические изменения и воздействия человека. Для этого могут быть проведены долгосрочные программы мониторинга, в рамках которых будут созданы гербарии, внедрены, как описывалось ранее, базы пространственных либо с точечной локализацией информации, либо с ареалами произрастания конкретных видов, дающие полную характеристику о распределении видов и их экологических предпочтениях.

Имея подробную картографическую базу данных, ПАБСИ также сможет намного эффективнее управлять своими коллекциями. Формирование базы данных, с определенным набором атрибутов, например, биологического вида, сорта, даты посадки, состояния здоровья и другой необходимой информации, позволит специалистам быстро находить растения и распознавать области, требующие особого внимания, проводить непрерывный мониторинг и анализ изменения в растительном составе, динамике роста и зоны распределения растений в рамках сада. Таким образом, эксперты могут контролировать состояние

и распространения видов, а также следить за редкими и исчезающими растениями.

Мониторинг территории и растительности — основная, но не единственная задача, которую необходимо решать в ходе деятельности ПАБСИ. КБД может быть отличным инструментом для планирования изменений в ландшафте сада и создания новых экспозиций. Используя данные о микроклимате, освещении, типах почвы и других факторах, которые можно отразить на карте, сотрудники сада могут более точно планировать посадку новых видов и организацию пространства.

Современную деятельность подобных учреждений невозможно представить без международного сотрудничества, в рамках которого осуществляется обмен данными. Имея подобную систему, ПАБСИ сможет гораздо активнее участвовать в научных проектах и программах сохранения растений, что важно для глобального сохранения биоразнообразия.

Картографические базы данных в рамках функционирования ПАБСИ будут являться не только инструментом для специалистов, но и важной образовательной и ресурсной платформой для студентов и посетителей. Электронные карты поддерживают интерактивное обучение, позволят пользователям получать информацию о ботаническом саду и его коллекциях через web-сайты, мобильные приложения и информационные мультимедийные стенды.

Работа выполнена по Госзаданию FMWS-2024-0009 №1023032700199-9.

### Библиографические ссылки

1. *Алексеев Н. А.* Данные об особо охраняемых природных территориях как информация для управления и территориального планирования // Картография в цифровую эпоху / Под ред. В. М. Котляков, И. К. Лурье, А. А. Медведев, Т. Е. Самсонов. 2017 Т.144 URL: <https://istina.msu.ru/publications/article/104668716/>
2. *Андреев Л. Н.* Ботанические сады и дендрологические парки высших учебных заведений // Hortus botanicus, 2006 – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/botanicheckie-sady-i-dendrologicheskie-parki-vysshih-uchebnyh-zavedeniy/viewer>
3. Конвенция о биологическом разнообразии // Welcome to the United Nations URL: [https://www.un.org/ru/documents/decl\\_conv/conventions/biodiv.shtml](https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/biodiv.shtml)
4. ООПТ России: офиц. сайт. URL: <http://www.oopt.aari.ru/>
5. Полярно-альпийский ботанический сад-институт им. Н. А. Аврорина КНЦ РАН: офиц. сайт. URL: <https://pabgi.ru/>
6. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 № 33-ФЗ (последняя редакция) // КонсультантПлюс – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_6072/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6072/)
7. Botanic Gardens and Plant Conservation // Botanic Gardens Conservation International URL: <https://www.bgci.org/about/botanic-gardens-and-plant-conservation/Neftegaz.ru>.

УДК 595.7: 59.08: 634.11

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА НАСЕКОМЫХ В ЯБЛОНЕВОМ САДУ

**Н. В. Архипова, О. В. Синчук**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030,  
г. Минск, Беларусь, [pznghjuk@gmail.com](mailto:pznghjuk@gmail.com), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

Приводятся сведения о важности изучения биологического разнообразия насекомых яблоневого сада. Определены основные таксоны почвенных, растительноядных насекомых и их энтомофагов среди насекомых. Приведены основные методы, которые используются и планируются для работы. Рассмотрен порядок сбора и фиксации насекомых, отловленных в условиях агробиоценоза яблоневого сада. Получены предварительные данные о видовом составе фитофагов. Установлены потенциальные виды энтомофагов для биологической защиты сада. Собранный фактический материал послужит заделом для получения грантовой поддержки при организации научно-исследовательской работы.

**Ключевые слова:** фитофаги; энтомофаги; *Malus*; видовой состав; яблоневый сад; насекомые.

## METHODS FOR STUDYING THE SPECIES COMPOSITION OF INSECTS IN APPLE ORCHARDS

**N. V. Arkhipova, A. V. Sinchuk**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,  
220030, Minsk, Belarus, [pznghjuk@gmail.com](mailto:pznghjuk@gmail.com), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

The paper presents the results of an investigation of the importance of studying the biodiversity of insects in the apple garden. The main taxa of soil, herbivorous insects and their entomophages among insects have been determined. The main methods that are used and planned for the work are given. The procedure for collecting and fixing insects caught in the conditions of agrobiocenosis of an apple orchard is considered. Preliminary data on the species composition of phytophages have been obtained. Potential types of entomophages for biological protection of the garden have been identified. The collected factual material will serve as a foundation for obtaining grant support for the organization of research work.

**Keywords:** phytophages; entomophages; *Malus*; species composition; apple orchard; insects.

Основной плодовой культурой в Республике Беларусь является яблоня [1, 2]. Для повышения продуктивности яблоневых насаждений и улучшения товарного качества плодов необходимо ежегодно систематически проводить борьбу с вредителями и болезнями плодовых деревьев. Яблоню повреждают многочисленные животные фитофаги, преимущественно насекомые, клещи и грызуны. С каждым годом отмечаются все новые виды из комплекса вредителей [3]. В настоящее время перечень вредителей яблони на территории Европы насчитывает более 450 видов [4]. Каждый фитофаг, повреждая растение, ослабляет его, снижает потенциальные возможности плодоношения, устойчивость к низким температурам и болезням. Среди огромного количества вредных видов животных особенно выделяются такие, как яблонная плодожорка (*Cydia pomonella* (Linnaeus, 1758)), яблонный цветоед (*Anthonomus pomorum* (Linnaeus, 1758)), листовертки (Tortricidae), яблонная горностаевая моль (*Yponomeuta malinellus* Zeller, 1838), древесница вьедливая (*Zeuzera pyrina* (Linnaeus, 1761)), майский хрущ (*Melolontha* sp.), тли (Aphidoidea), клещи (Eriophyidae) и грызуны (Rodentia) [3, 5].

Современные подходы к контролю численности вредителей позволяют эффективно поддерживать численность фитофагов [6–8]. Однако при этом снижается численность и как вредной, так и полезной энтомофауны, что ухудшает экологию агробиоценозов и напрямую влияет на биоразнообразие [9]. Массовая гибель при химических обработках хищников и паразитов фитофагов приводит к тому, что последние, в отсутствие своих естественных врагов, быстро восстанавливают прежнюю численность, а нередко превосходят ее (пестицидный синдром). Изменение состава полезной энтомофауны спустя совсем недолгое время после обработки может отразиться на видовом составе вредителей и может отразиться на видовом составе вредителей. При этом на смену хорошо известным «старым» вредителям нередко приходят «новые» — виды, до этого редкие и экономически малозначительные. Пестициды часто вызывают отдаленные эффекты в популяции энтомофагов (снижение плодовитости, длительности жизни, активности и пр.). Помимо непосредственного токсического действия на полезную фауну членистоногих некоторые пестициды оказываются для них репеллентными. При этом «очищенный» от энтомофагов агроценоз еще долго остается лишенным их присутствия, поскольку полезные виды избегают мигрировать из окружающих ценозов [10]. В то же время применение биологических методов позволяет снизить влияние на энтомофагов [11] и позволяет эффективно бороться с фитофагами [12]. Стоит отметить, что большое внимание при этом уделяется оценке соотношения числа опасных фитофагов по отношению к числу

специализированных энтомофагов при принятии решения по обработке растений (целесообразность обработки) [13].

Целью данной работы являлось рассмотрение основных методов для изучения видовой структуры насекомых для выявления комплекса вредителей и их энтомофагов, которые могут служить в качестве перспективных видов для биологического метода защиты растений.

**Материалы и методы.** Модельными участками для исследований служат яблоневые сады на территории Беларуси, в которых используются различные сценарии по защите растений. В качестве контроля используются участки, где обработка яблонь не проводится. При этом устанавливается видовой состав насекомых, связанных с агробиоценозом сада. Для наиболее опасных вредителей изучается комплекс энтомофагов, которые трофически с ними связаны.

**Результаты исследований.** Изучение видового состава насекомых, связанных с яблоневым садом, определяются в соответствии с уже установленной структурой комплекса фитофагов вредителей [14, 15]. С учетом их таксономической структуры учитываются особенности сбора и фиксации представителей отрядов: Lepidoptera, Coleoptera, Coccinea, Hymenoptera, Diptera, Hemiptera. Структура насекомых энтомофагов включает: Coleoptera, Hemiptera, Hymenoptera, Strepsiptera, Neuroptera, Diptera [16]. Нами также выявлены все указанные таксоны в яблоневых садах кроме представителей отряда Strepsiptera. Среди почвенной биоты отмечены представители отряда Coleoptera и Collembola (Entognatha). При проведении исследований используются различные методы по сбору и фиксации насекомых, обнаруженных на яблоне [17] или под ней [17, 18].

Исследования включают в себя классический ручной сбор насекомых на различной стадии их индивидуального развития, а также отлов мелких членистоногих при помощи эксгаустера. Кроме того, используется энтомологический сачок, которым осуществляется кошение в приствольной части растения, а также в который производится отряхивание насекомых с доступной кроны деревьев. Осуществляется ручное сгребание листового опада в весенний и осенний период для отлова педобионтных и герпитобионтных насекомых, спрятавшихся в ней на зимовку и после нее. При проведении исследований в текущем полевом сезоне планируется использовать: белое бязевое полотно для отряхивания на нее членистоногих с кроны деревьев; подвесную ловушку для перепончатокрылых и двукрылых насекомых (с приманкой – мед); ловушка Бербера (фиксирующая жидкость — этиловый спирт 40–70 % и формалин 4 %) для насекомых педобионтов и герпетобионтов; почвенная рамка или бур для почвенных насекомых.

Весь фактический материал собирается в различные по объему полипропиленовые пробирки, контейнеры и полиэтиленовые пакеты. В случае ручного сбора образцы помещаются в отдельные полипропиленовые пробирки малого объема и упаковываются в один полиэтиленовый пакет. Части поврежденных растений помещаются для временного хранения в полиэтиленовые пакеты различных размеров с застежкой zip-lock. Каждая проба снабжается временными этикетками, содержащими сведения о дате, месте и методах сбора. Дополнительно указывается время сбора, температура, влажность и атмосферное давление. В случае отсутствия возможности своевременного разбора материала, образцы помещаются в бытовой холодильник (~ +4 °С) на временное хранение для сохранности материала. Это важно из-за возможной потери отдельных образцов (их гибели без фиксации и питания хищных беспозвоночных в отобранной пробе).

С целью проведения идентификации некоторые личинки фитофагов докармливаются до окукливания и выхода имаго. Для этого образцы помещаются в пластиковые емкости, снабженные вентиляцией и смоченным ватным тампоном. В случае обнаружения отдельных личинок с развивающимися в них энтомофагами, образцы помещаются в пластиковый контейнер для выведения паразитоидов, отловленные особи фиксируются с указанием вида фитофага.

В зависимости от стадии развития и таксономической принадлежности материал фиксировался в 70 % этиловый спирт или накалывались на энтомологические булавки (или минуции), раскладывался на ватные матрасики. Все образцы снабжались постоянными этикетками с указанием таксономической принадлежности объекта [17]. Повреждения листовых пластинок сформированные открытоживущими и скрытоживущими видами насекомых гербаризируются в соответствии с классическими ботаническими подходами [19].

Вместе с тем на части модельных участков планируется провести обработку биопрепаратами отдельных участков сада для анализа влияния экологических средств защиты растений на фитофагов и энтомофагов. После чего осуществить анализ видового богатства и соотношения численности растительноядных и хищных для них насекомых. Данное исследование необходимо для выработки альтернативного сценария по защите растений от вредителей и внедрения подходов органического земледелия в садоводство.

По результатам исследований получены предварительные данные о структуре биологического разнообразия в яблонево-м саду, составе комплекса фитофагов яблонь и установлены несколько потенциальных видов для биологической защиты. Собранный фактический материал

послужит заделом и основой для выполнения научных исследований, посвященных биологическому разнообразию яблоневого сада, а также оценки возможности применения биопрепаратов в защите сада.

**Благодарности.** Приводятся данные согласно заделу, для подачи заявок на конкурсы грантов БРФФИ: «Комплексное исследование садовых агроэкосистем Брестского региона с целью повышения качества и экологичности продукции при переходе к органическому земледелию» и «Видовой состав филлофагов – вредителей древесных растений рода *Malus* в условиях Центрального ботанического сада НАН Беларуси».

### Библиографические ссылки

1. Паско П. Ф. Сад и огород на приусадебном участке / П. Ф. Паско. Минск : Ураджай, 1992.
2. Козловская З. А. Селекция яблони в Беларуси / З. А. Козловская. Минск : Беларуская навука, 2015.
3. Заец В. К., Попович П. Д., Сёмаш Д. П., Романов А. А., Роман И. С., Савковский П. П., Шеренговий П. З., Шестопаль П. З. Яблоня. Киев : Урожай, 1975.
4. Ellis W.N. Plant Parasites of Europe: leaf miners, galls and fungi [Electronic resource]. 2001–2021. URL: <https://bladmineerders.nl> (date of access: 12.12. 2023).
5. Амбросов А. Л., Болотникова В. В., Мерцалова О. С. Как защитить сад от вредителей и болезней. Минск: Ураджай, 1984. С. 160.
6. Стрелкова Е. В., Симонова М. П. Совершенствование защиты плодового сада от фитофагов в условиях ОАО «Александрийское» Беларуси // Аграрная наука - сельскому хозяйству: Сборник статей: в 3 кн. – XII Международная научно-практическая конференция (7-8 февраля 2017 г.). Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 2. С. 286–287.
7. Колтун Н. Е., Савостьяник Е. В. Эффективность двухкомпонентного инсектоакарицида Норил, КЭ против комплекса вредителей на яблоне. Защита растений. 2023. № 47. С. 195-202.
8. Стрелкова Е. В. Биологическая эффективность инсектицидов различных химических групп в борьбе с яблонным цветоедом в плодовом саду УП «Агрокомбинат «Ждановичи» в 2020 году // Техническое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве : сборник научных статей Международной научно-практической конференции, Минск, 26-27 ноября 2020 г. Минск : БГАТУ, 2020. С. 348–350.
9. Воздействие пестицидов и удобрений на окружающую среду и здоровье и способы минимизации этого воздействия // UNEP Document Repository [Электронный ресурс]. [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPFF\\_Ru.pdf](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34463/JSUNEPFF_Ru.pdf) (дата обращения: 15.02.2024).
10. Иванцова Е. А., Калуженкова Ю. В. Экологические проблемы применения пестицидов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2008. № 1. С. 41–46.
11. Агасьева И. С., Нефедова М. В., Федоренко Е. В., Мкртчян А. О., Настасий А. С., Исмаилов В. Я. Совместимость энтомофагов с биологическими и биорациональными средствами защиты растений // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 1. С. 101–109.

12. *Ярчаковская С. И., Колтун Н. Е., Михневич Р. Л.* Регулирование численности фитофагов биопрепаратами в насаждениях плодовых и ягодных культур в Беларуси // *Защита растений*. 2017. № 41. С. 263–272.
13. *Дядечко Н. П.* Сохранение и использование энтомофагов в агроценозах // *Защита растений*. 1978. № 2. С. 22–23.
14. *Синчук О. В., Архипова Н. В.* Предварительные данные о структуре комплекса филофагов-вредителей *Malus domestica* в Беларуси // *Молодой ученый*. 2023. Т. 36. С. 71–72.
15. *Колтун Н. Е.* Структура доминирования фитофагов в яблоневых садах интенсивного типа на различных по устойчивости к парше сортах // *Защита растений*. 2016. № 40. С. 230–237.
16. *Бонаренко Н. В.* Биологическая защита растений. Ленинград : Колос. Ленинградское отделение. 1978.
17. *Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А. А.* Коллекция насекомых: сбор, обработка и хранение материала. Москва : Товарищество научных изданий КМК.
18. *Потапов М. Б., Кузнецова Н. А.* Методы исследования сообществ микроартропод: пособие для студентов и аспирантов. Москва : Товарищество научных изданий КМК, 2011.
19. *Скворцов А. К.* Гербарий. Пособие по методике и технике. – Москва : Наука, 1977.

УДК 59.002 : 595.44

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПАУКОВ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**М. А. Баран, О. В. Синчук**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [baranma@bsu.by](mailto:baranma@bsu.by), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

Согласно литературным данным на территории Беларуси насчитывается 544 вида пауков. Актуальность изучения таксономической структуры пауков обусловлена их важной ролью в биоценозах, перспективами использования отдельных видов в биологических методах борьбы с вредными насекомыми и сохранения биологического разнообразия. Наряду с этим особое внимание предлагается уделить географическому распространению видов и динамики их численности. Рассмотрены классические подходы к сбору фактического материала, его хранению и идентификации. В качестве современного подхода к изучению биологического разнообразия рассматривается ДНК-штрихкодирование. С целью эффективного использования полученных данных предлагается использовать электронные таблицы и базы данных с указанием систематического положения, даты и географии сбора, экологической и генетической информации и коллекционного номера.

**Ключевые слова:** пауки; методические подходы; фауна; паукообразные; набор данных; географическое распространение.

## METHODOLOGICAL APPROACHES TO THE STUDY OF SPIDERS ON THE TERRITORY OF THE REPUBLIC OF BELARUS

**M. A. Baran, A. V. Sinchuk**

*Belarussian state university, Nezavisimosti Av., 4,  
220030, Minsk, Belarus, [baranma@bsu.by](mailto:baranma@bsu.by), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

According to literature data, there are 544 species of spiders in Belarus. The relevance of studying the taxonomic structure of spiders is due to their important role in biocenoses, the prospects of using individual species in biological methods of pest control and biodiversity conservation. Along with this, it is proposed to pay special attention to the geographical distribution of species and the dynamics of their abundance. Classical approaches to the collection of factual material, its storage and identification are considered. DNA barcoding is considered as a modern approach to the study of biodiversity. In order to effectively utilize the obtained data, it is proposed to use spreadsheets and databases with indication of systematic position, date and geography of collection, ecological and genetic information and collection number.

**Keywords:** spiders; methodological approaches; fauna; Arachnida; data set; geographical distribution.

Пауки (Araneae) — один из самых крупных и разнообразных отрядов класса паукообразные (Arachnida). В мировой фауне насчитывается 51 991 вид из 135 семейств [1]. В Европе насчитывается 5 712 видов из 70 семейств [2], из них в фауне Беларуси зарегистрировано 544 вида из 33 семейств [3–9]. С учетом регистрации на территории Центральной Европейской России — 707 видов, Украины — 1 123 видов и Польши 850 видов [2], структура фауны пауков Беларуси еще может быть дополнена не менее чем 100 видами. В том числе с учетом естественной экспансии чужеродных видов в связи с региональными климатическими изменениями, интенсификацией транспортных потоков и сопутствующим случайным, непреднамеренным завозом отдельных видов паукообразных.

Возрастание интереса к паукам обусловлено их ролью в биоценозах, где они выступают в качестве регуляторов численности беспозвоночных животных, многие из которых являются серьезными вредителями [10]. Кроме того, рассматривается использование пауков в качестве агентов биологического метода борьбы с вредными для человека насекомыми [11]. Инвентаризация фауны является важной составляющей для сохранения биологического разнообразия [12] и корректной оценки роли пауков в биоценозах. Перспективы исследования также касаются изучения географического распространения и динамики численности каждого из выявленных видов пауков на территории Беларуси.

Методические подходы при изучении пауков разных семейств на территории Беларуси в целом сходны с общепринятыми. В первую очередь это разнообразные энтомологические методы, направленные на отбор материала, включающие в себя отряхивание пауков с деревьев и кустарников на бязевое полотно с последующим отбором экземпляров в пробирки; в биотопах с ярко выраженным подстилочным слоем используется метод просеивания подстилки или кошениа энтомологическим сачком. Особое внимание должно уделяться ручному сбору экземпляров с визуальным обследованием различных мест, поскольку именно этот метод позволяет найти виды, которые не могут быть обнаружены другими методами. Важно изучать любые труднодоступные места (кора деревьев, трещины в камнях), в которых могут обитать мелкие виды пауков. Для ловли пауков в нижнем ярусе можно использовать различные почвенные ловушки: ловушка Барбера (фиксатор — 4 % формалин), ловушки различных конструкций с раствором уксуса (тосола, глицерина) с добавлением нескольких капель моющего средства, а также водные ловушки [13]. Данный метод является самым эффективным и позволяет собрать объемный материал. Однако

необходимо помнить, что ловушки с уксусом меняются чаще, чем формалиновые – примерно каждые 5–7 дней.

Особое внимание должно уделяться времени и поре года для сбора материала — многие группы пауков могут быть собраны только ночью (представители семейства *Lariniodes*), а некоторые виды достигают половозрелой стадии только в определенные сезоны.

Для дальнейших исследований экземпляры должны быть зафиксированы 70 % раствором этилового спирта. Хорошие результаты для хранения дает 7–9 % столовый уксус с добавлением нескольких капель моющего средства [14, 15]. Применение формалина и других растворов, а также хранение экземпляров на вате, приведет к изменению форм и окраса пауков (они становятся хрупкими, пальпы вздуваются), что в свою очередь сделает практически невозможным идентификацию вида.

При определении видов пауков необходимо использовать следующие оптические приборы: стереомикроскоп и биологический микроскоп. Может быть использован для визуализации и корректной идентификации сканирующий электронный микроскоп.

При идентификации видов возникает необходимость более детального изучения структуры эпигины или пальпы паука. Для этого применяется несколько методов. Самый простой — использование как отдельно глицерина, так и смеси глицерина с молочной кислотой для просветления склеритов. Во втором случае процесс просветления может идти быстрее. Но чаще всего вульву проще и быстрее изучить после ее предварительного «вываривания» в 10–20 % растворе щелочи KOH или NaOH [14]. Для этого эпигину отчленивают от брюшка, кладут в раствор щелочи и нагревают на спиртовке до тех пор, пока мягкие ткани не растворяются.

Для идентификации видов используются специализированные иллюстрированные определители [14–19]. Одними из авторитетных и доступных определителей являются онлайн базы данных следующих проектов по паукам: *Les araignées de Belgique et de France* [20], а также *Aranea Spiders of Europe* [2] и *World Spider Catalog* [1].

Современные подходы включают в себя идентификацию и изучение биологического разнообразия животных при помощи ДНК-штрихкодирования [21]. Для этих целей предварительно идентифицированные, собранные образцы помещаются в 96 % этанол и кладутся на хранение в морозильную камеру. Для идентификации видов пауков и первичного анализа генетической структуры популяций используется ген COI [22]. В электронной базе данных BOLD Systems для территории Беларуси внесена 101 последовательность участков гена COI [23].

Стоит отметить, что целый ряд видов возможно идентифицировать по качественным макрофотографиям, что может быть реализовано при помощи современных мобильных устройств и загрузки данных в проект

iNaturalist — 2 870 наблюдений, 220 видов [24]. Проверенные данные из этого проекта также подгружаются в GBIF [25] и могут быть использованы исследователями. С учетом всех учреждений и проектов, которые внесли данные в GBIF для территории Беларуси в базе данных зарегистрировано 1 736 записей со сведениями о 271 виде.

Важным является внесение данных в электронные таблицы (Microsoft Excel, LibreOffice Calc, Google Sheets и др.), а также создание баз данных (Microsoft Access, LibreOffice Base, OpenOffice Base и др.), содержащих следующую информацию: систематическое положение, дату и место сбора с указанием административного деления и географических координат, любые экологические сведения, связанная с Araneae, трофическая специализация, генетические данные и коллекционный номер. Это позволяет не только оперативно получать информацию при проведении научных исследований и подготовке рукописей научных статей, но и позволяет быстро находить все необходимые коллекционные образцы.

Таким образом, изучение видового разнообразия пауков на территории Беларуси может осуществляться путем использования общепринятых и современных методических подходов, позволяющих установить структуру видового разнообразия и детально описать географическое распространение и отметить особенности биоэкологии.

### Библиографические ссылки

1. World Spider Catalog. Version 25.0 [Electronic resource]. 2024. Natural History Museum Bern. URL: <http://wsc.nmbe.ch> (date of access: 21.02.2024). DOI: 10.244362
2. Nentwig W., Blick T., Bosmans R., Gloor D., Hänggi A., Kropf C. Spiders of Europe. Version 03.2024 [Electronic resource]. 2024. URL: <https://www.araneae.nmbe.ch> (date of access: 22.02.2024). DOI: 10.24436/1.
3. Ivanov V. V. The checklist of Belarusian spiders (Arachnida, Araneae) // Zoology and Ecology. 2013. Vol. 23, n. 4. P. 293–311. DOI: 10.1080/21658005.2013.8620.
4. Иванов В. В., Прищепчик О. В. Новые виды пауков (Arachnida, Araneae) для фауны Беларуси // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы : материалы II Всероссийской научной конференции. Казань, 2014. С. 42–44.
5. Дашкевич М. М. Дополнение к списку видов пауков (Arachnida, Aranei) Беларуси // Современные проблемы энтомологии Восточной Европы: Материалы I Международной научно-практической конференции (Минск, 8–10 сентября 2015 г.). Минск, 2015. С. 97–99.
6. Жуковец Е. М. Пауки (Arachnida, Aranei) Беловежской пуши. Минск : РИФТУР ПРИНТ, 2017.
7. Жуковец Е. М., Прищепчик О. В., Козулько Н. Г. Паукообразные (Arachnida: Aranei, Opiliones, Pseudoscorpiones) из биосферного резервата «Прибужское Полесье» // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования. Сборник научных статей. Минск, 2020. С. 111–120.

8. *Островский А. М.* О находках *Cheiracanthium punctorium* (Villers, 1789) (Araneae: Eutichuridae) на территории юго-восточной Беларуси // Биологическое разнообразие Кавказа и Юга России: материалы XXIV Международной научной конференции, (Магас, 17–20 ноября 2022 г.). Магас, Махачкала, 2022. С. 530–533.
9. *Жуковец Е. М., Козулько Н. Г., Семеняк А. А.* Новые и редкие в фауне Беларуси виды пауков (Aranei) и сенокосцев (Opiliones) // Особо охраняемые природные территории Беларуси. Исследования: сборник научных статей. 2023. Вып. 18. С. 70–90.
10. *Волковыский Е. В.* Динамика численности и фенология пауков *Araneus diadematus* Clerk, 1757 (Aranei, Araneidae) различных биотопов алтайского региона / Е.В. Волковыский // Вестник Красноярского педагогического университета им. В.П. Астафьева. 2012. С. 394-398.
11. *Суитмен Х.* Биологический метод борьбы с вредными насекомыми и сорными растениями. Москва : Колос, 1964.
12. *Александров В. В., Алексеев С. К., Новикова О. А., Сионова М. Н., Телеганова В. В., Шмытов А. А.* Методы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особо охраняемых природных территориях регионального значения. – Тамбов : ООО «ТПС», 2021.
13. *Голуб В. Б., Цуриков М. Н., Прокин А. А.* Коллекция насекомых: сбор, обработка и хранение материала. Москва : Товарищество научных изданий КМК.
14. *Марусик, Ю. М., Ковблюк Н. М.* Пауки Сибири и Дальнего Востока России. – Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2011.
15. *Тыщенко В. П.* Определитель пауков Европейской части СССР. Ленинград : Наука, 1971.
16. *Ажеганова Н. С.* Краткий определитель пауков (Aranei) лесной и лесостепной зоны СССР. Ленинград: Наука, 1968.
17. *Сейфулина Р. Р., Карцев В.М.* Пауки средней полосы России. Атлас-определитель. Москва : ЗАО «Фитон+», 2011.
18. *Roberts M. J.* Spiders of Britain & Northern Europe. London: HarperCollins, 1995.
19. *Bee L.* Britain's Spiders: A Field Guide. Princeton : Princeton University Press, 2020.
20. Les araignées de Belgique et de France [Electronic resource]. 2024. URL: <https://arachno.piwigo.com> (date of access: 12.02.2024).
21. *Шнеер В. С.* ДНК-штрихкодирование видов животных и растений – способ их молекулярной идентификации и изучения биоразнообразия // Журнал общей биологии. 2009. Т. 70, №4. С. 296–315.
22. *Tahir H. M., Summer M., Mehmood S., Ashraf S., Naseem S.* DNA barcoding of spiders from agricultural fields // Mitochondrial DNA B Resour. 2019. Vol. 4, iss.2. P. 4144–4151. DOI: 10.1080/23802359.2019.1693283.
23. Araneae // BOLD Systems [Electronic resource]. 2014–2024. URL:[https://www.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser\\_Taxonpage?taxon=Araneae&searchTax=Search+Taxonomy](https://www.boldsystems.org/index.php/Taxbrowser_Taxonpage?taxon=Araneae&searchTax=Search+Taxonomy) (date of access: 21.02.2024).
24. Spiders of Belarus // iNaturalist [Electronic resource]. <https://www.inaturalist.org/projects/spiders-of-belarus> (date of access: 25.02.2024).
25. Araneae, Belarus // GBIF [Electronic resource]. URL: [https://www.gbif.org/occurrence/taxonomy?country=BY&taxon\\_key=1496](https://www.gbif.org/occurrence/taxonomy?country=BY&taxon_key=1496) (date of access: 24.02.2024).

УДК 551.435.132+551.89

## **ВОЗДЕЙСТВИЕ ГЛЯЦИОИЗОСТАТИЧЕСКИХ АДАПТАЦИЙ НА ДОЛИНЫ КРУПНЫХ РЕК ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ПЕРИФЕРИИ ПОЗДНЕВАЛДАЙСКОГО ЛЕДНИКОВОГО ПОКРОВА**

**Д. В. Баранов, А. В. Панин, А. О. Уткина, Н. Е. Зарецкая**

*Институт географии РАН, Старомонетный пер. 29, стр. 4,  
119017, г. Москва, Россия, [dm\\_baranov@igras.ru](mailto:dm_baranov@igras.ru)*

В работе оценивается роль гляциоизостатического фактора в истории развития речных долин Волги и Вычегды. Установлено, что гляциоизостатические адаптации (ГИА) деформировали высоты третьей террасы Волги (увеличение вверх по течению) и второй террасы Вычегды (увеличение вниз по течению) за счёт компенсационного воздымания приледникового прогиба. Величина гляциоизостатического воздействия составила первые метры, что значительно меньше установленных ранее в юго-западной периферии поздневалдайского ледникового покрова и по данным гляциоизостатического моделирования.

**Ключевые слова:** гляциоизостатические адаптации; речные террасы; Волга; Вычегда; поздневалдайское оледенение.

## **INFLUENCE OF GLACIAL ISOSTATIC ADJUSTMENT (GIA) ON THE LARGE RIVER VALLEYS IN THE SOUTHEASTERN PERIPHERY OF THE LATE VALDAI ICE SHEET**

**D. V. Baranov, A. V. Panin, A. O. Utkina, N. E. Zaretskaya**

*Institute of Geography RAS, Staromonetnyi lane, 29, 119017, Moscow, Russia,  
[dm\\_baranov@igras.ru](mailto:dm_baranov@igras.ru)*

This paper evaluates the role of the glacial isostatic factor in the Volga and Vychegda river valleys evolution. Glacial isostatic adjustment (GIA) deformed the heights of the Volga river third terrace (increase upstream) and the Vychegda river second terrace (increase downstream) due to the compensatory uplift of the periglacial trough. The magnitude of the glacial isostatic impact amounted to a few meters, which is significantly less than that established in the southwestern periphery of the Late Valdai ice sheet and according to glacial isostatic modeling data.

**Key words:** glacial isostatic adjustment (GIA); river terraces; Volga River; Vychegda River; Late Valdai glaciation.

**Введение.** Первые исследования деформаций земной коры, вызванных покровными оледенениями, известны с начала XX в. Начиная с последней четверти прошлого века исследования этого вопроса всё более и

более приковывают исследователей, во многом благодаря работам Н.А. Мернера [1], В.Р. Пельтье [2, 3], Е.Н. Былинского [4] и других. Последующие исследования [5–7] показали, что гляциоизостатическое воздействие не ограничивается вертикальными деформациями поверхности непосредственно под ледником, но и распространяется по его периферии (с образованием приледникового прогиба вдоль границы ледника и гляциоизостатического компенсационного вала на некотором отдалении), а также влияет на уровень Мирового океана, гравитационное поле Земли и другие характеристики. Для более точного наименования исследуемой области был предложен термин *glacial isostatic adjustment* (GIA) [2, 3], которому предлагается русскоязычный вариант гляциоизостатические адаптации (ГИА). В конце XX–начале XXI вв. появились работы, характеризующие воздействие ГИА на речные системы, расположенные в приледниковых областях крупных покровов Северной Америки [8, 9] и Евразии [6, 10]. Для приледниковой области Скандинавского оледенения Е. Н. Былинским [4, 6] были высказаны предположения о влиянии ГИА на формирование главного водораздела Восточно-Европейской равнины, а также образования подпрудного приледникового озера в долине р. Вычегды. Для юго-западной периферии этого оледенения наиболее выразительным является случай перестройки речной системы Рейн – Маас в нижнем течении: установлено [10], что в позднем плейстоцене смещение русла Рейна к югу и сближение с Маасом вызвано ГИА.

Проведённое гляциоизостатическое моделирование топографической поверхности северной половины Восточно-Европейской равнины для последнего ледникового максимума [11, 12] вкуче с данными Е.Н. Былинского позволили нам предположить, что протекающие по этой территории крупные реки могли испытывать значительное воздействие ГИА.

**Район работ. Материалы и методы.** Для выявления воздействия ГИА были выбраны участки рек Волги и Вычегды, по-разному ориентированные относительно границы последнего оледенения (рисунок). На каждом участке было детально исследовано геоморфологическое строение речных долин, выделены уровни надпойменных террас, которые были прослежены на всем протяжении участков, а также определен возраст аллювия методом ОСЛ. Полученные данные позволили реконструировать историю развития речных долин и оценить роль ГИА в их эволюции на основании построенных совмещённых профилей современного положения русла (для участков водохранилищ на р. Волге использовалось положение русла до затопления) и надпойменных террас для рек Волги (в верхнем течении) и Вычегды (в нижнем течении).



Участки исследования: 1 – валдайский, 2 – верхневолжский, 3 – нижневыхегодский. Условные обозначения: белая линия – граница поздневалдайского оледенения [13], желтая линия – предполагаемое положение оси компенсационного гляциоизостатического вала [по 6, 11, 12], белый крап – область воздействия ГИА, белая штриховка – приледниковый прогиб. Цифровая модель местности ASTER GDEM.

**Результаты.** В ходе работы установлено, что в долине верхней Волги выделяется три, а ниже устья р. Дубны две надпойменные террасы. Аллювий наиболее высокой из террас имеет возраст, соответствующий последнему ледниковому максимуму [14, 15], а её высота относительно уреза р. Большой Коши снижается от 16–17 м у устья р. Большой Коши до 12–14 м ниже устья р. Юхоти. При этом высота второй надпойменной террасы относительно уреза р. Волги остается стабильной на всем протяжении участка. Первая надпойменная терраса р. Волги сливается с поймой и ниже устья р. Дубны не прослеживается. В долине нижней Вычегды также выделены три надпойменных террасы. Аллювий второй надпойменной террасы имеет возраст, соответствующий последнему ледниковому максимуму [16, 17]. Относительная высота кровли аллювия этой террасы практически на всем протяжении участка выдержана на 6–7 м над урезом, однако в нижних 50 км постепенно увеличивается до 9 м. При этом высота первой надпойменной террасы не изменяется на всем протяжении рассматриваемого отрезка р. Вычегды.

**Обсуждение результатов и выводы.** Изменение продольного профиля террасы, время образования которой соответствует последнему ледниковому максимуму, дает право предполагать, что оно связано с действием ГИА. Это предположение подтверждается следующими положениями. Участок долины р. Волги выше г. Твери располагался в области приледникового прогиба (см. рисунок), следовательно, при снятии ледниковой нагрузки в позднеледниковье он испытал компенсационное поднятие, что и привело к увеличению на 2–3 м относительной высоты террасы р. Волги вверх по течению. Продольный профиль более молодой второй террасы в целом соответствует профилю современного русла реки при том, что значительных перестроек, которые могли бы привести к изменению гидрологических характеристик между временем образования этих террас, не зафиксировано.

В долине нижней Вычегды в область приледникового прогиба попадает лишь приустьевой участок протяженностью несколько десятков километров (см. рисунок). На нём также зафиксирован рост относительной высоты террасы (на 2–3 м), время образования которой приходится на последний ледниковый максимум. Изменение высоты террасы можно связать с ледниковым подпруживанием и образованием приледникового озера в результате перекрытия речного стока в долине р. Северной Двины [17], однако строение разреза террасы в 10 км от устья Вычегды не обнаруживает каких-либо следов озёрного осадконакопления. Наличие в разрезе лишь аллювиальных образований свидетельствует о существовании флювиальных обстановок, а рост высоты террасы вызван компенсационным воздыманием области приледникового прогиба.

Таким образом, воздействие ГИА на речные системы в юго-восточной периферии поздевалдайского оледенения оказывается значительно меньшим, по сравнению с юго-западным сектором [10] и не соответствует результатам гляциоизостатического моделирования топографической поверхности [11, 12]. Установленная величина ГИА на рассматриваемом участке составила первые метры и не могла привести к значительным перестройкам речной сети, а проявилась лишь в изменении высот одной из надпойменных террас. В качестве объяснения выявленной особенности юго-восточного сектора можно предположить сложную внутреннюю структуру ледникового покрова и, как следствие, недоучет некоторых параметров при гляциоизостатическом моделировании (в частности, положения границы оледенения).

Исследование проведено при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 22-17-00259).

## Библиографические ссылки

1. *Mörner N.-A.* The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence // *GeoJournal*. 1979. Vol. 3, №3. P. 287–318.
2. *Peltier W. R., Andrews J. T.* Glacial-Isostatic Adjustment-I. The Forward Problem // *Geophys. J. R. astr. Soc.* 1976. 46. P. 605–646.
3. *Peltier W. R.* Glacial-Isostatic Adjustment-II. The Inverse Problem // *Geophys. J. R. astr. Soc.* 1976. 46. P. 669–705.
4. *Былинский Е. Н.* О глобальном проявлении гляциоизостазии в платформенных областях Земли в плейстоцене // *Геоморфология*. 1985. №1. С. 22–36.
5. *Peltier W. R.* Global glacial isostasy and the surface of the ice-age Earth: the ICE-5G (VM2) model and GRACE // *Annu. Rev. Earth Planet. Sci.* 2004. 32. P. 111–149.
6. *Былинский Е. Н.* Влияние гляциоизостазии на развитие рельефа Земли в плейстоцене. М.: РАН, НГК; Роскомнедра, ЦНИГРИ, 1996.
7. *Peltier W. R.* Global sea level rise and glacial isostatic adjustment // «*Global and Planetary Change*», 20, 1999, pp. 93–123.
8. *Stanford S. D., Witte R.W., Braun D.D., Ridge J.C.* Quaternary fluvial history of the Delaware River, New Jersey and Pennsylvania, USA. The effects of glaciation, glacioisostasy and eustasy on a proglacial river system // *Geomorphology*. 2016. Vol. 264. P. 12–28.
9. *Anderson R. C.* Reconstruction of preglacial drainage and its diversion by earliest glacial forebulge in the upper Mississippi Valley region // *Geology*. 1988. Vol. 16. P. 254–257.
10. *Busschers F. S., Kasse C., van Balen R. T., Vandenberghe J., Cohen K. M., Weerts H. J. T., Wallinga J., Johns C., Cleveringa P., Bunnik F. P. M.* Late Pleistocene evolution of the Rhine-Meuse system in the southern North Sea basin: imprints of climate change, sea-level oscillation and glacio-isostasy // *Quaternary Science Reviews*. 2007. Vol. 26. P. 3216–3248.
11. *Уткина А. О.* Влияние гляциоизостатических деформаций на речной сток в бассейне верхней Волги в последнюю ледниковую эпоху // *Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина*. 2020. № 3 (68). С. 116–129.
12. *Уткина А. О.* Моделирование эффектов гляциоизостазии в программном комплексе Selen // *Естественные и технические науки*. 2020. №8 (146). С. 110–115.
13. *Astakhov V., Shkatova V., Zastrozhnov A., Chuuko M.* Glaciomorphological Map of the Russian Federation // *Quaternary International*. 2016. Vol. 420. P. 4–14.
14. *Баранов Д. В., Панин А. В., Антонов С. И., Беляев В. Р., Большов С. И., Еременко Е. А., Зарецкая Н. Е.* Влияние гляциоизостатических движений земной коры в приледниковой зоне на развитие верховий р. Волги // *Вестник Московского университета. Серия 5: География*. 2019. № 6. С. 90–101.
15. *Baranov D. V., Utkina A. O., Panin A. V.* Tver proglacial lake (Tver region, Russia): myth or reality // *Limnology and Freshwater Biology*. 2022. Vol. 5, №4. P. 1383–1384.
16. *Zaretskaya N., Panin A., Molod'kov A., Trofimova S., Simakova A., Baranov D.* Pleistocene stratigraphy of the Vychehda River basin, European North-East // *Quaternary International*. 2020. Vol. 546. P. 185–195.
17. *Zaretskaya N., Utkina A., Baranov D., Panin A., Trofimova S., Simakova A., Kurbanov R.* Limited extension of the MIS 2 proglacial lake in the Severnaya Dvina valley, south-eastern margin of the last Scandinavian Ice Sheet // *Journal of Quaternary science*. 2024. Vol. 39, iss. 1. P. 82–101.

УДК 551.435.442 (470.21)

## ЛЕДНИКОВЫЙ РЕЛЬЕФ ОНДОМОЗЕРСКИХ КЕЙВ (ЮГ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА): МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

А. А. Вашков<sup>1,2)</sup>, О. П. Корсакова<sup>1,2)</sup>, Д. С. Толстобров<sup>1)</sup>,  
Н. А. Коваленко<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup>Геологический институт Кольского научного центра РАН, ул. Ферсмана, 14, 184209, г. Апатиты, Россия, [a.vashkov@ksc.ru](mailto:a.vashkov@ksc.ru) <sup>2)</sup>ФГБУ «ВНИИОкеангеология», пр. Английский, 1, 190121, г. Санкт-Петербург, Россия

<sup>3)</sup>Филиал Мурманского арктического университета в г. Апатиты, ул. Лесная, 29, 184209, г. Апатиты, Россия

Комплекс геолого-геоморфологических и структурных методов позволил отнести грядовый и грядово-холмистый рельеф Ондомозерских Кейв (фрагмент Терских Кейв) с краевыми образованиями северной периферии Беломорского ледникового потока последнего оледенения. Ледниковый рельеф представлен комплексом деформированных флювиогляциальных отложений, а также камов и маргинальных озв.

**Ключевые слова:** Белое море; Скандинавский ледниковый покров; краевые образования; озы; дегляциация; позднеледниковье.

## GLACIAL RELIEF OF THE ONDOMOZERO KEIVA (SOUTH OF THE KOLA PENINSULA): MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND GEOLOGICAL STRUCTURE

A. A. Vashkov<sup>1,2)</sup>, O. P. Korsakova<sup>1,2)</sup>, D. S. Tolstobrov<sup>1)</sup>,  
N. A. Kovalenko<sup>1,3)</sup>

<sup>1)</sup>Geological Institute, KSC RAS, Fersman st.,14, 184209, Apatity, Russia, [a.vashkov@ksc.ru](mailto:a.vashkov@ksc.ru) <sup>2)</sup>FSBI "VNIIOkeangeologia", Angliyskiy av.,1, 190121, Saint-Petersburg, Russia <sup>3)</sup>Apatity branch of the Murmansk Arctic University, Lesnaya st.,29, 184209, Apatity, Russia

A complex of geological, geomorphological and structural methods made it possible to correlate the ridge and ridge-hilly relief of the Ondomozero Keiva (a fragment of the Keiva) to the ice marginal formations of the northern periphery of the White Sea Ice Stream of the last glaciation. The glacial relief is represented by a complex of deformed glaciofluvial deposits, kames and marginal eskers.

**Key words:** White Sea; Fennoscandian Ice Sheet; end moraines; eskers; deglaciation; last glaciation.

Возвышенность Ондомозерские Кейвы расположена в южной части Кольского полуострова на расстоянии 28–32 км от Терского берега Белого моря. С севера она ограничена депрессией с котловинами озер Верхнее Ондомозеро, Мелкое и Чёрное. Возвышенность расположена в юго-западной части системы гряд с общим названием Терские Кейвы, которые, в свою очередь, разделяют на цепи гряд Кейва I и II. Эти гряды в виде субпараллельных друг другу дуг длиной свыше 300 км в целом повторяют конфигурацию современного берега Кольского полуострова. В западном направлении Ондомозерские Кейвы продолжаются возвышенностью Чаваньгские Кейвы. Восточный фланг возвышенности достигает бассейна р. Чапома. Южнее, через разрыв шириной около 9 км расположен юго-западный фланг Дальних Кейв.

Ондомозерские Кейвы как составная часть Терских Кейв и их фрагмента Кейва II традиционно соотносится с краевыми ледниковыми образованиями [1–6]. В связи с крайне слабой геологической изученностью, интерпретации строения макроформы различаются. Ондомозерские Кейвы считают ледораздельной озовой грядой, которая образовалась на контакте Беломорского ледникового потока южнее гряды и малоактивным ледником севернее [3, 5]. По другим гипотезам рассматриваемая макроформа является конечно-моренной насыпной и напорно-насыпной грядой [2] или же грядой, сложенной моренными отложениями с надстройкой из озов [4]. Также нет единого мнения о возрасте макроформы, который отличается от времени, предшествующему максимуму последнего оледенения [4, 5], до одной из фаз его деградации в интервале времени от 17 до 14,7 тыс. кал. л.н. [2, 3].

В исследовании применялся комплекс геолого-геоморфологических методов. Изучались структурно-текстурные особенности ледниковых и водно-ледниковых отложений, которые были вскрыты в 5 естественных обнажениях и 10 шурфах. Гранулометрический анализ проводился в полевых условиях с помощью набора стандартных сит диаметром 1–10 мм и в лабораторных условиях для отдельных контрольных образцов на просеивающей машине *Retsch AS300 Control*. Цвет отложений определялся при помощи колориметрической системы *Munsell Soil Color Charts*. Производился петрографический анализ крупнообломочной фракции ледниковых и водно-ледниковых осадков. Детальное исследование текстуры ледниковых отложений производилось с помощью массовых замеров плоскостных (плоскости сланцеватости, слоистости) и линейных (длинные оси галек и валунов) элементов [7]. Геоморфологическое исследование ледниковых форм рельефа заключалось в определении их морфометрических характеристик: длины, высоты, крутизны склонов, ширины вершинной части и гребней гряд, ориентировки гребней гряд. В полевых условиях

эти показатели вычислялись для отдельных форм. В лабораторных условиях производился морфометрический анализ ключевого участка размером 32×17 км, где на площадках в 1 км<sup>2</sup> определялись также количество отдельных вершин, коэффициент вертикального расчленения рельефа (отношение крутизны склона к его высоте) [8].

На основе разности морфометрических показателей Ондомозерских Кейв установлены три типа ледникового рельефа: грядово-увалистый, грядовый и холмисто-грядовый. *Грядово-увалистый рельеф* расположен на верхнем ярусе возвышенности, свыше 192 м над уровнем моря (н.у.м.). Он представлен отдельными выпуклыми холмами высотой в среднем 18–22 м, диаметром до 0.15 км и платообразными, субшироко вытянутыми холмами диаметром до 0.25 км. На периферии платообразных холмов расположены гряды высотой до 5 м. От остальной части возвышенности грядово-увалистый рельеф отделен уступом с отчетливыми бровкой и тыловым швом, крутизной до 30° и высотой до 28 м.

Строение грядово-увалистого рельефа обследовано в шурфе глубиной до 2,4 м. Вскрыты дислоцированные пески желто-коричневые, разнозернистые (р.з.), преимущественно крупнозернистые (к.з.), слоистых за счет прослоев песков среднезернистых (с.з.) и мелкозернистых (м.з.), коричневого цвета. Пески смяты в складку, элементы которой подчеркиваются первичной слоистостью. Одно из ее крыльев падает по азимуту 290° под углом 31°, а противоположное по азимуту 167° под углом 28°. Складка разбита взбросами с амплитудой смещения до 20 см и падением сместителя по азимуту 162° и 50°, под углами 30–68°. С поверхности дислоцированные пески перекрыты коричневым алевроитом и песками р.з. темно-желто-коричневыми не сортированными с примесью глинистых частиц, а также гравия, гальки и валунов. Перекрывающие отложения также дислоцированы разрывами, залегают в виде изометричных тел, иногда формируют структуры сложной формы и заполняют клинообразные структуры.

*Грядовый рельеф* Ондомозерских Кейв в основном развит по северной периферии грядово-увалистых участков, на нижнем ярусе возвышенности (отметки до 196 м н.у.м.). Он представлен сочетанием субпараллельных друг другу, ориентированы параллельно возвышенности, слабо извилистых гряд высотой в среднем до 8–10 м. Средняя крутизна склонов этих гряд составляет 9–15°. Гряды разделены замкнутыми межгрядовыми ложбинами, в основном с V-образным профилем. В строении грядового рельефа в двух расчистках и двух шурфах вскрыто однотипное переслаивание песков р. з., преимущественно к. з. и с. з., с падением слоистости либо в западных, либо в восточных румбах.

*Холмисто-грядовый рельеф* также занимает нижний ярус возвышенности (до 196 м н. у. м.). Он распространен в центральной и южной части возвышенности на участках отсутствия грядово-увалистого рельефа верхнего яруса. В западной части возвышенности он представляет цепь холмов с общим основанием, высотой до 10 м. На участке от оз. Чёрное до долины р. Стрельна представлено сочетание небольших холмов и коротких гряд, разделенных заболоченными ложбинами. Для этого участка установлены значения холмистости в 12–22 шт./1 км<sup>2</sup>, а также коэффициент вертикального расчленения 1,0–1,25. В строении западной части возвышенности в строении холма над пачкой песков с.з. и м.з. мощностью свыше 12 м установлены алевроиты с прослоями песков м.з. и т. з., а также с отдельными прослоями глин, общей мощностью до 6 м. В районе оз. Черное в строении холмов участвуют хорошо промытые пески р.з., преимущественно к.з. и с.з., иногда с прослоями гравия.

Полученные морфометрические характеристики ледникового рельефа Ондомозерских Кейв в целом типичны для краевых образований Кольского региона [9]. К таким характеристикам на участках развития грядово-увалистого рельефа относятся: сочетание средней высоты и протяженности склонов; низкий показатель холмистости (до 10 шт./1 км<sup>2</sup>); относительно низкий коэффициент вертикального расчленения в пределах 0,5–0,9. Воздействие активного ледника при формировании грядово-увалистого рельефа может подтверждаться как пластичными, так и разрывными деформациями водно-ледниковых песков. Перекрывающий их покров грубооломочных отложений соотнесен нами с абляционной мореной сплывания. Анализ условий залегания отложений и деформаций указывает на давление ледника с юга на север. Такие же направления давления фиксируются на южном склоне возвышенности, где с поверхности холмистых массивов развита маломощная покрывка базальной морены протаивания. Относительно высокие значения крутизны склонов, холмистости и коэффициента вертикального расчленения (0,9–1,2) зафиксированы для водно-ледникового комплекса грядового и холмисто-грядового рельефа возвышенности.

Проведенные исследования позволяют провести классификацию ледникового рельефа краевой макроформы в полосе Терских Кейв. Полученные данные о геологическом строении форм позволяют сделать выводы об генезисе разнородных форм рельефа и этапах формирования возвышенности. Ондомозерские Кейвы во время максимума последнего оледенения находились на северной периферии Беломорского ледникового потока. С начала дегляциации на этом участке начал формироваться крупный маргинальный оз. Во время одной из фаз активизации ледникового покрова на отдельных участках гряды произошла деформация

водно-ледниковых отложений. Во время последующей дегляциации территории деформированный маргинальный оз был надстроен комплексом озоз, камов и лимнокамов.

Работа выполнялась при поддержке гранта РФФ №22-17-00081 и в рамках госзадания по теме ГИ КНЦ РАН АААА-А19-119100290145-3.

### Библиографические ссылки

1. *Введенский Л. В.* Рельеф южной части Кольского полуострова // Известия государственного географического общества. 1934. Т. 66. Вып. 6. С. 844–864.
2. *Евзеров В. Я., Николаева С. Б.* Пояса краевых образований Кольского региона // Геоморфология. 2000. № 1. С. 61–73.
3. *Стрелков С. А., Евзеров В. Я., Кошечкин Б. И. и др.* История формирования рельефа и рыхлых отложений северо-восточной части Балтийского щита. Л.: Наука, 1976.
4. *Boyes B. M., Pearce D. M., Linch L. D.* Glacial geomorphology of the Kola Peninsula and Russian Lapland // Journal of Maps. 2021. Vol. 17:2. P. 497–515.
5. *Hattestrand C., Kolka V., Stroeven A. P.* The Keiva ice marginal zone on the Kola Peninsula, northwest Russia: a key component for reconstructing the palaeoglaciology of the northeastern Fennoscandian Ice Sheet // Boreas. 2007. Vol. 36. P. 352–370.
6. *Lunkka J. P., Kaparulina E., Putkinen N., Saarnisto M.* Late Pleistocene palaeoenvironments and the last deglaciation on the Kola Peninsula, Russia // Arktos. 2018. Vol. 4–18.
7. *Аболтиньш О. П.* Гляциоструктура и ледниковый морфогенез. Рига: Зинатне, 1989.
8. *Кайрюкитис Л. А., Басаликас А. Б., Микалаускас А. П., Милюс И. В., Чеснулявичюс А.А.* Оценка расчлененности рельефа Литвы для моделирования регионального развития // Труды АН Литовской ССР. Серия Б. 1983. Т. 5. № 138. С. 85–93
9. *Вашков А. А., Носова О. Ю.* Краевые ледниковые образования в районе пос. Умба (юго-запад Кольского полуострова) // Геоморфология. 2021. Т. 52. № 2. С. 39–51.

УДК 574.583

## ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЧИСЛЕННОСТЬ ЗООПЛАНКТОНА ПРОТОК МЕЖДУ ОЗЕРАМИ БРАСЛАВСКОЙ ГРУППЫ

**В. В. Вежновец**

*Государственное научно-производственное объединение «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам», ул. Академическая 27 2220072, г. Минск, Беларусь, [vezhn47@mail.ru](mailto:vezhn47@mail.ru)*

Проведены исследования фауны проток, соединяющих озера Браславской группы, как коридоров обмена фауной. Всего в протоках встречено 68 видов зоопланктона, из которых 33 относятся к коловраткам. Из зарегистрированных видов ракообразных 22 относятся ветвистоусым (Cladocera) и 13 — к веслоногим (Copepoda). Основу численности составляли коловратки и неполовозрелые копеподы, биомассы — ветвистоусые ракообразные. По ходу течения отмечается снижение показателей развития зоопланктона, что объясняется зарастаемостью, нарушениями проточности.

**Ключевые слова:** озера; протоки; зоопланктон; видовой состав; численность; ракообразные; коловратки.

## SPECIES COMPOSITION AND ABUNDANCE OF ZOOPLANKTON OF THE DUCTS BETWEEN THE LAKES OF THE BRASLAV GROUP

**V. V. Vezhnavecs**

*State Scientific and Production Association "Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus on Bioresources", Akademicheskaya str., 27, 2220072, Minsk, Republic of Belarus, [vezhn47@mail.ru](mailto:vezhn47@mail.ru)*

Studies of the fauna of the ducts connecting the lakes of the Braslav group as corridors of fauna exchange have been carried out. In total, 68 zooplankton species were found in the ducts, of which 33 belong to rotifers. Of the registered crustacean species, 22 are cladocerans (Cladocera) and 13 are copepods (Copepoda). Rotifers and immature copepods form the basis of the density cladoceran crustaceans form the biomass. In the course of the current, there is a decrease in zooplankton development, which is explained by overgrowth and flow disturbances.

**Keywords:** lakes; ducts; zooplankton; species composition; abundance; crustaceans; rotifers.

Протоки между озерами являются своеобразными водными коридорами обмена фауной между озерами и играют значительную роль в поддержании разнообразия водной фауны. В большей мере, учитывая

миграционные способности рыб, наличие проток способствует обмену ихтиофауной, однако благодаря соединениям между озерами может происходить обмен и беспозвоночными, в том числе и организмами планктона. Большинство проток Браславской группы озер были прорыты во время строительства Браславской ГЭС на р. Друйке в 50-х гг. прошлого столетия, что сопровождалось понижением уровня воды в этой системе озер. Кроме соединения оз. Дривяты и Новято, о реконструкции или мелиоративных работы на протоках неизвестно. Поэтому некоторые из них могли к настоящему времени потерять свою природоохранную функцию из-за зарастания или обмеления. Кроме того, несмотря на близость их фауны к озерным экосистемам в них может формироваться (особенно в протяженных) и своя фауна больше характерная для текучих вод. До сих пор вопросы формирования и трансформации фауны проток изучены слабо.

Пробы зоопланктона собраны 30-31.07.2021 г. процеживанием 20 литров воды через планктонную сеть с ячейей фильтрующего конуса 70 мкм. Обследовано девять проток между озерами, отбор проб, если позволяли условия, проводили у истока и в устье. Для фиксации проб использовали 40 %-ный формалин, доводя его конечную концентрацию до 4 %. Температура воды в этот период времени составила 24-25 °С.

Лабораторная обработка проб производилась стандартными гидробиологическими методами. Таксономическую идентификацию и подсчет численности проводили в счетной камере Богорова на МБС-10 при увеличении х32. При необходимости уточнения морфологических особенностей животных применяли микроскоп Leika MD 1000. Для определения таксономической принадлежности животных использовали работы [1-4] и др.

Видовой состав зоопланктона проток в целом достаточно разнообразен. Всего встречено 68 видов зоопланктона, из которых 33 относятся к коловраткам. Из зарегистрированных видов ракообразных 22 составили ветвистоусые (*Cladocera*) и 13 — веслоногие (*Copepoda*) (табл. 1).

Таблица 1

**Видовой состав и встречаемость (%) видов зоопланктона в протоках**

	Название таксона	%
1	<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	88,9
2	<i>Polyarthra remata</i> Skorikov, 1896	88,9
3	<i>Polyarthra dolichoptera dolichoptera</i> Idelson, 1925	66,7
4	<i>Polyarthra major</i> Burckhard, 1900	55,6
5	<i>Bdelloidea</i> sp.	44,4
6	<i>Asplanchna priodonta priodonta</i> Gosse, 1850	33,3
7	<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	33,3
8	<i>Lecane bulla bulla</i> (Gosse, 1832)	33,3

	Название таксона	%
9	<i>Trichocerca similis</i> (Wierzejski, 1893)	33,3
10	<i>Anuraeopsis fissa fissa</i> (Gosse, 1851)	22,2
11	<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	22,2
12	<i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891	22,2
13	<i>Kellicottia longispina longispina</i> (Kellicott, 1879)	22,2
14	<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	22,2
15	<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	11,1
16	<i>Asplanchna girodi</i> Guerne, 1888	11,1
17	<i>Brachionus angularis angularis</i> Gosse, 1851	11,1
18	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann, 1783	11,1
19	<i>Collotheca</i> sp.	11,1
20	<i>Euchlanis deflexa</i> Gosse, 1851	11,1
21	<i>Euchlanis</i> sp.	11,1
22	<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	11,1
23	<i>Keratella quadrata quadrata</i> (Müller, 1786)	11,1
24	<i>Lecane arcuata</i> (Bryce, 1891)	11,1
25	<i>Lecane closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	11,1
26	<i>Lecane decipiens</i> (Murray, 1913)	11,1
27	<i>Lecane luna luna</i> (Müller, 1776)	11,1
28	<i>Mytilina ventralis redunca</i> (Ehrenberg, 1832)	11,1
29	<i>Mytilina ventralis ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	11,1
30	<i>Notommata glyphura</i> Wulfert, 1935	11,1
31	<i>Synchaeta oblonga</i> Ehrenberg, 1831	11,1
32	<i>Trichocerca capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	11,1
33	<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	11,1
	<b>Rotifera: 33</b>	
34	<i>Thermocyclops oithonoides</i> Sars, 1863	55,6
35	<i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	44,4
36	<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	44,4
37	<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	44,4
38	<i>Eucyclops</i> sp.	33,3
39	Harpacticoida nauplii	22,2
40	<i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863)	11,1
41	<i>Eucyclops denticulatus</i> (Graeter, 1903)	11,1
42	<i>Eucyclops macrurus</i> Sars, 1863	11,1
43	Hetercope copepodit	11,1
44	<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	11,1
45	<i>Megacyclops</i> sp.	11,1
46	<i>Microcyclus</i> sp.	11,1
	<b>Copepoda: 13</b>	
47	<i>Diaphanosoma brachiurum</i> (Lievin, 1848)	88,9
48	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	77,8
49	<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Muller, 1785)	44,4

	Название таксона	%
50	<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Muller, 1785)	44,4
51	<i>Alonella nana</i> (Baird, 1850)	33,3
52	<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1837)	22,2
53	<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	22,2
54	<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.Muller, 1785)	22,2
55	<i>Polyphemus pediculus</i> (Linne, 1778)	22,2
56	<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.Muller, 1785)	22,2
57	<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Muller, 1776)	22,2
58	<i>Alona guttata guttata</i> Sars, 1862	11,1
59	<i>Alona rectangula rectangula</i> Sars, 1962	11,1
60	<i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853)	11,1
61	<i>Bosmina longispina</i> Leydig, 1860	11,1
62	<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler, 1862	11,1
63	<i>Disparalona (Rhynchotalona) rostrata</i> (Koch, 1841)	11,1
64	<i>Eurycercus lamellatus</i> (O.F.Muller, 1785)	11,1
65	<i>Picripleuroxus striatus</i> (Schodler, 1863)	11,1
66	<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	11,1
67	<i>Pleuroxus trigonellus</i> O.F.Muller, 1785	11,1
68	<i>Pseudochydorus globosus</i> Baird, 1843	11,1
	<b>Cladocera: 22</b>	

В целом, зоопланктон изученных экосистем имел мало схожий видовой состав. Однако, некоторые виды и формы были распространены в большинстве из них. Наибольшую встречаемость в группе коловраток имели 4 вида: *Keratella cochlearis* (88,9); *Polyarthra remata* (88,9), *Polyarthra dolichoptera* (66,7) и *Polyarthra major* (55,6 %). Из копепод постоянно встречались копеподиты и науплиусы циклопов (100 %), неполовозрелые стадии диаптомусов (до 89 %), *Thermocyclops oithonoides* (55,6), *Eudiaptomus graciloides* (44,4), *Mesocyclops leuckarti* (44,4) и *Thermocyclops crassus* (44,4 %). В группе ветвистоусых ракообразных (Cladocera) в протоках чаще встречались *Diaphanosoma brachiurum* (88,9), *Ceriodaphnia pulchella* (77,8), *Bosmina longirostris* (44,4) и *Chydorus sphaericus* (44,4 %).

Хотя в некоторых из озер есть редкие и охраняемые виды, в протоках они не обнаружены, что объясняется высокой температурой для жизнедеятельности этих животных, которые летом поселяют мало прогреваемые слои воды. Из видов-индикаторов загрязненных вод найдены коловратки рода *Brachionus* в протоках Новято-Дривяты и Свято-Береже, *Anuraeopsis fissa* зарегистрирована в Новято-Дривяты и Войты-Снуды, а *Pompholyx sulcata* Hudson, 1885 — в Ельно-Струсто и Плутинок-Войсо, что указывает на идущие процессы эвтрофирования и

загрязнения в этих экологических системах. Из индикаторов закисленных вод в протоке между озерами Войты-Снуды встречена коловратка *Hexarthra mira*.

В планктоне исследованных водотоков в трех основных группах преобладают прибрежные и зарослевые формы и мало пелагических видов.

Число видов в протоках изменялось в широких пределах от 4 до 32, при средней величине 14 (табл.2). Основу численности составляли коловратки и неполовозрелые копеподы, биомассы — ветвистоусые ракообразные. У истоков среднее видовое богатство составляло 17,7 видов и форм, в то время как в устьевых участках встречалось в среднем только 7,5, т. е. в 2.3 раза меньше. Основу численности составляли коловратки и неполовозрелые копеподы, а биомассы — ветвистоусые ракообразные. Средние показатели численности истока и устья каналов различаются в почти в 9 раз (660,5 и 73,8) а биомассы в 23 раза (9,89 и 0,43). Превышение количественных показателей в истоках закономерно, так как в большинстве случаев стоку подвержен верхний прибрежный богатый зоопланктоном слой воды. Изменения в протоках зависит от многих факторов: протяженности и глубины, наличия и скорости течения, количества фитопланктона, зарастаемости, изменений гидрохимического режима и т.д. В каждом конкретном случае имеется сочетание этих факторов, которые могут определять степень обмена фауной беспозвоночных.

Таблица 2

**Количество видов (N), численность (n, тыс.экз./м<sup>3</sup>) и биомасса (B, г\*м<sup>3</sup>) в протоках**

Название протоки	Местоположение	N	n	B
Ельно – Струсто	исток	15	93,15	2,615
	устье	15	115,00	1,459
Войсо – Струсто	мост	16	334,95	0,814
Новято - Дривяты	исток	17	552,50	2,163
	устье	6	138,05	0,109
Святцо-Береже	у моста (середина русла)	17	171,70	3,681
Островиты - Снуды	исток	16	1975,00	47,044
Войты - Снуды	исток	13	825,05	1,73
	устье (мост у д. Красногорка)	4	35,50	0,092
С. Волос - Снуды	исток	13	56,20	0,155
	устье	5	6,75	0,077
Плутинок - Войсо	мост (ближе к истоку)	13	92,35	0,219
Плутинок-Болойсо	исток	32	461,35	5,678
<b>Среднее</b>		14	373,66	5,064

Таким образом, видовой состав зоопланктона проток в целом достаточно разнообразен. В целом изученные водные экосистемы имели мало схожий между собой видовой состав. Однако, некоторые виды и формы были распространены в большинстве из них. Основу видовой разнообразия зоопланктона проток составили представители прибрежного зарослевого планктона и, в меньшей степени, пелагического, попадающие в протоки из поверхностных слоев водоемов-рецепторов.

Редких и охраняемых видов не обнаружено. Из видов-индикаторов загрязненных вод найдено 3 вида коловраток, что свидетельствует о идущих процессах загрязнения и эвтрофирования. Из индикаторов закисленных вод обнаружена коловратка *Hexarthra mira*.

Основу численности составляли коловратки и неполовозрелые copepody, биомассы — ветвистоусые ракообразные. По ходу течения отмечается снижение показателей развития зоопланктона, одной из причин которого может быть нарушение проточности за счет зарастаемости истоков и самих проток. Особенно необходимо это отметить для проток большой протяженности.

### Библиографические ссылки

1. Вежновец В. В. Ракообразные (Cladocera, Copepoda) в водных экосистемах Беларуси. Каталог. Определительные таблицы. Минск: Бел. наука, 2005.
2. Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука, 1970.
3. Монченко В. И. Челюстноротые циклообразные. Циклопы (Cyclopidae) // Фауна Украины. Киев: Наукова думка. Т. 27. Вып. 3. 1974.
4. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010.

УДК 91:504; 910.1(476.1)

**ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ  
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ВОДОСБОРОВ БАСЕЙНА Р. ЛЕСНАЯ И  
НАПРАВЛЕНИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ  
А. А. Волчек<sup>1)</sup>, И. В. Окоронко<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Брестский государственный технический университет, ул. Московская 267  
224017, г. Брест, Беларусь, [volchak@tyt.by](mailto:volchak@tyt.by)*

<sup>2)</sup>*Брестский государственный университет имени А. С. Пушкина,  
бульвар Космонавтов, 2, 24016, г. Брест, Беларусь, [okoronko2007@ya.ru](mailto:okoronko2007@ya.ru)*

Дана оценка антропогенной нагрузки на водосборы малых рек Полесской провинции, на примере р. Лесная. Выявлено, что в границах 6 элементарных водосборов наблюдается наиболее острая ландшафтно-экологическая ситуация. Для выделенных типов элементарных водосборов и предложены ряд мероприятий, позволяющих оптимизировать антропогенную нагрузку в речном бассейне.

**Ключевые слова:** речной бассейн, элементарный водосбор, ландшафтно-экологическое состояние, антропогенная нагрузка, оптимизация природопользования.

**LANDSCAPE AND ECOLOGICAL STATE OF ELEMENTARY  
WATERSHEDS OF THE LESNAYA RIVER BASIN AND  
DIRECTIONS FOR OPTIMIZING NATURE MANAGEMENT**

**A. A. Volchak<sup>1)</sup>, I. V. Akaronka<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>*Brest State Technical University, Moskovskaya str., 267, 224017, Brest, Belarus,  
[volchak@tyt.by](mailto:volchak@tyt.by) <sup>2)</sup>Brest State University named after A.S. Pushkin, Kosmonavtov Blv., 21,  
224016 Brest, Belarus, [okoronko2007@ya.ru](mailto:okoronko2007@ya.ru)*

An assessment of the anthropogenic load on the catchments of small rivers in the Polesie province is given, using the example of the river. Lesnaya. It was revealed that within the boundaries of 6 elementary watersheds the most acute landscape-ecological situation is observed. For the selected types of elementary watersheds, a number of measures have been proposed to optimize the anthropogenic load in the river basin.

**Keywords:** river basin, elementary watershed, landscape-ecological state, anthropogenic load, optimization of environmental management.

Река Лесная расположена в западной части Полесской провинции, относится к бассейну Балтийского моря. Площадь водосбора составляет 2,2 тыс. км<sup>2</sup> [1, с. 51]. Треть водосбора занимают ООПТ, оставшаяся часть бассейна подвержена высокой антропогенной нагрузке, что делает его уникальным природным объектом для ландшафтно-экологических исследований. Это позволяет считать водосбор р. Лесная типовым для

рассматриваемого региона, что допускает полученные результаты распространить на всю исследуемую территорию. В ландшафтном строении в границах бассейна наибольшее распространение получили моренно-зандровые ландшафты (36,2 %) [2, с. 5]. Вторично-моренные ландшафты, занимают 27,0 % площади бассейна, а водно-ледниковые - 22,0 %. На долю пойменных ландшафтов приходится 14,1 % площади бассейна и расположены они преимущественно в пойме рр. Плавая Лесная, Левая Лесная, Лесная. Аллювиальные террасированные ландшафты занимают 0,7 % водосбора.

Для оценки ландшафтно-экологического состояния посредством геоинформационного картографирования в границах речного бассейна выделены элементарные водосборы (рисунок 1) [3, с. 276], под которыми в настоящей работе принято считать наименьшая площадь водосбора, имеющая явно выраженное русло и характеризующаяся достаточной однородностью строения поверхности в отношении рельефа, характера почвогрунтов и растительности [4, с. 304].

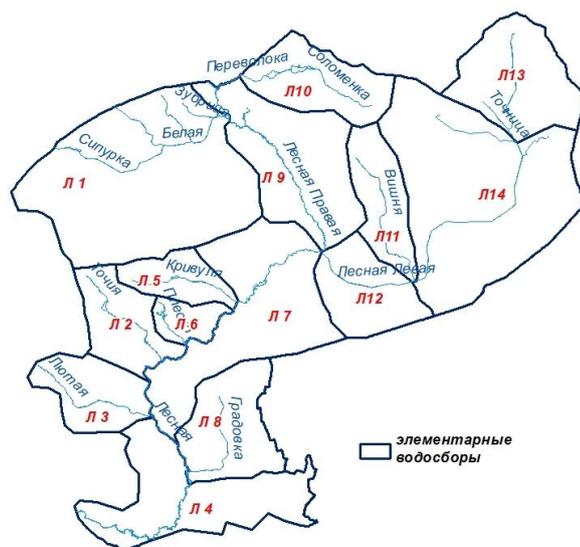


Рис. 1. Гидрографическое районирование бассейна р. Лесная

Для каждого элементарного водосбора проводилась оценка экологической устойчивости, способной в определенной мере компенсировать антропогенные воздействия. Таким образом, проанализированы следующие показатели: густота речной сети, озерность, лесистость, заболоченность, доля луговых земель. Оценка антропогенной нагрузки производилась по следующим показателям: доля городских территорий, доля территорий сельских населенных пунктов, численность

населения, плотность населения, распаханность территории, густота автомобильных дорог, количество внесенных минеральных и органических удобрений, поголовье крупного рогатого скота. Исходная статистическая база данных формировалась по справочным материалам землеустроительных служб, отчетам Брестского областного статистического комитета, сельских исполнительных комитетов, а также комитета по сельскому хозяйству и продовольствию Брестского областного исполнительного комитета. Для расчёта комплексных показателей положительной и отрицательной составляющих оценки использовался метод сложения соответствующих балльных значений показателей и последующего равно-интервального ранжирования их суммы. На основании разработанной матрицы было выделено три типа элементарных водосборов по уровню современного ландшафтно-экологического состояния.

К *1 типу* отнесено 5 элементарных водосборов, которые характеризуются высокими и средними показателями экологической устойчивости в сочетании с низкими и средними показателями антропогенной нагрузки. Это, преимущественно территории, характеризующиеся очень низким показателем сельскохозяйственной освоенности, отсутствием урбандиафрагм, в ландшафтной структуре которых преобладают природные биоценозы и свыше 50 % территории занимают ООПТ. Для данного типа элементарных водосборов требуется разработка перспективного плана их рационального использования, заключающегося в развитии существующего и планируемого природопользования. Здесь возможна интенсификация хозяйственной деятельности, а именно – развитие сельскохозяйственного и промышленного производства.

К *2 типу* отнесено 3 элементарных водосбора, характеризующихся высокими, средними и низкими показателями экологической устойчивости в сочетании с низкими, высокими и средними показателями антропогенной нагрузки. Для данной территории рекомендовано проведение мероприятий по поддержанию антропогенной нагрузки на текущем уровне с обязательным контролем за состоянием природных объектов.

К *3 типу* отнесено 6 элементарных водосборов, характеризующихся средними и низкими показателями экологической устойчивости в сочетании с высокими и средними показателями антропогенной нагрузки. Водосборам данного типа присущи высокие показатели плотности населения и сельскохозяйственной освоенности, в структуре земельного фонда преобладают земли населенных пунктов и сельскохозяйственные земли. Для территории водосборов данного типа рекомендуется снижение антропогенной нагрузки, с одновременным повышением экологической устойчивости выделенных элементарных водосборов. Активизация

хозяйственной деятельности может привести к деградации природных сообществ. В сельскохозяйственном производстве, в первую очередь, необходимо проводить мероприятия по снижению поступления биогенных элементов (уменьшение численности поголовья сельскохозяйственных животных либо рассредоточение по другим элементарным водосборам; контроль за сроками внесения и суммарными дозами органических и минеральных удобрений, согласно возделываемых культур и содержания азота и фосфора в гумусе; установление лимита по внесению азота (не более 170 кг/га в год) и фосфора (не более 25 кг/га в год); запрет на размещение крупных животноводческих комплексов вблизи водных объектов; контроль за отходами животноводства вблизи животноводческих комплексов и водных объектов; контроль за внесением и складированием отходов животноводства; мониторинг водных объектов, расположенных вблизи крупных животноводческих комплексов; контроль за состоянием полей фильтрации и очистными сооружениями).

Сельскохозяйственные объекты, расположенные в пределах элементарных водосборов, формируют основную часть антропогенной нагрузки на водные объекты территории. В пределах водосбора р. Лесной был проведен анализ и корректировка границ водоохранных зон на основе данных о размещении потенциально опасных сельскохозяйственных объектов в пределах элементарных водосборов. В результате проведенного анализа было выделено 18 участков водоохранных зон (рисунок 3), для которых были предложены дополнительные характеристики и откорректированные границы водоохранных зон.

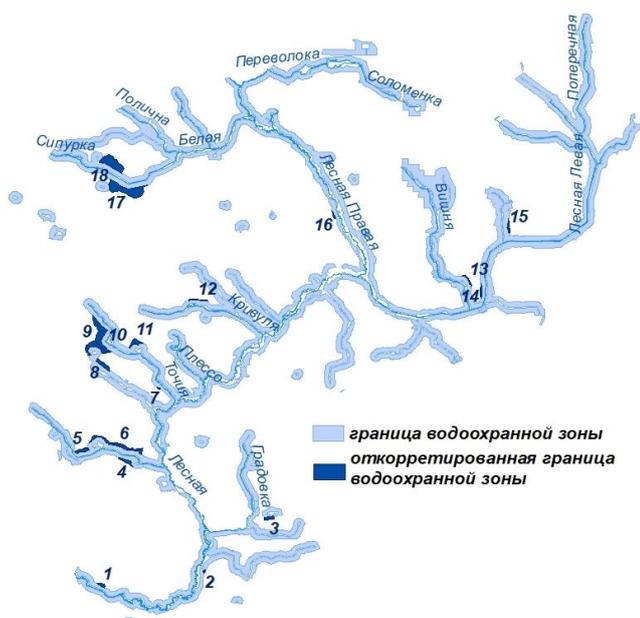


Рис. 2. Водоохранное зонирование бассейна р. Лесная

Таким образом, предложенные водоохранные мероприятия и рекомендации, направленные на снижение антропогенной нагрузки и повышение экологической устойчивости, оптимизируют ландшафтно-экологическое состояние речного бассейна.

### **Библиографические ссылки**

1. *Волчек А. А., Окоронко И. В.* Оценка антропогенной преобразованности водосборов малой реки (на примере реки Лесной) // *Земля Беларуси.* 2021. № 1. С. 51–59.
2. *Волчек А. А., Окоронко И. В.* Ландшафтно-экологическое состояние элементарных водосборов рек западной части Полесской провинции // *География,* – 2023. № 5. С. 3–16.
3. *Окоронко И. В.* Гидрографическое районирование рек Белорусского Полесья (на примере реки Лесная) // *Эффективное управление инновационными процессами в условиях цифровой трансформации: сборник статей международной научно-практической конференции (г. Магнитогорск, РФ, 10 декабря 2022г.).* Уфа: Аэтерна, 2022. С. 276-277.
4. *Чеботарев А. И.* Гидрологический словарь // Ленинград: Гидрометеиздат, 1978. 308 с.

УДК 551.4.02+551.89+550.8.028

**О ЧЕМ МОЛЧАТ РАЗРЕЗЫ:  
МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАБОТЫ С ГРУНТОВЫМИ  
ВЫРАБОТКАМИ В ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ЦЕЛЯХ**

**Е. В. Гаранкина<sup>1,2)</sup>, И. Г. Шоркунов<sup>1,2)</sup>**

<sup>1)</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия, [evgarankina@gmail.com](mailto:evgarankina@gmail.com)

<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29/4, 119017, г. Москва, Россия,  
[evgarankina@igras.ru](mailto:evgarankina@igras.ru), [shorkunov@igras.ru](mailto:shorkunov@igras.ru)

Предложена методика полевого макроморфологического исследования структурной организации покровных отложений и почв. Специфика изучения их строения в 3D, используя археологический подход, заключается в последовательной фиксации ряда явлений и признаков и их взаимоналожения в серии субгоризонтальных и субвертикальных срезов. Рассмотрены детали подготовки разрезов, фотофиксации и описания морфологических и вещественных признаков в предложенной системе.

**Ключевые слова:** иерархическое морфогенетическое исследование; полевые методы; геологические разрезы; почвенные шурфы; полевая фотофиксация; покровные суглинки; перигляциальная зона плейстоцена.

**THE SILENCE OF THE SECTIONS:  
METHODOLOGICAL APPROACH TO GEOLOGICAL EXPOSURES  
IN REGARD TO PALEO GEOGRAPHIC GOALS**

**E. V. Garankina<sup>1,2)</sup>, I. G. Shorkunov<sup>1,2)</sup>**

<sup>1)</sup> Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, 119991, Moscow, Russia,  
[evgarankina@gmail.com](mailto:evgarankina@gmail.com) <sup>2)</sup> Institute of Geography, Russian Academy of Sciences,

Staromonetny lane, 29, 119017, Moscow, Russia, [evgarankina@igras.ru](mailto:evgarankina@igras.ru),  
[shorkunov@igras.ru](mailto:shorkunov@igras.ru)

We propose a procedure for field macromorphological investigation of the structural organization of cover deposits and soils. The specifics of the sedimentary structure study in 3D applying an archaeological approach lies in the sequential logging of a number of phenomena and features and their superposition in a series of subhorizontal and subvertical sections. Appropriate techniques to prepare and photograph the sections and a logic system to describe revealed morphological and physical features are suggested.

**Keywords:** hierarchical morphological investigation; field techniques; geological sections; soil pits; field photography; cover loams; Pleistocene periglacial zone.

Установление возраста и происхождения слабоконтрастных, но фациально и генетически пестрых покровных отложений центра Восточно-Европейской равнины невозможно, опираясь лишь на традиционные подходы геологов и почвоведов XX столетия [1, 2]. На современном уровне необходимо более скрупулезное исследование в иерархической системе пространственных разрешений [3], в основе которого, в первую очередь, лежит детальная фиксация их строения и свойств на полевом этапе.

Позиция для заложения шурфа выбирается с учётом геоморфологического строения участка по данным предварительной геологической разведки по сетке скважин с помощью комплекта ручного ударного бурения (например, Eijkelkamp со сменными пробоотборниками  $\varnothing$  3 см) или механизированной шнеково-свайной установки [4]. Извлеченный керн постепенно срезается острым ножом с углом заточки 10-16°, избегая смазывающих движений. Хорошо очищенная поверхность фотографируется с масштабной лентой. Краткое описание даётся в системе терминов, рассмотренной ниже (таблица), выделяя основные слои и линзы. В общем случае закладывается прямоугольный шурф, ориентируемый стенками по сторонам света, если нет данных о его предпочтительном расположении по отношению к вскрываемым объектам. Так, при обнаружении полигональной системы посткриогенных псевдоморфоз по аэро- и космоснимкам либо геофизическим данным [5, 6], шурфы в межблочьях длинной стороной секут эти структуры по нормали, тогда как на блоках, ввиду изотропии внутренней структуры, уже ориентированы по сторонам света.

**Методика полевого макроморфологического исследования структурной организации отложений** заключается в последовательной фиксации ряда явлений и признаков и их взаимоналожения в серии субгоризонтальных и субвертикальных срезов, обычно расположенных по нормали друг к другу. В отличие от традиционной для геологов и почвоведов работы “со стенкой”, при заложении шурфа мы, подобно археологам, проводим послойный выбор грунта на площади от 1x1 до 4x4 м с выведением серии горизонтальных площадок с требуемым шагом по глубине [6]. Он определяется особенностями структурной организации, быстротой смены литологических слоев и/или почвенных горизонтов и обычно составляет от 10 до 50 см (в среднем 25–30 см, что удобно соответствует штыку лопаты). Постепенно углубляющиеся стенки шурфа параллельно подрабатываются лопатой, а затем с помощью шпателей разной ширины вертикальные и горизонтальные поверхности лопатного смаза и слома выводятся в плоскость.

На следующем этапе, используя набор острых ножей различной

формы и угла заточки режущей кромки, плоскости зачищаются до состояния срезосмаза, когда уже хорошо становятся различимы даже не-контрастные текстуры. Идеальный же срез в поле практически не достижим (тонкие (<200-300 мкм) элементы строения остаются скрыты, или «замазаны»). Его получают уже в лабораторных условиях с помощью скальпеля, лезвия бритвы или ножа с равномерным углом заточки и полировки режущей кромки  $10^\circ$  [7]. В зависимости от физического состояния грунта (влажности, пористости) и его мехсостава для удовлетворительного срезосмаза требуется до 3–4 проходов ножом. Периодическая просушка исследуемых поверхностей в полевых условиях занимает от первых часов до нескольких суток в водонасыщенных вязких и вязкопластичных суглинках. В каждую проходку ножом снимается тонкий слой мощностью до 1–5 мм, тогда как отдельным движением удаляется не более сотен, а иногда и десятков микрон. Так, во-первых, сводятся к минимуму артефакты (бликование примазок, царапины и проч.) на фотографируемой поверхности. А во-вторых, оператор подробно знакомится с составом и строением вещества, что повышает эффективность дальнейшего морфологического описания среза — уже не только визуально, но и «на ощупь».

В пределах шурфа устанавливается локальная трехосная система координат с началом в одном из верхних углов шурфа (обычно мы выбираем углы северных либо восточных румбов). Таким образом, каждая исследованная вертикальная и горизонтальная грань шурфа имеет одну постоянную и две переменные координаты. Обычно перед визуальной фиксацией на них по уровню ножом наносится вспомогательная сетка с шагом 50 см [8]. Ее узлы помечаются яркими кнопками, и документирование проходит по квадратам. В случае бóльшей неоднородности разреза шаг отсчетов в этой системе, например, при отборе образцов, может уменьшаться (как правило, до дециметров, тогда как частные детали уже фиксируются макросъемкой).

Качественная фотофиксация плоскостей требует не только описанной тщательной подготовки, но и соблюдения правил съемки. Ее основа — импульсный свет, синхронизированный с затвором фотокамеры. Комплект освещения состоит из 2-5 фотовспышек одинаковой цветовой температуры, отражателей, кольцевых держателей с креплением на объективе, штативов и проч. Фотографируется затененная поверхность — либо выбирается время, когда она полностью не освещена солнцем (в т.ч. за счет сомкнутой облачности), либо создается искусственная тень. При планировании работ необходимо учитывать не только перемещение солнца по сторонам света, но и его высоту над горизонтом. При увеличении площади и глубины шурфа возникают сложности со съемкой общих планов поверхностей. Бывает

не избежать угловых деформаций при фотографировании днища с одного из «бортов» шурфа. Причем особенно актуальна эта проблема на малых глубинах, тогда как с их увеличением основной помехой становится недостаточная ширина шурфов, затрудняя съёмку общих планов длинных стенок. Отчасти выйти из положения помогает профессиональная фототехника с набором светосильной оптики. Широкоугольные объективы с фокусным расстоянием менее 16 мм незаменимы для панорамной макросъёмки разрезов с минимального расстояния. Так, объектив «рыбий глаз» (10–12 мм) обеспечивает максимальный охват, хоть и с искажениями по краям кадра, а «iilt-shift» — объектив позволяет добиться эффектов изменения перспективы и угла наклона ГРИП (глубины резко изображаемого пространства). С некоторым успехом оставшиеся искажения можно удалить программно в профессиональных фоторедакторах.

Для детального анализа текстур далее проводится макросъёмка с постоянного расстояния по фрагментам (30-60 см по длинной стороне кадра), с перекрытием по рядам либо колонкам. Специфические участки дополнительно снимаются с максимальным приближением. Наиболее ходовыми на этом этапе являются среднефокусные (50-70, реже до 100 мм) «портретные» либо макрообъективы. На всех этапах съёмки необходимо выдерживать фокальную плоскость фотоаппарата параллельной поверхности среза для получения равномерной резкости по всему изображению. Также рекомендуется использование нескольких синхронизированных источников импульсного света. Причем желательно не задействовать встроенную вспышку, создающую неравномерное (слишком сфокусированное) освещение и тени в кадре. Световые схемы подбираются в зависимости от характеристик снимаемого объекта и желаемого эффекта. Например, при фотографировании плоских срезов стремятся максимально равномерно заполнить кадр светом, тогда как при работе с «разобранной» просохшей стенкой (см. ниже) часто прибегают к направленному боковому свету для искусственного создания теней, подчёркивающих объём исследуемой структуры.

Словесное описание проводится по предварительно выделенным участкам строения, в пределах которых фиксируются набор, частные свойства и распределение типичных морфонов, составляющих их, — более-менее однородных, различимых глазом фрагментов вещества. Для каждого почвенно-литологического выдела — как в целом для слоев/линз/прослоев, так и для их составных частей (морфонов и фаз) — фиксируются цвет, механический состав, характер структурного сложения и плотности, формы границ и характер перехода (таблица). Отдельно на разных уровнях структурной организации грунта характеризуются вмещённые структуры и вмещающие отложения, межтрещинная масса (МТМ) почвенных отдельностей (педов) и внутритрещинная масса

(ВТМ) выполнений, основная масса и характер включений в пределах каждой из них.

**Система описания признаков твердой фазы вещества отложений и почв**

<p><b><u>мехсостав:</u></b> <b>порода:</b> глина / алеврит / песок: ГЗ / КЗ / СЗ / МЗ / ТЗ; суглинок: ЛСп / ССп / ТСп; ЛС / СС / ТС; гиттия / сапропель / перегной / торф <b>примеси:</b> иловатый / пылеватый / опесчаненный / дресвянистый/гравелистый / щебнистый/галечный/ валунный / оторфованный / сортированный (без примесей) <b>включения:</b> зерна песка / хряща / дресвы/гравия / щебня/гальки / валунов/глыб</p>
<p><b><u>физическое состояние:</u></b> <b>консистенция:</b> пластичный / вязкопластичный / вязкий / вязкотекучий / текучий <b>плотность:</b> плотный / рыхлый / рассыпчатый <b>связность:</b> связный / несвязный <b>влажность:</b> сухой / свежий / влажный / сырой</p>
<p><b><u>цвет:</u></b> для слоя/участка и отдельно для составляющих морфонов: <b>контрастность:</b> не- / слабо- / контрастный / сильно- <b>насыщенность:</b> яркий / тусклый <b>светлота:</b> светлый/светло- / темный/темно- <b>оттенок-тон:</b> голубо-/голубовато-красный / желтый / бурый / серый/</p>
<p><b><u>текстура:</u></b> <b>фазность:</b> однородный / двух- / трёх- / многофазный <b>упорядоченность:</b> регулярно- / нерегулярно- <b>рисунок:</b> линзовидный / пятнистый / сетчатый / слоистый: <i>горизонтально- / наклонно- / вертикально- / косо- / волнисто-</i> (А - амплитуда, Р - период) <b>размерность:</b> тонко- / мелко- / средне- / крупно- / грубо-</p>
<p><b><u>структурная организация:</u></b> <b>агрегированность:</b> порошистый / зернистый / комковатый / глыбистый / микроаг- регированный <b>сложение:</b> рыхлое/плотное, структурное/слабоструктурное, пористое: <i>везикулярные поры / поры-трубки</i>; трещиноватое: <i>поры-плоскости (магистральные / внутригори- зонтные)</i>; наполнитель: <i>воздушный / твёрдые покровы и заполнения</i> <b>структурные отдельности (педы):</b> плитки / призмы / блоки / пирамиды / клинья / обелиски</p>
<p><b><u>прочие новообразования и включения:</u></b> <b>кутаны:</b> аржиланы / силтаны / скелетаны / одно- / двух- / трех- / многослойные <b>ограниченное вещество:</b> корни / макроотстатки / детрит / тонкодисперсное <b>аутигенные новообразования:</b> примазки / стяжения / конкреции / сегрегации / ин- крустации; карбонатные (CaCO<sub>3</sub>) / железистые (Fe) / марганцевые (Mn)</p>
<p><b><u>зона контакта:</u></b> <b>форма границы:</b> горизонтальная / наклонная / вертикальная / волни- стая/фестончатая (А – амплитуда, Т – период)</p>

**характер контакта:** постепенный / заметный / ясный / резкий  
**контрастность перехода:** не- / слабо- / контрастный / сильно-

При обнаружении специфических неоднородностей на горизонтальных срезах дальнейшее углубление шурфа проводится постепенно — с формированием ступеней на промежуточных высотах и расчисткой их уступов, сопровождаясь стандартной процедурой фиксации. После поэтапного углубления шурфа и по достижению его максимальной глубины фокус исследования смещается с горизонтальных срезов на стенки, которые выводятся начисто и описываются по уже рассмотренной выше методике. Затем, при наличии возможности, следует дать стенкам просохнуть — в зависимости от погоды и свойств грунта — от первых суток до нескольких недель. Это позволит изучить структурную организацию почвенно-литологической толщи, плоских и трубчатых пор и их выполнений, в процессе буквально полного «разбора» стенки руками по структурным отдельностям (педам).

Полевые зарисовки, выполненные в едином масштабе (~1:20) и привязанные к локальной системе координат, дополняют словесное и фотодокументирование поверхностей. Благодаря им уже в поле удастся соотнести описания разновременных послойных горизонтальных срезов с наблюдениями на обнажившихся стенках. Они позволяют в схематичной манере отметить распределение описываемых признаков в пространстве, подчеркнуть детали текстур и слабоконтрастные структурные элементы, отразить геометрию сетей плоских пор как в проекции на плоскость, так и в объеме. Последнее изобразить особенно ценно, поскольку это помогает выделить типичные формы педов (призмы, пирамиды, блоки, клинья, обелиски и проч.), показать строение их граней и ребер и определить преобладающие мотивы их пространственной организации, исследовать структуру их выполнений.

Совмещая разновременные фотографии поверхностей и их зарисовки в специализированных программах (Paint 3D, 3D Builder, Voxler 4 и проч.) можно использовать для создания трёхмерных моделей объекта, что полезно не только в целях визуализации, но и последующего анализа его пространственной организации.

Для длительного поддержания шурфа в открытом состоянии может потребоваться создание специальных укрытий, защищающих зачищенный грунт не только от осадков, но и от излишней инсоляции, приводящей к преждевременному и неравномерному пересыханию. Иногда требуется дополнительная защита стенок полиэтиленом или дышащим укрывным материалом. Глубокие (более 1.5 м) выработки также требуют устройства ступенек, расположение которых стоит планировать с учётом внутренней структуры шурфа и доступных ресурсов. К опробо-

ванию разрезов необходимо подходить максимально тщательно, по возможности учитывая закономерности строения, выявленные при полевом обследовании [7]. Такой комплекс работ позволяет собрать полноценный и представительный материал для лабораторных исследований, выявлять закономерности педолитофациальной дифференциации вещества, а затем проводить наиболее достоверные палеогеографические реконструкции и получать высокоразрешающие модели морфопедолитогенеза [2, 6, 8, 9 и др.].

Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект 23-17-00073.

### Библиографические ссылки

1. *Гаранкина Е. В., Лобков В. А., Шеремецкая Е. Д., Шоркунов И. Г.* Покровные суглинки как перигляциальный феномен: происхождение и возраст // Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Мат-лы Всеросс. науч. конф. Ростов Великий, 25–26 авг. 2023 г. [Эл. изд.]
2. *Шеремецкая Е. Д., Каревская И. А., Самусь А. В., Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г.* Новые данные о стратиграфической значимости разреза "Черемошник" (Ярославская область) // Вестн. Моск. ун-та. сер. 5: География. 2022. № 4. С. 88–100.
3. *Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.* Методология иерархического морфогенетического исследования: как прочитать историю отложений и почв между строк // Этот сборник. 2024.
4. *Посаженикова В. С., Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г., Константинов Е. А., Качалов А. Ю.* Керны древних озерных отложений: особенности извлечения и обработки // Этот сборник. 2024.
5. *Лобков В. А., Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В., Шеремецкая Е. Д.* Пространственная организация почвенного покрова на модельном участке Владимирского Ополя // Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Мат-лы Всеросс. науч. конф. Ростов Великий, 25–26 авг. 2023 г. [Эл. изд.]
6. *Valdai Periglacial Field Symposium Guidebook, 27–30 Aug 2023 [El. ed.].* М.: IGRAS. 2023.
7. *Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.* От макро до субмикро и обратно: как нам быть со структурной организацией почв и осадков // Этот сборник. 2024.
8. *Garankina E. V., Lobkov V. A., Shorkunov I. G., Belyaev V. R.* Identifying relict periglacial features in watershed landscape and deposits of Borisoglebsk Upland, Central European Russia // *J of Geological Society.* 2022. Vol. 5. № 179. <https://doi.org/10.1144/jgs2021-135>
9. *Belyaev V. R., Garankina E. V., Shorkunov I. G., Konstantinov E. A., Rusakov A. V., Shishkina Yu. V., Andreev P. V., Verlova T. A.* Holocene erosion and deposition within a small catchment of the northeastern Borisoglebsk Upland (Central European Russia) // *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. V Int. Conf. on Ecosystem dynamics in the Holocene,* 11–15 Nov 2019, Moscow. 2020. Vol. 438. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/438/1/012002>

УДК 551.89+631.472.8

**МИНЕРАЛЬНЫЕ МИКРОБИОМОРФЫ СУШИ И ВОД  
УМЕРЕННОГО ПОЯСА: РАЗНООБРАЗИЕ, ГЕНЕЗИС,  
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ  
ДЛЯ ПАЛЕОРЕКОНСТРУКЦИЙ**

**А. А. Гольева**

*Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29, 119017, г. Москва,  
Россия, [golyeva@igras.ru](mailto:golyeva@igras.ru)*

Показано морфологическое и химическое разнообразие микроскопических биоминеральных частиц, их экологическая приуроченность. Специфичность морфологии, высокая устойчивость, разный генезис делают эти частицы высокоинформативными для проведения палеоэкологических реконструкций в любых природных средах.

**Ключевые слова:** кокколиты; спикулы губок; диатомовые водоросли; фитоолиты; фрамбоиды; кремнеземистые цисты.

**MINERAL MICROBIOMORPHS OF THE LANDS AND WATERS  
OF THE TEMPERATE ZONE: DIVERSITY, GENESIS,  
INFORMATION POSSIBILITIES FOR PALEORECONSTRUCTION**

**A. A. Golyeva**

*Institute of Geography RAS, Staromonetnij per., 29, 119017. Moscow, Russia,  
[golyeva@igras.ru](mailto:golyeva@igras.ru)*

The morphological and chemical diversity of microscopic biomineral particles and their ecological association are shown. The specific morphology, high stability and various genesis make these particles highly informative for paleoecological reconstructions in any natural environment.

**Key words:** coccoliths; sponge spicules; diatoms; phytoliths; frambooids; siliceous cysts.

Микробиоморфы — это микроскопические частицы биогенной природы. Часть из них — спикулы губок, фитоолиты, панцири диатомовых водорослей, кремнеземистые цисты, кокколиты, фрамбоиды — являются продуктами биоминерализации, то есть помимо органической имеют и минеральную компоненту, что повышает их устойчивость во внешней среде, позволяет использовать при проведении палеореконструкций ландшафтов. Дополнительным фактором,

способствующим развитию микробиоморфного метода, являются относительно быстрое время образования, высокая сохранность и морфологическая специфичность каждой из этих частиц [1, с. 4]. Широкое распространение их как в водной среде, так и на суше увеличивает спектр применения микробиоморфного анализа.

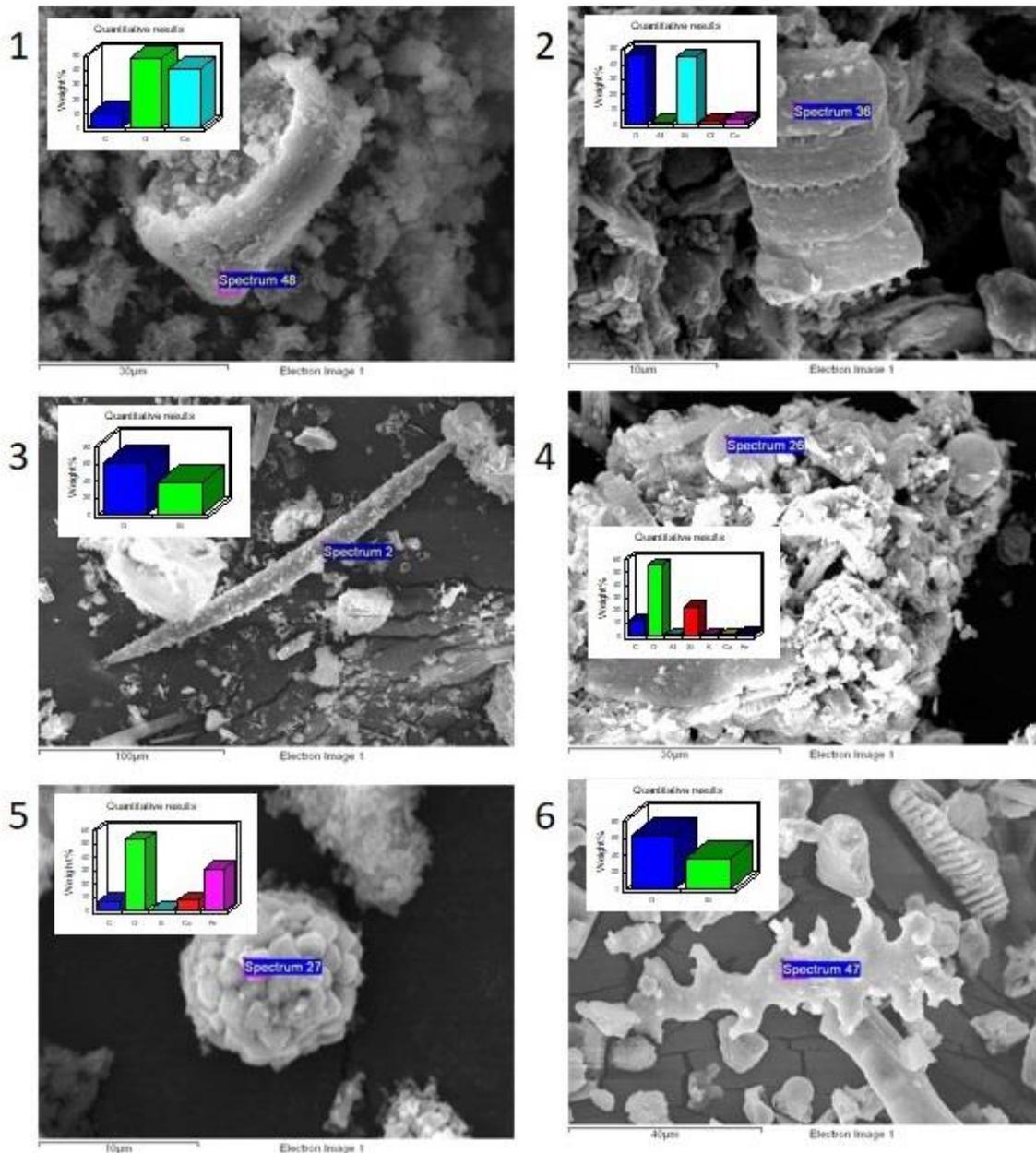
Поскольку наши исследования в основном проводились в умеренном климатическом поясе, считаем необходимым это отметить, поскольку в других типах климата информационные значения этих частиц могут быть иными.

Рассмотрим эти частицы, их генезис и информационные возможности в алфавитном порядке. На рисунке показано морфологическое разнообразие частиц, их химический состав. Все фотографии сделаны автором из голоценовых озерных и почвенных образцов Европейской территории России (рисунок).

Диатомовые водоросли — разнообразные по форме частицы, формирующие тонкую оболочку из аморфного кремнезема. Преимущественно образуются в водной среде [2, с. 168], но еще в 1937 г. И. В. Тюриным показано, что они могут развиваться и функционировать в почвах при условии периодического переувлажнения и застоя воды [3, с. 33].

Кокколиты — известковые микроскопические частицы — щитки покровного панциря одноклеточных планктонных водорослей кокколитофорид из типа золотистых водорослей. На сегодняшний день считается, что эти частицы формируются в морских условиях [4, с. 102], хотя и отмечается, что они хорошо развиваются в условиях низкой солености (порядка 8 промилле) [5, с. 20]. В тоже время кокколиты хорошей сохранности и в большом количестве отмечаются в одном из слоев позднеплейстоценового разреза Костенки 14, хотя и без объяснения их локализации только в одном слое из всей изученной колонки [6, с. 946]. Морских отложений там в тот период точно не могло быть. Встречены они и при наших исследованиях озерных осадков. Поэтому, скорее всего, распространение этих частиц может быть гораздо шире.

Кремнеземистые цисты. Многие водоросли-хризофиты создают характерные кремнистые микроскопические цисты на стадии покоя [7, с. 842]. В основном они характерны для пресноводных местообитаний с низким или умеренным рН и зимним замерзанием (там же). В тоже время, в культурных слоях, содержащих большое количество древесного детрита, встречается огромное количество цист, зачастую превышающее количество других биоморф, например, фитоцитов. Возможно, разложение древесины в условиях гумидного климата способствует развитию водорослей и, как итог, формированию большого количества цист (рисунок).



Морфология и химический состав минеральных микробиоморф: 1 - кокколит; 2 - диатомовые водоросли; 3 - спикула губки; 4 - кремниевая циста золотистой водоросли; 5 - фрамбоид; 6 - фитолит

Спикулы губок — внешний скелет губок, несущий опорную и поддерживающую функции. Он бывает известковый и кремниевый. В реках, пресноводных озерах и почвах встречаются только кремниевые спикулы. Вопросы их экологии с целью проведения палеоландшафтных реконструкций в последнее время обсуждаются достаточно широко [8, с. 30; 9, с. 120]. В почвах встречаются исключительно обломки спикул, целые формы являются диагностами аллювиального прошлого как самих почв,

так и исходных пород. При работе с древними пахотными почвами, можно уверенно говорить, что пашни поливались речной водой.

Фитолиты — кремниевые копии растительных клеток, обладающие характерной морфологией [10, с. 44]. Эти частицы наиболее информативны в почвах, поскольку позволяют реконструировать растительный покров *in situ*, то есть тот, под которым сформировалась эта почва [11, с. 985]. При работе на археологических памятниках можно реконструировать как природную среду вокруг памятника, так и специфику использования растений в бытовых и хозяйственных целях [12, с. 68].

Фрамбоиды — округлые образования сферической формы, являющиеся результатом бактериальной переработки и последующей минерализации органического вещества [13, с. 2]. Преобладают фрамбоиды сульфидов железа (пирита), реже встречаются магнетит и гематит. Характерны для морских и озерных отложений, возможны в осадках соленых болот. Показано, что в периоды зарастания озер, снижения их уровня количество фрамбоидов резко уменьшается вплоть до исчезновения, что, например, использовалось для реконструкции истории озер Южного Урала [14, с. 189].

В настоящее время наиболее продуктивным считается комплексный подход, при котором сравниваются две или более микробиоморфных групп, что позволяет получать более достоверные выводы ввиду широких экологических ареалов распространения отдельных групп [15, с. 280; 16, с. 92].

### Библиографические ссылки

1. Гольева А. А. Микробиоморфный анализ почвенно-ландшафтных систем: генезис, география, информационная роль // Автореф. дис. докт. геогр. наук, 2006.
2. Давыдова Н. Н. Диатомовые водоросли-индикаторы природных условий водоемов в голоцене. Ленинград. Изд-во «Наука», 1985.
3. Тюрин И. В. О биологическом накоплении кремнекислоты в почвах // Проблемы советского почвоведения. 1937. Т. 3. С. 29-35.
4. Корчемкина Е. Н., Лу М. Е. Аномальные оптические характеристики прибрежных вод Черного моря в июле 2012 года и их связь с концентрацией минеральной взвеси в воде // Фундаментальная и прикладная гидрофизика. 2015. Т. 8, № 4. С. 101-105.
5. Sikes C. S., Wilbur K. M., Functions of coccolith formation // *Lirmol. Oseunogr.* 1982. Vol. 27(1). P. 18-26.
6. Седов, С. Н., Хохлова, О. С., Сеницын, А. А., Коркка, М. А., Русаков, А. В., Ортега, Б., ... & Каздым, А. А. Позднеплейстоценовые палеопочвенные серии как инструмент локальной палеогеографической реконструкции (на примере разреза Костенки 14) // Почвоведение. 2010. № 8. С. 938-955.

7. *Adam D.P., Mahood A. D.* Chrysophyte cysts as potential environmental indicators // *GSA Bulletin*. 1981. Vol. 92 (11). P. 839–844. doi: [https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1981\)92<839:CCAPEI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1981)92<839:CCAPEI>2.0.CO;2)
8. *Manconi, R., & Pronzato, R.* Global diversity of sponges (Porifera: Spongillina) in freshwater // *Hydrobiologia*. 2008. Vol. 595. P. 27–33. DOI 10.1007/s10750-007-9000-x
9. *Łukowiak M.* Utilizing sponge spicules in taxonomic, ecological and environmental reconstructions: a review // *PeerJ*. 2020. Т. 8. С. e10601. <https://doi.org/10.7717/peerj.10601>
10. *Гольева А. А.* Фитолиты и их информационная роль в изучении природных и археологических объектов. 2001.
11. *Гольева А. А., Александровский А. Л.* Использование фитолитного анализа при решении генетико-эволюционных вопросов почвоведения // *Почвоведение*. 1999. № 8. С. 980-987.
12. *Гольева А. А.* Микробиоморфные исследования культурных слоев древних поселений Центральной России // *Археология Подмосквья*. 2009. № 5. С. 55-71.
13. *Астафьева М. М., Розанов А. Ю., Хувер Р.* Фрамбоиды: их структура и происхождение // *Палеонтологический журнал*. 2005. № 5. С. 1-7.
14. *Масленникова А. В., Блинов И. А., Удачин В. Н.* Фрамбоидальный пирит в донных отложениях озер Южного Урала // *Минералы: строение, свойства, методы исследования : материалы IV всерос. молодеж. науч. конф., 15-18 окт. 2012 г. / РАН, УрО, Ин-т геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого. Екатеринбург. 2012. С. 188-190.*
15. *Rivera-Rondo'n C. A. Catalan J.* The ratio between chrysophycean cysts and diatoms in temperate, mountain lakes: some recommendations for its use in paleolimnology // *J Paleolimnol*. 2017. Vol. 57. P. 273–285. DOI 10.1007/s10933-017-9946-2
16. *Сапелко Т. В., Науменко М.А., Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В., Игнатьева Н. В.* Голоценовая история озер на острове Хачин (Селигер) // *Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода*. 2021. № 79. С. 71-97.

УДК 528.46

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИССЛЕДОВАНИИ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТИИ

**И. И. Григорьев, И. И. Рысин**

*Удмуртский государственный университет, ул. Университетская, 1,  
426034, г. Ижевск, Россия, [ivanrigig@yandex.rurysin.iwan@yandex.ru](mailto:ivanrigig@yandex.rurysin.iwan@yandex.ru)*

Представлены современные геодезические технологии и результаты многолетних (2003–2023 гг.) исследований различных экзогенных процессов на территории Удмуртии. Современные методы исследования опасных экзогенных процессов включают комбинированное использование наземных геодезических измерений и аэрофотосъемок. Получены количественные показатели развития эрозионных процессов за многолетний период.

**Ключевые слова:** овражная и русловая эрозия; оползневой процесс; геодезические работы; аэрофотосъемка.

## THE USE OF MODERN GEODETIC TECHNOLOGIES IN THE STUDY OF EXOGENIC PROCESSES IN THE TERRITORY OF UDMURTIA

**I. I. Grigoriev, I. I. Rysin**

*Udmurt State University, Universitetskaya str., 1,  
426034, Izhevsk, Russia, [ivanrigig@yandex.rurysin.iwan@yandex.ru](mailto:ivanrigig@yandex.rurysin.iwan@yandex.ru)*

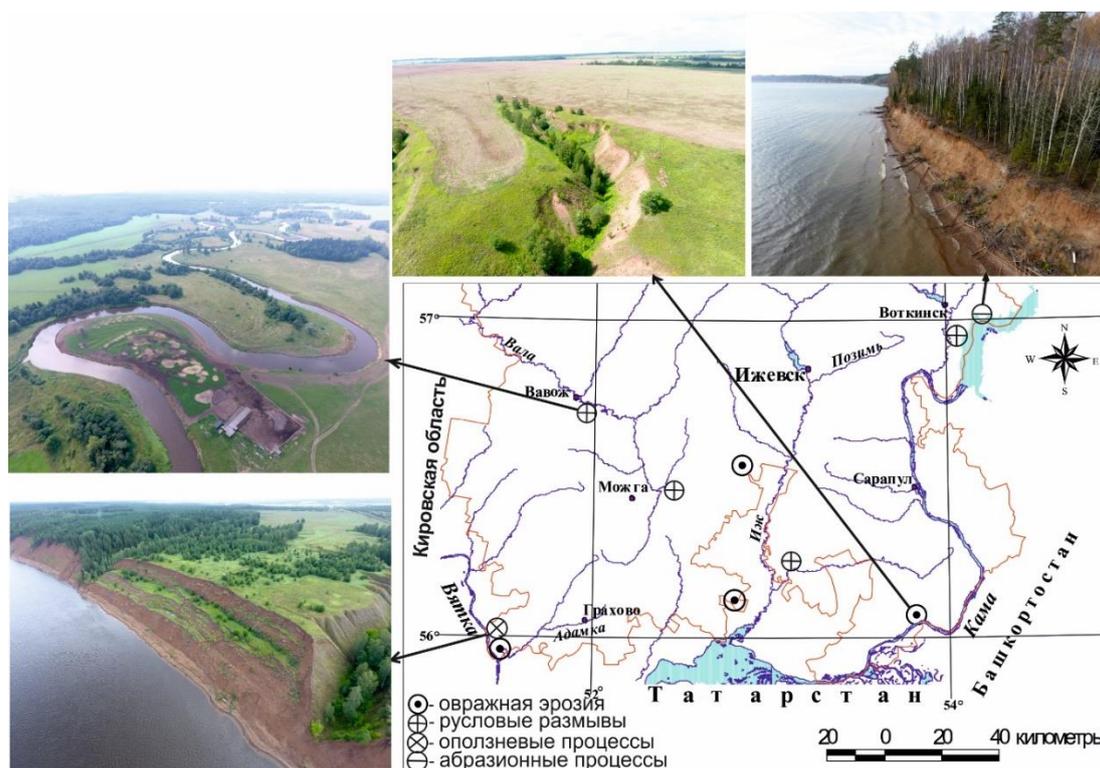
Modern geodetic technologies and the results of long-term (2003-2023) studies of various exogenic processes in the territory of Udmurtia are presented. Modern methods of studying dangerous exogenic processes include the combined use of ground-based geodetic measurements and aerial photography. Quantitative indicators of the development of erosion processes over a long period of time have been obtained.

**Keywords:** gully and channel erosion; landslide process; geodetic works; aerial photography.

Экзогенные процессы на территории Удмуртской Республики (УР) представлены различными видами (рисунк). Прежде всего выделяется активным развитием почвенная и овражная эрозия, русловые размывы берегов рек. Менее активно развиваются оползневые и абразионные процессы, крип и др.

Современные технологии исследования данных процессов для получения различных количественных показателей представлены главным

образом комплексом полевых и камеральных топографо-геодезических работ. Изучение овражной эрозии проводится нами с 1978 г. [1], исследования динамики русловых размывов, оползневых и абразионных процессов на нескольких ключевых участках ведутся с начала 2000-х гг. Проведение геодезических работ при изучении овражной эрозии выражается в выполнении топографической съемки оврагов, уступов при вершинах, их бровок и тальвегов с точностью порядка  $\pm 0,01$  м. Путем ежегодного сравнения топографических съемок измеряется линейный прирост вершин оврагов и определяется характер изменений очертаний бровок и тальвегов в плане и по высоте. При изучении боковой русловой эрозии фиксируется точное положение бровки размываемого берега и линии уреза воды. Оползневые процессы на территории Удмуртии представлены на крупных реках (Вятка, Кама) и характеризуются чаще всего наличием большого количества относительно небольших блоков оползания. Очень важно зафиксировать положение этих блоков и определить объем всего оползневого тела.



Расположение участков по мониторингу экзогенных процессов на юге Удмуртии

Геодезические приборы для проведения данных работ регулярно совершенствовались. В период 1978-2002 гг. это были оптико-механические геодезические инструменты (теодолиты Т30 и 2Т30). С

2003 г. начали использовать электронные инструменты с лазерными дальномерами (тахеометры «Trimble 3305», затем «Nicon NPR-332») [2].

С 2019 г. для изучения эрозионных процессов на большинстве ключевых участков нами применяется спутниковый приемник «EFT» вместе с квадрокоптерами «DJI Phantom 4» и «Autel Evo II PRO». Снимки с беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) отличаются сверхвысоким пространственным разрешением и имеют высокую скорость получения. Имеются и определенные недостатки: время полета ограничено емкостью батареи (20-30 минут в зависимости от модели), площадь исследуемого участка относительно небольшая (до 100 га), зависимость от погоды (ветер, осадки). Тем не менее, для изучения экзогенных процессов данные параметры вполне подходят. Для повышения точности ортофотопланов нами используется привязка к наземным маркерным пунктам, координаты которых определяются с помощью спутниковых приемников. Таким способом точность ортофотопланов достигает 5-10 см. Для производства аэрофотосъемочных работ имеющимися в нашем распоряжении квадрокоптерами применялись следующие параметры: высота полета в диапазоне 50-80 м, перекрытие снимков в продольном направлении — не менее 80 %, в поперечном — не менее 70 %. Для съемки линейных объектов требуется выполнение не менее 3 галсов [3]. Последующая обработка аэрофотоснимков проводится нами в программе Agisoft Metashape Professional. В исследовании выполнялось построение 3d-моделей, ортофотопланов и цифровых моделей местности (ЦММ). Подготовка топографических планов, расчет площадей и объемов размывов осуществляется с использованием программного комплекса «Кредо».

На нескольких оврагах, отличающихся активным линейным природом, каждый год выполняются исследования по измерению площади вершин и вычислению их объемного прироста. То же самое относится и к проявлениям русловой эрозии. Использование аэрофотосъемки в исследованиях позволяет получить достаточно точные количественные данные по развитию различных эрозионных процессов (линейный прирост, площадной размыв и объем вынесенного материала), что повышает качество итоговых результатов за весь период наблюдений.

Ежегодное создание ортофотопланов на основе аэрофотосъемочных работ дает возможность со значительной точностью получать данные по динамике эрозионных процессов без наземных работ, занимающих достаточно много времени и ресурсов. В 2019-2022 гг. нами одновременно проводилась аэрофотосъемка и наземная тахеометрическая съемка участков размываемых фрагментов русел на р. Кырыкмас (лев. приток р. Иж) в Киясовском районе УР, на р. Сива (пр. приток р. Кама) в Воткинском районе УР, на р. Нылга (лев. приток р. Вала) в Увинском районе УР

и на р. Вала (лев. приток р. Кильмезь) в Вавожском районе УР. Совмещение этих видов съемок подтвердило возможность использования аэрофотосъемок для наблюдения за эрозионными процессами. Кроме того, скорость получения количественных данных по линейному и площадному размыву существенно выросла. На итоговом ортофотоплане фиксируется положение береговых линий изучаемого участка русла реки и появляется возможность создания топографических планов различных масштабов с целью проведения более полных изысканий.

Аналогичные исследовательские работы за период 2003-2022 гг. с определением линейного и площадного прироста проведены и по нескольким оврагам [4]. Также нами фиксировался объем выносимого материала в пределах активно размываемой вершинной части оврагов. Наиболее активно растущая часть оврага (привершинная) обычно соответствует участкам выполнения топографических съемок. В привершинных частях оврагов очень редко фиксируется аккумуляция размываемых грунтов. Возможные конуса выноса и аккумуляция наносов обычно сосредоточены в нижних и средних частях оврага. Объем подобного конуса выноса ранее нами подсчитывался только для одного оврага [5].

С 2015 г. нами также ведется наблюдение за активными абразионными процессами на береговой линии Воткинского водохранилища. Кроме фиксации бровки размываемого берега весной и осенью во время планового сброса воды в водохранилище проводится съемка склонов и прилегающих участков дна.

Изучение оползневых процессов идет на примере размываемого участка левого берега р. Вятка (с. Крымская Слудка Кизнерского района УР). По данным на 2023 г. длина оползня составляет 310 м, ширина достигает 36 м. Высота оползневого тела изменяется в пределах от 17 до 22 м от уреза воды. При этом высота коренного берега составляет 37-38 м от уреза воды. Объем оползневого тела по данным наблюдений 2022 г. составил почти 113000 м<sup>3</sup>. Доступность и сложность конфигурации объектов изучения довольно часто является значительной проблемой при проведении исследований. Использование квадрокоптера дает возможность получить цифровую модель тела оползня намного быстрее и качественнее наземной топографической съемки. Основной этап обработки аэрофотосъемки идет в программе Agisoft Metashape Professional. В результате мы получаем ортофотоплан и ЦММ с рельефом, построенным на основе нерегулярной сети треугольников (TIN). Преимуществом программы Agisoft Metashape Professional является возможность исключения из построения ЦММ точек ситуации, на расположенных на уровне земли — кустарники, деревья, постройки и т.п. В программном комплексе «Кредо» ЦММ может отображаться и в виде горизонталей с различной

высотой сечения. Топографические планы нами создаются на основе ЦММ и ортофотопланов. Для вычисления объема оползневого тела кроме поверхности земли необходима еще и подстилающая поверхность. Ее мы создаем методом интерполирования стенки срыва до уровня уреза воды. Далее программа вычисляет объем оползневого тела как разность двух ЦММ. Для контроля вычислений объема имеется возможность построения поперечных профилей в любом удобном месте.

Таким образом, использование современных геодезических технологий способствует более детальному изучению экзогенных процессов. Съемка, выполняемая беспилотными летательными аппаратами, позволяет контролировать и дополнять наземные геодезические методы исследования овражно-русловой эрозии. Получаемая ежегодно цифровая модель местности показывает общую картину развития экзогенных процессов и способствует быстрому получению различных количественных показателей.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00194, <https://rscf.ru/project/23-27-00194>

### Библиографические ссылки

1. *Рысин И. И.* Овражная эрозия в Удмуртии. Ижевск: Изд-во Удмурт. ун-та, 1998. 274 с.
2. *Григорьев И. И.* Использование программного комплекса «Credo» для определения объемов и площадей оврагов // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». 2009. Вып. 2. С. 141–145.
3. *Григорьев И. И., Рысин И. И.* Оценка линейного и площадного прироста оврагов с применением инструментальных методов (на территории Удмуртии). Геоморфология. 2021; (3): 64-78.
4. *Григорьев И. И., Рысин И. И.* Многолетняя динамика линейного, площадного и объемного прироста оврагов на территории Удмуртии. Геоморфология. 2022; 53(4): 56-73.
5. *Григорьев И. И., Рысин И. И.* Использование беспилотных авиационных систем в исследовании опасных эрозионных процессов на территории Удмуртии // Природные опасности: связь науки и практики: материалы III Междунар. науч.-практ. конф., посвящен. 150-летию М. И. Сумгина (Саранск, 18-19 мая 2023 г.) / отв. ред. Д. Е. Глушко. Саранск: Изд-во Морд. ун-та, 2023. С. 136-142.

УДК 597.6:911.5

## ДИНАМИКА БАТРАХОФАУНЫ НА ЗЕМЛЯХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ ЮГО-ЗАПАДА БЕЛАРУСИ

В. Т. Демянчик<sup>1)</sup>, В. В. Демянчик<sup>1)</sup>, О. С. Грода<sup>2)</sup>, Д. А. Кунаховец<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси,  
ул. Советских Пограничников, 41, 224030, г. Брест, Беларусь, [koktebel.by@mail.ru](mailto:koktebel.by@mail.ru)

<sup>2)</sup>Брестское специализированное предприятие, ул. Фортчаная, 115,  
224024, г. Брест, Беларусь, [oleggroda82@gmail.com](mailto:oleggroda82@gmail.com)

На основании регулярного учета особей амфибий в 2013–2023 гг., попадающих в постоянные экологические ловушки установлено снижение численности: на 91,5 % в урбанизированных экосистемах г. Бреста и агроселитебном ландшафте д. Осовцы на 99,0 %. Обсуждается роль климатических факторов, состояния кормовой базы и хищничества.

**Ключевые слова:** динамика Amphibia; селитебные ландшафты; крупный город; деревня; климат; хищники; кормовая база; Беларусь.

## DYNAMICS OF BATRACHOFAUNA ON THE LANDS OF SETTLEMENTS IN SOUTH-WEST BELARUS

V. T. Demyanchik<sup>1)</sup>, V. V. Demyanchik<sup>1)</sup>, O. S. Groda<sup>2)</sup>, D. A. Kunakhavets<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Polesie Agrarian Ecological Institute of the National Academy of Sciences of Belarus,  
st. Soviet Border Guards, 41, 224030, Brest, Belarus, [koktebel.by@mail.ru](mailto:koktebel.by@mail.ru)

<sup>2)</sup>Brest Specialized enterprise, st. Fortchnaya, 115,  
224024, Brest, Belarus, [oleggroda82@gmail.com](mailto:oleggroda82@gmail.com)

Based on regular censuses of amphibian individuals in 2013–2023, falling into permanent environmental traps, a decrease in numbers was established: by 91,5 % in the urbanized ecosystems of the city of Brest and the agro-residential landscape of the village of Osovtsy by 99,0 %. The role of climatic factors, the state of the food supply and predation is discussed.

**Keywords:** Amphibia dynamics; residential landscapes; big city; village; climate; predators; food supply; Belarus.

Исследования проведены в 2013–2023 гг. на юго-западе Беларуси. Оцениваются результаты регулярных сборов в апреле — ноябре особей амфибий в 20 экологических ловушках в западной части крупного города (Брест) на террасе р. Западный Буг. Аналогично проведены исследования

по 5 ловушкам в д. Осовцы и окрестностях Дрогичинского района на Главном европейском водоразделе.

Кроме того, периодически проводились учеты особей маршрутным методом, на обнаруженных нерестилищах, миграционных коридорах и т. п. [1–3].

Всего в экологических ловушках в Бресте учтено 3866 особей 11 видов амфибий, в д. Осовцы 439 особей 9 видов.

Экологические ловушки представляли собой колодцы и подземелья водоснабжения и фортификаций. Метеорологические показатели заимствованы с интернет-ресурсов метеостанций Брест (Беларусь) и Тересполь (Польша). Обилие особей — потенциальных кормовых объектов оценивалось в ходе сбора «живого корма». Данные обобщались и выводилось среднее число особей беспозвоночных, собранных в западной части Бреста за 1 час (в 07:30–08:00 и 12:30–13:00).

В ходе исследований в современных условиях использование маршрутного метода линейных трансект в момент максимальной активности животных оказалось крайне малопродуктивным. Во многом это может быть обусловлено засухами последнего десятилетия, спецификой селитебных биотопов и региональными особенностями биологии конкретных видов амфибий. В тоже время метод сборов особей в экологических ловушках не зависел от случайных перепадов температур, влажности, экологической специфики, и как показали сопоставления с оптимальными сезонами применения метода трансект, обеспечивал адекватные межгодовые данные, соответствующие цели исследований — оценке многолетней динамики.

Всего в Бресте в экологических ловушках собраны особи 11 видов амфибий: жаба зеленая (*Bufo viridis*), жаба серая (*Bufo bufo*), жаба камышовая (*Epidalea calamita*), чесночница обыкновенная (*Pelobates fuscus*), жерлянка краснобрюхая (*Bombina bombina*), лягушка остромордая (*Rana arvalis*), лягушка травяная (*Rana temporaria*), тритон обыкновенный (*Lissotriton vulgaris*), тритон гребенчатый (*Triturus cristatus*). Зеленые лягушки: лягушка озерная (*Rana ridibunda*), лягушка прудовая (*Rana lessonae*) попадались единично и в общих оценках не учитывались. Не было в экологических ловушках и квакши обыкновенной (*Hyla arborea*). Такой видовой состав 11 видов почти ежегодно отмечался и в Осовцах.

Результаты межгодовых сравнений показаны на рис. 1. В течение последнего десятилетия наблюдалось неуклонное снижение встречаемости амфибий в экологических ловушках и соответственно — численности видов этой группы животных в экосистемах. Снижение численности наблюдалось на обеих модельных территориях в населении всех видов амфибий. При этом существенное снижение численности наблюдалось как среди эвриотопных видов (*R. temporaria*, *R. arvalis* и др.), так и среди адаптированных к антропогенному ландшафту синантропных видов (*E. calamita*, *T. cristatus*).

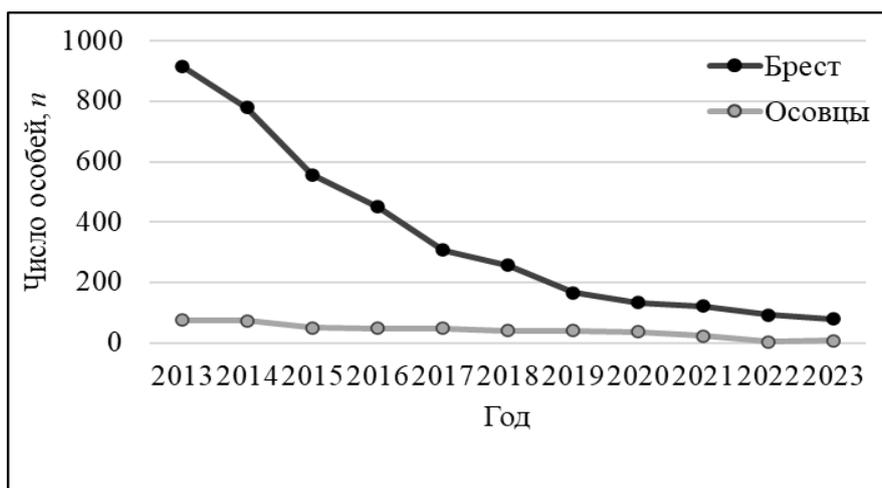


Рис. 1. Изменение встречаемости амфибий ( $n$ ) в экологических ловушках на территории г. Бреста и д. Осовцы Дрогичинского района за последние 11 лет

Как показали сравнения с 2013 г. по настоящее время встречаемость амфибий в Бресте снизилась с 917 до 78 особей в 2023 г., т. е. на 91,5 % (рис. 1). Резкое снижение встречаемости амфибий наблюдалось и в ходе учетов на транссектах. Например, в 2013 г. на правобережной пойме Мухавца в городской черте учитывалось на 4 км по 50–150 особей бурых лягушек (*R. arvalis*, *R. temporaria*) и чесночницы *P. fuscus* (кроме зеленых лягушек). В 2021–2023 гг. на этой же трансекте кроме единичных зеленых лягушек бурые лягушки и чесночница не попадались. В не меньших масштабах наблюдалось снижение встречаемости амфибий и в Осовцах – на 99,0 % (рис. 1).

Одним из лимитирующих факторов снижения численности амфибий может быть изменение климата.

Ведущие климатологи Беларуси отмечают «Стоит заметить, что юг Беларуси относится к зоне аномально быстрого изменения климата в Европе, охватывающей также запад России и всю территорию Украины. Здесь помимо рекордно быстрого роста температур наблюдается статистически достоверное снижение количества осадков в вегетационный период.

В результате быстрого потепления воздуха увеличивается влагоемкость атмосферы (ее способность удерживать влагу), что при слабо изменяющемся или даже уменьшающемся количестве осадков создает дефицит влажности воздуха (увеличивается разность между фактическим и максимально возможным при данной температуре количеством влаги в воздухе) и, как следствие, формируются атмосферные засухи. Следствием частой повторяемости и увеличения интенсивности атмосферных засух является снижение уровня поверхностных вод, а также иссушения почвы, что и наблюдается в регионах с быстро теплеющим климатом» [4, с. 122].

Что подтверждается динамикой атмосферных осадков в Бресте (рис. 2, 3). На успешность нереста амфибий и выживаемость ее молоди в селитебных экосистемах региона ключевое значение имеет

увлажнение в мае – июне. Как показано на рис. 3 и по этому показателю наблюдалась неоптимальная (недостаток осадков) ситуация, за исключением 2020 г.

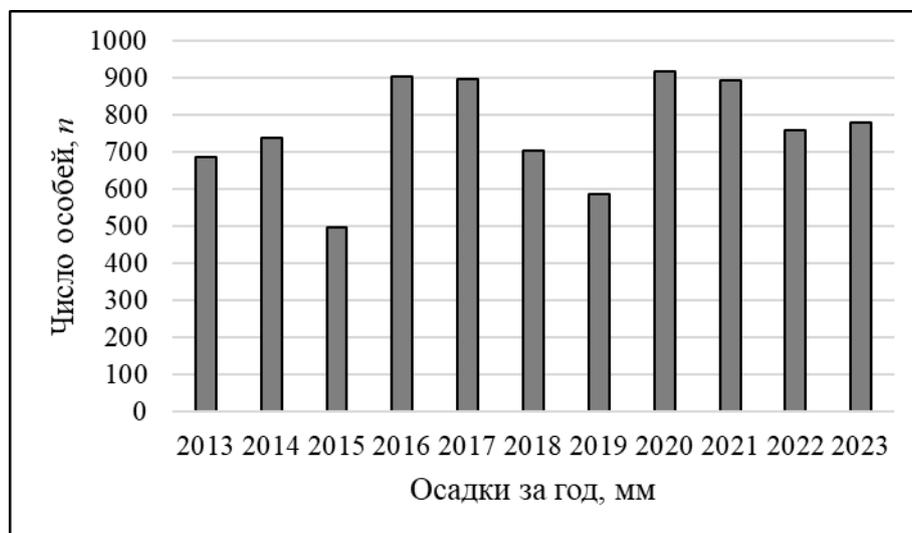


Рис. 2. Изменение количества выпавших осадков за год в г. Бресте в 2013–2023 гг.

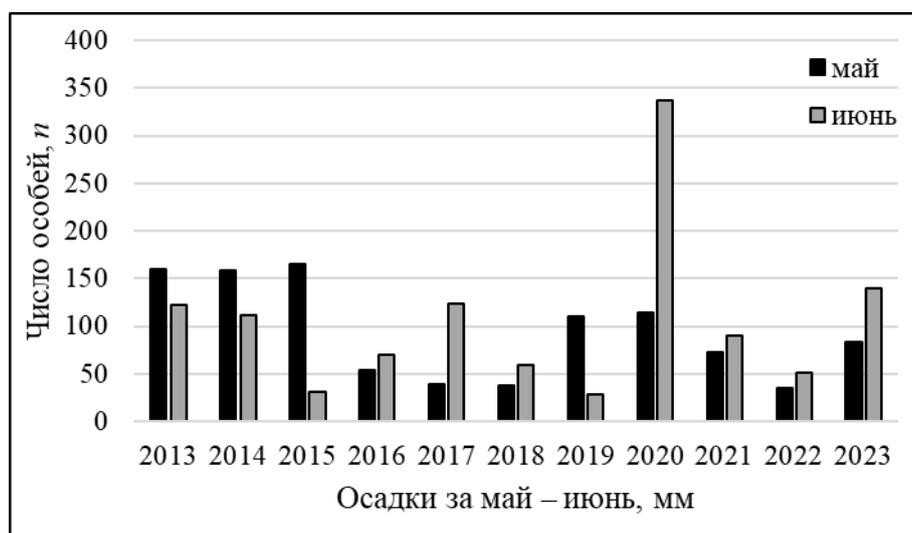


Рис.3. Изменение количества выпавших осадков за май и июнь в г. Бресте в 2013–2023 гг.

Следует отметить, что в последнее десятилетие наблюдалось и существенное снижение кормовой базы молоди и взрослых особей амфибий в наземной среде (табл. 1)

Таблица 1

**Изменение обилия групп и видов кормовой базы амфибий в г. Бресте  
в 2013–2023 гг.**

Группы и виды беспозвоночных	Средний сбор особей за 1 час										
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Прямокрылые Orthoptera (кузнечики, кобылки)	38	45	52	49	38	31	24	16	18	13	21
Богомол обыкновенный ( <i>Mantis religiosa</i> )	1	–	5	4	5	8	11	8	14	8	11
Слизни бурые ( <i>Arion complex</i> )	48	31	16	18	21	23	21	30	35	41	39
Муравьи Formicidae	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

На фоне колебания численности сравнительно ксерофильных видов Orthoptera, прежде всего кузнечиков Tettigonioidea и саранчовых Acridoidea, относительно стабильной оставалась численность муравьев Formicidae.

В 2020 г. на пробных площадях изучения кормовой базы появился, а к 2023 г. наблюдалась экспансия регионально нового инвазивного вида моллюсков — кавказского черноголового слизня (*Krynickillus melanocephalus*). Отмечено, что этот вид в Беларуси вытесняет аборигенные виды слизней [5]. Что наблюдалось и в наших исследованиях (табл. 1). Эксперименты показали, что в наших биоценозах кавказский слизень неохотно потреблялся некоторыми аборигенными видами амфибий.

В течение последнего десятилетия в Бресте появились или достигли высокой численности и другие инвазивные виды-хищники амфибий: ротан (*Perccottus glenii*) и норка американская *Neovison (Mustela vison)*.

Традиционный хищник амфибий в регионе — неясыть серая (*Strix aluco*), в питании которой наблюдалось существенное снижение численности амфибий по годам.

Кроме того, в экосистемах Бреста в предпоследнее десятилетие появился, а в последние годы достиг относительно высокой численности уж обыкновенный (*Natrix natrix*) — активный потребитель «сухопутных» и водных амфибий в Бресте. Остаются активными потребителями амфибий фазан (*Phasianus colchicus*), куропатка серая (*Perdix perdix*) и все 6 видов Врановых Corvidae, гнездящихся в Бресте и в окрестностях д. Осовцы.

Следует отметить нарастание пресса хищничества фоновых видов птиц на земноводных и в зимний период. В связи с потеплением зимних сезонов выходы из спячки крупных особей-производителей к настоящему времени в регионе — не редкость. Например, в составе кормовой пробы неясyti серой (*S. aluco*) в середине зимы доля лягушки травяной (20 % числа; 23,7 % биомассы) не уступала большинству других видов жертв (табл. 2).

Таблица 2

**Состав кормовой пробы *Strix aluco* от 09.02.2024, д. Большие Щитники Брестского района**

№ п/п	Виды жертв	$n^1$	$n, \%$	$m_i, \text{г}$	$m_i, \%$	Примечание
1	Лягушка травяная ( <i>Rana temporaria</i> )	1	20,0	23	23,7	Старый самец
2	Чечётка обыкновенная ( <i>Acanthis flammea</i> )	1	20,0	17	17,5	Взрослая особь
3	Снегирь ( <i>Pyrrhula pyrrhula</i> )	1	20,0	26	26,8	Взрослая самка
4	Мышь желтогорлая ( <i>Apodemus flavicollis</i> )	1	20,0	21	21,6	Старая особь
5	Белозубка белобрюхая ( <i>Crocidura leucodon</i> )	1	20,0	10	10,4	Старая особь
<b>Всего</b>		<b>5</b>	<b>100</b>	<b>97</b>	<b>100</b>	

Примечание.  $n^1$  – число особей;  $m_i$ , – средняя масса особи.

Таким образом в течение 2013–2023 гг. наблюдалось резкое снижение численности амфибий в селитебных экосистемах крупного города и сельской местности. За этот период наблюдалось неоптимальное сочетание метеоклиматических показателей в репродуктивные сезоны, а также снижение обилия кормовой базы и увеличение пресса хищничества.

Выражаем благодарность В. П. Рабчуку и М. Г. Демянчик за активную помощь в проведении полевых исследований и подготовку рукописи.

### Библиографические ссылки

1. Земноводные Беларуси: распространение, экология и охрана / С. М. Дробенков [и др.] ; под общ. ред. С. М. Дробенкова. Мн. : Белорус. наука, 2006.
2. Мониторинг животного мира Беларуси (основные принципы и результаты) / Л. М. Сущеня [и др.] ; под общ. ред. Л. М. Сущени. Мн. : БелНИЦ «Экология», 2005.
3. Демянчик М. Г., Демянчик В. Т. Учебная практика по зоологии позвоночных : учеб.-метод. пособие. Брест : БрГУ, 2012.
4. Логинов В. Ф., Лысенко С. А., Мельник В. И. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования. Мн. : Энциклопедикс, 2020. С. 122.
5. Черная книга инвазивных видов животных Беларуси / А. В. Алехнович [и др.] ; под общ. ред. В. П. Семенченко. Мн. : Беларус. навука, 2016.

УДК 598.2:574.34

## **ФОРМИРОВАНИЕ ЗИМОВАЛЬНЫХ СКОПЛЕНИЙ ПТИЦ НА ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ ВОДОТОКАХ ГОРОДА БРЕСТА (БЕЛАРУСЬ)**

**В. Т. Демянчик, В. В. Демянчик, Д. А. Кунаховец**

*Полесский аграрно-экологический институт НАН Беларуси,  
ул. Советских Пограничников, 41, 224030, г. Брест, Беларусь, [koktebel.by@mail.ru](mailto:koktebel.by@mail.ru)*

Оценивается формирование зимовальных скоплений птиц на трансформированной части р. Мухавец в Бресте с 1964 г. Установлено, что градиент численности и биомассы видов водоплавающих и околоводных птиц на наиболее стабильной зимовке «Старая пристань» в целом (особенно по численности) совпал с периодичностью появления в последние десятилетия на брестских зимовках скоплений этой группы животных: кряква < лебедь-шипун < лысуха < чайка сизая < чайка озерная, камышница.

**Ключевые слова:** река; пруды; птицы; зимовки; Anseriformes; Charadriiformes; Rallidae.

## **FORMATION OF WINTERING CLOCKS OF BIRDS ON TRANSFORMED WATER COURSES OF THE CITY OF BREST (BELARUS)**

**V. T. Dziamianchyk, V. V. Demyanchik, D. A. Kunakhavets**

*Polesie Agrarian Ecological Institute of the National Academy of Sciences of Belarus,  
st. Soviet Border Guards, 41, 224030, Brest, Belarus, [koktebel.by@mail.ru](mailto:koktebel.by@mail.ru)*

The formation of wintering aggregations of birds on the transformed part of the Mukhavets River in Brest since 1964 is assessed. It has been established that the population gradient and biomass of waterfowl and semi-aquatic bird species at the most stable wintering grounds “Old Pier” as a whole (especially in numbers) coincided with the frequency of appearance in recent decades at the Brest wintering grounds of aggregations of this group of animals: mallard < mute swan < coot < glaucous gull < black-headed gull, moorhen.

**Keywords:** river; ponds; birds; wintering; Anseriformes; Charadriiformes; Rallidae.

Город Брест расположен в относительно благоприятном для зимовки птиц географическом положении: на юго-западе Беларуси. Кроме того, состоявшиеся климатические изменения, прежде всего — «зимнее потепление», в еще большей степени положительно отразилось на зимовках птиц, приуроченных к водно-болотным угодьям [1; 2]. «Если сравнить скорость роста температуры воздуха на территории Беларуси с

1976 по 2021 гг., то она в три раза превышает среднюю скорость за это же время по земному шару. Такая же тенденция отмечается на территориях соседних государств. «Рост средней температуры по земному шару уже превысил отметку в 1 градус по сравнению с доиндустриальным периодом. А на территории нашей страны температура растет гораздо быстрее», — обратила внимание представитель Белгидромета»» [3].

Наиболее протяженный створ (12 км) среди водотоков в черте города имеет р. Мухавец, канализированная и зарегулированная в течение 200 лет в ходе строительства и последующей эксплуатации фарватера, и порта Днепровско-Бугского канала. Наиболее существенная трансформация гидрографической сети обусловлена разработкой 18 относительно крупных карьеров песка непосредственно в русле, а также в прирусловой пойме Мухавца. Все эти водоемы связаны водотоками. Наряду с геоморфологической и гидрографической трансформацией на Мухавце наблюдались биологические инвазии чужеродных видов беспозвоночных, рыб, млекопитающих. В черте города сохранился только небольшой фрагмент руслово-пойменного естественного комплекса Мухавца на площади 65 га в заказнике «Брестский». Но и здесь рядом проходит спрямленная часть русла этой реки, которая регулярно обслуживается как судоходный фарватер. Объемы и токсичность сбросов в последнее десятилетие в целом характеризовались отрицательным трендом. Гидрохимическую ситуацию по состоянию на 2009 г. (период повышения численности зимующих птиц) отражают следующие данные [4]. Самый крупный приток Западного Буга — р. Мухавец впадает в главный водоток выше расчетно-планировочного района Речица и является «приемником» сбросов ЖКХ городов Кобрин, Жабинки и Бреста, а также вод, поступающих с территорий сельскохозяйственных объектов, расположенных в пределах водосборной площади. Судя по среднегодовым концентрациям, загрязнение реки азотом аммонийным характерно практически для всего контролируемого отрезка. Вместе с тем на участке реки г. Кобрин (выше) – г. Брест (выше) выявлена тенденция к снижению среднегодовых величин аммонийного азота по сравнению с двумя предыдущими годами.

Для режима азота нитратного характерен широкий диапазон изменения концентраций по сезонам года: максимальное содержание ингредиента отмечено в зимний период, минимальное — в основном летом.

Достаточно напряженная ситуация, как и в 2007 г., складывалась для реки в отношении фосфатов, среднегодовые концентрации которых в воде большинства створов Мухавца превышали ПДК. Верхний предел содержания фосфатов в речной воде был больше ПДК в 1,1–5,7 раза, нижний в большинстве случаев — в пределах природных концентраций [4].

Многочисленные ручьи в современной черте Бреста были засыпаны, «пропущены в трубы» или канализированы к началу 2000 гг. практически полностью.

Наибольшую площадь среди водных станций города составляют пруды: русловые (заливы), пойменные и непойменные. В своем большинстве из-за большой глубины и по другим причинам основная акватория этих водоемов характеризуется невысокой гнездопригодностью и кормностью для водоплавающих и околоводных птиц. Исключением в этом отношении являются непойменные пруды в Вычулках, где благодаря подпитке из сверхглубокой артезианской скважины и рельефности глинистого дна формируются обильные сообщества рыб, планктона и бентоса, мелкого нектона — кормовой базы для поганок Podicipedidae, пастушковых Rallidae, выпей Ardeidae.

В русле и русловых прудах Мухавца на доступной глубине для пастушковых и нырковых Anatidae сформировались своеобразные станции и соответственно — обильные кормовые местообитания — «дрейсеновые банки» в сочетании с сообществами других двустворчатых, а также гупок. Эти бентосные сообщества являются ключевыми кормовыми местообитаниями для лысухи (*Fulica atra*) и некоторых других птиц в зимние периоды, и особенно — в суровые зимы и при сильных морозах. Наибольшее распространение высокопродуктивных «дрейсеновых банок» наблюдалось после прекращения трансбассейновой перевозки баржами железной руды в начале 1990 гг.

Своеобразным кормовым местообитанием для самых крупных представителей водоплавающих (лебедь-шипун (*Cygnus olor*)), а также кряквы (*Anas platyrhynchos*) является обильная пленка из фитоплейстона (споры вегетативные части сальвинии плавающей (*Salvinia natans*)), покрывающая почти всю акваторию Мухавца в западных районах города с августа до ледостава декабря. Столь же активно в осенние месяцы выедаются заросли ряски (*Lemnoideae* sp.), вольфии бескорневой (*Wolffia arrhiza*) на замкнутых водных объектах со стоячей водой.

Наличие в суровые зимы крупных промоин среди ледового покрова Мухавца, где возле заберегов скапливаются стаи мелких рыб (окунь речной (*Perca fluviatilis*), густера (*Blicca bjoerkna*), уклея (*Alburnus alburnus*)), стало привлекать ряд видов уток, включая редких — лутка (*Mergellus albellus*), гоголя (*Vusephala clangula*), крохали большого (*Mergus merganser*).

Плотины двух гидроузлов, порта, водовыпуски коллекторов ливневой канализации обеспечивают незамерзание части акватории, за исключением редких зим. Практически не замерзает и стрежень русла Западного Буга, хотя прибрежные части русла в холодные зимы покрываются

льдом. Только в очень суровые зимы на несколько дней русло Западного Буга покрывается торосами.

После запуска общегородских очистных сооружений 1970 гг. в Бресте появилась сеть водоемов, никогда не замерзающая как минимум на площади 3–5 га.

Большую роль в обогащении видового состава птиц города оказывают польдерные и иные пруды за чертой города. Некоторые из них из-за прекращения водоподпитки становились мелководьями на протяжении нескольких лет, где скапливались десятки видов кочующих и мигрирующих птиц. В ходе локальных перелетов такие птицы залетали в пойменные зоны и на «Брестское море» в Красном Дворе, а также в другие водные и луговые станции в черте Бреста [2].

Формирование именно скоплений птиц на трансформированных и иных водотоках Бреста обусловлено появлением зимующих стай кряквы (*A. platyrhynchos*).

По литературным данным первые (стабильные?) зимовки в статусе многочисленного и очень многочисленного (до 800 особей) вида в Бресте отмечались с 1964 г. в устьевом створе русла Мухавца и прилегающем участке русла Западного Буга [5; 6].

Наиболее крупное скопление на зимовке и в целом для всех сезонов в г. Бресте отмечено 27.12.2021, когда на акватории 0,67 га русла Мухавца одномоментно учтено 7105 особей (заказник «Брестский», Вычулки, Красный двор). В данную зимовку 2021/2022 гг. на всей акватории в черте Бреста в результате специальных исследований учтено 9,5 тыс. особей *A. platyrhynchos*.

В популярных СМИ со ссылкой на ученых отмечалось, что на всей территории Беларуси ежегодно зимует «около 10 тыс. водоплавающих, среди которых примерно 3 тыс. лебедей» [7, с. 3]. Т. е. только одно зимовальное местообитание кряквы в зоне заказника «Брестский» составляло не менее 90 % от всех зимующих крякв в Беларуси. Впрочем, не исключается неточность учетов, а также прилет особей *A. platyrhynchos* на зимовку Бреста из сопредельных районов Польши. В любом случае водные станции Бреста имеют ключевое значение в качестве зимовальных местообитаний кряквы.

Зимовальные скопления птиц на реке Мухавец в значительной степени изменяются в зависимости от ледового режима, локализации мест регулярной подкормки и водовыпусков ливневой канализации.

Незамерзающие участки нижних бьефов двух плотин гидроузла и речного порта в морозную погоду птицы используют сравнительно неактивно, но и там в таких ситуациях регулярно отмечаются скопления

кряквы, а в последние годы лысухи (*F. atra*) и крохали большого (*M. merganser*).

Наиболее стабильным локалитетом зимовальных скоплений птиц на трансформированных водотоках в Бресте является зона «Старой пристани». Участок расположен на сопряжении спрямленного русла Мухавца, руслового обширного пруда и водовыпуска ливневой канализации в расчетно-планировочном районе Центр. Вода здесь не замерзает даже в сильные морозы, в том числе и благодаря турбулентности плавающих птиц крупных видов: лебедя-шипун и кряквы. Здесь же, особенно в прошлые зимы, жителями г. Бреста практиковалась регулярная подкормка птиц хлебопродуктами.

В таблице показаны результаты учета одномоментной численности птиц на акватории «Старой пристани» в условиях наиболее сильных морозов и соответственно максимального ледового покрова в первую половину зимы 2023/2024 гг.: температура воздуха  $-4^{\circ}\text{C}$ , время 17:57.

**Видовой состав зимовального скопления в зоне руслового пруда и водовыпуска на «Старой пристани» р. Мухавец, г. Брест. 19.01.2024, время 17:57**

№ п/п	Виды птиц	$n^1$	$n, \%$	$m_i, \text{г}$	$\sum m_i, \text{г}$	$m_i, \%$
1	Лебедь-шипун ( <i>Cygnus olor</i> )	57	17,485	7000	399000	64,588
2	Кряква ( <i>Anas platyrhynchos</i> )	205	62,883	900	184500	29,866
3	Гоголь обыкновенный ( <i>Viccephala clangula</i> )	3	0,920	720	2160	0,350
4	Камышница ( <i>Gallinula chloropus</i> )	2	0,613	270	540	0,087
5	Лысуха ( <i>Fulica atra</i> )	12	3,681	750	9000	1,457
6	Чайка озерная ( <i>Chroicocephalus ridibundus</i> )	2	0,613	310	620	0,100
7	Чайка сизая ( <i>Larus canus</i> )	10	3,067	400	4000	0,648
8	Чайка серебристая ( <i>Larus argentatus</i> )	1	0,307	1100	1100	0,178
9	Крапивник ( <i>Troglodytes troglodytes</i> )	1	0,307	8	8	0,001
10	Ворона серая ( <i>Corvus cornix</i> )	33	10,123	510	16830	2,724
<b>Всего</b>		<b>326</b>	<b>100</b>		<b>617758</b>	<b>100</b>

Примечание.  $n^1$  – число особей;  $m_i$  – средняя масса взрослой особи.

Полынья здесь простиралась на площади 1,1 га, но птицы концентрировались только на площади 0,6 га (акваторию под мостом использовали только единичные кряквы (рис. 1)).



Рис. 1. Часть стабильного скопления птиц «Старая пристань» на р. Мухавец в Бресте. 19.01.2024, время 17:57: лебедь-шипун (*Cygnus olor*), кряква (*Anas platyrhynchos*), гоголь (*Bucephala clangula*), лысуха (*Fulica atra*), чайка озерная (*Chroicocephalus ridibundus*), чайка сизая (*Larus canus*), ворона серая (*Corvus cornix*)

В таблице представлена только часть особей птиц, которые постоянно подлетали. Но и в этом сопоставлении на уровне фоновых видов птиц установлена достаточно высокая концентрация видового состава и биомассы птиц: 543 особи / 1 га и 1029,60 кг / 1 га. Отметим, что вслед за кряквой на реке Мухавец в 1980 гг. и позже появились скопления в черте города: лебедя-шипунa, позже — лысухи, различных видов чаек и уток, камышницы.

Градиент численности и биомассы видов водоплавающих и околоводных птиц на наиболее стабильной зимовке «Старая пристань» в целом (особенно по численности) совпал с «эволюцией» появления в последние десятилетия на брестских зимовках скоплений этой группы животных: кряква < лебедь-шипун < лысуха < чайка сизая < чайка озерная, камышница (таблица, рис. 1).

Наряду с водной орнитофауной к зимовке «Старая пристань» приурочено и скопление спорадично-синантропного вида вороны серой (*C. cornix*) (рис. 2).

На льду в 0,3 км к западу в этот же момент в двух местах на площади 0,1 га перед вечерней кормежкой и сбором на ночевку сконцентрировалось 208 особей вороны серой. Это самое крупное в зимний период скопление *C. cornix* имело плотность 2080 особей / 1 га и биомассу 1060,8 кг / 1 га.



Рис. 2. Часть особо крупного скопления вороны серой *Corvus cornix* на периферии «Старой пристани» на р. Мухавец в Бресте. 19.01.2024, время 17:43

Выражаем благодарность В. П. Рабчуку и М. Г. Демянчик за активную помощь в проведении полевых исследований и подготовку рукописи.

### Библиографические ссылки

1. Логинов В. Ф., Лысенко С. А., Мельник В. И. Изменение климата Беларуси: причины, последствия, возможности регулирования. Мн. : Энциклопедикс, 2020.
2. Птицы Бреста: Общие сведения : монография / В. Т. Демянчик [и др.]. Брест : БрГУ, 2022.
3. Белорусское телеграфное агентство [Электронный ресурс]. URL: <https://www.belta.by/society/view/kommentarij-kak-izmenilsja-belorusskij-klimat-557117-2023>. (дата обращения: 07.02.2024).
4. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2008 г. / В. Ф. Логинов [и др.] ; под ред. В. Ф. Логинова. – Мн. : НАН Беларуси, М-во природ. рес. и охраны окр. среды Респ. Беларусь, 2009.
5. Рубин Ф. Е., Соловей С. М. Зимовки некоторых перелетных птиц Беларуси // Орнитология в СССР : материалы (тез.) V Всесоюз. орнитол. конф. Ашхабад, 1969. Ч. 2. С. 541–543.
6. Федюшин А. В., Долбик М. С. Птицы Белоруссии. Мн. : Наука и техника, 1967.
7. Умпирович Д. Лебединая песня // Беларусь сегодня. 2017. 31 янв. С. 3.

УДК 338.48: [796.5:338.48-53] (075)

## БЕЛОРУССКИЕ ХОЛМЫ КАК ИСТОРИЧЕСКОЕ НАСЛЕДИЕ

Е. А. Дикусар<sup>1)</sup>, С. Г. Степин<sup>2)</sup>, И. В. Кособуцкий<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Институт физико-органической химии НАН Беларуси, ул. Сурганова 13, 220072, г. Минск, Республика Беларусь, [evgen\\_58@mail.ru](mailto:evgen_58@mail.ru)*

<sup>2)</sup>*УО «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», пр-т Фрунзе, 27, 210009, г. Витебск, Республика Беларусь, [stepins@tut.by](mailto:stepins@tut.by)*

На территории равнинной Беларуси настоящих высоких гор нет, зато в изобилии присутствуют холмы с абсолютной высотой относительно уровня Балтийского моря от 125 до 345 м. Многие из них имеют собственные, исторически сложившиеся названия (оронимы). В статье представлены материалы краеведческо-географических исследований белорусских холмов — так называемых «белорусских гор», приведена оценка их привлекательности в качестве экскурсионных и рекреационных объектов.

**Ключевые слова:** белорусские холмы; топонимы; оронимы; краеведческо-географические исследования; экскурсионные и рекреационные объекты; туризм.

## BELARUSIAN HILLS AS A HISTORICAL HERITAGE

Е. А. Dikusar<sup>1)</sup>, S. G. Stepin<sup>2)</sup>, I. V. Kosobutsky<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>*Institute of Physical-Organic Chemistry of the National Academy of Sciences of Belarus, st. Surganova 13, 220072, Minsk, Republic of Belarus, [evgen\\_58@mail.ru](mailto:evgen_58@mail.ru)*

<sup>2)</sup>*EE "Vitebsk State Order of Peoples' Friendship Medical University", Frunze Ave., 27, 210009, Vitebsk, Republic of Belarus, [stepins@tut.by](mailto:stepins@tut.by)*

There are no real high mountains on the territory of lowland Belarus, but hills with an absolute height relative to the Baltic Sea level from 125 to 345 m are present in abundance. Many of them have their own historically established names (oronyms). The article presents the materials of local history and geographical studies of the Belarusian hills – the so-called "Belarusian mountains", an assessment of their attractiveness as sightseeing and recreational facilities is given.

**Keywords:** Belarusian hills; toponyms; oronyms; local history and geographical research; sightseeing and recreational facilities; tourism.

Некоторые из белорусских холмов имеют характерную коническую форму и визуально возвышаются над окружающей местностью или выступают над поверхностью болот. В стародавние времена местные жители окрестных населенных пунктов считали эти холмы «горами» и присваивали им собственные (оронимические) названия, например: «гора» Дзержинская (Святая) высотой 345 м, Горшева 295.8 м, Горватка 263.7 м,

Пушанская 212.5 м, Маяк (Шаповалы) 334.6 м, Чолкин Груд 159.1 м, Царица 269 м и другие [1]. Как сами эти белорусские холмы, ранее считавшиеся «горами», но впоследствии «разжалованные» географами в холмы (географы считают горами только лишь положительные формы рельефа, высота которых от подошвы до основания достигает не менее 200 м), так и их названия являются историческим наследием белорусского народа, нуждаются в изучении и сохранении их для потомков.

Наша группа краеведов-энтузиастов под руководством бывшего сотрудника Института тепломассообмена НАН Беларуси — Владимира Пасанена, и членов туристского клуба НАН Беларуси начиная с 2005 г., активно занимается исследованием и составлением географического описания этих белорусских «гор», публикацией полученных краеведческих результатов в виде научных статей, справочников и монографий. На данный момент известно о примерно 800 подобных «горных» объектах, расположенных на территории Республики Беларусь. Детально нами обследовано, сфотографировано и описано из них более 400 [2, 3]. Свои краеведческие исследования мы проводим в свободное от основной работы время, специально организовывая небольшие походы в течение выходных или праздничных дней, а иногда — и многодневные спортивные пешеходные, лыжные, велосипедные и водные походы 1-2 категории сложности, затеянные с целью посещения этих интересных тематических объектов, часто расположенных в довольно глухих и отдаленных уголках родной Беларуси: гора Битый Камень 188.6 м, Косматая 144.2 м, Звон Гора 254.5 м, и т.д. [4]. Свои исследования белорусских «гор» мы тесно координируем с официально признанными специалистами в этой области, проводим регулярные консультации с учеными ОО «Белорусского географического общества» (председатель — к. г. н., доцент Алексей Яротов) и Центра исследования белорусской культуры, языка и литературы (д.и.н. Сергей Витязь и к.и.н. Людмила Дучиц). Их советы и рекомендации позволили нам избежать терминологических неточностей и соблюдать необходимую научную строгость при описании элементов ландшафта, форм рельефа, административно-территориальной принадлежности, географических и геодезических аспектов изученных нами белорусских «гор».

Расположение каждого из изученных объектов четко наносится на топографическую карту, определяются GPS-координаты вершины холма, его высота, направления и расстояния до ближайших населенных пунктов. Описывается административно-хозяйственная принадлежность объекта к соответствующему сельсовету, району и области Беларуси.

Следует отметить, что большинство местных жителей не имеет ни малейшего представления об истоках ближайших к их населенным пунктам «гор», ни о самих этих объектах. Большая часть топонимов горной тематики остались только на старых топографических картах

местности, и если не предпринимать сознательных усилий для их фиксации, систематизации и сохранения, то они рискуют полностью исчезнуть из обихода и народной памяти. Мы по мере сил, стараемся предотвратить этот негативный процесс. В качестве примеров можно привести еще нигде не опубликованные описания «гор» Косматая (рис. 1) и Лысая (рис. 2).

«Гора» Косматая, высотой 144.2 м расположена в Брестской области, Березовском районе, на территории Споровского сельсовета, в западной части урочища Полица. «Гора» находится в 4.2 км на юго-восток от агрогородка Спорово, в 5.9 км на северо-восток от деревни Кокорица, в 8.7 км на север от деревни Лядовичи, в 8.7 км на северо-северо-запад от деревни Ополь, в 10.1 км на северо-северо-восток от деревни Бездеж, в 15.5 км на юго-запад от деревни Оброво, в 17.7 км на юг от деревни Житлин; в 0.2 км на север от берега реки Ясельда. «Гора» Косматая, обозначенная на карте Open Street Map и хорошо известная местным жителям, она на 2-3 м возвышается над окружающей заболоченной местностью (урез воды озера Споровское 141.6 м, реки Ясельда — 141.3 м). Вершина открытая, поросшая отдельными хвойными деревьями и используется для установки пчеловодных ульев, она увенчана знаком тригонометрического геодезического пункта в виде канавы и опознавательного столбика [5, 6]. Координаты: 52° 24,116' N, 25° 24,146' E. Рейтинг объекта – 3 балла. (Система рейтингов от 1 до 4 указывает степень привлекательности для экскурсионных и рекреационных целей. Рейтинг 1 – максимальная привлекательность, рейтинг 4 — минимальная [7]).

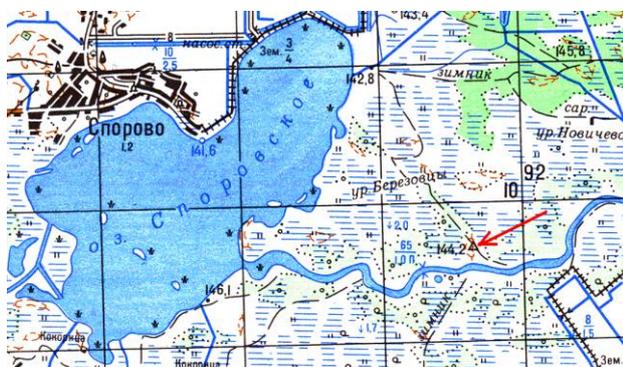


Рис. 1. Вершина «горы» Косматая и схема ее расположения

«Гора Лысая», 247.7 м расположена в Минском районе, на территории Сенненского сельсовета. Сведения об этом объекте были получены из монографии [1]. Вершина «горы» Лысой находится в 0.4 км на север от деревни Прилуки, в 1.0 км на юг от деревни Прилуцкая Слобода, в 1.5 км на запад от деревни Скориничи и в 1.9 км на восток от деревни Лецковщина. Вершина расположена в окружении пахотных угодий, практически на западной обочине грунтовой дороги,

соединяющей деревни Прилуки и Прилукская Слобода. Вершина «горы» Лысой увенчана знаком тригонометрического пункта государственной геодезической сети в виде канавы и четырех опознавательных столбиков [5, 6]. Координаты: 53° 48,160' N, 27° 27,645' E. Рейтинг — 1 балл.



Рис. 2. Вершина «горы» Лысая и схема ее расположения

Кроме краеведческой составляющей, наши походы и полевые экспедиции обладают несомненным оздоровительно-рекреационным эффектом, аналогично рыбалке, сбору ягод или грибов, они позволяют напрямую общаться с родной природой, любоваться её красотами и совершенством. Совмещение краеведческих исследований с занятием спортивным туризмом способствует взаимообогащению этих родственных видов активной деятельности [8].

### Библиографические ссылки

1. Сакральныя ўзгоркі Беларусі / В. Ф. Вінакураў [і інш.]; навук. рэд.: С. П. Віцязь. Мн.: Беларуская навука, 2021. 268 с.
2. «Горные» вершины Гродненской и Минской областей / В. Э. Пасанен [и др.] – Мн.: Право и экономика, 2022. 674 с.
3. «Горные» вершины Витебской области / В. Э. Пасанен [и др.] – Мн.: Право и экономика, 2023. 405 с.
4. Дикусар Е. А. Активный туризм в Беларуси [Электронный ресурс]. // Блог Евгения Дикусара. URL: [http://www.belpohod.info/publ/publicistika/blog\\_evgenija\\_dikusara/69](http://www.belpohod.info/publ/publicistika/blog_evgenija_dikusara/69) (дата обращения: 14.01.2024).
5. Фурсов В. И. Геодезические сигналы и их постройка: Учеб. пособие для геодезических вузов и факультетов / В. И. Фурсов – М.: Геодезиздат, 1953. 327 с.
6. Знаки государственной геодезической сети в качестве туристских и экскурсионных краеведческих объектов / Е. А. Дикусар [и др.] // Колпинские чтения по краеведению и туризму: Материалы VI Всероссийской с международным участием научно-практической конференции, 31 марта 2023 г. / Отв. ред. С. В. Бочкарев, А. М. Макаровский, Н. Е. Самсонова. Науч. ред. А. А. Дмитриева. СПб.: ЛОИРО, 2023. С. 294–297.
7. Глобус Беларуси: архитектурные и иные достопримечательности Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <https://globustut.by/index.htm#gsc.tab=0> (дата обращения: 14.01.2024).
8. РТСС – Спортивный туризм в Беларуси [Электронный ресурс]. URL: <http://rtss.by/index.php/knigi-na-nashem-sajte> (дата обращения: 14.01.2024).

УДК 551.5+515.9(476)(043)

**ВКЛАД ПАЛИНОЛОГОВ БГУ И БЕЛГОСГЕОЦЕНТРА  
В РАЗВИТИЕ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУЧНО-  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ГЕОЛОГО-СЪЕМОЧНЫХ РАБОТ  
И ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

**Я. К. Еловичева<sup>1)</sup>, Н. М. Писарчук<sup>1)</sup>, Е. Н. Дрозд<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [yelovicheva@yandex.ru](mailto:yelovicheva@yandex.ru), [pisarchukova@yandex.ru](mailto:pisarchukova@yandex.ru)*

<sup>2)</sup>*Государственное предприятие «Белгосгеоцентр», ул. Некрасова, 7,  
220040, г. Минск, Беларусь, [elena\\_drozd@tut.by](mailto:elena_drozd@tut.by)*

Показан весомый вклад ученых БГУ и Белгосгеоцентра в развитие палинологического метода и научного направления, ведения крупномасштабной геологической съемки, образовательного процесса на территории региона с целью определения степени его палинологической изученности, установления ранга опорных и стратотипических разрезов как основы местных и региональных геохронологических шкал, решения проблем стратиграфии, палеогеографии, корреляции природных событий в гляциоплейстоцене, публикации созданной Палинологической Базы данных, а также обновления и внедрения позитивных взглядов на эволюцию природной среды в процессе повышения качества непрерывного высшего географического образования.

**Ключевые слова:** палинологические исследования; геологическая съемка; гляциоплейстоцен; образовательный процесс.

**CONTRIBUTION OF PALYNOLOGISTS OF BSU AND  
BELGOSGEOCENTER IN THE DEVELOPMENT OF  
FUNDAMENTAL RESEARCH AND GEOLOGICAL SURVEYING  
WORK AND EDUCATIONAL PROCESS**

**Ya. K. Yelovicheva<sup>1)</sup>, N. M. Pisarchuk<sup>1)</sup>, Ye. N. Drozd<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,  
220030, Minsk, Belarus, [yelovicheva@yandex.ru](mailto:yelovicheva@yandex.ru), [pisarchukova@yandex.ru](mailto:pisarchukova@yandex.ru)*

<sup>2)</sup>*State Enterprise "Belgosgeotsentr", Nekrasova Av., 7,  
220040, Minsk, Belarus, [elena\\_drozd@tut.by](mailto:elena_drozd@tut.by)*

The significant contribution of scientists from the Belarusian State University and the Belgosgeotsentr to the development of the palynological method and scientific direction, the conduct of large-scale geological surveys, the educational process in the region in order to determine the degree of its palynological knowledge, establish the rank of reference and stratotype sections as the basis of local and regional geochronological scales, and solve stratigraphic problems is shown, paleogeography, correlation of natural events in the

Glaciopleistocene, publication of the created Palynological Database, as well as updating and introducing positive views on the evolution of the natural environment in the process of improving the quality of continuous higher geographical education.

**Keywords:** palynological studies; Glaciopleistocene; geological survey; educational process.

Со времени становления (30-е гг. XX в.) и уже широкого применения палинологического метода при исследований осадочной толщи плейстоцена на территории Беларуси (на протяжении XX и начала XXI вв.), плановой подготовки кадров высоко квалифицированных специалистов в научных центрах Москвы и Санкт-Петербурга, имеющих ныне мировое признание, прошло всего около 90 лет. Палинологи БГУ и Белгосгеоцентра внесли свой достойный вклад в развитие палинологии, четвертичной геологии и образовательного процесса в стране.

**При ведении геолого-съёмочных и буровых работ** в регионе впервые стала применяться методика сплошного опробования керна скважин и естественных обнажений гляциоплейстоцена каждые 1-2 см (вместо интервала в 20-50 см) и использование ультразвука при технической обработке пород, что увеличило их насыщенность пылью и спорами, повышена их информативность до уровня опорных, а изученных комплексом методов – в ранге стратотипических (Мурава, Нижнинский Ров, Смоленский Брод, Ишкольд, М. Александрия, Корчево, Красная Дуброва). Палинологически изученные и наиболее важные информативные разрезы (объекты) приняты в виде непрерывной природной летописи осадконакопления и палинологической записи палеогеографических событий в палеоводоемах, получили статус геологических памятников природы (охраняемых и особо охраняемых) местного или республиканского **значения**, способствовал развитию приоритетного направления по их выделению и охране.

Внедрение **микростратиграфии** в палинологию дало основание детально подразделить пыльцевые диаграммы на палинокомплексы, придавая значение каждой лесообразующей породе, что выявило более сложное строение межледниковых толщ (подтверждено наличие от 1 до 3-х оптимумов), ледниковых комплексов (несколько межстадиалов) и, собственно, гляциоплейстоцена в отличие от прежних стратиграфических схем региона соответственно в 4/5 оледенений и 3/6 межледниковий. Установлено захоронение нескольких межледниковых толщ в одном разрезе (Колодежский, Ишкольд).

Палинологическому изучению белорусами подверглись и пограничные разрезы с Украиной (Вольное, Любязь, Тур, Гута) и Россией (Орляки, Акулово, Подруднянская, Шкреды) при ведении

совместных геологических работ, а также более удаленных территорий (Варзуга, Петрозаводск, Полярный, Родничное, Смоленский Брод, озера Калининградской области, Ельник сфагново-черничный (ЦЛЗ)).

Выработанный к концу XX в. **новый вариант стратиграфической схемы гляциоплейстоцена** Беларуси при корреляции с разработанными к этому времени инсоляционными, палеомагнитными, температурными, изотопно-кислородными, изотопно-углеродными шкалами, а также серией океанических и морских геохронологических шкал Земли (атлантической, тихоокеанской, индийской, средиземноморской, антарктической, гренландской, байкальской, каспийской, почвенно-лессовой, малакологической, бентосной) показал большую сходимость в изменении природных событий последних 800 тыс. лет: они объединяли 19 изотопных стадий/ярусов – 9 межледниковых (брестский MIS-19, корчевский MIS-17, беловежский MIS-15, ишкольдский MIS-13, александрийский MIS-11, смоленский MIS-9, шкловский MIS-7, муравинский MIS-5, голоценовый MIS-1) и 8 ледниковых (наревский MIS-18, сервечский MIS-16, березинский MIS-14, еселевский MIS-12, яхнинский MIS-10, днепровский MIS-8, сожский MIS-6, поозерский MIS-2-4), которые отвечают самостоятельным горизонтам в стратиграфических схемах плейстоцена и голоцена);

Изучение озерно-болотных толщ **по серии скважин или расчисток** (Мурава, Заславль, Нижнинский Ров, Колодежный Ров и др.) позволило по сопоставленным геологическим и палинологическим профилям палеобассейнов и выявлять условия их залегания — в естественном захоронении или с нарушениями, или в отторженце; а также особенности строения разных частей котловины.

Повышение числа палинологически изученных разрезов, при ведении крупномасштабной геологической съемки привело к **обновлению карт их местонахождения** и показало высокую **палинологическую обеспеченность** территории региона в изучении гляциоплейстоценовых отложений. Это закрепляет наши представления о перспективном развитии палинологии на Беларуси в трудах группы палинологов Центральной Лаборатории УГ при СМ БССР, значимом научном руководстве аспирантами к.г.-м.н. Н. А. Махнач, школе подготовке новых молодых кадров специалистов палеонтологов и палеогеографов под руководством академика Г.И. Горецкого. Работающими в БГУ палинологами были изданы уникальные фундаментальные монографии: ▲ Опорные разрезы плейстоцена Украины и их корреляция с территорией Беларуси – 2003 г., ▲ Голоцен Беларуси – 2004 г., ▲ Атлас «Растительные микрофоссилии плейстоцена и голоцена Беларуси» – 2005, ▲ Макросукцессии палеофитоценозов эемского межледниковья в Европе – 2006, ▲ Macrosuccessional series of the palaeophytocenouses Eem interglacial in Europea – 2006 г.,

▲ Разрезы гляциоплейстоцена и голоцена Украины в палинологической базе данных Беларуси – 2013 г., ▲ Палинология Беларуси – 2018, в 4 ч., ▲ Палинологическая база данных Беларуси. Ч. 1. Поозерское позднеледниковье и голоцен (в 2 кн., 400 диаграмм) – 2008, а также новая фундаментальная серия публикаций ПБД Беларуси из 1611 палинологически изученных разрезов в 6-ти тт. по основным бассейнам рек региона и справочник ПБД: ▲ Зап. Буг и Нарев – 2018 г., ▲ Зап. Двина – 2020, ▲ Неман – 2023, ▲ Припять – план 2024, ▲ Днепр – план 2025, ▲ ПБД Беларуси (справочник, план 2026 г.).

Палеогеографический аспект наших исследований существенно дополнен многообразием восстановленных компонентов природы геологического прошлого. Помимо ранее известных растительности и климата с вариантами его прогноза в переходе к новому оледенению, либо втором оптимуме голоцена, либо наступлении нового безледникового ритма; доказательством распространения на Полесье с постоптимального времени (SB-SA) зоны смешанных лесов, ныне определяется также тип палеоландшафта; типы и группы лесной флоры позднего кайнозоя; общий состав палинофлоры плейстоцена; состав показательных видов (экзотов); положение района современной максимальной концентрации видов ископаемой флоры; миграция лесообразующих пород; макросукцессия палеофитоценозов; незавершенность голоценового межледниковья; ритмичность макросукцессий; длительность межледниковий; природная зона; динамика природных зон и миграционный характер лесных флор; выделены 4 группы палинологических диаграмм; проведено районирование территории по составу пыльцевых спектров; осадконакопление в водоемах; погребенные почвы; изменение уровня водоемов; эволюция палеоозер, палеоболот, прадолин; антропогенный фактор; динамичные процессы водного потока; стихийные явления.

Проводимые на основе сопряжённого анализа **комплексные исследования** (методы абсолютного датирования, термолюминесцентный, изотопные, карплогический, ботанический, диатомовый, остракодологический, энтомологический, териологический, малакологический, археологический, геологический, литологический, геохимический, спектральный, рентгеновский) дополнили палинологическую характеристику в отношении компонентов природной среды и внесли изменения в представления о возрасте отложений, 3-х оптимальности александрийского, ишкольдского, муравинского межледниковий, сукцессии насекомых в изменении уровня палеоводоемов, схеме динамики 40 археологических культур; условиях залегания органогенных толщ в разрезе, строении осадков в разных частях котловины, неправомерности сопоставления всех геохимических барьеров с оптимумами межледниковых эпох.

**Межрегиональная корреляция** отложений и природных событий гляциоплейстоцена на основе климатостратиграфической континентальной летописи палеоводоемов и геохронологических океанических и морских шкал Земли подтвердила достоверность палинологического материала в геологических исследованиях.

Практическое использование **инновационных ГИС-технологий** в палинологии и палеогеографии выразилось в освоении тематических программ (ArcGIS, ArcView GIS 3.2 и др.) для построения развернутых диаграмм, восстановления количественных характеристик климата прошлого, построения серии карт местонахождения палинологически изученных отложений из разрезов по бассейнам рек, по возрасту изученных толщ; распространения родов и видов растений на различных формах рельефа по хроноинтервалам межледниковий, миграции экзотов на территорию региона, динамики осадконакопления), создания ПБД Беларуси;

**Связь палинологии с другими научными направлениями** проявилась в палеолимнологии, палеоэкологии, картографировании, ландшафтоведении, палеогеографии, эволюционной географии.

Достоинством внимания является участие палинологов в **работе ВАК Беларуси** по рассмотрению диссертационных работ (членство в составе Экспертного Совета и Совета по защите диссертаций уровня доктора наук), написанию усовершенствованных по тематике программ-минимумов кандидатских экзаменов и паспортов по специальностям «Геоморфология и эволюционная география» (географические, геолого-минералогические науки), «Палеонтология и стратиграфия» (геолого-минералогические науки).

Весьма важное значение имеют результаты палинологического анализа в **учебном процессе** в Белорусском государственном университете для ведения спецкурса «Основы палинологии» с разработкой учебного пособия (2003, 2013, 2016, 2018), программы (2023), практикума (2014), ЭУМК (2023), наличием спецкабинета «Палеогеография» (2015), микроскопического оборудования, определителей пыльцы и спор, атласа на собственном белорусском материале, заинтерисовывая молодых географов в работе палинолога и подготавливая кадры нового поколения.

Палинологические реконструкции природной среды выражены в **тематике курсовых и дипломных работ студентов, подготовке новых учебных пособий, публикаций со студентами, в изучении проблемных курсов** физической географии («Проблемы физической географии», 2011, 2012), **самообразовании и дополнительном образовании** студентов в сфере географических наук. Важной стороной является **популяризация географических знаний** на основе результатов палинологических исследований через выступления по телевидению и радио, от-

крытую печать (газеты, журналы), членство в Географическом обществе, которому исполнилось уже 70 лет. Беларусь – Географический центр Европы (по расчету профессора БГУ В.С. Аношко), который расположен у оз. Шо, а условия развития этого водоема на протяжении 10 тыс. лет восстановлены благодаря палинологическому изучению толщи осадков в его котловине.

Указанное способствует **повышению качества высшего географического образования и подготовке кадрового состава**. Вполне естественно, что ученый и педагог в одном лице обязан сохранить и донести знания новому поколению о личности вузовских специалистов-палинологов и палеонтологов страны путем публикации материалов об их деятельности (юбилейные чтения, энциклопедические статьи, рубрики по истории кафедр, библиографические указатели, исторические фото). В проведении занятий на базе уникальных объектов (летняя полевая практика на геологических разрезах, лаборатория с микроскопическим оборудованием, оранжерея) видна заинтересованность студентов научной работой по их участию с докладами на конференциях, в проектах, интервью и пропаганде научных достижений отечественными учеными.

Ныне факультет географии и геоинформатики БГУ – ведущий научно-образовательный центр в области географического образования и научных географических исследований и вклад палинологов БГУ и Белгосгеоцентра в его работу весьма существенный. Сделанные передовые разработки на базе палинологии за счет личного приоритета, инициативы, трудоголизма и патриотизма старшего поколения имеют особую роль не только в познании эволюции природы нашей страны, но и в воспитании студентов. Читая нынешнего карту мира, географы уже владеют знаниями по реконструкции его прошлого, а в перспективе — должны стать мыслителями географического будущего на Земле.

УДК 631.4:632.125

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ И ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ФАКТОРОВ ЭРОЗИИ ПОЧВ В МАКРОРЕГИОНЕ РОССИИ**

**О. П. Ермолаев, С. С. Мухарамова, А. А. Савельев, А. Р. Полякова**

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул.Кремлевская, 18,  
420008, г. Казань, Россия, [oyermol@gmail.com](mailto:oyermol@gmail.com)*

Для макрорегиона России — равнинных и возвышенных ландшафтов ее европейской части методами моделирования, ГИС-картографирования приведены результаты количественной оценки параметров почвенной эрозии, входящих в расчетную модель смыва почв USLE/RUSLE на региональном уровне генерализации. Особое внимание уделено оценке эрозионного потенциала осадков. Разработанный подход предполагает моделирование R-фактора с использованием внутри-суточных данных об осадках. На основе оценок R-фактора на 189-ти метеостанциях европейской территории России со срочными данными за 2014-2019 гг. получена современная оценка пространственного распределения среднесуточного годового R-фактора на исследуемой территории. В докладе изложены методики и результаты оценки всех факторов эрозии и ее интенсивности в разных ландшафтных зонах.

**Ключевые слова:** эрозия почвы; модель USLE/RUSLE; эрозионный потенциал осадков; R-фактор.

## **GEOINFORMATION MAPPING AND SPATIAL ANALYSIS OF SOIL EROSION FACTORS IN THE MACROREGION OF RUSSIA**

**O. P. Yermolaev, S. S. Mukharamova, A. A. Saveliev, A. R. Polyakova**

*Kazan (Volga region) Federal University, 18 Kremlyovskaya street,  
420008, Kazan, Russia, [oyermol@gmail.com](mailto:oyermol@gmail.com)*

For the macroregion of Russia - lowland and upland landscapes of its European part, using modeling and GIS-mapping methods, the results of a quantitative assessment of soil erosion parameters included in the USLE/RUSLE calculation model of soil erosion at the regional level of generalization are presented. Particular attention is paid to the assessment of rainfall erosivity factor (R). The developed approach involves modeling the R-factor using intra-daily precipitation data. Based on estimates of the R-factor at 189 weather stations with urgent data for 2014-2019, a modern assessment of the spatial distribution of the average long-term annual R-factor in the study area was obtained. The report outlines the methods and results of assessing all factors of erosion and its intensity in different landscape zones..

**Keywords:** soil erosion; USLE/RUSLE model; rainfall erosive potential; R-factor.

Опубликованных результатов современных исследований, посвященных количественной оценке факторов эрозии почв и ее интенсивности на региональном уровне генерализации для европейской территории России (ЕТР) крайне мало. Ранее полученные для этой территории оценки факторов эрозии и самой эрозии нуждаются в уточнении по ряду причин. В основном все результаты для этой большой территории получены с низкой пространственной детальностью. Расчеты параметров и интенсивности эрозии обобщены либо на укрупненные по условиям рельефа морфологические районы, либо на субъекты и районы РФ, либо определены только для пахотных земель. В докладе рассматривается методика и результаты оценки в первую очередь такого фактора эрозии почвы, как эрозионный потенциал осадков (ЭПО). Проведенные оценки базируются на максимально высоком уровне пространственной детальности: все значения определены в ячейках растра с шагом 250 м и обобщены на лучшие, с точки зрения интерпретации эрозионного процесса геосистемные образования, - бассейны малых рек. С учетом пространственной детальности привлекаемых исходных данных результаты соответствуют масштабу 1:500000. Выбор макрорегиона (3,5 млн. км<sup>2</sup>) исследований обусловлен продолжительной и интенсивной земледельческой деятельностью. Здесь же проживает и значительная часть населения РФ.

Оценка интенсивности эрозии почвы за период ливневого (дождевого) поверхностного стока выполнялась на базе известной модели, даваемой универсальным уравнением потерь почвы (USLE/RUSLE). В составе этого уравнения в качестве одного из значимых метеорологических параметров, формирующих поверхностный склоновый сток и эрозию, выступает так называемый R-фактор (эрозионный потенциал дождевых осадков). Он определяется как сумма эрозионной активности отдельных дождей, выпавших за заданный период (месяц, год). Эрозионная активность отдельного дождя определяется в USLE/RUSLE как произведение кинетической энергии дождя и его максимальную 30-минутную интенсивность [1] и рассчитывается на основе данных гиетोगрафа (или плювиографа), либо регистрации осадков через короткие промежутки времени (1–60 мин) в течение как минимум нескольких лет [2, 3, 4]. Количество таких датчиков (с высоким временным разрешением) невелико, эти данные сложно получить в большом масштабе и часто они имеют короткие периоды наблюдения. Поэтому большинство исследований эрозионности дождей с широким пространственным охватом связано с разработкой и применением методов оценки R-фактора на основе более доступных данных об осадках с грубым временным разрешением (суточные, месячные, годовые). Общий подход заключается в разработке

эмпирических взаимосвязей между  $R$ , рассчитанным по ограниченному количеству данных с высоким разрешением, и данными об осадках с низким разрешением (суточными, месячными или годовыми). Как правило, связь между  $R$  и количеством осадков описывается степенной зависимостью [5], а при наличии суточных или месячных данных о дождевых осадках в модель иногда включают синусоидальную функцию, отражающую годовой цикл параметров степенного закона. Известно, что использовать такие аппроксимирующие уравнения надо с большой осторожностью - уравнения, разработанные для конкретного региона, не могут быть безусловно применены в других условиях, параметры моделей должны быть как минимум откалиброваны до ее экстраполяции в другую ландшафтную зону. Наш подход предполагает моделирование  $R$ -фактора с использованием внутри-суточных данных об осадках. Эти данные могут предоставить больше информации об экстремальных осадках, и это делает их лучшей альтернативой для оценки  $R$  по сравнению с годовыми, месячными и суточными данными. Подход описывается так:

1) Для метеостанций, обеспеченных данными об осадках с высоким временным разрешением – данными pluвиографов, рассчитана эрозионность дождей по USLE/RUSLE (как произведение кинетической энергии дождя и его максимальной 30-минутной интенсивности).

2) На основе этих результатов и с использованием метода обобщенно-аддитивных моделей (Generalized Additive Model, GAM) [6] разработана модель статистической зависимости эрозионности дождя от характеристик места и времени выпадения дождя, и от характеристик дождя, которые могут быть извлечены из внутри-суточных данных об осадках.

3) Для метеостанций, обеспеченных внутри-суточными данными об осадках, выделены «модельные» дожди (непрерывная последовательность сроков наблюдения, в каждом из которых зафиксированы дождевые осадки) и оценена их эрозионность по разработанной GAM-модели.

4) На этих метеостанциях суммированием эрозионности «модельных» дождей (со слоем осадков  $>10$ мм) рассчитан  $R$ -фактор для заданного временного промежутка (месяца, года) и выполнено среднемноголетнее обобщение.

5) Моделирование пространственного распределения (интерполяция) среднемноголетнего годового  $R$ -фактора на исследуемой территории использует линейную регрессионную зависимость  $R$  от Prec - среднемноголетней суммы дождевых осадков (осадков в теплый период года) (коэффициент детерминации 80%) и нелинейную зависимость коэффициента этой регрессии от координат (долготы, широты) (коэффициент детерминации 88%). GAM-модель нелинейной зависимости позволяет получить пространственный прогноз

коэффициента регрессии (coef.predict), который можно считать оценкой пространственного матожидания этого показателя. В соответствии с принципами геостатистики, прогноз рассматривается как пространственный тренд и вычитается из значений коэффициента на метеостанциях, после чего проводилась пространственная интерполяция остатков методом МВА (Multilevel B-spline Approximation) [7]. Преимуществом МВА является воспроизведение деталей на всех масштабных уровнях, которое обусловлено иерархией масштабов, в которых последовательно выполняется интерполяция. Результирующая оценка R-фактора в произвольной точке исследуемой территории получена как произведение суммы прогнозного коэффициента регрессии и остатков на сумму осадков в теплый период года:

$$R = (\text{coef.predict} + \text{residual}) \cdot \text{Prec.}$$

Для реализации подхода использованы плювиографические данные, полученные в разные периоды наблюдений (с 1961 по 1989 гг.) на 32 станциях, расположенных на ЕТР. Всего анализировалось 4221 плювиограмм дождей. В качестве внутри-суточных данных об осадках в работе использованы срочные данные о количестве осадков на метеостанциях Росгидромета. Данные загружены с официального сайта ВНИИГМИ-МЦД [8]. На ЕТР расположено 189 метеостанций со срочными данными об осадках (за период наблюдений 1966-2020 гг.). Методика реализуется средствами авторского программного обеспечения, созданного с использованием языков R 3.4.4. и Python 3.7. Была разработана GAM-модель статистической зависимости эрозионности дождей от внешних факторов, объясняющая 87 % изменчивости данных. Как значимые предикторы в модель вошли характеристики времени и места выпадения дождя (номер дня в году, долгота, широта, высота рельефа), количество выпавших осадков, средняя интенсивность дождя. Нелинейная зависимость от внешних факторов моделировалась с использованием сплайнов. Адекватность модельных оценок R-фактора оценивалась путем их сравнения с референсными оценками R (годового среднемноголетнего) на 40 метеостанциях, использованными при построении карты Global Rainfall Erosivity map [9] с учетом периода обобщения. И наши, и референсные оценки R сделаны для периода 1961-1989 гг. Установлено хорошее согласие модельных значений с референсными данными ( $r=0.98$ ).

На основе оценок R-фактора на 189-ти метеостанциях ЕТР со срочными данными за 2014-2019 гг. и с использованием разработанного метода получена современная оценка пространственного распределения среднемноголетнего годового R-фактора дождевой эрозии на исследуемой территории. Результат представлен на растровом слое обобщением данных на бассейны малых рек и представлен на нашем

геопортале [10, 11]. Значения полученной оценки R-фактора варьируются в интервале от 27 до 2700, среднее значение 280, СКО 179 (МДж мм) / (га час) в год. В докладе также рассматриваются все другие параметры эрозии почв (смываемость почв, почвозащитная роль растительности, эрозионный потенциал рельефа, запасы воды в снеге), а также результаты оценки интенсивности почвенной эрозии на ЕТР. Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (22-17-00025).

### Библиографические ссылки

1. *Wischmeier W. H., Smith D. D.* Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning. Washington, DC: US Gov. Print. Office, 1978. 537 p.
2. *Renard K. G., Foster G. R., Weesies G. A., McCool D. K., Yoder D. C.* Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the revised universal soil loss equation (RUSLE). U.S. Department of Agriculture, 1997. 403 p.
3. *Yu B.* Rainfall erosivity and its estimation for Australia's tropics. *Soil Res.* 1998. Vol. 36, № 1. P. 143. doi 10.1071/S97025
4. *Lu H., Yu B.* Spatial and seasonal distribution of rainfall erosivity in Australia. *Soil Res.* 2002. Vol. 40, № 6. P. 887. doi 10.1071/SR01117
5. *Richardson C. W., Foster G. R., Wright D. A.* Estimation of erosion index from daily rainfall amount. *Transactions of the ASAE* 1983. Vol. 26, № 1. P. 153–156.
6. *Hastie T., Tibshirani R.* Generalized Additive Models. *Statist. Sci.* 1986. Vol. 1, № 3. doi 10.1214/ss/1177013604
7. *Lee S., Wolberg G., Shin S. Y.* Scattered data interpolation with multilevel B-splines. *IEEE Trans. Visual. Comput. Graphics.* 1997. Vol. 3, № 3. P. 228–244. doi 10.1109/2945.620490
8. Официальный сайт Всероссийского научно-исследовательского института гидрометеорологической информации – Мировой центр данных [Электронный ресурс]. URL: <http://meteo.ru/> (дата обращения: 15.03.2021).
9. *Panagos, P., Borrelli, K., Meusburger, B., Yu, A., Klik, K. J. Lim, et al.* Global rainfall erosivity assessment based on high-temporal resolution rainfall records. *Sci. Rep.* 7:4175. doi:10.1038/s41598-017-04282-8
10. Веб-портал открытого пользования «Речные бассейны Европейской части России». URL: <https://bassepr.kpfu.ru/> (дата обращения: 15.01.2024).
11. *Mukharamova S., Saveliyev A., Ivanov M., Gafurov A., Yermolaev O.* Estimating the soil erosion cover-management factor at the European part of Russia. *ISPRS International Journal of Geo-Information.* 2021. Vol.10, Is.10. - Art. №645.

УДК 338.48

## ПРИРОДНО-РЕСУРСНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

**О. В. Ивлиева**

*Южный федеральный университет, ул. Большая Садовая 105, 344006,  
г. Ростов-на-Дону, Россия, [ivlieva.o@mail.ru](mailto:ivlieva.o@mail.ru)*

В результате комплексной оценки природных условий были выделены территории наиболее благоприятные для развития экологического туризма и проведена оценка современного состояния особо охраняемых природных территорий по разнообразию видов растительных сообществ, научно-познавательной ценности территории и сохранности ландшафтов.

**Ключевые слова:** природный потенциал; экологический туризм; водные ресурсы; растительные сообщества; ландшафты.

## ASSESSMENT OF THE NATURAL RESOURCE POTENTIAL OF THE ROSTOV REGION FOR THE PURPOSE OF DEVELOPMENT OF ECOLOGICAL TOURISM

**O. V. Ivlieva**

*Southern Federal University, Bolshaya Sadovaya str., 105, 344006, Rostov-on-Don,  
Russia, [ivlieva.o@mail.ru](mailto:ivlieva.o@mail.ru)*

As a result of a comprehensive assessment of natural conditions, the most favorable territories for the development of ecological tourism were identified and an assessment of the current state of specially protected natural areas was carried out in terms of the diversity of species of plant communities, the scientific and cognitive value of the territory and the preservation of landscapes.

**Keywords:** natural potential; eco-tourism; water; plant communities; landscapes.

Для выделения районов, благоприятных для развития экологического туризма была проведена комплексная природная оценка территории Ростовской области. Использовались для оценки следующие показатели: распаханность земель, лесистость, водные ресурсы, рекреационный потенциал рельефа. При ранжировании территории области по каждому показателю применялся метод балльных оценок и классификаций, для визуализации полученных результатов, были построены Гис-карты.

Область является одной из основных сельскохозяйственных зон России, отличается достаточно высокой степенью распаханности земель.

Благоприятными районами области для развития экологического туризма были признаны районы, где доля распаханых земель составляла менее 50 %. Эти земли, как правило, представлены пастбищами, сенокосами, овражно-балочными ландшафтами с хорошо сохранившейся растительностью, отличающейся большим количеством краснокнижных видов, имеющая большое разнообразие животного мира. Данные территории успешно используются в настоящее время для развития экологического туризма.

Юг области отличается самыми большими площадями распаханых земель. Административные районы по долине реки Дон и на востоке области входят в число самых благоприятных для развития туризма и обладают самыми большими площадями естественных ландшафтов.

Оценка рельефа для туризма по методике рекреационной оценки Колотовой Е. В. [1] была проведена для каждого района области (43 района) с использованием следующих параметров рельефа (глубины расчленения рельефа, густоты расчленения и крутизны склонов). Проведенная оценка рельефа административных районов области [2] позволила отнести рельеф большей части Ростовской области к благоприятному рельефу для развития пешего и лечебно-оздоровительного отдыха.

С учетом данных по густоте речного стока, гидрологических параметров рек [3], разнообразию водных объектов [4] определялась туристско-рекреационная ценность водных ресурсов административных районов области. К наиболее благоприятным районам по суммарной рекреационной оценке водных объектов отнесены северные районы области и территории вдоль долины реки Дон и реки Северский Донец.

Лесные насаждения составляют в среднем 2,4 % площади Ростовской области и представлены лесами, выполняющими в первую очередь водоохранные и берегозащитные функции по берегам рек. Но в ряде районов области лесистость территории составляет 7-10 %, эти районы были отнесены к числу благоприятных для развития экологического туризма. Эти районы охватили север и восточную часть Ростовской области (Верхнедонской, Каменский, Тарасовский, Усть-Донецкий, Цимлянский, Шолоховский).

Для оценки разнообразия растительного покрова был использован показатель — ценоотическое разнообразие растительности. Б. Н. Горбачевым [5] в пределах Ростовской области выделено 11 типов растительности. На севере и в центральной части области получила развитие типичная степная растительность. В восточной и преимущественно в юго-восточной части получил развитие полупустынный тип растительности. В перечень основных типов растительности вошли также интразональные виды: растительность речных долин, балок и лиманов. Наибольшее

ценотическое разнообразие растительности характерно для северных и западных районов области.

Степень благоприятности природных условий районов Ростовской области для развития экологического туризма и отдыха оценивалась суммарным числом баллов по всем показателям. Наиболее благоприятными для развития экологического туризма, разработки экологических маршрутов и троп стали территории, обладающие самым высоким природным потенциалом. Эти районы имеют самые большие площади естественных ландшафтов, самую большую площадь лесов, территории отличаются пересеченным красивым рельефом, наличием большого количества водных объектов. К ним отнесены районы Верхнего Дона, дельты Дона, долины Маныча и побережья Цимлянского водохранилища.

Также для развития экологического туризма на территории области была проведена оценка состояния ООПТ (особо охраняемых природных территории) Ростовской области, в настоящее время их насчитывается 86 объектов. Для этого были проанализированы следующие показатели на каждом ООПТ: разнообразие растительных сообществ, научно-познавательная ценность территории, сохранность природных комплексов и негативное антропогенное воздействие на ООПТ.

В результате проведенной работы было выявлено, что значительная часть ООПТ федерального и областного значения (60% от общего количества ООПТ) находятся в хорошем состоянии и испытывают незначительное или умеренное негативное антропогенное воздействие. Данные ООПТ отличаются богатым биологическим разнообразием и высокой сохранностью природных комплексов. Благодаря наличию в границах ООПТ различных видов экосистем здесь наблюдается сосредоточение редких и исчезающих видов флоры и фауны. В данную группу вошли федеральные ООПТ (заповедник «Ростовский» и заказник «Цимлянский»), природный парк «Донской», областные заказники «Горненский» и «Левобережный», а также 40 памятников природы, что составляет пятьдесят процентов их численности.

Благоприятными условиями по состоянию природных комплексов для развития экологического туризма на ООПТ являются 28 % памятников природы. Малоблагоприятное и неблагоприятное состояние имеют 12 % ООПТ области. Практически все памятники природы в данных группах расположены в населенных пунктах, либо в непосредственной близости от них.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы: наиболее перспективными для расширения сети ООПТ являются северные и восточные районы области. В центральных и южных административных районах области необходимо принимать срочные

меры по сохранению уникальных и типичных природных комплексов и объектов. Большинство областных ООПТ требуют корректировки границ и площадей в связи с антропогенным воздействием или некачественной проведенной работой при их создании.

Территория Верхнего Дона в настоящее время является ведущим регионом области по развитию экологического туризма. Здесь разработано уже несколько экологических маршрутов, проводятся для школьников экологические праздники и фестивали. Вторым местом активного развития экотуризма следует признать территорию природного парка «Донской», который охватывает дельту Дона, а также Горненский заказник. Посетителей привлекает сюда большое разнообразие птиц и животных. Уникальные возможности для развития экотуризма имеет степной заповедник «Ростовский», идеальную сохранность имеют здесь степные ландшафты, ежегодно проводится экологический фестиваль «Воспетая степь».

### **Библиографические ссылки**

1. *Колотова Е. В.* Рекреационное ресурсоведение: Учебное пособие для студентов, обучающихся по специальности «Менеджмент»: Изд. М., 1999.

2. *Молодкин П. Ф.* Равнины Нижнего Дона: Изд-во Ростовского госуниверситета, 1980. С- 144.

3. Природа, хозяйство, экология Ростовской области. Учебное пособие/Ю. П. Хрусталева, Т. А. Смигина, Ю. Н. Меринов, М. И. Кизицкий, В. С. Кутилин, В. Г. Житников. Батайск: Батайское книжное издательство, 2002. 446 с.

4. Водные ресурсы Ростовской области. [Электронный ресурс]Официальный сайт департамента по предупреждению и ликвидации чрезвычайных ситуаций Ростовской области - <http://dpchs.donland.ru/>. (дата обращения 22.09.2022)

5. *Горбачев Б. Н.* Растительность и естественные кормовые угодья Ростовской области. Ростов-на-Дону: Кн. изд-во. 1974/ - 152 с.

УДК 631.436

## **ОСОБЕННОСТИ МИКРОТОПОГРАФИИ И ТЕМПЕРАТУРНЫЕ РЕЖИМЫ ПОЧВ ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ ЮГА КРИОЛИТОЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

**Г. И. Истигечев, С. В. Лойко, Т. В. Раудина**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
пр. Ленина, 36, 634050, г. Томск, Россия, [istigechev.g@yandex.ru](mailto:istigechev.g@yandex.ru)*

Повышение среднегодовых температур особенно сильно сказывается на ландшафты юга криолитозоны. Север Западной Сибири характеризуется выположенным рельефом, водоразделы слабо эродированы и имеют разветвленную сеть стока, что приводит к сложному перераспределению тепла в почвах. В исследовании показано различие почвенных температурных режимов основных ландшафтов Ханымейского плоскоместья, где было отмечено яркое влияние рельефа верхней границы деятельного слоя, внутрпочвенных потоков влаги, а также характер сложения почвенных горизонтов.

**Ключевые слова:** термометрия; плоскобугристые болота; многолетняя мерзлота; микрорельеф.

## **FEATURES OF MICROTOPOGRAPHY AND TEMPERATURE REGIMES OF SOILS IN WATERFLOWED LANDSCAPES OF THE SOUTH CRYOLITHOZONE OF WESTERN SIBERIA**

**G. I. Istigechev, S. V. Loyko, T. V. Raudina**

*National Research Tomsk State University, Lenin Av., 36, 634050, Tomsk, Russia,  
[istigechev.g@yandex.ru](mailto:istigechev.g@yandex.ru)*

An increase in average annual temperatures has a particularly strong impact on the landscapes of the southern permafrost zone. The north of Western Siberia is characterized by flat topography, watersheds have weak erosion and an extensive runoff network, which leads to complex redistribution of heat in soils. The study shows the difference in soil temperature regimes of the main landscapes of the Hanymey flatland, where a clear influence of the topography of the upper topography of the active layer, intrasoil moisture flows, as well as the nature of the composition of soil horizons was noted.

**Key words:** thermometry; flat-mound bogs; permafrost; microtopography.

С начала голоцена на территории севера Западной Сибири практически повсеместно шли процессы торфонакопления [1, 2, 3]. И хотя после окончания оледенения образовался тренд на постепенное увеличение

температур [4], сформировавшаяся органогенная подушка сыграла роль термоизоляции, и позволила многолетнемерзлым породам не только сохраниться, но и даже отвоевать часть деятельного слоя у вышележащих почв. Юг криолитозоны отличается наибольшей динамичностью ландшафтов. «Теплая» мерзлота наиболее чувствительна к колебаниям температуры и повышению количества осадков. Особенно интересна в этом смысле территория ханымейского плоскоместья — междуречье Пякупупра и Чучуяхи. Здесь на дне древнего высохшего озера, на чрезвычайно плоской поверхности формируются плоскобугристые мерзлые болота. Эта местность изобилует большим количеством термокарстовых озер, площадь которых доходит до 50 % от площади всей территории, а также хасыреями — спущенными термокарстовыми озерами.

Анализ космических снимков, соотношения количества и площадей старых и молодых хасыреев, а также радиоуглеродных дат показал, что активность дренажа термокарстовых озер увеличилась за последние 100 лет в 10 раз в сравнении с предыдущими двумя тысячами лет. Это свидетельствует о более активном протаивании мерзлых пород [5, 6]. В связи с этим увеличивается внутрипочвенный сток, с которым идет распределение тепла, что в свою очередь вносит свой вклад в разнообразие температурных режимов изучаемой территории. Для сравнения температурных профилей изучаемых ландшафтов были установлены 3 автоматические станции мониторинга температуры почвенного профиля на основных ключевых участках. На территории молодого хасырея — две автоматические станции мониторинга температуры почвенного профиля с GSM модулем, позволяющие получать данные дистанционно. Измерительные приборы представляют собой щупы длиной 150 см, с расположенными каждые 10 см датчиками температуры. Первая станция установлена в заболоченном березняке на береговом вале внутри котловины, вторая — в пушицево-осоковой топи между береговым валом и берегом котловины. В сравнение к температурным данным хасырея взяты данные с измерительной станции в лишайнико-сфагново-кустарничковой проточной топи на плоскобугристом болоте между мерзлыми буграми, измеряющей температуру до глубины 160 см.

По полученным данным были построены температурные хроноизоплеты, позволившие сравнить скорость и характер промерзания/оттаивания почв разных элементов рельефа хасыреев. Данные графиков показывают, что по всей глубине измеряемого профиля в почвах хасырея наблюдается изотермия вплоть до начала октября, а также до середины октября значительно температура меняется лишь в верхних 10 см почвы. После чего, со второй половины октября, наблюдается плавное снижение температуры почвенного профиля, начиная с поверхности.

Стоит отметить, что в топи почвенный профиль охлаждается заметно медленнее. Так охлаждение до околонулевых температур в верхних 10 см почвы в березняке произошло в последней декаде октября, а в топи лишь в первой половине декабря. Однако, глубина промерзания близкая – 36 и 31 см в березняке и в топи соответственно, суммы отрицательных температур поверхности  $-53\text{ }^{\circ}\text{C}$  и  $-66\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Верхние 10 см почвы березняка так же остыли незначительно сильнее –  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$  против  $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$  в топи. Положительные температуры в верхних 20 см почвы установились практически одновременно в конце апреля, но на графиках видно, что в топи более глубокие горизонты отепляются из глубины профиля.

Наиболее яркие различия наблюдаются между почвами хасыреев и проточной топью в мерзлом плоскобугристом болоте. В болотном профиле отсутствует изотермия, верхние 10 см профиля остывают до  $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$ , что можно связать с меньшим количеством снега на болоте, а весь профиль в 160 см промерзает полностью. Причем, на графике видно, как снизу профиля поднимается фронт отрицательных температур, который встречается с фронтом с поверхности, что говорит о залегании мерзлоты глубже 160 см. Несмотря на эти различия, верхние 10 см почвы замерзают и оттаивают примерно в одно время. Поверхность почвы остается замерзшей с середины октября до первой декады апреля — 175 дней, а сумма отрицательных температур поверхности почвы равна  $-505\text{ }^{\circ}\text{C}$ . На глубине 50 см почва замерзает в начале декабря и остается замерзшей 164 дня до первой декады мая. В середине марта почвенный профиль промерзает полностью, однако в диапазоне глубин 100–150 см наблюдается область тепловой завесы с температурой  $-0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ввиду малых перепадов высот и слабой расчлененности рельефа на исследуемой территории развивается сложная сеть стока. Почвенная влага с мерзлых бугров по поверхности мерзлоты стекает в просадки, откуда попадает в мочажины, а далее в ручьи и реки. Ситуацию осложняет то, что невооруженным глазом зачастую невозможно определить направление стока, и даже подробная топографическая съемка не всегда может указать направление внутрипочвенных потоков. На мерзлых участках направление стока определяет рельеф верхней границы многолетней мерзлоты. Для более полного понимания экологического функционирования ландшафтов Ханымейского плоскоместья необходим комплексный подход, где будут учитываться топография поверхности почвы и поверхности многолетней мерзлоты, мощность торфа и мощность снежного покрова, а также экспериментальное определение солевыми метками направлений и скоростей потока почвенных вод.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-17-00281.

## Библиографические ссылки

1. *Frolking S., Roulet N. T., Moore T. R., Richard P. J., Lavoie M., Muller S. D.* Modeling northern peatland decomposition and peat accumulation // *Ecosystems*. 2001. Vol. 4. P. 479–498.
2. *Kleinen T., Brovkin V., Schuldt R. J.* A dynamic model of wetland extent and peat accumulation: results for the Holocene // *Biogeosciences*. 2012. Vol. 9, iss. 1. P. 235–248.
3. *Borren W., Bleuten W., Lapshina E. D.* Holocene peat and carbon accumulation rates in the southern taiga of western Siberia // *Quaternary research*. 2004. Vol. 61, iss. 1. P. 42–51.
4. *Shakun J. D., Carlson A. E.* A global perspective on Last Glacial Maximum to Holocene climate change // *Quaternary Science Reviews*. 2010. Vol. 29. iss. 15-16. P. 1801–1816.
5. *Хомутов А. В., Бабкин Е. М., Тихонравова Я. В., Хайруллин Р. Р., Дворников Ю. А., Бабкина Е. А., Каверин Д. А., Губарьков А. А., Слагода Е. А., Садуртдинов М. Р., Судакова М. С., Королёва Е. С., Кузнецова А. О., Факащук Н. Ю., Сощенко Д. Д.* Комплексные исследования криолитозоны северо-восточной части Пур-Тазовского междуречья // *Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа*. 2019. № 1. С. 53–64.
6. *Каверин Д. А., Пастухов А. В., Новаковский А. Б.* Динамика глубины сезонного протаивания тундровых мерзлотных почв (на примере площадки циркумполярного мониторинга деятельного слоя в Европейской России) // *Криосфера Земли*. 2017. Т. 21. №. 6. С. 35–44.

УДК 551.89+551.35+551.332.2

## РАЗВИТИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ПОЛУОСТРОВА ТАЙМЫР В ПОЗДНЕМ НЕОПЛЕЙСТОЦЕНЕ И ГОЛОЦЕНЕ

Д. Н. Костин<sup>1)\*</sup>, Н. В. Куприянова<sup>2)</sup>, В. А. Григорьев<sup>3)</sup>,  
Е. С. Носевич<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (Институт Карпинского)», Средний проспект ВО д.74, 199106, г. Санкт-Петербург, Россия, [dmitriy.kostin.spb@mail.ru](mailto:dmitriy.kostin.spb@mail.ru)\*

<sup>2)</sup>ФГБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана им. Академика И. С. Грамберга (ВНИИОкеангеология)», Английский проспект д.1, 190121, г. Санкт-Петербург, Россия <sup>3)</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет, Университетская набережная, д. 7/9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

С 2017 по 2020 гг. в рамках геологической съемки масштаба 1:200 000 были проведены полевые исследования в северно-западной части полуострова Таймыр, на побережье и островах Карского моря. В ходе работ были описаны и закартированы поздненеоплейстоценовые морские отложения, выделены площади распространения гляциальных образований Карского ледникового щита. Для опорных разрезов всех генетических типов четвертичных образований получены новые результаты абсолютного датирования методами ОСЛ, C<sup>14</sup>, и U-Th, стратиграфических (макро- и микрофауна, диатомовые) и палеоклиматических (СПА) исследований. Получены новые радиоуглеродные датировки для костных остатков мамонтов.

**Ключевые слова:** Таймыр; Карский ледниковый щит; четвертичные отложения; поздний неоплейстоцен; ОСЛ-датирование; мамонт.

## LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE PALEOENVIRONMENTS OF THE NORTHWESTERN PART OF THE TAIMYR PENINSULA

D. N. Kostin<sup>1)</sup>, N. V. Kupriyanova<sup>2)</sup>, V. A. Grigoriev<sup>3)</sup>, E. S. Nosevich<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>A.P. Karpinsky Russian Research Geological Institute, Sredny av. VO, 74, 199106, St. Petersburg, Russia, [dmitriy.kostin.spb@mail.ru](mailto:dmitriy.kostin.spb@mail.ru) <sup>2)</sup>All-Russia Scientific Research Institute for Geology and Mineral Resources of the Ocean, Angliskiy av. 1, 190121, Saint Petersburg, Russia <sup>3)</sup>Saint-Petersburg State University, Universitetskaya embankment, 7/9, 199034, Saint Petersburg, Russia

From 2017 to 2020, as part of a 1:200,000 scale geological survey, field studies were conducted in the northwestern part of the Taimyr Peninsula, on the coast and islands of the Kara Sea. Late Pleistocene marine sediments and were described and mapped, the areas of glacial formations of the Kara ice sheet were identified. New results of absolute dating by OSL, C<sup>14</sup>, and U-Th, stratigraphic (macro- and microfauna, diatoms) and paleoclimatic

(SPA) studies have been obtained for reference sections of all genetic types of Quaternary formations. New radiocarbon dating has been obtained for mammoth bone remains.

**Keywords:** Taimyr, Kara ice sheet, Quaternary deposits, Late Pleistocene, OSL dating, mammoth.

Исследованиям палеогеографической обстановки Таймыра в позднем неоплейстоцене посвящено значительное количество работ [1,9,7,8]. Однако районы северного и северо-западного Таймыра по-прежнему остаются «белым пятном» и слабо представлены в тематике исследований относительно остальной территории полуострова. Отдельные работы по изучению четвертичных образований в этом районе представлены единичными обнажениями [2, 4, 5, 6]. В свою очередь проводившиеся здесь в период с 1997 по 1999 год геолого-съёмочные работы для составления комплекта ГГК-200 первого поколения не было доведены до конца из-за прекращения финансирования.

Всего в период с 2017 по 2020 год было изучено более 50 опорных обнажений мощностью до 20 м в естественных выходах четвертичных образований в эрозионных и абразионных обрывах по берегам рек и на побережье Карского моря. В работе активно использовались неопубликованные архивные/фондовые материалы геолого-съёмочных работ ДЦАГРЭ (г. Норильск) за 1997-99 год, включающие полевые описания обнажений, данные бурения и результаты абсолютного датирования. Часть обнажений из описанных предшественниками подверглись ревизии/доизучению и дополнительному пробоотбору в 2019 и 2020 гг.

В ходе маршрутов были описаны районы распространения гляциофлювиальных отложений в виде камовых террасовидных поверхностей и крупные озовые гряды высотой до 20–25 м, ориентированные в северо-западном направлении. Самый протяжённая, более 25 км, хорошо выделяющаяся как на космоснимках, так в рельефе местности озовая гряда, была изучена и прослежена несколькими маршрутами. Данная гряда, следуя вдоль долины реки Блудной и пересекая водораздельную возвышенность, переходит в верховье долины реки Диоритовой, где раздваивается и одной частью продолжается в северо-западном направлении, а другой спускается в виде останцов по долине реки Диоритовой и обрывается на уровне 50 м над уровнем моря. Литологически гряда представлена крупно-грубозернистыми песками с хорошо окатанным валунно-галечным материалом, местами преобладают валуны гранитоидов и метаморфических пород. Результат OSL датирования показал запредельный возраст >77 тыс. лет что говорит об образовании данной гряды не ранее MIS4. Западнее, в долине реки Широкой была описана гляциофлювиальная

гряды, которая также представлена останцами в виде вытянутых вдоль реки возвышенностей и протяженностью около 6 км и высотой 15–20 м.

Опорными для морских отложений каргинского горизонта являются обнажение 208007 (40 м н. у. м.) в долине р. Гусиная и обнажение 109028 (40 м н. у. м), в долине р. Ленивая, где ритмично-переслаивающиеся алевриты с песками перекрываются современными аллювиальными отложениями, где получен ОСЛ возраст от 40 до 55 тыс. лет.

В 2020 году работы были сосредоточены в районе бухты Михайлова, на южном побережье п-ва Михайлова (Рис. 1) и эстуария рек Широкая и Диоритовая (рис. 2). Полуостров Михайлова рассматривается как возможная граница распространения Карского ледникового щита [9]. Новые данные, появившиеся по результатам геологической съемки миллионного масштаба в 2014-2015 гг. [3] добавили дискусионности в данном вопросе, поэтому вдоль южного побережья полуострова были доизучены и опробованы обнажения морского и ледникового генезиса.



Рис. 1. Южное побережье п-ва Михайлова

Итогом данной работы может стать уточнение истории развития природной среды в арктическом регионе на протяжении позднего неоплейстоцена.



Рис. 2. Морские отложения в эстуарии рек Широкая и Диоритовая

Полевые работы института Карпинского выполнены в рамках объекта «Проведение в 2017-2020 годах региональных геолого-съёмочных работ масштаба 1:200000 на группу листов в пределах Сибирского федерального округа».

### Библиографические ссылки

1. Антропоген Таймыра //под ред. Кинд Б. Н., Леонова В. Н. М., «Наука», 1982, 182 с.
2. Басов В. А., Дибнер В. Д. Фаунистическая характеристика отложений 120-140-метровой морской террасы в низовьях р. Ленивой (берег Харитона Лаптева) // Сб. статей по палеонтологии и биостратиграфии, вып. 28. Изд. НИИГА, Л., 1962, с. 42-50.
3. Гусев Е. А., Максимов Ф. Е., Молодьков А. Н., Яржембовский Я. Д., Макарьев А. А., Арсланов Х. А., Кузнецов В. Ю., Петров А. Ю., Григорьев В. А., Токарев И. В. Новые геохронологические данные по неоплейстоцен-голоценовым отложениям Западного Таймыра и островам Карского моря // Проблемы Арктики и Антарктики. 2016. №3 (109). С. 74-84.
4. Павлов М. В., Федоров Г. Б., Большианов Д. Ю., Антонов О. М. Новые данные о строении четвертичных отложений и палеогеографии архипелага Северная Земля и Северного Таймыра // Природные ресурсы Таймыра. Вып. 2. Дудинка, 2004. С. 245-257.
5. Antonov O., Bolshiyarov D., Kulakov S., Burova Zh. Quaternary deposits of the Western Taymyr according to results of 2000-2001 field investigations // Abstracts of Sixth QUEEN Workshop (May 24-28). Spiez, Switzerland, 2002. P. 4.
6. Hjort, C., Funder, S., 2008. Mountain derived versus shelf based glaciations on the western Taymyr Peninsula. Polar Res. 27, 152-161.
7. Per Moller, Helena Alexanderson, Svend Funder, Christian Hjort. The Taimyr Peninsula and the Severnaya Zemlya archipelago, Arctic Russia: a synthesis of glacial history and palaeo-environmental change during the Last Glacial cycle (MIS 5e – 2). Quaternary Science Reviews 107 (2015) 149-181.
8. Per Moller, Ivar Orn Benediktsson, Johanna Anjar et al. Glacial history and palaeo-environmental change of southern Taimyr Peninsula, Arctic Russia, during the Middle and Late Pleistocene. Earth-Science Reviews 196 (2019).
9. Svendsen, J. I., Alexanderson, H., Astakhov, V. I et al. Late Quaternary ice sheet history of northern Eurasia. Quat. Sci. Rev. 23, 1229-1271. 2004.

УДК 908; 910.26; 639.2

## МАТЕРИАЛЫ ПУТЕШЕСТВИЯ ЭНГЕЛЬБРЕХТА КЕМПФЕРА КАК НОВЫЙ ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О ПЕРВЫХ ПОСЕЛЕНИЯХ В ДЕЛЬТЕ ВОЛГИ В XVII в.

С. А. Котеньков<sup>1)</sup> Д. М. Лобачева<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, ул. Савушкина, д.6, 414056,  
г. Астрахань, Россия, [s\\_kotenkov@mail.ru](mailto:s_kotenkov@mail.ru)*

<sup>2)</sup> *МГУ им. М. В. Ломоносова, географический ф-т, Ленинские горы, д.1, 119991,  
г. Москва, Россия, [lobachevadm@my.msu.ru](mailto:lobachevadm@my.msu.ru)*

История развития и становления обширной территории Волжского Понизовья до настоящего времени остаётся малоизученной касательно вопроса заселения и основных видов экономической деятельности местного населения. В работе вводятся в научный оборот путевые материалы и карты Энгельбрехта Кемпфера XVII в., восполняющие исторические данные о рыболовных промыслах — учугах (крупных рыболовецких поселениях). На основе переведённых на русский язык документов и идентификации вышедших из употребления местных топонимов, отражено изменение гидрологического режима на западном участке дельты в XVIII – XIX вв., выявлены причины прекращения использования ряда учугов, установлено местонахождение некоторых учугов на современной карте, уточнён маршрут следования путешественников XVII в. по Волго-Каспийскому пути.

**Ключевые слова:** карты и записки Кемпфера; рыбный промысел; местоположение учугов; протоки дельты Волги; уровень моря; историко-географическая реконструкция.

## ENGELBRECHT KAEMPFER'S TRAVEL MATERIALS AS A NEW SOURCE OF INFORMATION ON THE FIRST SETTLEMENTS IN THE VOLGA DELTA IN THE XVII CENTURY

S. A. Kotenkov<sup>1)</sup>, D. M. Lobacheva<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> *Shirshov Institute of Oceanology of Russian Academy of Sciences, Savushkina str. 6,  
414056, Astrakhan, Russia, [s\\_kotenkov@mail.ru](mailto:s_kotenkov@mail.ru)*

<sup>2)</sup> *Lomonosov Moscow State University, Geography Department, Leninskie Gory 1, 119991,  
Moscow, Russia, [lobachevadm@my.msu.ru](mailto:lobachevadm@my.msu.ru)*

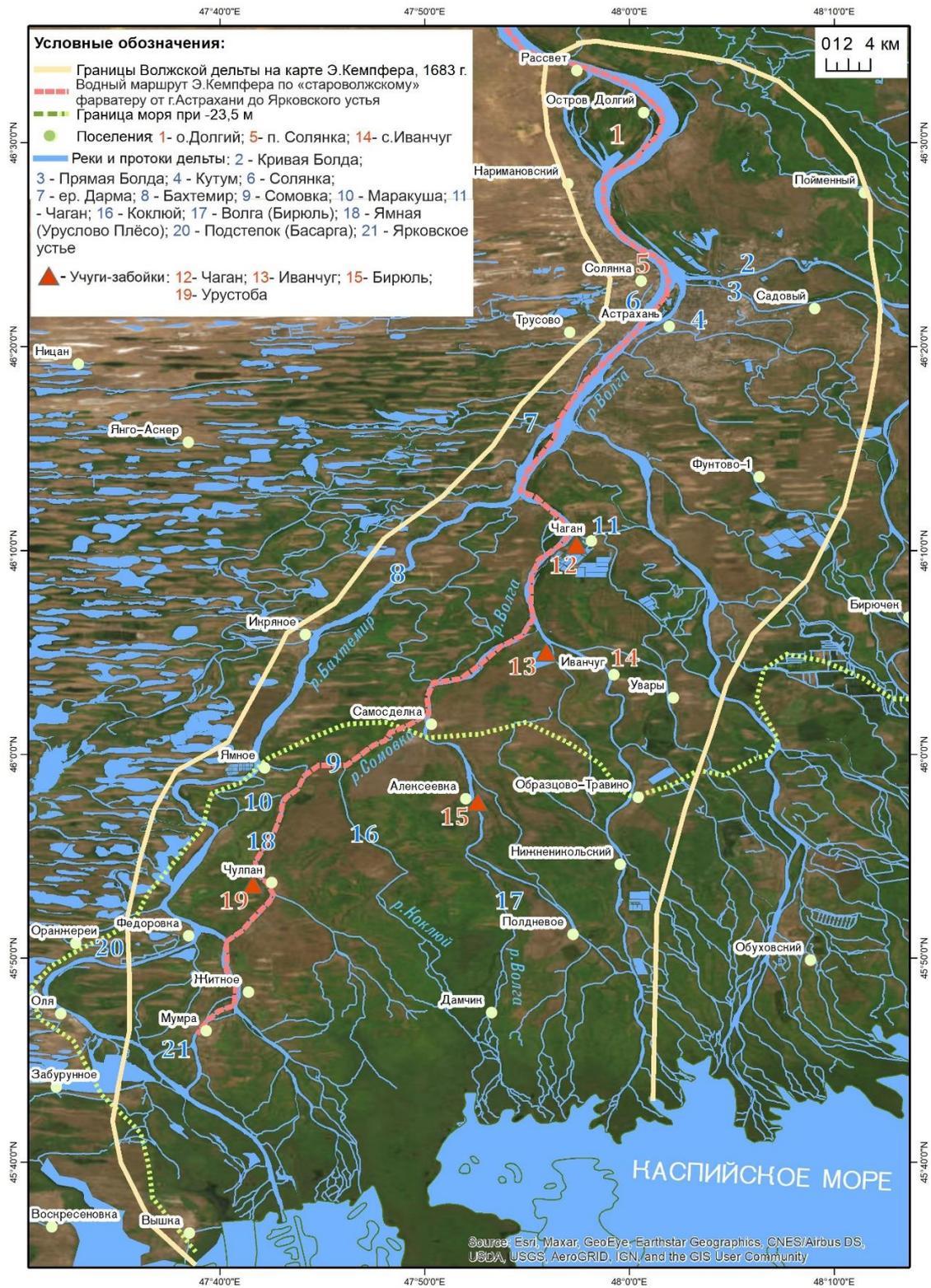
The history of economic development and settlement of the extensive territory of the Volga Downstream remains insufficiently studied up to the present day with regard to the issue of inhabitation and the main types of economic activities of the local residents. In this paper travel materials and maps of Engelbrecht Kempfer of the XVII century are introduced into scientific turnover, which fill in the historical data on the fisheries — uchugs (large fishing settlements). On the basis of documents translated into Russian and identification of local toponyms out of use, changes in the hydrological regime in the

western part of the Delta in the XVIII–XIX centuries are revealed, the reasons for the cessation of the use of a few uchugs are uncovered, the location of some uchugs on the modern map is verified, and the route of travelers of the XVII century along the Volga-Caspian Way is clarified.

**Keywords:** Kaempfer's maps and notes; fishery; uchugs location; the Volga Delta channels; sea level; historico-geographical reconstruction.

После присоединения Астрахани к Московии в 1556 г. стихийная колонизация способствовала экономическому освоению не только Астраханского края, но и волжской дельты в целом. В конце XVII в. часть беглых крестьян оседала там на учугах — крупнейших рыболовных промыслах (хозяйствах с церквями и охраной), состоявших из забоек (деревянных конструкций, преграждавших реку, где проводилась рыбодобыча) и станов — поселений рыбаков на берегах рек, где они жили и обрабатывали добываемую на забойках рыбу. Несмотря на то, что по истории рыболовных промыслов волжской дельты XVII в. существует обширная литература, до настоящего времени нет представления о точном местоположении ряда учугов, не указана роль природных факторов, ставших причиной прекращения их существования.

Настоящая работа предпринята в связи с интерпретацией новых сведений об истории первых населённых пунктов-учугов дельты Волги в XVII в. Среди задач данной статьи предлагается: рассмотреть и ввести в научный оборот перевод топонимов дельтовой части карты Э. Кемпфера, провести историко-географическую реконструкцию водного маршрута следования путешественника на участке от г. Астрахани до Каспийского моря, предложить новую интерпретацию изображения учуга на рисунке Я. Стрейса [1], выяснить местоположения некоторых рыбных промыслов, являвшихся первыми поселениями на дельтовых протоках, указать на роль природных факторов, являвшихся главной причиной прекращения их деятельности, выдвинуть предположения о том, каким образом Э. Кемпферу удалось составить весьма подробную для того времени карту волжской дельты. Для решения поставленных задач, мы приводим переводы отрывков из текстов записок Э. Кемпфера и сопоставляем их с нашей интерпретацией топонимов на карте автора. При уточнении достоверности сведений Кемпфера, представляем выдержки из сочинений европейских авторов, прошедших по Волго-Каспию в XVII – XVIII вв. [2; 3; 4]. На основании данных Астраханской рыбной конторы 1742 г., приводившей расстояния от Астрахани до учугов [5], используя ГИС, мы определили местоположение учугов на современной карте (см. Рисунок). При переводе верст в километры использовались размеры путевых верст XVII в. (500 сажень — 1080 м) и XVIII в. (500 сажень — 1067 м) [6, с. 256].



Современная карта с обозначением границы дельтового участка его карты, маршрута следования Э. Кемпфера и местоположения упоминаемых гидронимов и топонимов

При жизни Э. Кемпфер опубликовал только одну книгу о своих путешествиях «*Amoenitates Exoticae*» (Экзотические достопримечательности) 1712 г. [7]. Рукописи Э. Кемпфера о его путешествии по России, хранящиеся в Британской библиотеке, очень сложно расшифровать в том числе потому, что его дневник был написан на немецком языке и латыни [8, р. 11]. М. Лазар сообщает, что по пути следования водными путями, Э. Кемпфер получал топографическую информацию, опрашивая членов команд судов и местных жителей, хотя языковые барьеры и были причиной многих неразборчивых географических названий [9, р. 68]. При попытке перевода топонимов на указанной карте нами установлено, что многие отмеченные пункты, представляют собой русские омонимы, написанные на голландском. В нашей работе представляются сравнения расположения топонимов на карте Э. Кемпфера с их местоположением на карте Олеария 1647 г. и на современной карте дельты Волги. Также на современную карту был нанесён водный маршрут следования Э. Кемпфера к Каспийскому морю, выделены границы дельтового участка его карты, указаны местоположения упоминаемых им топонимов (см. рис.).

Таким образом, конструкция забойки (важная часть любого учуга) представляла собой сплошной частокол из брёвен, вбитых в дно поперёк реки для перекрытия прохода крупной рыбе, в основном, осетровых пород. В его подводной части устанавливались решётчатые щиты [10, с. 126]. Авторами установлено, что производственные процессы на учуге, изображенные на рисунке Стрейса, подтверждаются историческими данными. Отметим, что в период с 40-х гг. XVIII в. по нач. XIX в. происходил подъём уровня Каспийского моря и в течение 70 лет оставался на отметке минус 23,5 абс. [11]. Это изменило гидрологический режим в дельте Волги, особенно в районе устьевого взморья, что привело к занесению некоторых протоков и, как следствие, невозможности осуществления вылова рыбы посредством забоек и переселению жителей с заброшенных учугов в другие места. Лишь 2 учуга — Чаган и Иванчуг продолжили свое существование до настоящего времени, как одноименные села.

На сегодняшний день карта Э. Кемпфера — единственная сохранившаяся карта XVII – XVIII вв., изображающая западный участок волжский дельты с точным расположением и наименованием протоков (направления течения и впадение в Каспийское море) и учугов (точное расположение и имущественная принадлежность). Этот источник подтверждает факт того, что учуги являлись в дельте Волги единственными населёнными пунктами — ориентирами для торговых и военных судов, следовавших по запутанным протокам дельты.

В представленной работе авторам удалось выполнить поставленные задачи. При работе с картой Э. Кемпфера были переведены с голландского на русский язык все надписи и интерпретированы топонимы на его

картах. Выполнена историко-географическая реконструкция водного маршрута следования путешественника. Судя по карте, Э. Кемпфер проходил на судне от г. Астрахани до Каспийского моря по «староволжскому» фарватеру, по которому ранее проходили Фёдор Котов (1623 г.), А. Олеарий (1637 г.), а впоследствии и К. де Бруин (1703 г.). Приведена новая интерпретация рабочих процессов на учуге, изображённых в книге Я. Стрейса: вылов, транспортировка и переработка рыбы. Установлена главная причина прекращения деятельности некоторых учугов — подъем уровня Каспийского моря в 40-х гг. XVIII в.—нач. XIX в. Определены местоположения рыбных промыслов (учугов) и сделана их привязка к современной карте дельты Волги. Предполагается, что информацию для составления карты волжской дельты, Кемпфер мог получить при расспросах местных жителей и от лоцмана, сопровождавшего его судно по дельтовым протокам.

### Библиографические ссылки

1. *Straussens J. J. Sehr schwere wiederwertige und Denckwiirdige Reysen Durch Italien, Griechen-land, Lifland, Moscau, Tartarey, Meden, Persien, Tiirckey, Ost-Indien, Japan und unterschied-liche andere... / Verziehret mit vielen schonen Kupffer-stiicken vom Authore selbst nach dem Leben gezeichnet; Aus dem Hollandischen iibergesetzt von A. Miiller. Amsterdam, 1678.*
2. *Олеарий А.* Описание путешествия в Московию / Пер. с нем. А. М. Ловягина. Смоленск: Русич, 2003. 480 с.
3. Три путешествия: По Италии, Греции, Лифляндии, Московии, Татарии, Мидии, Персии, Ост-Индии, Японии и различным другим странам. 1647–1673 / Я.Я. Стрейс // Пер. Э. Бородиной; Ред. А. Морозова; Введение: А. Гайсинович. М.: Соцэкгиз, 1935. 415 с.
4. Россия XVIII в. глазами иностранцев/Подготовка текста, вступительная статья и комментарии Ю. А. Лимонова. Л.: Лениздат, 1989. 544 с.
5. *Пальмов Н.* К истории рыбной промышленности в Астраханском крае в первой половине XVIII века // Наш край. 1924. № 4. С. 113–135.
6. *Шостьин Н. А.* Очерки истории русской метрологии. XI – начало XX века. М.: Издательство стандартов, 1975. 272 с.
7. Engelbert Kaempfers *Amoenitates exoticae von 1712: wissenschaftliche Innovation, humanistische Gelehrsamkeit und neulateinische Sprachkunst / hrsg. von Detlef Haberland. Wiesbaden: Harrassowitz, 2014. 304 p. DOI: 10.20378/irb-51730*
8. Engelbert Kaempfer, *Werke. Kritische Ausgabe in Einzelbänden. Herausgegeben von Detlef Haberland, Wolfgang Michel, Elisabeth Gössmann. Vol 6 Russland tagebuch 1683. München: Iudicum Verl., 2003. 331 p.*
9. *Lazar M.* The manuscript maps of Engelbert Kaempfer // *Imago Mundi.* 1982. Vol. 34. p. 66–71.
10. *Степанов И. В.* Хозяйственная деятельность Московского правительства в Нижнем Поволжье в XVII веке // Ленинградский государственный университет. Ученые записки. Серия исторических наук. № 48. Вып. 5. Л., 1939. С. 80–142.
11. *Варущенко С. И., Варущенко А. Н., Клиге Р. К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. М.: Наука, 1987. 239 с.

УДК 551.89

## НОВЫЕ ДАННЫЕ ОБ ИЗМЕНЕНИИ ОТНОСИТЕЛЬНОГО УРОВНЯ МОРЯ НА ОСТРОВЕ БОЛЬШОЙ СОЛОВЕЦКИЙ В РАННЕМ ГОЛОЦЕНЕ (БЕЛОЕ МОРЕ, РОССИЯ)

Ю. А. Кублицкий<sup>1)</sup>, Т. Ю. Репкина<sup>2),3)</sup>, А. В. Орлов<sup>1),3)</sup>,  
А. К. Крехов<sup>4)</sup>, В. В. Брылкин<sup>1)</sup>, Е. Д. Вяткин<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
Мойки 48, 191186, г. Санкт-Петербург, Россия, [uriy\\_87@mail.ru](mailto:uriy_87@mail.ru)

<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный переулок, дом 29, стр. 4, 119017,  
Москва, Россия, [t-repkina@yandex.ru](mailto:t-repkina@yandex.ru)

<sup>3)</sup>ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Английский проспект, д. 1, 190121,  
Санкт-Петербург, Россия, [95orlov@rambler.ru](mailto:95orlov@rambler.ru)

<sup>4)</sup>Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб.,  
д. 7–9, 199034, Санкт-Петербург, Россия

<sup>5)</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
Ленинские горы, д. 1, 119991, Россия, Москва, Россия

В статье представлены результаты полевых работ (2022-2023 гг.) на о. Большой Соловецкий (Белое море, Россия). Целью работ было выявление максимального уровня позднеледниковой трансгрессии и сроков начала регрессии раннего голоцена. Были выполнены отбор донных отложений озер для литологического описания и радиоуглеродного датирования, определение высоты урезов озер и древних береговых линий с помощью DGPS, а также георадиолокационное профилирование (георадар ОКО-3, антенны с частотой 50 и 250 МГц). Полученные результаты позволили сделать выводы о том, что максимальный уровень позднеледниковой трансгрессии не превышал 25 м относительно современного уровня моря; регрессия раннего голоцена началась ~10,9 тыс. лет.

**Ключевые слова:** донные отложения озер; относительный уровень моря; палеолимнология; Белое море; Соловецкий архипелаг; позднеледниковая трансгрессия; регрессия раннего голоцена.

## NEW DATA ON CHANGES IN RELATIVE SEA LEVEL IN THE BOLSHOY SOLOVETSKY ISLAND IN THE EARLY HOLOCENE (WHITE SEA, RUSSIA)

Yu. A. Kublitsky<sup>1)</sup>, T. Yu. Repkina<sup>2),3)</sup>, A. V. Orlov<sup>1),3)</sup>, A. K.  
Krekhov<sup>4)</sup>, V.V. Brylkin<sup>1)</sup>, E. D. Vyatkin<sup>5)</sup>

<sup>1)</sup>Herzen State Pedagogical University of Russia, 48 Moika Embankment, 191186, St.  
Petersburg, Russia, [uriy\\_87@mail.ru](mailto:uriy_87@mail.ru)

<sup>2)</sup>Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences, 29 Staromonetny Lane,  
building 4, 119017, Moscow, Russia, [t-repkina@yandex.ru](mailto:t-repkina@yandex.ru)

<sup>3</sup>*Federal State Budgetary Institution “VNIIOkeangeologia”, Angliyskiy Avenue, 1, 190121, St. Petersburg, Russia, [95orlov@rambler.ru](mailto:95orlov@rambler.ru)*

<sup>4</sup>*St. Petersburg State University, Universitetskaya Embankment, 7-9, 199034, St. Petersburg, Russia*

<sup>5</sup>*Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia*

The article presents the first results of field work (2022-2023) on Bolshoy Solovetsky Island (White Sea, Russia) aimed at identifying the maximum level of Late Glacial transgression and time of Early Holocene regression. The work included GPR profiling (GPR OKO-3, antennas with frequencies of 50 and 250 MHz), DGPS leveling, as well as the selection of lake sediments for analytical studies and radiocarbon dating. The results obtained allowed us to conclude that the maximum level of Late Glacial transgression did not exceed 25 m relative to modern sea level and the regression of the Early Holocene occurred ~ 10.9 ka cal BP.

**Keywords:** lake sediments; relative sea level; paleolimnology; White Sea; Solovetsky Archipelago; Late Glacial transgression; Early Holocene regression.

Соловецкие острова — архипелаг, расположенный в северной части Онежской губы Белого моря, на границе Балтийского щита и Русской плиты [1]. Архипелаг состоит из шести крупных и более чем 110 мелких островов, самый крупный остров - Большой Соловецкий (площадь ~ 225 кв. км) [2].

Историю позднеледникового развития Соловецких островов изучают более 200 лет. За это время были изучены рельеф полуострова и строение отложений террас (детальный обзор истории исследований приведен в [3]), в том числе выделены древние береговые линии [4]. Береговые линии на высотах 20.5-23.5 и 17-19 м над у.м. были соотнесены с позднеледниковой и среднеголоценовой (Тапес) трансгрессиями [4]. С 2000х годов проводятся работы по изучению изменения относительного уровня моря методом изолированных бассейнов [5-6]. Следы позднеледниковой трансгрессии были обнаружены в донных отложениях на о. Анзер на высоте ~21 м над у.м. [5]. Максимальный уровень трансгрессии Тапес был зафиксирован на о. Большой Соловецкий на высоте ~17 м над у.м. [6]. Тем не менее, максимальный уровень трансгрессий не был однозначно установлен. Таким образом, цель настоящего исследования – определить максимальный уровень и хронологию позднеледниковой трансгрессии, а также уточнить положение относительного уровня моря во время трансгрессии Тапес. Для достижения этой цели были исследованы два озера: Моренное и Рыбка, расположенные выше и ниже отчетливо выраженной в рельефе абразионной древней береговой линии.

*Методы исследования.* Полевые работы проводились в марте 2023 г. Георадарное профилирование осуществлялось георадаром Око 3 с

экранированной антенной 250 МГц (разрешающая способность 0.3 - 0.1 м) и неэкранированной антенной 50 МГц (разрешающая способность — 1.5-0.5 м). Профилирование выполнялось для определения оптимальной точки для пробоотбора. Донные отложения озер были отобраны русским буром, диаметр пробоотборной части 5 см, длина — 100 см. Выполнено литологическое описание донных отложений в соответствии с [7]. Возраст горизонтов, указывающих на ключевое изменение условий осадконакопления, был определен радиоуглеродным анализом. Абсолютные отметки уреза воды и древней береговой линии были определены с помощью DGPS PrinCe i50 (комплект база и ровер) с плановой и высотной точностью 3 и 5 мм соответственно.

*Результаты и обсуждение.* В ходе DGPS-профилирования была установлена высота урезов озер и разделяющей их береговой линии над уровнем моря (Балтийская система нормальных высот). Озеро Моренное расположено на высоте 26 м над у. м. в пределах холмистой моренной равнины, а озеро Рыбка на высоте 24 м над у. м., на днище плоской, заболоченной ложбины. Подножие абразионного уступа, ограничивающего ложбину, имеет в районе оз. Рыбка высоту 24-24.5 м. Георадиолокационное профилирование озер позволило выделить в основании их котловин неровную кровлю морены, поверх которого прослежены горизонты донных отложений. В точках с максимальной мощностью осадков был осуществлен пробоотбор. Донные отложения оз. Рыбка представлены снизу вверх серым глинистым алевритом, чередованием серого глинистого алеврита с темно-оливковой опесчаненной полосчатой гиттии, бурой гиттией. Общая мощность вскрытой толщи осадков составила 405 см. Донные отложения оз. Моренное представлены снизу вверх серым мелко-среднезернистым песком, торфом и бурой гиттией. Общая мощность вскрытой толщи составила 460 см. Таким образом, несмотря на близкое положение изученных озер (450 м), строение их нижней части принципиально отличается друг от друга.

На Соловецких островах отложения позднеледниковой трансгрессии практически не встречались. К ее отложениям относят серую глину, вскрытую в нижней части осадочной толщи оз. № 1 (урез - 21 м над у.м.) на о. Анзер, регрессивный контакт сформировался 10,2-11,2 тыс. л.н. [5]. Нижний горизонт вскрытых отложений оз. Рыбка (урез - 24 м над у.м.), представлен глинистым алевритом, и, формировался, по-видимому, в аналогичных условиях.

Таким образом, можно обоснованно предположить, что низ колонки формировался в условиях позднеледниковой трансгрессии. Выше по разрезу наблюдается чередование серого глинистого алеврита с темно-оливковой опесчаненной полосчатой гиттией. Аналогичных горизонт

называют «переходным» [6], он указывает на постепенную изоляцию котловины от крупного бассейна и встречается в большинстве озер, подвергшихся изоляции от моря [5,6,8,9]. Возраст этого переходного горизонта составляет ~10,9 тыс. кал. л.н., что не противоречит времени регрессии раннего голоцена на о. Анзер [5]. Выше залегают гиттии, характерные для озерного осадконакопления, без следов последующей трансгрессии среднего голоцена (Тапес).

Нижний горизонт вскрытых донных отложений оз. Моренное (высота 26 м над у.м.) представлен средне-мелкозернистыми песками. Аналогичные отложения были вскрыты в озерах, расположенных выше максимального уровня позднеледниковой трансгрессии (более 25 м) [5,6], их происхождение считают водно-ледниковым [6]. На песках залегают торф, маркируя собой повышение уровня грунтовых вод, что является косвенным подтверждением присутствия в непосредственной близости крупного водоема. Нижний горизонт торфа сформировался ~10,4 тыс. кал. л.н. Выше залегают озёрные гиттии.

Таким образом, по нашим данным верхняя граница позднеледниковой трансгрессии не была выше 24-25 м, регрессия раннего голоцена началась ~10,9 тыс. кал. л.н. Регрессия шла постепенно, на что указывает горизонтально слоистые отложения переходного горизонта. После изоляции озеро Рыбка более не заливалось морскими водами, о чем говорят ненарушенные типичные озерные отложения. Т.е. максимальный уровень трансгрессии Тапес на о. Большой Соловецкий превышал уровень 17 м, но не достигал 24 м. Для более детальной аналитики планируется применить диатомовый и геохимический анализы.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта РФФ № 22-17-00081, палеолимнологические исследования частично соответствуют теме ГЗ РГПУ им. А.И. Герцена № 2023-2025 VRFY-2023-0010.

### Библиографические ссылки

1. Макаров В. И., Шукин Ю. К., Юдахин Ф. Н. Позиция Соловецких островов в неотектонической структуре Беломорья, их природа и современная геодинамика // Литосфера. 2007. № 3. С. 86–94.
2. Природная среда Соловецкого архипелага в условиях меняющегося климата / ред. Ю. Г. Шварцман, И. Н. Болотов. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 2007. 184 с.
3. Авенариус И. Г. Морфоструктурный анализ при изучении культурного и природного наследия Западно-Арктического региона России. М.: Paulsen. 2008. 187 с.
4. Никишин Н. А. Особенности развития Соловецких островов в голоцене // Вестн. Моск. Ун-та. Сер. 5. География. 1984. № 5. С. 55-57.
5. Кузнецов Д. Д., Лудикова А. В., Субетто Д. А. и др. Хроно- и литостратиграфия озерных отложений острова Анзер (Соловецкие острова) в контексте послеледниковой истории Белого моря. Известия Российской академии

наук. Серия географическая. 2022;86(6):914–932. <https://doi.org/10.31857/S2587556622060085>

6. Субетто Д. А., Шевченко В. П., Лудикова А. В. и др. Хронология изоляции озер Соловецкого архипелага и скорости современного озерного осадконакопления // ДАН. 2012. Т. 446. № 2. С. 183–190.

7. Субетто Д. А. Донные отложения озер: палеолимнологические реконструкции. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2009. 348 с.

8. Леонтьев П. А., Субетто Д. А., Репкина Т. Ю и др. Реконструкция относительного перемещения уровня моря в голоцене на северо-западе Онежского полуострова (губа Конюхова, Белое море) на основе палеолимнологических исследований // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. Т. 86, № 6. С. 933–945

9. Kublitskiy Y., Repkina T., Leontiev P., Shilova O., Zaretskaya N., Gurinov A., Lugovoy N., Subetto D., Yakovleva A., Nam Seung Il, Ki Jung-Hyund, Son Yeong-Jud, Peretrakhina A. Reconstruction of Relative Sea-Level Changes Based on a Multiproxy Study of isolated basins on the Onega Peninsula (White Sea, Northwestern Russia) // Quaternary International. 2023. Volumes 644-645. P. 79-95. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1040618222001574>. DOI: 10.1016/j.quaint.2022.04.016.

УДК 551.4.02+551.89+550.8.028+550.8.838

## МАГНИТНЫЙ КЛЮЧ К ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПОЧВ И ОТЛОЖЕНИЙ

**В. А. Лобков<sup>1,2)</sup>, И. Г. Шоркунов<sup>1,2)</sup>, Е. В. Гаранкина<sup>1,2)</sup>,  
Е. Д. Шеремецкая<sup>2)</sup>, В. А. Шевченко<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,  
Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия <sup>2)</sup>Институт географии РАН,  
Старомонетный пер., 29/4, 119017, г. Москва, Россия, [vasilylobkov@igras.ru](mailto:vasilylobkov@igras.ru)

Рассмотрены информационная роль магнитной фракции почв и отложений, а также особенности ее изучения в условиях педолитокомплексов Валдайской перигляциальной зоны. Предложен алгоритм исследования магнитных свойств на различных масштабах, включая недостаточно используемый метод магниторазведки. Подчеркивается роль площадных магнитных исследований для определения пространственной организации почвенно-литологических толщ.

**Ключевые слова:** палеопочвы; покровные суглинки; перигляциальная зона; поздний плейстоцен; капаметрия; магниторазведка.

## MAGNETIC KEY TO THE SPATIAL ORGANIZATION OF SOILS AND SEDIMENTS

**V. A. Lobkov<sup>1,2)</sup>, I. G. Shorkunov<sup>1,2)</sup>, E. V. Garankina<sup>1,2)</sup>  
E. D. Sheremetskaya<sup>2)</sup>, V. A. Shevchenko<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, 119991, Moscow, Russia  
<sup>2)</sup>Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 29, 119017,  
Moscow, Russia, [vasilylobkov@igras.ru](mailto:vasilylobkov@igras.ru)

The informational role of the magnetic fraction of soil and sediments, as well as the features of its analysis in pedolithocomplexes of the Valdai periglacial area are considered. A multi-scale approach to magnetic properties analysis is proposed, including previously underutilized magnetic survey. The role of area studies of magnetic properties for determination of the spatial organization of soil-sediment sequences is emphasized.

**Keywords:** paleosols; cover loams; periglacial area; Late Pleistocene; kappametry; magnetic survey.

Магнитные методы исследований нашли широкое применение в области изучения четвертичных образований, особенно лито- и педостратиграфии, реконструкции природной среды и определения современной динамики ландшафтов. Роль магнитного носителя информации в почвах и отложениях играют ферримагнитные минералы железа [1]. При

обычно незначительном содержании в четвертичных осадочных породах магнитные оксиды железа обладают крайне высоким вкладом в магнитную восприимчивость и остаточную намагниченность. По происхождению в магнитной фракции различают первичную и вторичную части. По их соотношению в том или ином материале можно судить о процессах диагенеза и почвообразования. Особый интерес представляет аутигенная фракция, состоящая из суперпарамагнитных тонкодисперсных частиц магнетита и маггемита. Их формирование в субаэральных условиях связано с процессами окисления, зависящими от изначального запаса железа, гидрологического режима, климата, пожарной активности и времени [1, 2, 3, 4]. Кроме процессов химической трансформации *in situ* оксиды железа также подвержены вертикальному и латеральному перемещению, которое может их как рассеивать, так и концентрировать. В условиях преобладания аккумуляции сформировались высокоразрешающие магнитные записи внеледниковых лессовых областей Евразии, запечатлевшие смену природных обстановок в ледниково-межледниковом цикле [5, 6].

В то же время в более северных перигляциальных и ледниковых областях в условиях более сжатых толщ и многочисленных перерывов в осадконакоплении минералы железа были вовлечены в формирование более сложных записей, в которых разновременные признаки накладывались, видоизменяли и частично стирали друг друга. Так в том числе были сформированы позднеплейстоцен-голоценовые почвенно-литологические толщи возвышенностей центра Восточно-Европейской равнины, для которых отмечается высокая вертикальная и латеральная неоднородность, обилие реликтовых форм микрорельефа, педогенных и криогенных признаков [7]. Эта крупномасштабная дифференциация отразилась и на пространственном распределении магнитных свойств [8]. Таким образом, для достоверной интерпретации магнитных данных в подобных условиях становится критически важным учет пространственной вариации, обусловленной в том числе прошлыми условиями осадконакопления и почвообразования.

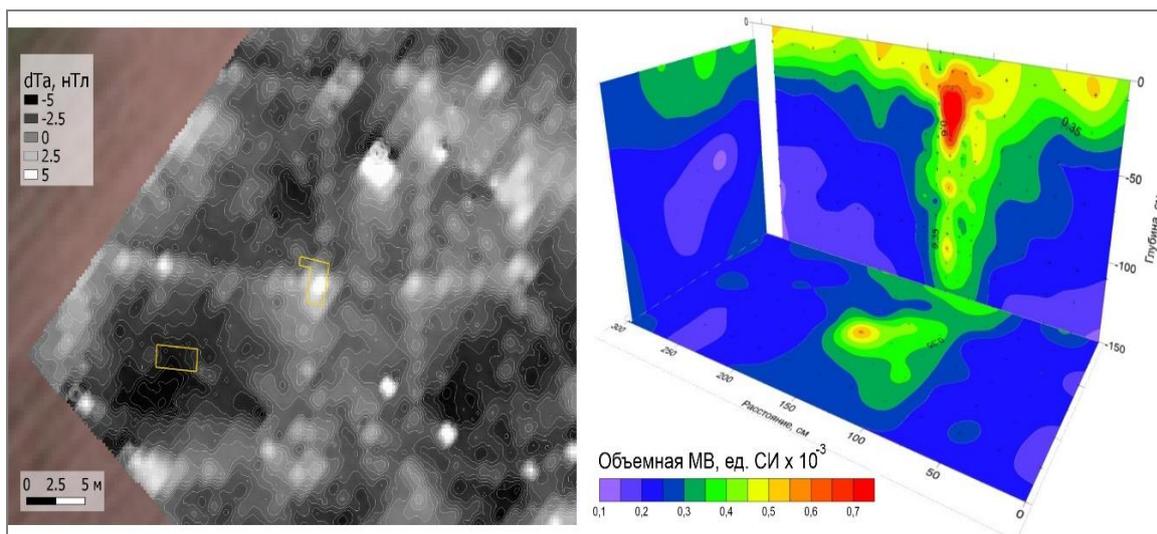
В ходе исследований последних лет мы предприняли попытку интегрировать магнитные методы в детальное исследование почвенно-литологических толщ междуречий севера Валдайской перигляциальной зоны в ряду масштабов [7, 9]. Для этого успешные наработки по изучению магнитной восприимчивости [6, 8] были соединены с гораздо менее распространенными в практике почвоведения и палеогеографии площадными магнитометрическими съемками.

В смежных областях исследований эти методы неразрывно связаны [10], однако в изучении почвенного покрова площадное измерение компонент магнитного поля Земли применяется единично [11]. Карты аномального магнитного поля, получаемые в результате детальной (расстояние между измерениями первые десятки см – первые м) площадной магниторазведки (проводимой с помощью квантовых магнитометров (например, Геодевайс «Quantummag») представляют объективный материал, на основании которого можно экстраполировать данные, полученные в отдельных выработках (шурфах, скважинах).

Особую ценность такой материал представляет на этапе выбора мест расположения выработок. Так, комплекс валдайских перигляциальных форм микрорельефа (полигонально-блочного, термокарстового и др.), зачастую нивелированный процессами естественного и антропогенного выравнивания, за счет сохранившихся в толще палеоструктур (например, псевдоморфоз по ледяным жилам) и почвенных тел формирует достаточный геофизический контраст для определения его пространственной конфигурации с точностью до первых десятков см (рис.). Высокая производительность метода позволяет изучать участки от первых тысяч до первых десятков тысяч м<sup>2</sup> в день.

При этом необходимо учитывать интегральный характер магнитных параметров, которые редко можно связать с единственным типом объектов и/или процессом. Для этого магнитная съемка калибруется детальной каппаметрией (измерением магнитной восприимчивости). Мы используем съемку объемной магнитной восприимчивости с помощью полевого каппаметра (например, SatisGeo КМ-7) по регулярной сети измерений с шагом 10-30 см на вертикальных и горизонтальных срезах шурфов, что позволяет накапливать статистику для макроморфологических выделов (рис.).

В свою очередь, полевая каппаметрия заверяется лабораторными измерениями удельной магнитной восприимчивости (пересчитанной на вес образца). Измерение этого параметра на разных двух частотах (например, 500 и 4000 Гц) позволяет рассчитать частотно-зависимую магнитную восприимчивость. С ее помощью полуколичественно оценивается доля суперпарамагнитной тонкодисперсной фракции, что позволяет судить об условно лито-, пиро- и педогенном вкладе в магнитные параметры [3, 4].



Пространственные вариации магнитных параметров (Суздальское ополье): фрагмент карты аномального магнитного поля с тетрагональной системой положительных магнитных аномалий, унаследованной от изначальных понижений полигонального-блочного микрорельефа (слева) и повышение магнитной восприимчивости, приуроченное к палеокриогенной структуре (справа).

Более детальное исследование, направленное на определение генезиса и минерального магнитной фракции, предполагает измерение других магнитных параметров, мессбауэровскую спектроскопию, определение содержания соединений железа, а также непосредственное изучение магнитных частиц с помощью электронной микроскопии [12].

### Библиографические ссылки

1. *Водяницкий, Ю. Н.* Минералы железа как память почвенных процессов / Память почв: почва как память биосферно-геосферно-антропоферных взаимодействий // Отв. ред. В. О. Таргульян, С. В. Горячкин. М.: ЛКИ, 2008. С. 289-313.
2. *Бабанин В. Ф., Трухин В. И., Карпачевский Л. О.* Магнетизм почв. М. Ярославль, 1995. 222 с.
3. *Dearing, J. A., Dann, R. J. L., Hay, K., Lees, J. A., Loveland, P. J., Maher, B. A., O'Grady, K.* Frequency-dependent susceptibility measurements of environmental materials // *Geophys. J. Int.* 1996. 124. P. 228-240.
4. *Jordanova, D., Jordanova, N., Barrón, V., and Petrov, P.* The signs of past wildfires encoded in the magnetic properties of forest soils // *Catena.* 2018. 171. P. 265-279.
5. *Maher B. A.* The magnetic properties of Quaternary aeolian dusts and sediments and their palaeoclimatic significance // *Aeolian Res.* 2011. 3. P. 87-144.
6. *Алексеев А. О., Калинин П. И., Алексеева Т. В.* Почвенные индикаторы параметров палеоэкологических условий на юге Восточно-Европейской равнины в четвертичное время // *Почвоведение.* 2019. № 4. С. 389-399.
7. *Garankina E. V., Lobkov V. A., Shorkunov I. G., Belyaev V. R.* Identifying relict periglacial features in watershed landscape and deposits of Borisoglebsk Upland, Central European Russia // *Journal of Geological Society.* 2022. 179.

8. *Ваганов И. М., Алексеев А. О.* Магнитная восприимчивость в оценке пространственной и профильной неоднородности почв, обусловленная палеоэкологическими факторами // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2015. № 5. С. 99–106.

9. Valдай Periglacial Field Symposium Guidebook, 27–30 Aug 2023 [El. ed.]. М.: IGRAS. 2023.

10. *Матасова Г. Г., Казанский А. Ю., Позднякова О. А.* Опыт использования петромагнитного метода для оценки перспектив применения магниторазведки на территории археологических памятников Барабинской лесостепи // Физика Земли. 2016. № 6. С. 1–14.

11. *Коснырева М. В., Золотая Л. А.* Геофизические методы в почвоведении. 2011. Lambert Academic Publishing. 132 с.

12. *Hounslow M. W., Maher B. A.*, 1999. Laboratory procedures for quantitative extraction and analysis of magnetic minerals from sediments. In: Environmental Magnetism, a Practical Guide, 6, P. 139–164.

УДК 502.33

## **ПЕРСПЕКТИВЫ СОЗДАНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО МАРШРУТА ПО БЕРЕЗИНСКОЙ ВОДНОЙ СИСТЕМЕ КАК СВЯЗУЮЩЕГО ОБЪЕКТА В ФОРМИРОВАНИИ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА ЛЕПЕЛЬСКО-ЧАШНИКСКО-БЕШЕНКОВИЧСКОГО РЕГИОНА**

**К. А. Макар, А. Е. Яротов, Н. В. Гагина**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, [kristina.mazurina.02@mail.ru](mailto:kristina.mazurina.02@mail.ru), [ruyarotau@gmail.com](mailto:ruyarotau@gmail.com), [hahina@bsu.by](mailto:hahina@bsu.by)*

Исследованы перспективы создания туристического маршрута по Березинской водной системе в целях формирования устойчивого туризма в пределах Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона Витебской области Беларуси. Определен потенциал и возможности по созданию данного маршрута. Составлена картосхема с отображением туристического потенциала водной системы.

**Ключевые слова:** Березинская водная система; туристический маршрут; каналы; реки; сплав на байдарках.

## **PROSPECTS FOR CREATING A TOURIST ROUTE ALONG THE BEREZINSKAYA WATER SYSTEM AS A CONNECTING OBJECT IN THE FORMATION OF SUSTAINABLE TOURISM IN THE LEPEL-CHASHNIKI-BESHENKOVICHI REGION**

**K. A. Makar, A. E. Yarotau, N. V. Hahina**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus, [kristina.mazurina.02@mail.ru](mailto:kristina.mazurina.02@mail.ru), [ruyarotau@gmail.com](mailto:ruyarotau@gmail.com), [hahina@bsu.by](mailto:hahina@bsu.by)*

The prospects for creating a tourist route along the Berezinskaya water system have been explored in order to create sustainable tourism within the Lepel-Chashniki-Beshenkovichi region of the Vitebsk Oblast of Belarus. The potential and possibilities for creating this route have been determined. A mapscheme has been compiled showing the tourism potential of the water system.

**Key words:** Berezinskaya water system; a tourist route; channels; rivers; kayaking.

Одним из их связующих объектов, который может послужить для создания единого туристического пространства и развития Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона, является Березинская водная система.

Березинская водная система представляет собой искусственный водный путь, соединяющий реку Березину с рекой Западной Двиной.

проходит по Лепельскому, Чашникскому, Бешенковичскому и частично по Докшицкому районам Витебской области Республики Беларусь.

Она была построена в 1797-1805 гг., на месте, унаследованном с периода великого переселения народов, древнего торгового пути «из варяг в греки» или еще более древнего Янтарного пути, связывающего всю территорию рассматриваемого региона в единое целое [1].

Целью сооружения системы был вывоз строевого леса из северной части Минской губернии в Ригу. Создание Березинской водной системы – огромная по тем временам работа, потребовавшая расширения и спрямления берегов рек, прокладки 6 каналов, возведения 14 шлюзов и 6 плотин. Начиналась водная система устьем Сергучского канала и заканчивалась устьем реки Уллы [2].

Общая длина системы (рис. 1) составляет около 169,8 км.

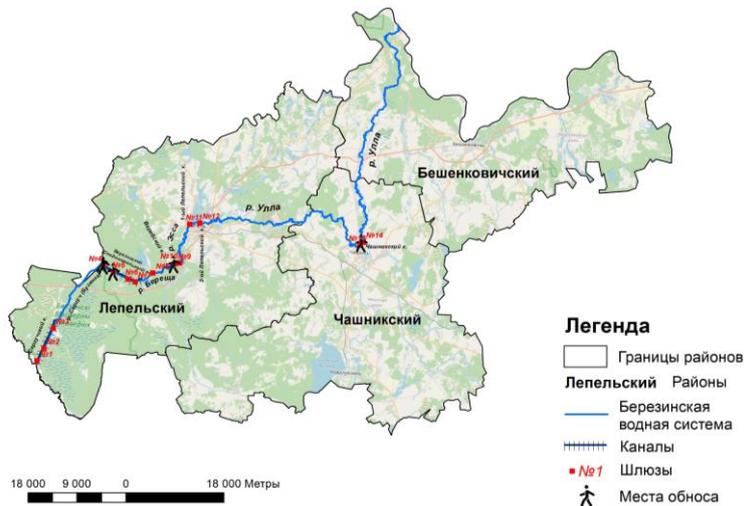


Рис. 1. Картограмма Березинской водной системы

Водный путь берет своё начало при впадении в р. Березину вод р. Сергуч (Бузянка) через Сергучский канал (соединяет сплавную часть р. Сергуч (Бузянка) с несплавной), который имеет длину около 9 км и на котором было построено 3 шлюза. Далее система идет по р. Сергуч (Бузянка), проходит через озера Манец и Плавно (водораздельный бьеф системы), по Березинскому (Соединительному) каналу (4 шлюза; 7,5 км), озеру Береща, реке Береща. Далее следует Веревский канал (2 шлюза; 2,6 км; построен в обход несплавной части р. Береща), р. Эсса, оз. Прошо, 1-ый Лепельский канал (2 шлюза; 0,3 км; построен в обход несплавной части р. Эсса), Лепельское озеро, 2-ой Лепельский канал (1 шлюз; 0,2 км; деривационный для судового хода), р. Улла, Чашникский канал

(2 шлюза; 1,2 км; спрямляющий несудоходную часть р. Улла), снова по р. Улла и до р. Западная Двина [3, 4].

До 1817 г. по Березинской системе, кроме сплава леса, осуществлялось судоходство: здесь ходили барки, полубарки, байдаки и лодки, нагруженные хлебом, солью, крупой и проч. Затем только одностороннее движение — сплав леса до Риги. В конце XIX в. конкуренция железных дорог, чрезмерная вырубка лесов, обмеление рек и озер привели к упадку системы [5, с. 384; 6].

В годы Великой Отечественной войны ее шлюзы были взорваны. В послевоенное время некоторые шлюзы системы были восстановлены и стали частью гидрографической сети Березинского биосферного заповедника, в настоящее время практически все шлюзы находятся в разрушенном виде [7]. Некогда оживленная водная трасса полностью утратила свое лесосплавное и транспортное значение (сплав леса по системе прекратился в 1950-х годах, по Березине — в 1975-м) и для судоходства непригодна [2].

Однако, вместе с этим, на сегодняшний день комплекс шлюзов и каналов Березинской водной системы представляет собой особый историко-культурный объект и явление промышленных традиций и инженерного зодчества.

Этот природно-исторический памятник гидротехнического строительства также представляет особый интерес для продвижения культурно-познавательного туризма и активного туризма.

В настоящее время часть каналов используется туристами для сплавов на байдарках. В 1995 и 1996 гг. по инициативе отдела культуры Лепельского райисполкома и краеведческого музея была организована комплексная экспедиция — за два летних сезона она прошла путь от Сергучского канала до устья Уллы. В 2011 г. ГНПО «НПЦ Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» была организована водная экспедиция по системе при содействии института истории НАН Беларуси и Березинского Биосферного заповедника.

Опыт экспедиций показал весьма затруднительную проходимость системы, в связи с тем, что некоторые участки рек, каналов и даже озер обмелели, заросли, загромождены упавшими деревьями и сплавинами.

В связи с установленным природоохранным режимом на территории Березинского биосферного заповедника, прохождение Березинской водной системы на его территории возможно только в рамках туристического байдарочного маршрута заповедника «Секреты заповедных озер».

Для использования Березинской водной системы в качестве водного туристического маршрута Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона целесообразно развивать «северный вектор» маршрута,

проходящий через р. Улла. На р. Улла весеннее половодье наступает с конца марта и продолжается до начала мая. Летне-осенняя межень выражена слабо в связи с зарегулированностью стока Лепельской ГЭС.

Лучшим временем для сплава на байдарках по системе будет период с начала апреля по конец июня, эту часть системы можно пройти за несколько дней.

Березинскую водную систему можно использовать не только в качестве водного маршрута, но и в качестве велосипедного и пешего, так как на территории районов, по которой она проходит, имеются природные и историко-культурные объекты показа. Выявленные в пределах районов объекты включают 18 природных, 335 историко-культурных материальных и 21 нематериальных объектов. На картосхеме (рис. 2) представлены 15 природных, 158 историко-культурных материальных и 5 нематериальных объектов, имеющих точную геопривязку. Наибольшая концентрация объектов различных категорий по линии водной системы наблюдается в городах Лепель и Чашники.



Рис. 2. Картосхема объектов Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона

Одним из интересных для посещения туристов мест, в рамках прохождения маршрута по Березинской водной системе, станет краеведческий музей в г. Лепель, в котором размещена экспозиция создания этого инженерно-водохозяйственного сооружения. Объекты туристического показа региона могут рассматриваться как

потенциальные для включения в областной туристический маршрут «Васильковский край», который начал разрабатываться в 2021 г.

Таким образом можно заключить, что Березинская водная система обладает значительным потенциалом для создания по ней туристического маршрута, он может быть как водным (в весенне-летний сезон), так велосипедным и пешим. Большой интерес представляет организация смешанных маршрутов, проходящим через природные и историко-культурные объекты, что объединит активный отдых и культурно-познавательный туризм и поможет в формировании устойчивого туризма в пределах Лепельско-Чашникско-Бешенковичского региона.

Вместе с этим необходимо отметить, что потенциал Березинской водной системы на сегодняшний день в полной мере не используется, при этом растет численность отдыхающих, тяготеющих к активному отдыху, водным и велосипедным маршрутам.

### Библиографические ссылки

1. Гагина, Н. В., Яротов А. Е. Стратегические направления территориальной организации туризма в Лепельском районе Республики Беларусь / Н. В. Гагина, А. Е. Яротов // Географические исследования в контексте социально-экономического развития регионов: материалы Международной научно-практической конференции, Грозный, 26 – 27 мая 2023 г. Грозный : тзд-во ФГБОУ, 2023. С.90-93.

2. Березинская водная система [Электронный ресурс]. URL: <https://www.berezinsky.by/priroda/berezinskaya-vodnaya-sistema/?ysclid=lsg2xn508s76202689> (дата обращения: 05.02.2024).

3. Березинская водная система [Электронный ресурс]. URL: <http://lepel.museum.by/en/node/69709> (дата обращения: 05.02.2024).

4. Буевич, Т. В. Документы архивного фонда «Березинский технический участок управления государственного речного транспорта северо-западного бассейна» как источник изучения Березинской водной системы в 1918-1930 гг. / Т. В. Буевич // Актуальные проблемы источниковедения : материалы V Междунар. науч.-практ. конф. к 110-летию Витебской ученой архивной комиссии, Витебск, 25-27 апреля 2019 г. Витебск : ВГУ имени П. М. Машерова, 2019. С. 110-113.

5. Энциклапедыя прыроды Беларусі / рэдкалегія: І. П. Шамякін (галоўны рэдактар) [і інш.]. Т. 1 : Ааліты–Гасцінец. Мінск : Беларуская Савецкая Энциклапедыя імя Петруся Броўкі, 1983. 574 с.

7. Россия. Полное географическое описание нашего отечества. / под ред. В. П. Семенова. С. Петербург: А. Ф. Девриена, 1905. Т. 9. С. 332.

8. Березинская водная система: история создания и эксплуатации [Электронный ресурс]. URL: [https://waterways.ru/wp-content/uploads/2018/03/ags\\_21\\_10.pdf](https://waterways.ru/wp-content/uploads/2018/03/ags_21_10.pdf) (дата обращения: 05.02.2024).

УДК 378.14: 50: 574: 908: 929(476)

**МЕЖКАФЕДРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР – КАФЕДРА ЮНЕСКО ПО  
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ КАК  
ПЛОЩАДКА ДЛЯ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАНИЯ**

**Е. В. Матюшевская, О. В. Синчук**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск,  
Беларусь, [katerina.vm@gmail.com](mailto:katerina.vm@gmail.com), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

Представлены сведения о мировой программе УНИТВИН/кафедры ЮНЕСКО. Рассмотрена важность создания Межкафедрального центра – Кафедры ЮНЕСКО по естественно-научному образованию для совершенствования и повышения качества образовательного процесса, организации научных исследований, в том числе междисциплинарных. В статье рассматриваются основные результаты работы Кафедры ЮНЕСКО за 2023 г., а также актуальные цели, задачи и направления развития подразделения.

**Ключевые слова:** образовательная деятельность; кафедра ЮНЕСКО; научно-исследовательская работа; междисциплинарные исследования; англоязычные программы.

**UNESCO CHAIR IN SCIENCE EDUCATION WITH EMPHASIS ON  
NATURAL SCIENCES AS A PLACE FOR INTERDISCIPLINARY  
RESEARCH AND EDUCATIONAL DEVELOPMENT**

**K. V. Matsiusheuskaya, A. V. Sinchuk**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus,  
[katerina.vm@gmail.com](mailto:katerina.vm@gmail.com), [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com)*

Information about the UNITWIN/UNESCO Chairs Program is presented. The importance of the creation of the UNESCO chair in science education with emphasis on natural sciences the quality of the educational process, organization of scientific research, including interdisciplinary. The article discusses the main results of the UNESCO chair for 2023, as well as the current goals, objectives and directions of the unit's development.

**Keywords:** educational activities; UNESCO Chair; research work; interdisciplinary research; English-language programs

Программа УНИТВИН/кафедры ЮНЕСКО (UNITWIN/UNESCO Chairs Programme) мобилизует опыт высших учебных заведений и

исследовательских учреждений для решения взаимозависимых проблем современного мира. Данная программа реализуется с 1992 г. с целью развития интегрированной системы исследований, обучения и деятельности в различных областях путем создания университетских сетей и поощрения межуниверситетского сотрудничества посредством передачи знаний и опыта через границы [1].

На 2023 г. в мире зарегистрировано и функционирует 947 кафедр ЮНЕСКО и 40 сетей УНИТВИН из 119 стран мира по различным направлениям, в Беларуси — 7 кафедр, в комплексе Белорусского государственного университета — 2 кафедры [2].

В настоящее время наиболее успешным проектом в области высшего образования, реализуемым ЮНЕСКО, является Международная программа, направленная на усиление сотрудничества между университетами развитых и развивающихся стран УНИТВИН. Программа УНИТВИН/кафедры ЮНЕСКО выступает в качестве основного инструмента установления тесного взаимовыгодного взаимодействия между образовательными организациями (высшее образование) и научно-исследовательскими центрами посредством проведения совместных научных исследований, образовательных программ, ведения совместной информационной деятельности в интересах устойчивого развития [3].

Деятельность кафедр ЮНЕСКО направлена на создание инновационных образовательных программ и продвижение передового опыта в организации образовательной деятельности [1, 4], а также осуществлять вклад в развитие образовательных и научных программ в сфере природного и культурного наследия [4].

4 марта 2011 г. между Организацией Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) и Белорусским государственным университетом было подписано Соглашение в рамках которого на базе университета будет создан Межкафедральный центр – Кафедра ЮНЕСКО по естественно-научному образованию [5].

В соответствии с Приказом ректора БГУ №363-ОД от 12.09.2011 года в БГУ создан Межкафедральный центр – Кафедра ЮНЕСКО по естественно-научному образованию (далее – кафедра ЮНЕСКО БГУ) с целью создания междисциплинарного научно-образовательного центра [6].

Конкретные цели деятельности кафедры ЮНЕСКО БГУ, помимо других, являются: подготовка квалифицированных специалистов в области естественных наук с международным опытом и навыками в научно-методических исследованиях; привлечение молодых талантливых ученых к изучению естественных наук и стимулирование их активного участия в интеллектуальных конкурсах; практические занятия студентов и школьников в национальных биосферных заповедниках — в качестве

учебных лабораторий для обучения, пропаганды и расширения знаний в области естественных и экологических наук [7].

С 2023 года деятельность кафедры ЮНЕСКО БГУ осуществляется на базе факультета географии и геоинформатики. Выбор факультета географии и геоинформатики для его размещения обусловлен статусом факультета как единственного в Беларуси центра непрерывного географического образования, практикоориентированности, научности, междисциплинарности его научно-исследовательской и образовательной деятельности. Формат межкафедрального центра позволит обеспечить кафедре ЮНЕСКО БГУ наиболее полное и успешное выполнение, стоящих перед ней целей и задач по подготовке высококвалифицированных кадров в области инновационных образовательных технологий, охраны окружающей среды, рационального природопользования и устойчивого развития. В условиях широкого распространения экологической повестки, с учетом необходимости сохранения и поддержания продуктивных и доброжелательных международных контактов, деятельность кафедры ЮНЕСКО БГУ станет площадкой для научного творчества, сохранения национального природного богатства и развития патриотической молодежной инициативы.

Деятельность кафедры ЮНЕСКО БГУ направлена на способствование реализации внутреннего потенциала интернационализации образования, формированию имиджа факультета географии и геоинформатики Белорусского государственного университета как значимого регионального центра географического образования и географических исследований и, в целом, достижению стратегических целей Белорусского государственного университета по расширению его присутствия в мировом академическом пространстве и развитию международных коммуникаций, формированию устойчивого положительного имиджа бренда Белорусского государственного университета за рубежом.

Для достижения поставленных целей кафедра ЮНЕСКО БГУ решает следующие задачи:

- актуализация естественно-научного образования в контексте устойчивого развития на основе междисциплинарного подхода путем разработки и реализации совместных образовательных программ общего высшего и углубленного высшего образования, в том числе англоязычной магистратуры, в коллаборации, в частности, с факультетом журналистики, экономическим факультетом, факультетом социокультурных коммуникаций Белорусского государственного университета;

- осуществление научной и образовательной деятельности в области изучения и сохранения природного потенциала, защиты и

восстановления экосистем, рационального природопользования и сохранения биоразнообразия;

- распространение результатов научных исследований профессорско-преподавательского состава и обучающихся;

- привлечение к научной и методической работе кафедры с целью достижения Целей устойчивого развития профессорско-преподавательского состава и обучающихся Белорусского государственного университета, а также других университетов и исследовательских центров, использование результатов научных исследований в образовательном процессе;

- содействие развитию международного научного сотрудничества Белорусского государственного университета с ЮНЕСКО;

- налаживание связей с высшими учебными заведениями и научными организациями в Республике Беларусь и за рубежом, занимающимися обучением и научными исследованиями в сфере интересов кафедры;

- содействие развитию регионального и международного междууниверситетского сотрудничества в целях развития преподавания и научных исследований в области естественных наук на основе междисциплинарного подхода.

При участии сотрудников кафедры ЮНЕСКО БГУ в 2023 году при участии Межкафедрального центра – Кафедры ЮНЕСКО по естественно-научному образованию был организован и успешно проведен IV Республиканский научно-методический семинар работников средней и высшей школы «Педагогическая мастерская MASTER GEO – 2023», направленный на повышение качества географического образования путем обмена практическим и теоретическим опытом педагогов средней и высшей школы Беларуси и дружественных стран. Члены кафедры ЮНЕСКО БГУ куратор декан факультета географии и геоинформатики Елена Кольмакова, координатор Екатерина Матюшевская, преподаватели кафедры физической географии мира и образовательных технологий, кафедры социальной и экономической географии, кафедры общего земледения и гидрометеорологии и кафедры геоэкологии – обеспечили реализацию образовательных программ углубленного высшего образования для иностранных обучающихся (КНР) на английском языке, основанных на принципах межфакультетского сотрудничества: в 2023 году на специальности «Журналистика» совместно с факультетом журналистики впервые открыта подготовка магистрантов на профилизации «Журналистика в межкультурной и геополитической коммуникации» («Journalism in intercultural and geopolitical communication»), а на специальности «Экономика» впервые совместно с экономическим факультетом – подготовка магистрантов на профилизации «Зеленая экономика и устойчивое развитие организации» («Green Economy and Sustainable

Development of an Organization»)). Также впервые у иностранных граждан появилась возможность обучения в магистратуре на специальности «Гидрометеорология» на профилизации «Управление водными ресурсами и климатические риски» («Water resources management and climate risks»)).

С целью поддержания активного развития сотрудничества БГУ с высшими учебными заведениями стран Африканского континента, в рамках которого большое внимание уделяется установлению прямых рабочих контактов с представителями африканских университетов, а также обмену мнениями и обсуждению сотрудничества в области образования и науки, члены кафедры ЮНЕСКО приняли активное участие в серии семинаров руководителей и представителей кафедр ЮНЕСКО и международных экспертов, посвященных развитию высшего образования и сохранению природного и культурного наследия Африки. 21 сентября в рамках проекта «Преобразование знаний для будущего Африки» коллектив кафедры участвовал в рассмотрении стратегии укрепления высшего образования в Африке, 2 ноября обсудил с зарубежными коллегами проблемы сохранения богатого и разнообразного культурного и природного наследия Африканского континента. 30 ноября кафедра приняла участие в вебинаре «Продвижение рекомендации по открытым образовательным ресурсам (OER)» с активной дискуссией по вопросам обеспечения равных возможностей по доступу к качественному образованию для всех, 5 декабря – в вебинаре «Продвижение размышлений и действий по этике искусственного интеллекта». 13 декабря члены кафедры ЮНЕСКО по естественно-научному образованию приняли участие в работе семинара «Расширение возможностей африканской науки: расширение исследований и сотрудничества посредством удаленного доступа и сетей», на котором были рассмотрены перспективы развития межконтинентального сотрудничества, расширения прав и возможностей исследователей и преодоления барьеров на пути научных инноваций.

Научно-исследовательская работа кафедры ЮНЕСКО БГУ направлена на осуществление междисциплинарных изысканий. С этой целью в 2023 г. осуществлялись исследования в следующих областях: биогеографии, бионики (биомиметики, биомимикрии), биоэкологии, палеозоологии и другие.

Деятельность Межкафедрального центра – Кафедры ЮНЕСКО БГУ направлена на всестороннее повышение качества естественно-научного образования, усиление его конкурентоспособности в Беларуси и за рубежом. При этом планируется налаживание сотрудничества со всеми кафедрами ЮНЕСКО, которые имеют соответствующий профиль деятельности и заинтересованы в совместной образовательной и научно-практической деятельности.

## Библиографические ссылки

1. Guidelines and procedures for the UNITWIN/UNESCO Chairs Programme [Electronic resource]. 2022. URL: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000380998> (date of access: 15.02.2024).
  2. UNESCO Chairs and UNITWIN Networks [Electronic resource]. URL: [https://en.unesco.org/sites/default/files/list\\_of\\_unesco\\_chairs\\_unitwin\\_networks\\_14\\_march\\_2023.pdf](https://en.unesco.org/sites/default/files/list_of_unesco_chairs_unitwin_networks_14_march_2023.pdf) (date of access: 10.02.2024).
  3. *Саямов Ю. Н., Теплов Ю. И.* ЮНЕСКО и цели устойчивого развития ООН // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. 2020. № 4. С. 96–106.
  4. *Монахов В. М.* Программа УНИТВИН/Кафедры ЮНЕСКО и их роль в сохранении и развитии природного и культурного наследия // Природное и культурное наследие: междисциплинарные исследования, сохранение и развитие. СПб: Изд-во РГПУ им. А. И. Герцена, 2018. С. 75–78.
  5. Agreement concerning the establishment of a UNESCO Chair in Science Education with Emphasis on Natural Sciences at Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus [Electronic resource]. URL: <https://bsu.by/upload/page/256243.pdf> (date of access: 12.02.2024).
  6. *Абламейко С. В., Самахвал В. В., Корчалова Н. Д.* Белорусский государственный университет: новый этап становления и развития // Вестник Волгоградского государственного университета. 2013. № 1. С. 2–43.
- Рыбьянец Н.* Белорусский Национальный комитет по программе ЮНЕСКО «Человек и биосфера»: развитие и современное состояние // Биосферные резервы для будущих поколений: образования для развития человеческого капитала в Японии, России и Беларуси. Канадзава: Университетом

УДК 911.2+911.9

## БИОИНДИКАЦИЯ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОБЛЕМ ОЗЕЛЕНЕНИЯ МИНСКА

**В. В. Махнач**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [mahnachv@bsu.by](mailto:mahnachv@bsu.by)*

Исследована проблема озеленения Минска. Картирование данных по загрязнению воздуха позволило выявить локализацию напряжения. На основе данных НАН Беларуси выявлены наиболее устойчивые виды растений и растения очистители, современные исследования дают новые представления о формировании продуманных зон зеленого строительства агломерации.

**Ключевые слова:** озеленение; лишеноиндикация; газопоглотительная функция; санитарные функции.

## BIOINDICATION AS A METHOD FOR ASSESSING LANDSCAPING PROBLEMS OF MINSK

**V. V. Makhnach**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus,  
[mahnachv@bsu.by](mailto:mahnachv@bsu.by)*

The problem of landscaping in Minsk has been studied. Data mapping made it possible to identify the localization of air pollution stress. The National Academy of Sciences of Belarus identified the most resistant plant species and purifying plants based on data. Modern research provides new ideas about the formation of thoughtful green building zones in the agglomeration.

**Key words:** landscaping; lichen indication; gas absorption function; sanitary functions.

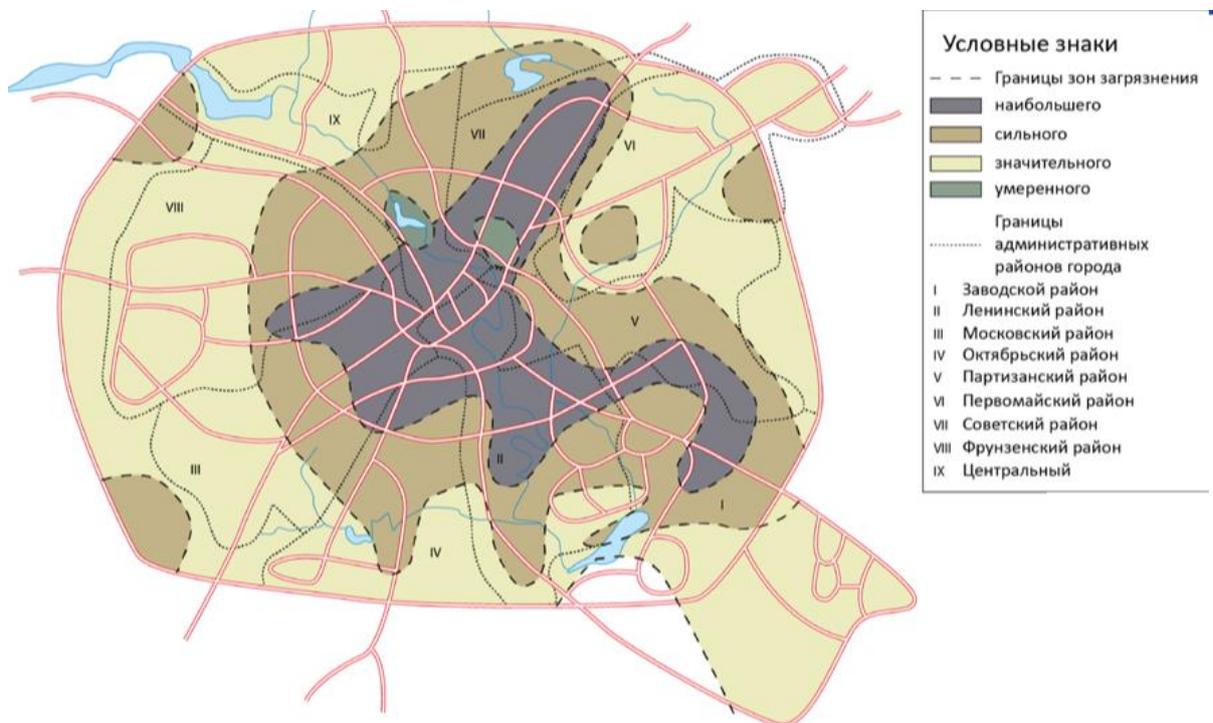
Зеленые насаждения — неотъемлемый элемент урбанизированной среды, выполняющий важные санитарно-гигиенические, рекреационные, структурно-планировочные, декоративно-художественные функции.

Суммарная эффективность выполнения зелеными насаждениями санитарно-гигиенических функций определяется их кислородопродуктивностью, газопоглотительными, пылеосаждающими, климаторегулирующими, шумозащитными свойствами, которые зависят от породного состава, структуры посадок, возраста и состояния растительности, размеров и конфигурации участков озеленения. Основная цель исследования

заключается в выявлении проблем озеленения города и предложении рекомендаций по их решению на основе данных, полученных с помощью биоиндикации.

На распределение загрязняющих веществ на территории города влияют различные природные факторы: рельеф местности, перенос воздушных масс, характер атмосферных осадков.

Результаты картирования загрязненности атмосферного воздуха в Минске с помощью лишеноиндикации имеют ценное значение. Лишеноиндикационные исследования в Минске начались еще в 1980-ых гг. и продолжаются по настоящее время. Основными источниками загрязнения воздуха являются крупные промышленные предприятия, а также магистрали, по которым проходит основной грузопоток.

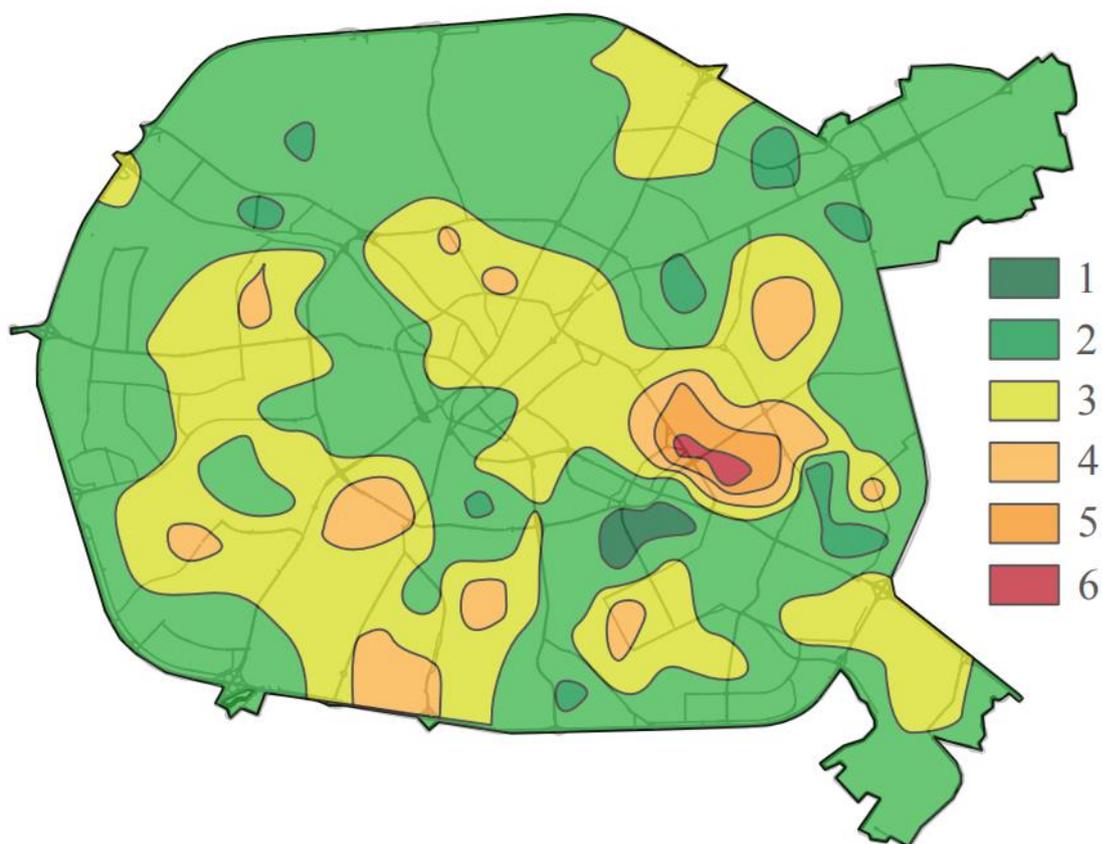


*Рис. 1.* Загрязнения воздуха Минска по данным лишеноиндикации, 1986 г. [1]

Шуканов А. С. и Рыковский Г. Ф. [1] в 1986 г. выделили 4 зоны загрязнения (рис.1) со следующими характеристиками: 1. Зона наибольшего загрязнения: центр города и юго-восточные районы. Здесь расположено много промышленных предприятий, проходят крупные автомагистрали. Зеленые насаждения не справляются с санитарной функцией, уровень загрязнения здесь наивысший. Для этой зоны характерно либо полное отсутствие лишайников, либо они находятся в очень угнетенном состоянии; 2. Зона сильного загрязнения.

Промышленных предприятий, способных оказывать сильное воздействие на живые организмы, здесь мало. Зеленые насаждения не в полной мере справляются с санитарной функцией. Общее покрытие лишайниками 35-40 %; 3. Зона умеренного загрязнения. Крупные источники загрязнителей отсутствуют или единичны. Покрытие лишайниками высокое — иногда достигает 80 %; 4. Зоны с относительно чистым воздухом представлены основными лесными участками по окраине города (окрестности возле водохранилища «Дрозды» и поселка Степянка) и лесопарками в центре. Эти зоны отличаются высоким покрытием стволов лишайниками (60-100 %).

Наиболее важной работой по биоиндикации начала 2000-ых гг. стала работа Л. А. Кравчук [2].



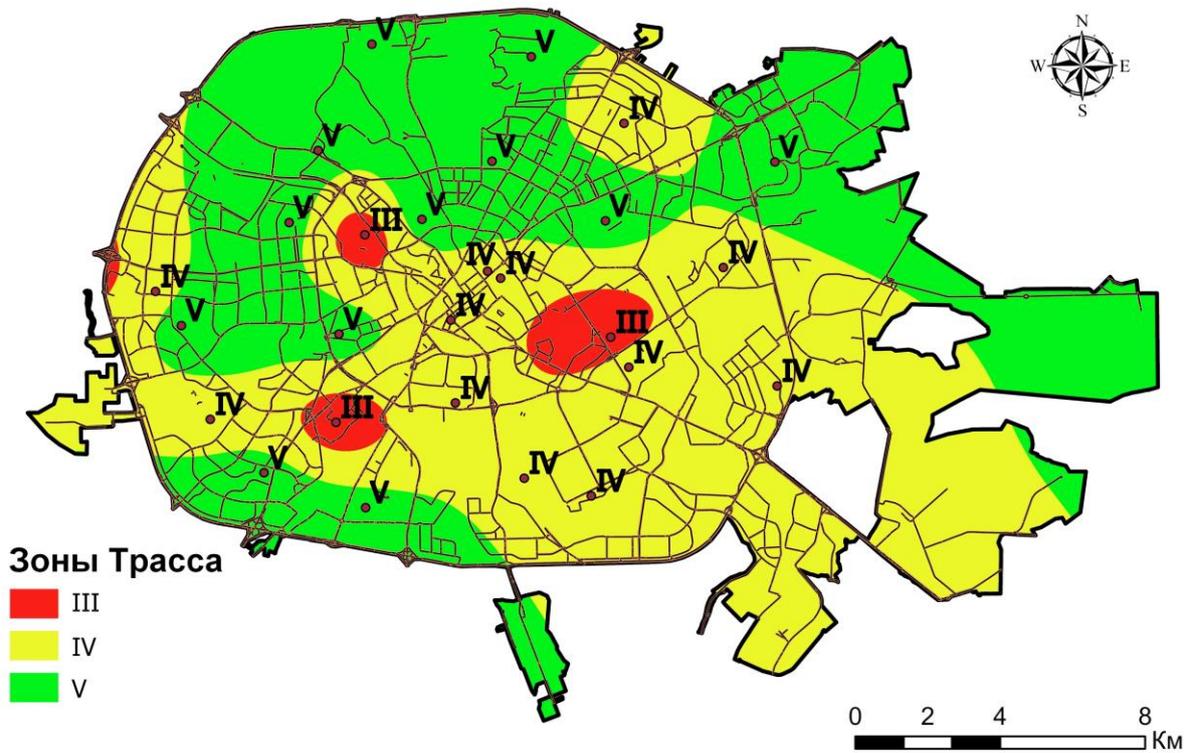
Условные обозначения: Индекс полеотолерантности: 1-  $\leq 7,5$ ; 2-7,5-8,0; 3-8,0-8,5; 4 – 8,5-9,0; 5 -9,0 -9,5; 6- $\geq 9,5$ .

Рис. 2. Загрязнения воздуха Минска по данным лишеноиндикации, 2001 г. [2]

Участки с высокими значениями индекса полеотолерантности ( $>9,0$ ), что соответствует опасному загрязнению воздуха, расположены мозаично — в центральной, восточной и юго-восточной частях города

(рис.2). Они локализируются, как правило, в зонах воздействия крупных промышленных предприятий (МТЗ, МАЗ, «Керамин», завод силикатный изделий, завод отопительного оборудования и др.) и вблизи магистралей с интенсивным транспортным потоком. Значительную площадь занимают зоны умеренного-слабого загрязнения воздуха, которые типичны для северной, южной и западной окраины города [2].

В 2022 г. ситуация меняется и количество зон загрязнения уменьшается до 3. Зона малого загрязнения приурочена к северу и северо-западу города, а также к микрорайону Уручье и юго-западной части города. Зона среднего загрязнения характерна для крайнего запада Минска, центральной части города, а также для востока и юго-востока и промрайона Шабаны. Зона сильного загрязнения локализовалась в районе промышленных предприятий: Минского тракторного завода, Минского комбината силикатных изделий и Минского радиаторного завода (рис.3).



Условные обозначения: Индекс полеотолерантности: V –  $\leq 5$  (малое загрязнение); IV – 5-7 (среднее загрязнение), III –  $\geq 7$  (сильное загрязнение).

Рис. 3. Загрязнения воздуха Минска по данным лишеноиндикации, 2022 г. [составлено автором]

Как видно из трех картосхем загрязнение воздуха в Минске сильно меняется, это связано как с переходом на новые технологии, так и с устойчивостью природно-территориальных комплексов. В экосистемах

главную функцию устойчивости выполняют растения. Зеленые насаждения недостаточно выполняют санитарные функции, не могут эффективно препятствовать распространению загрязняющих веществ в сложившейся планировке города.

Еще в 1994 г. Национальная академия наук Беларуси разработала перечень растений устойчивых к загрязнению окружающей среды и способных очищать среду от различного рода загрязнителей.

Для озеленения городов и промышленных предприятий можно использовать большое количество видов аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников. Для определения санитарно-гигиенической роли насаждений необходима всесторонняя оценка эколого-биологических свойств отдельных представителей богатейшего разнообразия растительного мира. Растения, характеризующиеся высокой газоустойчивостью и антибиологическими свойствами, наиболее перспективны для оптимизации промышленно-городской среды и биологической очистки воздуха от техногенного загрязнения.

Наиболее эффективно газопоглотительную функцию в условиях загрязнения атмосферы выполняют насаждения древесных и кустарниковых пород, сочетающих высокую газоустойчивую и газопоглотительную способности. К таким видам может быть отнесена карагана древовидная, газопоглотительная способность которой характеризуется показателем 568 мг/час\*кг сухих листьев; снежноягодник белый – 356, жимолость татарская – 354, дуб черешчатый – 222, клен остролистный – 220, береза пушистая – 200, клен явор – 190, береза бородавчатая – 190, клен ясенелистный, дерен белый, тополя – 170 и более мг/час\*кг сухих листьев. Наибольшим объемом поглощения загрязнителей обладают тополя [5].

В условиях г. Минска в наибольшей степени страдают от загрязнения атмосферы включенные в застройку участки естественной лесной растительности, в составе которых преобладают малоустойчивые к атмосферным токсикантам сосновые насаждения. Сосновые насаждения, произрастающие в районе тракторного завода в г. Минске, аккумулируют около 20 т/га промышленной пыли в год. Причем их эффективность не снижается на протяжении всего года.

Среди насаждений города высокой газопоглотительной способностью обладают такие объекты озеленения, как лесопарковые массивы Дrajня, Слепянка, лесопарк «Зеленый Луг», парк 50-летия Октября, им. Челюскинцев, 900-летия Минска и парк «Дружбы народов».

Последнее исследование коллектива авторов [6] показало, что разные виды деревьев улавливают загрязнители с разной эффективностью. Например, хвойные деревья поглощают больше выхлопных газов и промышленных отходов, а также выступают в качестве очистителя воздуха в

самое грязное время года — зимой. А у широколиственных деревьев обнаружили другое преимущество. Благодаря большой площади листьев они захватывают различные твердые вредные частицы, такие как пыль, грязь, сажа и дым. При этом деревья не расщепляют загрязняющие вещества, поэтому высока вероятность загрязнения почвы, когда листья начинают опадать и разлагаться.

Согласно опубликованным данным [6], исследование позволяет лучше разобраться, как деревья влияют на чистоту воздуха в городе. Это позволит тщательно продумать инфраструктуру и в зависимости от районов посадить нужную породу растений. Однако важно грамотно распределить рассадку, так как большое количество деревьев на узких улицах может навредить, уменьшив поток воздуха и увеличив концентрацию загрязняющих веществ. Для таких районов ученые предлагают сажать низкорослые растения.

На сегодняшний день многие парки, сады Минска оказались в критическом состоянии, не всегда соответствует современным требованиям к уровню озеленения города. Надо обратить внимание на реконструкцию и обновление старых парков, сохранение парков-памятников культуры. Озеленение города Минска играет важную роль в формировании экологически устойчивой городской среды, а биоиндикация позволяет оценить влияние озеленения на экологическое состояние города, используя живые организмы в качестве индикаторов. Исследование на примере Минска позволило выявить основные проблемы озеленения города.

### Библиографические ссылки

1. Шуканов А. С., Рыковский Г. Ф. и др. Индикация загрязненности атмосферного воздуха в городе Минске с помощью лишайников и мохообразных. Вестник БГУ, серия 2-1986, № 2. С. 36-41.
2. Кравчук Л. А. Лихеноиндикация загрязнения атмосферного воздуха городов Беларуси // Дис. ... канд. биол. наук. Минск, 2001. 230 с.
3. Рапинчук М. Г., Махнач В. В. Экологическое состояние и степень комфортности парковых зон Минска по данным лишеноиндикации // Формирование экологической культуры современной молодежи. Минск: Еврографика Вып.1. С.49-50.
4. Отчет о НИР «Разработка программы эколога-градостроительной оптимизации системы зеленых насаждений Минска». 1994. 72с.
5. Сергейчик С. А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде.-Мн.: Навука і тэхніка, 1994. 280 с.
6. Pleijel H, Klingberg J, Strandberg B, Sjöman H, Tarvainen L, Wallin G. Differences in accumulation of polycyclic aromatic compounds (PACs) among eleven broadleaved and conifer tree species Ecological Indicators Volume 145, December 2022. P.1-13.

УДК 911.2+911.9

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ И ОЗЕЛЕНЕНИЯ В УСЛОВИЯХ УРБОЭКОСИСТЕМ

**В. В. Махнач**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [mahnachv@bsu.by](mailto:mahnachv@bsu.by)*

Статья посвящена исследованию совершенствования методов биоиндикации и озеленения в условиях урбоэкосистем. Рассматривается влияние зеленых насаждений на микроклимат городских территорий, их роль в климаторегулировании и снижении загрязнения воздуха. Особое внимание уделяется оптимальным площадям зеленых массивов для формирования комфортных условий для роста растительности и создания благоприятной окружающей среды.

**Ключевые слова:** биоиндикация; озеленение; урбоэкосистемы; микроклимат; климаторегулирование; загрязнение воздуха; зеленые насаждения.

## IMPROVING OF BIOINDICATION METHODS AND GREENING IN CONDITIONS OF URBAN ECOSYSTEMS

**V. V. Makhnach**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus,  
[mahnachv@bsu.by](mailto:mahnachv@bsu.by)*

The article is devoted to the study of improving methods of bioindication and landscaping in urban ecosystems. The influence of green spaces on the microclimate of urban areas, their role in climate regulation and reduction of air pollution is considered. Particular attention is paid to the optimal areas of green areas to create comfortable conditions for the growth of vegetation and create a favorable environment.

**Key words:** bioindication; landscaping; urban ecosystems; microclimate; climate regulation; air pollution; green spaces.

Совершенствование методов биоиндикации и озеленения в условиях урбоэкосистем является актуальной задачей современной городской среды. Лихеноиндикация, состояние хвои сосны обыкновенной и другие биологические индикаторы становятся все более важными в биологическом мониторинге для оценки экологического состояния городских территорий. Лесопарки, скверы, парки, бульвары, аллеи, солитеры, живые изгороди, боскреты и декоративно-защитные обсадки - все эти элементы зеленой инфраструктуры играют ключевую роль в создании здоровой и

устойчивой городской среды, однако они нуждаются в постоянном контроле при помощи биоиндикации. В данной статье рассматриваются методы улучшения биоиндикации и озеленения в контексте урбанизированных экосистем.

Биоиндикация — это обнаружение и определение экологически значимых природных и антропогенных нагрузок на основе реакций на них живых организмов непосредственно в среде их обитания [1]. Биологические индикаторы представляют собой признаки и свойства, характерные для системы и процесса, на основе которых проводится качественная или количественная оценка изменений, определение или классификация состояния экологических систем, процессов и явлений. В современной литературе широко принято считать, что основным индикатором устойчивого развития в конечном счете является качество окружающей среды [2].

Биоиндикация является основным методом биомониторинга.

Растительность потенциально может удалять значительные количества этих загрязняющих веществ и выступать в качестве биоиндикаторов этих загрязнителей. Расширение знаний об эффективности удаления загрязняющих веществ различными породами деревьев имеет важное значение для понимания потенциальных преимуществ, которые деревья могут принести городским жителям.

Экологическое состояние атмосферного воздуха города существенно зависит от уровня озеленения территории, что напрямую влияет на распространение лишайников. В Минске под контролем городского комитета по природным ресурсам и охране окружающей среды находится более 5 тыс. гектаров общественных зеленых насаждений, включая 19 парков культуры и отдыха, 139 скверов, 7 садов, 20 бульваров, а также три лесопарка и городские леса общей площадью более 2,5 тыс. гектаров. Кроме того, в городе расположены два памятника природы республиканского значения: Парк камней и Центральный ботанический сад Национальной Академии наук Беларуси, а также Республиканский биологический заказник «Лебяжий» [3].

Норма озеленения, установленная Всемирной Организацией Здравоохранения (ВОЗ) равна 50 м<sup>2</sup> городских зеленых насаждений на одного жителя. Плохими по условиям озеленения считаются города, где растительность занимает менее 10 % площади города, хорошими — 40–60 % [4]. В Минске площадь территории, покрытой зелеными насаждениями, составляет около 44 % [5].

Озелененные территории и водные объекты города в оптимальном варианте должны образовывать единую водно-зеленую систему с выходом на пригородные природные ландшафты.

Опыт ботанических садов [5] показывает, что для озеленения городов и промышленных предприятий можно использовать большое количество видов аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников. Для определения санитарно-гигиенической роли насаждений необходима всесторонняя оценка эколого-биологических свойств отдельных представителей богатейшего разнообразия растительного мира. Растения, характеризующиеся высокой газоустойчивостью и антибиологическими свойствами, наиболее перспективны для оптимизации промышленно-городской среды и биологической очистки воздуха от техногенных загрязнений. Характер и глубина воздействия загрязнителей воздуха на растения зависят от химической природы, концентрации газообразных токсикантов.

Чувствительность видов и сортов растений к загрязняющим атмосферу веществам очень различна. Как правило, подавляющее большинство всех растений является относительно толерантными и поражается только в случаях очень сильного атмосферного загрязнения. Однако, незначительное число видов растений очень чувствительно и поражается при концентрациях, слегка превосходящих фоновые. Эти уникальные чувствительные виды или сорта можно использовать для определения наличия низких концентраций некоторых загрязняющих веществ. Такие растения часто называют биологическими индикаторами, или биоиндикаторами, и они наиболее ценны при диагностике.

Для того, чтобы исследование принесло желаемые результаты, растение-индикатор должно расти в обследуемом районе. Нет ни одного растения, которое бы имело такое универсальное распространение.

Относительно малое число видов и сортов растений является достаточно чувствительными, чтобы быть биоиндикаторами. Например, сосна Веймутова может быть чувствительна к действию двуокиси серы, озона и фторидов. Симптомы поражения этими веществами очень схожи, но при использовании пород известной чувствительности можно определить наличие определенного вещества. Хвойные растения наиболее чувствительны к нескольким загрязняющим веществам. В условиях крупных городов и промышленных центров хвойные древесные растения весьма неустойчивы.

На основании сравнительной характеристики выносливости интродуцированных растений в условиях экспериментального окуливания, в районах с высоким уровнем загрязнения атмосферы, а также сопоставления с литературными данными специалистами ЦБС НАН РБ предложена следующая усредненная оценка газоустойчивости растений в условиях Беларуси: устойчивые; относительно устойчивые; малоустойчивые [7].

К группе устойчивых отнесена ель колючая, можжевельник казацкий, дуглассия тиссолистная, туя западная, 17 видов боярышника, бук лесной, 7 видов клена, облепиха, орех маньчжурский и др [7].

К относительно устойчивым - ель канадская, 3 вида пихты, дуглассия серая и сизая, береза киргизская, береза туркестанская; дуб северный и черемчатый; липа войлочная, европейская, кавказская; орех серый, рябина обыкновенная и др. Всего 45 видов [7].

Группа малоустойчивых представлена лиственницей американской, сосной кедровой, дубом болотным и др. Всего 20 видов [7].

Максимальной кислородопродуктивностью обладают наиболее крупные по площади участки растительности, в составе которых преобладают взрослые или средневозрастные насаждения.

Климаторегулирующие свойства растительности проявляются в повышении влажности и снижении температуры воздуха, улучшении воздухообмена, регулировании ветрового режима. Исследованиями целого ряда авторов [4,7] доказано, что температура воздуха среди застройки на 10-12% (или на 2-3 °С) выше, чем среди зеленых насаждений. Озелененные территории увеличивают влажность воздуха, причем благотворное влияние зеленых насаждений на этот показатель прослеживается на расстоянии, в 10-12 раз превышающем высоту насаждения. За счет разницы в температуре зеленые насаждения влияют на ветровой режим, вызывая движение потоков воздуха от зеленого массива к открытой территории в штиль до 1 м/сек, способствуют подъему загрязненного газами более теплого воздуха в верхние слои атмосферы. Эффект крупных зеленых массивов площадью 600-1000 га выражается в снижении аэрозольного помутнения на 20-40 %, увеличении видимой и ультрафиолетовой радиации на 15-25 %. Разница в температуре и влажности воздуха под пологом насаждения и на открытом воздухе проявляется только когда насаждение, размещенное среди городской застройки, имеет площадь более 6 га при компактной конфигурации [6]. Более заметно влияние зеленых насаждений на микроклимат при увеличении площади озелененных участков до 30-50 га, при этом в центре зеленого массива формируется зона с комфортными микроклиматическими условиями, составляющая 50-60 % от его площади. При увеличении площади массива до 50-100 га и более создаются наиболее благоприятные условия для роста древесно-кустарниковой растительности, под пологие насаждения формируется качественно новая климатическая среда [6].

В заключении следует отметить, что растения-биоиндикаторы играют важную роль в диагностике загрязнения атмосферы, так как некоторые виды реагируют на низкие концентрации вредных веществ. Для успешного исследования необходимо выбирать растения-индикаторы,

которые проявляют чувствительность к конкретным загрязняющим веществам. Уникальными биоиндикаторами являются хвойные растения, так как они наиболее чувствительными к различным загрязняющим веществам. Растения с высокой кислородопродуктивностью, такие как взрослые или средневозрастные насаждения, способствуют улучшению качества воздуха в урбоэкосистемах, что делает их ценными как в биомониторинге, так и в озеленении.

Растительность играет важную роль в климаторегулировании, повышая влажность и снижая температуру воздуха, улучшая воздухообмен и регулируя ветровой режим. Эффект крупных зеленых массивов приводит к снижению аэрозольного помутнения и увеличению радиации, что способствует созданию более комфортной среды.

### Библиографические ссылки

1. Мелехова О. П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т.И. Евсеева; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 288 с.

2. Журова, Е. Ю. Применение биологических методов контроля для оценки экологического состояния окружающей среды / Е. Ю. Журова // Безопасность городской среды : материалы межрегиональной (с междунар. участием) научно-практической конференции, Омск, 18–20 ноября 2015 года. – Омск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования Омский государственный институт сервиса, 2016. С. 73-76.

3. Реализация государственной политики в области рационального природопользования и охраны окружающей среды – Режим доступа: Минский городской исполнительный комитет ([minsk.gov.by](http://minsk.gov.by)) – Дата доступа: 10.02.2024.

4. Комарова Н. Г. Изменение городской среды в урбанизированном мире: взгляд современника // Изменения природной среды на рубеже тысячелетий: тр. Междунар. электрон. конф. Тбилиси-Москва, 2006. С. 129-132.

5. Республиканский научно-практический центр декоративного садоустройства – Режим доступа: Республиканский научно-практический центр декоративного садоустройства | Центральный ботанический сад ([org.by](http://org.by)) – Дата доступа: 10.02.2024.

6. Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов» Приказ Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь «20» апреля 2016 года № 101. 87 с.

7. Сергейчик С. А. Устойчивость древесных растений в техногенной среде. Мн.: Навука і тэхніка, 1994. 280 с.

УДК 551.89

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О МГИНСКОЙ ТОЛЩЕ ПРИНЕВСКОЙ  
НИЗМЕННОСТИ (ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ, РОССИЯ) ПО  
РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОГО ИЗУЧЕНИЯ ОТЛОЖЕНИЙ  
КАРЬЕРА «ЭТАЛОН»**

**Е. С. Носевич<sup>1)</sup>, М. В. Ручкин<sup>2)</sup>, В. А. Дуданова<sup>3)</sup>, М. В. Шитов<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>ФГБУ «ВСЕГЕИ» им. А. П. Карпинского, Средний пр. В. О., д.74, 199178,  
г. Санкт-Петербург, Россия, [katenosevich@mail.ru](mailto:katenosevich@mail.ru)

<sup>2)</sup>Санкт-Петербургский Государственный Университет, Институт Наук о Земле,  
Университетская набережная, 7-9, 199034, г. Санкт-Петербург, Россия,  
[ruchemax@list.ru](mailto:ruchemax@list.ru)

<sup>3)</sup>Институт физики Земли, Б. Грузинская ул., д.10, стр.1, 123995, г. Москва, Россия,  
[varyanich1212@gmail.com](mailto:varyanich1212@gmail.com)

Нами было проведено комплексное изучение отложений карьера завода «Эталон» (Ленинградская область, Россия). Предшественниками было установлено, что разрез охватывает морские межледниковые образования микулинского межледниковья (МИС5е), однако хронология отложения осадков в позднем плейстоцене неполна и нуждается в уточнении. Для надежной интерпретации данных, полученных при построении возрастной модели осадконакопления на основе ОСЛ-датировок, и определения положения палеомагнитной экскурсии Блейк, был выполнен палинологический анализ отложений. Были установлены пыльцевые зоны Микулинского региона М1–М8, выполнены палеоклиматические реконструкции, построена байесовская возрастная модель осадконакопления и определена продолжительность палеомагнитной экскурсии Блейк. Таким образом, были получены новые данные о формировании мгинской толщи.

**Ключевые слова:** микулинское межледниковье; палинология; ОСЛ-датирование; палеомагнетизм

**NEW DATA ABOUT MGA DEPOSITS OF THE NEVA  
LOWLOAD (SAINT PETERSBURG DISTRICT, RUSSIA)  
ACCORDING TO THE STUDY OF “ETALON” QUARRY  
SEDIMENTARY SEQUENCE**

**E. S. Nosevich<sup>1)</sup>, M. V. Ruchkin<sup>2)</sup>, V. A. Dudanova<sup>3)</sup>, M. V. Shitov<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Karpinsky Russian Geological Research Institute, Sredniy av., 74, 199178,  
Saint Petersburg, Russia, [katenosevich@mail.ru](mailto:katenosevich@mail.ru)

<sup>2)</sup>St. Petersburg State University, Institute of Geosciences, Universitetskaya emb., 7-9,  
199034, St. Petersburg, Russia, [ruchemax@list.ru](mailto:ruchemax@list.ru)

<sup>3)</sup>Schmidt Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, B.  
Grusinskaya str., 10/1, 123995, Moscow, Russia, [varyanich1212@gmail.com](mailto:varyanich1212@gmail.com)

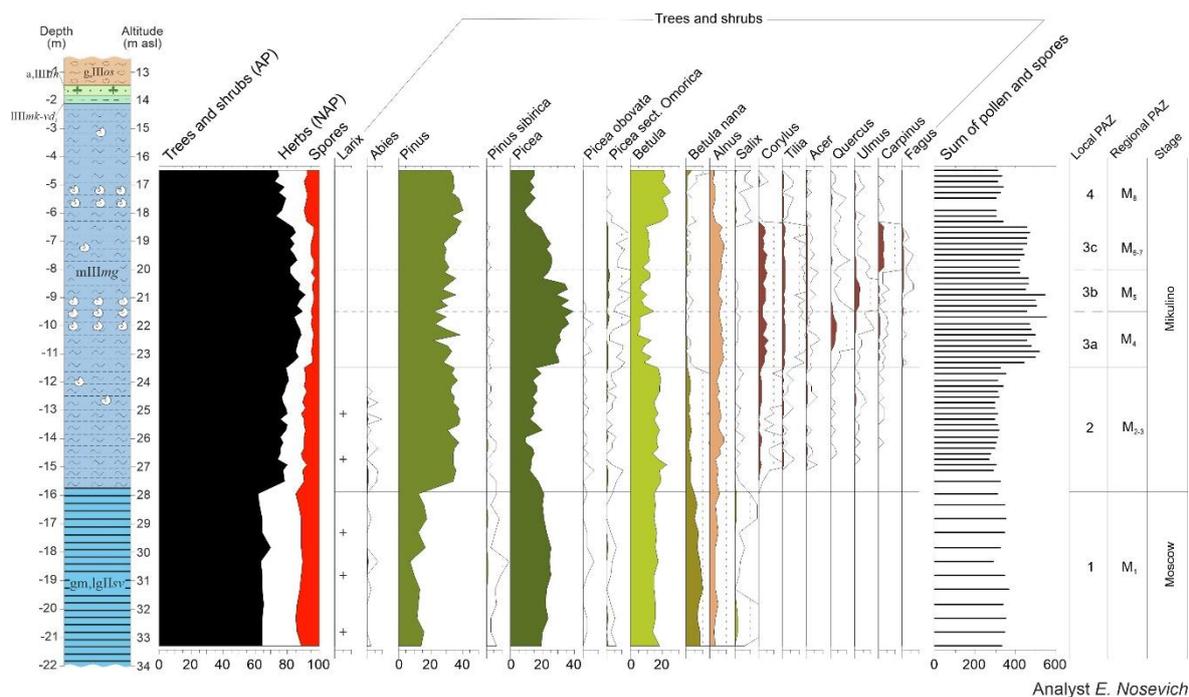
We carried out a study of the deposits of the quarry Etalon factory (Leningrad region, Russia). Previous studies have established that the section of marine interglacial deposits belongs to the Mikulino Interglacial period (MIS5e), but the chronology of the sediments stays incomplete and requires to be clarified. Pollen analysis was performed to set a base to the age model based on OSL-dates and to determine the Blake Geomagnetic Excursion. Regional pollen zones M1–M8 were distinguished, which allows to provide paleoclimate reconstructions. The Bayesian age model of sedimentation was made, and the duration of Blake Excursion was established. This allows us to fill the gaps in knowledge about the development of the region in Mikulin time.

**Key words:** Mikulino interglacial; palynology; OSL dating; paleomagnetism.

Карьер завода «Эталон» расположен в Ленинградской области, в 1 км к северу от правого берега р. Нева близ пос. им. Свердлова (59°48'20" с. ш., 30°40'20" в. д.). В отложениях разреза вскрыта уникальная для северо-запада Восточно-Европейской равнины толща отложений микулинского возраста, представленных морскими глинистыми алевритами. Они подстилаются ледниково-морскими/озерно-ледниковыми варвами, накопившимися в период деградации позднемосковского (МИС6) оледенения, и перекрыты озерными илами и озерно-аллювиальными толщами валдайского возраста [1]. Разрез изучался предшественниками [1, 2, 3], чем обоснован его выбор для нового комплексного изучения, включающего палеомагнитные исследования и ОСЛ-датирование. Ранее определение возраста отложений проводилось на основе палиностратиграфического расчленения, вследствие чего в первую очередь были проведены повторные палинологические исследования.

Для спорово-пыльцевого анализа были выбраны 78 образцов, отобранных с интервалом 50 см в ленточных глинах, и с интервалом в 20 см в мгинской толще. Лабораторная обработка производилась по расширенной методике В. П. Гричука [4]. Бескарбонатный осадок разрушался пирофосфатом натрия и центрифугировался в тяжелой жидкости ГПС-В. Из отмытого от реагентов образца изготавливались препараты для изучения. Полученные препараты изучались под микроскопом Olympus CX31P, фотографии препаратов получены с помощью камеры Zeiss 105 Axiocam color. По результатам анализа были выделены 4 палинозоны (рис.1).

Палинозона 1 (-21,3 – -15,9 м над у. м.) характеризуется пиком содержания пыльцы *Picea*, а также преобладанием пыльцы *Pinus*, *Betula* и *Betula nana*. Присутствуют зерна *Larix*, *Pinus sibirica* и *Picea obovata*. Пыльца трав в основном представлена Poaceae, Cyperaceae и *Artemisia*. В палинозоне 2 (-15,9 – -11,5 м над у.м.) происходит заметное увеличение количества пыльцы древесных, особенно *Pinus* и *Betula*. В спектрах отмечена пыльца широколиственных видов (*Tilia* и *Ulmus*). Пыльца трав представлена Poaceae и Cyperaceae. Присутствует *Artemisia*, однако ее содержание существенно снижается к верхней части зоны.



Спорово-пыльцевая диаграмма отложений разреза «Эталон»

В палинозоне 3 (-11,5 – -6,5 м над у.м.) выделены три подзоны ввиду прослеживающихся последовательных пиков содержания пыльцы *Quercus*, *Ulmus* и *Carpinus*. В середине палинозоны содержание пыльцы древесных достигает максимума — более 90 %, а пыльца *Picea obovata* исчезает. Отмечены Malvaceae и Plumbaginaceae. Среди трав преобладают Poaceae. В палинозоне 4 (-6,5 – -4,5 м над у.м.) снижается содержание *Picea*, но при этом возрастает роль пыльцы *Pinus* и *Betula*. Отмечена пыльца *Betula nana*, в то время как содержание пыльцы широколиственных существенно снижается. К середине палинозоны *Picea omorica* выпадает из спектров. Среди пыльцы трав преобладают Poaceae и Ericaceae. Кроме того, увеличивается содержание спор *Sphagnum*.

Данные результаты свидетельствуют о последовательной динамике растительности в регионе: от хвойных лесов к смешанным с широким развитием теплолюбивой бореальной флоры, с последовательной сменой доминирующих видов широколиственных, и последующей деградацией к хвойным холодостойким сообществам. Выделенные локальные палинозоны сопоставляются с региональными зонами [5]. Совмещение основных особенностей региональных палинозон в спорово-пыльцевых спектрах разреза «Эталон» (зон M2-3 в палинозоне 2 и зон M6-7 с палинозоне 3с) является характерной чертой разрезов северо-запада, неоднократно наблюдавшейся ранее [1]. Методом лучших аналогов [6]

были произведены количественные реконструкции палеоклиматических показателей. Было установлено, что температуры оптимума микулинского межледникового (зоны М5-6) были выше современных по меньшей мере на 2°C [2].

Для определения возраста методом оптически стимулированной люминесценции (ОСЛ) были отобраны 32 образца, из которых были выделены зерна крупнозернистого (90–250 мкм) кварца и калиевого полевого шпата, а также мелкозернистых полиминеральных (4–11 мкм) пород. Пробоподготовка производилась преимущественно в лаборатории ОСЛ-датирования института Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), измерения проводились также в лаборатории Кельнского университета (Кёльн, Германия) и в лаборатории Датского технического университета (Дания). Согласно байесовской модели, основанной на ОСЛ-датировках по калиевым полевым шпатам, формирование межледниковых отложений происходило в интервале от 133±8 тыс. лет назад до 109±7 тыс. лет назад [7].

Для палеомагнитных исследований было отобрано 166 образцов с интервалом 2 – 5 см. Измерения проводились в Московском государственном университете и в Институте физики Земли [7, 8]. На интервале глубин, соответствующих палинозонам М5-6, обнаружены отклонения от нормальной полярности в пределах 75° - 85°, что соответствует расчетным моделям и предполагаемому положений события. Возраст палеомагнитной экскурсии Блейк, установленной в разрезе в верхней части мгинской толщи, составляет 117 ± 7 тыс. лет назад (RGI-876, C-L5333), что согласуется с другими датировками палеомагнитного события [9]. Продолжительность экскурсии оценивается в 5 000 – 6000 лет [8].

Таким образом, данные о микулинском времени в Приневской низменности были дополнены. Палинологические исследования по-прежнему необходимы для корреляции современных исследований с результатами работ предшественников. Событие Блейк может быть использовано как ориентир для хроностратиграфического расчленения Микулинской толщи, в то время как ОСЛ-датировки приближают к представлению об истинном возрасте установленных событий в регионе. Исследования разреза продолжаются для проведения более глубоких палеоэкологических реконструкций и уточнения длительности фаз развития растительности в регионе.

## Библиографические ссылки

1. Плешивцева Э. С., Абакуменко Г. С., Горшкова С. С. Отчет по изучению опорных разрезов четвертичных отложений окрестностей г. Ленинграда. Фонды ФБУ «ТФГИ по СЗФО», № 24556. 1984.
2. Новенко Е. Ю. Растительность и климат Центральной и Восточной Европы в позднем плейстоцене и голоцене: дисс. на соискание уч. степени докт. геогр. наук. М.: МГУ им. М.В. Ломоносова, 2015. 322 с.
3. Плешивцева Э. С. Палинологическая характеристика стратотипического разреза мгинских морских отложений микулинского межледниковья // Мат. XIII Российской палин. конференции «Проблемы современной палинологии». Т. II. Сыктывкар, 2011. С. 166–171.
4. Гричук В. П., Заклинская Е. Д. Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии / Под ред. проф. К.К. Маркова; Моск. ордена Ленина гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, Науч.-исслед. ин-т географии. Москва : Географгиз, 1948. 224 с.
5. Гричук В. П. Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северозапада Русской равнины. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 25–71.
6. Борисова О. К. Методы реконструкции растительности и климата по палинологическим данным // Инновационные методы и подходы в изучении естественной и антропогенной динамики окружающей среды: Мат. всероссийской научной школы для молодежи. Г. Киров, 2009 г. Часть 1. Лекции. Киров: ООО «Лобань», 2009. С. 107-118.
7. Дуданова В. И., Веселовский Р. В., Ручкин М. В., Шитов М. В., Носевич Е. С. "Возраст и продолжительность экскурса Блейк в микулинских межледниковых отложениях опорного разреза «Эталон» (Ленинградская область)» // Рельеф и четвертичные образования Арктики, Субарктики и Северо-Запада России, vol. 10, 2023, pp. 422-426. doi:10.24412/2687-1092-2023-10-422-426
8. Dudanova V., Veselovskiy R., Ruchkin M., Sheetov M. The Blake Geomagnetic Excursion Recorded in the Mikulino Interglacial Sediments of the Neva Lowland // Doklady Earth Sciences, 2024.
9. R. X. Zhu, L. P. Zhou, C. Laj, A. Mazaud, Z. L. Ding. The Blake Geomagnetic Polarity Episode recorded in Chinese loess // Geophysical Research Letters. Vol. 21 (8), 1994. P. 699 – 700. doi.org/10.1029/94GL00532

УДК 911.9+58.01/.07+635.92

## АССОРТИМЕНТ РАСТЕНИЙ И ОСОБЕННОСТИ ОЗЕЛЕНЕНИЯ ПРИШКОЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В УСЛОВИЯХ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

**Н. М. Писарчук, К. А. Кукушкина**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Республика Беларусь,  
[pisarchukova@yandex.ru](mailto:pisarchukova@yandex.ru), [Cheps.Varya@mail.ru](mailto:Cheps.Varya@mail.ru)*

Рассмотрены особенности озеленения и подбора ассортиментного ряда растений для территории школ в условиях городской среды с учетом функционального зонирования. На основе предпроектного анализа территории школы в г. Минске, разработан проект по дополнительному ее озеленению. Представлены рекомендации по особенностям озеленения функциональных зон пришкольных территорий.

**Ключевые слова:** пришкольная территория; ландшафтный дизайн; озеленение; функциональное зонирование; интродуценты.

## ASSORTMENT OF PLANTS AND FEATURES OF GREENING IN SCHOOL TERRITORIES IN AN URBAN ENVIRONMENT

**N. M. Pisarchuk, K. A. Kukushkina**

*Belarusian State University, Independence Ave., 4,  
220030, Minsk, Republic of Belarus,  
[pisarchukova@yandex.ru](mailto:pisarchukova@yandex.ru), [Cheps.Varya@mail.ru](mailto:Cheps.Varya@mail.ru)*

The features of landscaping and selection of an assortment of plants for school grounds in an urban environment, taking into account functional zoning, are considered. Based on a pre-project analysis of the school territory in Minsk, a project for additional landscaping was developed. Recommendations on the features of landscaping functional areas of school areas are presented.

**Key words:** school area; landscape design; landscaping; functional zoning; introduced.

Озеленение пришкольной территории является важным и незаменимым процессом для создания благоприятной среды для разностороннего развития школьников: эстетического, культурного, экологического, просветительского. Современный пришкольный участок занимает важнейшее место в изучении учащимися живой природы, развивает познавательный интерес, творческие способности в ходе

проведения экспериментальных педагогических и естественнонаучных исследований, является местом отдыха обучающихся, а также продолжением экологического каркаса города.

Озеленение пришкольных территорий требует учитывать не только специализированную нормативно-правовую базу, но и ландшафтно-экологические особенности, потребности учреждения образования, характер планировочной организации, современную окружающую застройку, тенденции ее развития и достижения ландшафтной архитектуры. Накладываются и особенности контингента использующих территорию — школьники. Это формирует необходимость производить тщательный отбор посадочного материала на пришкольном участке.

Территория школы относится к озелененным территориям ограниченного пользования, предназначенные для ограниченного контингента посетителей [1].

Согласно Постановлению Министерства здравоохранения Республики Беларусь 27.12.2012 № 206 [2] площадь озеленения территории школы (зеленые полосы из деревьев и кустарников, газоны, учебно-опытные участки (хозяйства)) должна составлять не менее 40%, а по ТКП-45-3.02-69-2007 [3] плотность (количество) посадки деревьев и кустарников на 1 га озеленяемой площади – 110-140 шт. для деревьев и 880-1120 для кустарников, крупномерных древесных (III группа) должно быть не более 5 %, средних размеров (II группа) древесных растений — 60 %, маломерных (I группа) — 35 %, кустарников высокорослых (I группа) — 20 %, средне- и малорослых (II-III группы) — 80 %.

Ландшафтное решение большей части современных объектов, в том числе школ, основано на четком функциональном зонировании. К основным зонам, которые могут быть выделены при функциональном зонировании пришкольных территорий, можно отнести административно-учебную, хозяйственно-техническую, отдыха, физкультурно-спортивную, учебно-опытную, массовых мероприятий [4].

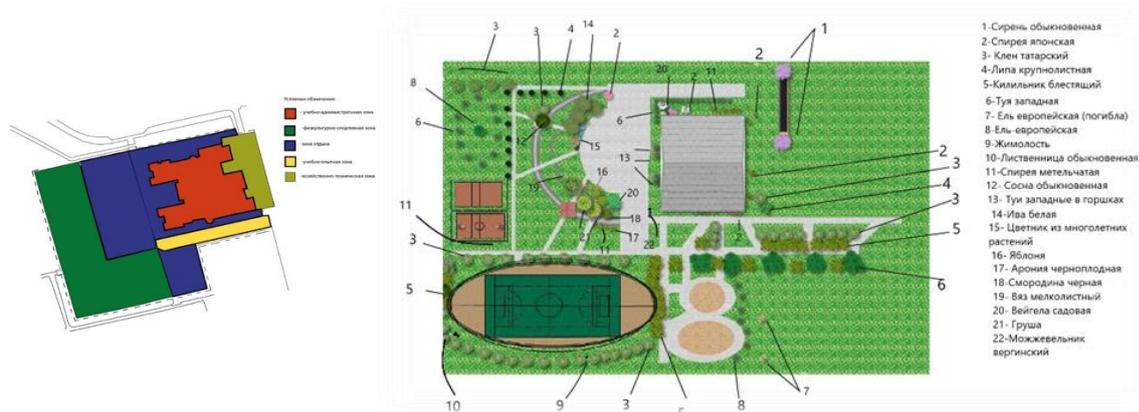
Помимо общих требований к ассортиментному ряду для озеленения пришкольных территорий каждая из этих зон имеет свои особенности и требования к организации пространства.

К общим требованиям относятся запрет высадки колючих кустарников, деревьев и кустарников с ядовитыми плодами, крупномеров I-II группы, растения с высокой степенью алергоносности (тополь, ива, береза, черемуха, вишня и др.). Для школ, находящихся в условиях городской среды важно подбирать растения с высокой степенью газостойкости [5].

При подборе ассортимента для озеленения пришкольных территорий следует использовать устойчивые местные виды древесных растений из декоративных питомников Республики Беларусь, что повысит процент

их приживаемости. Растения должны быть разнообразны по своим биологическим и декоративным качествам, что будет способствовать динамичности визуального ряда на ограниченной территории. Актуальным является введение экзотических и интродуцированных видов для обогащения растительности, которая послужит повышению биологического и географического образования школьников.

В качестве модельного примера озеленения пришкольной территории взята территории школы № 225 г. Минска (рисунок).



Функциональное зонирование и проект озеленения территории школы № 225 г. Минска

На территории административно-учебной зоны школы (красный цвет на рис. 1) не должно располагаться высоких деревьев, способных загораживать солнечный свет. Существующие насаждения из туи западной, вейгелы садовой, спиреи японской можно дополнить можжевельником казацким, который легко скроет «пятна» от строительного грунта. Здесь же расположена малая архитектурная форма, приуроченная к Году мира и созидания, и состоящая из нескольких элементов.

Для хозяйственно-технической зоны (салатовый цвет на рис. 1) допустимы растения с колючками и шипами, которые для остальных территорий недопустимы. Зона должна располагаться со стороны входа в производственные помещения столовой, вблизи учебно-опытной зоны, иметь самостоятельный въезд с улицы и ограждаться зелеными насаждениями. К существующим посадкам из можжевельника скального, спиреи японской, жимолости блестящей, сирени обыкновенной предлагается высадить неприхотливые и быстрорастущие барбарис тунберга, можжевельник казацкий, туи западные «Смарагд» или «Фастигиата».

Физкультурно-спортивная зона (темно-зеленый цвет на рис. 1), занимающая около 25 % пришкольной территории, не должна располагаться со стороны окон учебных помещений. Спортивно-игровые площадки имеют твердое покрытие, футбольное поле — травяной покров. Насаждения в этой зоне должны располагаться на небольших разделительных

полосах или участках между площадками в виде рядов деревьев или живых изгородей кустарников, могут быть предусмотрены компактные группы деревьев на больших территориях. Растения не должны затенять игровых полей площадок. Из древесных растений в текущих насаждениях отмечены экземпляры туи западной, липы мелколистной, ели европейской, лиственницы европейской, клена татарского, кизильника и спиреи. Оживление озеленения для решения утилитарных (создание теневых мест, защита от ветра) и эстетических задач возможно с помощью посадки неприхотливых и простых в уходе форзиции, пузыреплодника калинолистного, ели колючей голубой.

Учебно-опытная зона (желтый цвет на рис. 1) наиболее разнообразна по существующим посадкам и проектируемым ввиду особенностей ее использования. Предлагается насытить зону сортами плодовых древесных, в том числе красивоцветущих (яблоня), а также в качестве живой изгороди (отделение от соседней территории детского сада) — кольквиция прелестная, черемуха, лапчатка.

Зона отдыха (синий цвет на рис. 1) насыщена прогулочными тропинками и малыми архитектурными формами, размещается вдали от хозяйственно-технической зоны. Предполагает территории для подвижных игр и тихие зоны. Площадки для подвижных игр располагаются вблизи выходов из здания (для максимального использования их во время перемен). Площадки для тихого отдыха размещаются в удалении от шумных зон. В озеленении возможны высокие древесные для создания ажурной тени, живописные древесно-кустарниковые композиции, солитерные посадки для концентрации внимания. В зоне произрастают туя западная, ель европейская, можжевельник обыкновенный, сосна обыкновенная из древесных хвойных, липа обыкновенная, клена татарский, ива белая, яблоня (различных сортов), груша (различных сортов), вяз мелколистный из древесных лиственных, кизильник блестящий, спирея метельчатая, вейгела садовая, смородина черная, арония черноплодная из кустарниковых. Прекрасным дополнением станут яблоня декоративная (различных сортов), чубушник, гортензия, сирень венгерская, можжевельник казацкий, китайский, чешуйчатый.

Таким образом, благоустройство и озеленение пришкольной территории, основанное на функциональном зонировании, позволяет получить эффективное, комфортное и безопасное образовательное пространство. Гибкое использование «зеленого» двора школы способствует образовательной, рекреационной, спортивной и исследовательской деятельности учащихся. Насаждения должны объединять все зоны в единое целое, играть не только эстетическую, но и функциональную роль, отделяя площадки друг от друга, обеспечивая защиту от шума, устранивая пыль и очищая воздух.

## Библиографические ссылки

1. Методические рекомендации по проектированию «Правила проведения озеленения населенных пунктов», утверждены Приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь 20.04.2016 № 101. Режим доступа: <http://mas.gov.by/uploads/documents/Methodicheskie-rekomendatsii-po-proektirovaniju-Pravila-provedeniija-ozeleneniija-naselennyx-punktov.pdf>. Дата доступа: 01.03.2024.

2. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 27.12.2012 № 206 «Об утверждении санитарных норм и правил «Требования для учреждений общего среднего образования». Режим доступа: <https://edu.gov.by/sistema-obrazovaniya/glavnoe-upravlenie-obshchego-srednego-doshkolnogo-i-spetsialnogo-obrazovaniya/srenee-obr/sanitarnye-normy-pravila-i-gigienicheskie-normativy/>. Дата доступа: 01.03.2024

3. ТКП-45-3.02-69-2007 Благоустройство территорий. ОЗЕЛЕНЕНИЕ. Правила проектирования и устройства. Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. Минск, 2008.

4. *Писарчук, Н. М.* Функциональное зонирование пришкольных территорий как эффективная основа планирования озеленения / Н.М. Писарчук, К.А. Кукушкина // Педагогическая мастерская «MASTER GEO – 2023»: материалы III Респ. науч.-метод. семинара работников сред. и высш. школы Респ. Беларусь, Минск, 2–3 нояб. 2023 г. / Белорус. гос. ун-т; редкол.: Е. Г. Кольмакова (гл. ред.), Е. В. Матюшевская, М. М. Ермолович. Минск: БГУ, 2023. С. 125-128.

5. Ассортимент аборигенных и интродуцированных деревьев и кустарников, рекомендуемых для озеленения промышленно-городских территорий, автомагистралей, в зонах загрязнения воздуха газообразными соединениями азота, формальдегидом, бенз(а)пиреном, хлористым водородом/ сост. С. А. Сергейчик (и др.); под ред. Е.А. Сидоровича - Мн.: Эдит ВВ, 2005. 48 с.

6. *Гаранович, И. М.* Ассортимент древесных растений для озеленения Беларуси / И. М. Гаранович, Т.В. Шпитальная, В. Г. Гринкевич, А. В. Архаров, Н. В. Македонская, Е. Д. Блинковский; Центральный ботанический сад НАН Беларуси. Минск: Право и экономика, 2019. 114 с.

УДК 551.4.02+551.89+550.8.028

## КЕРНЫ ДРЕВНИХ ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ: ОСОБЕННОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И ОБРАБОТКИ

**В. С. Посаженикова<sup>1, 2)</sup>, Е. В. Гаранкина<sup>1, 2)</sup>,  
И. Г. Шоркунов<sup>1, 2)</sup>, Е. А. Константинов<sup>1)</sup>, А. Ю. Качалов<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>*Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29/4, 119017, г. Москва, Россия*

<sup>2)</sup>*Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия, [vitaposazhennikova@gmail.com](mailto:vitaposazhennikova@gmail.com)*

Рассмотрены различные типы ручных и механизированных буровых систем и особенности извлекаемых ими кернов рыхлых отложений. Проведено сравнение предлагаемых методик полевой и камеральной обработки кернов. Исходя из различий в постановке палеогеографических задач, определены наиболее эффективные методы бурения древних консолидированных озерных осадков в равнинных перигляциальных областях плейстоценовых оледенений.

**Ключевые слова:** полевые методы; ручное поршневое бурение; механизированное шнековое бурение; озерные осадки; древнеозерные котловины; ледниковые ландшафты; послеледниковые осадочные толщи.

## CORES OF PALEO LAKE SEDIMENTS: HOW TO OBTAIN AND HOW TO PROCESS

**V. S. Posazhennikova<sup>1, 2)</sup>, E. V. Garankina<sup>1, 2)</sup>, I. G. Shorkunov<sup>1, 2)</sup>,  
E. A. Konstaninov<sup>1)</sup>, A. Y. Kachalov<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 29, 119017, Moscow, Russia, [vitaposazhennikova@gmail.com](mailto:vitaposazhennikova@gmail.com)*

<sup>2)</sup>*Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, 119991, Moscow, Russia*

The article considers specifics of sedimentary cores obtained by different manual and mechanized drilling systems. Proposed field and laboratory techniques of core preparation were compared concerning the different approaches for paleogeographic reconstructions. Thus, optimal coring methods of consolidated lacustrine sediments were determined for the periglacial areas of the Pleistocene continental glaciations.

**Keywords:** field techniques; manual piston coring; mechanized auger drilling; lake sediments; paleodepressions; glacial landscapes; postglacial sedimentary infilling.

Ландшафты областей покровных оледенений отличаются обилием замкнутых понижений (моренных западин и депрессий вытаявания мертвого льда, моренно-подпрудных котловин), которые впоследствии служат седиментационными ловушками и представляют интерес с т. з.

восстановления послеледниковой истории территорий, их условий, темпов денудации и аккумуляции [1, 2]. Естественные обнажения в таких геоморфологических позициях редки, тогда как толщи осадков в палеодепрессиях достигают мощностей в первые десятки метров и при том плохо дренированы, что препятствует заложению классических разрезов [3]. Поэтому изучение древнеозерных выполнений зачастую возможно лишь при помощи серии буровых методов.

Так, часто для извлечения озерных осадков используют легкие в транспортировке малогабаритные **ручные буры**. Выбор типа ручного бура зависит от гранулометрического состава и физического состояния грунта. Для отбора мягких агрегированных осадков предпочтение отдают *буру-«ложке»* (как Eijkelkamp d=30 mm), который способен извлечь почти ненарушенный профиль торфяного слоя. Однако тонкодисперсные органоминеральные осадки он сильно деформирует по краям, приводя к потере палеогеографической информации. Поэтому для отбора колонок неагрегированного водонасыщенного донного осадка как сапропель, гиттия или суглинков из мелководных водоемов (глубиной до 15 м) используют *«русский бур»* или более сложные *поршневые буры*. Так, при работе с озерными осадками часто используют поршневой бур Ливингстона и его модификации [4, 5], способные сохранить тонкую сезонную слоистость варв. Извлекаемый керн позволяет провести подробный текстурный и мезо- и микротекстурный анализ (в т.ч. в шлифе), а также извлечь достаточное количество материала для разнообразных аналитических исследований за счет относительно большого диаметра пробоотборника (таблица). Времызатраты на ручное бурение компенсируются отсутствием необходимости затяжной полевой обработки. Так, после извлечения керн сразу герметично упаковывается в пластиковую пленку для сохранения влажности грунта и убирается в кабель-канал, пластиковую трубу или керновый ящик, которые обеспечивают сохранность формы. А уже в лаборатории керн вскрывают (разрезают на две половины чистым острым ножом вдоль оси), фотографируют его общий вид и фрагменты крупным планом с одним фокусным расстоянием для последующего сшивания панорамы высокого разрешения, после чего происходит отбор.

Среди **механизированных способов** в изысканиях распространены разновидности вращательного бурения, в частности, *шнековое*, или бескерновое с транспортированием разрушенной породы шнеками [6, 7]. Его используют для проходки скважин глубиной до 50 м (в редких случаях глубиной до 100 м) в рыхлых породах. Сама идея такого типа установок не предусматривала детального изучения литологических свойств осадков, в частности текстур. Однако отметим, что сотрудники

ИГ РАН, А. Ю. Качалов и И. Г. Шоркунов, модифицировали ее механизм для создания оригинальной *шнеково-свайной* буровой установки на базе шасси УАЗ. Аналогично прообразу, процесс бурения заключается во вкручивании в грунт подвижным вращателем шнека. Принципиальные отличия заключаются в скоростях вращения. Если шнековое бурение во главу ставит максимальную быстроту прохождения скважины, то шнеково-свайная установка позволяет выдерживать постоянную низкую скорость задавливания сваи и пропорциональность скорости заворота шнека в горизонтальной плоскости к вертикальному расстоянию между двумя витками реборды. Это обеспечивает сохранность структуры и текстур грунта в ленте, наматывающейся на стальную трубу между ребордами, с малыми деформациями на краях витков и непосредственно у осевого штифта, где грунт расклинивается и уплотняется.

Работа с кернами шнеково-свайной установки обладает рядом особенностей. Так, транспортировать ленту грунта без деформаций, сохраняя данные о глубине осадка, технически сложно. Оптимален сплошной отбор пластинок грунта, зажатых между двумя витками реборды. Такая методика предполагает проведение тщательной подготовки керна, напоминающей работу с разрезами [3], и его фотофиксации непосредственно в поле ввиду уничтожения структуры грунта при отборе. Для получения детальных разномасштабных снимков (керн высотой 1–1.5 м целиком, интервалов по 10–30 см с перекрытием и наиболее детальных изображений отдельных участков нарушений, включений, тонкой слоистости и т.д.) сначала начерно срезается загрязненная боковая поверхность кернового цилиндра. После, регулярно очищаемыми остро заточенными ножами выводится гладкая поверхность срезосмаза кернового цилиндра, на которой четко видны текстуры, включения и границы слоев. Это позволяет проводить подробный многоуровневый текстурный анализ в камеральных условиях по полученным снимкам. Для получения сравнимых цветосветовых характеристик фотофиксация керна проводится в естественной или искусственно создаваемой тени. При отборе фрагментов грунтовой ленты дополнительно срезается материал, деформированный трением о края реборд и центральную трубу; при необходимости, фиксируется ориентировка (верх-низ) каждого фрагмента ленты при его упаковке.

К недостаткам шнеково-свайной установки следует отнести невозможность работать с сильно обводненными грунтами и осадками под толщей воды. Затруднительно прохождение очень плотных и сухих толщ (например, морен напора и озерно-ледниковых толщ), к которым шнек может оказаться «припаян», что повлечет потерю всей буровой

колонны. Также включения крупнее среднего щебня могут препятствовать проходке без применения трехзубого долота для дробления. Осложняет бурение и необходимость проведения основной обработки керна в поле, что сокращает проходку в течение светового дня (в среднем получается извлечь и обработать около 20–25 м керна, тогда как производственные мощности позволяют проходить более 50 м/день).

Реже озерные осадки опробуют механизированными *ударными* [6, 8] либо *колонковыми* [2] установками. Процесс бурения заключается в повторном ударном воздействии на осадок, в который загоняется полая металлическая труба с боковой прорезью для извлечения керна, либо вбыстровращательном вкручивании схожей трубы, соответственно. В результате керн деформируется как по краям (от вертикального сдвигающего давления либо разрушения породы по кольцу при вращении), так и по всей длине. Регулярная фиксация глубины забоя и мощности керна позволяет учитывать величину вертикальных деформаций. Прикраевые деформации срезаются опционально в поле или уже в лаборатории в слое ~1 см по бокам керна, что позволяет получить четыре ровные ортогональные поверхности срезосмазов. После фотофиксации каждой из шести граней монолитного блока, включая торцевые, он упаковывается в пластиковую пленку для герметизации естественной влажности грунта. Затем монолит плотно обматывается скотчем, начиная с его длинных ребер, для сохранения формы и внутренней структуры грунта при транспортировке. По длинной оси непосредственно на гранях каждого керна ножом и поверх скотча маркером наносятся стрелки, указывающие направление вверх, на забое — крест и точка — на верхней грани керна, позволяя избежать ошибок в ориентировке при камеральной работе [3].

Недостатком установки является дискретность керна, разбитого на фрагменты длиной в первые дециметры, с регулярными потерями вещества на забое. Это ограничивает получение сплошных серий данных, увеличивая риск пропустить кратковременное экстремальное событие в развитии котловины (залповый эрозионный размыв или следы промерзания/обмеления). Времязатраты на извлечение, упаковку и транспортировку внушительных по своим габаритам кернов окупаются возможностью детального лабораторного исследования монолитов грунта практически ненарушенной структуры [9]. Фактически, в случае древнеозерных осадков, это единственная полноценная альтернатива классическому исследованию структурной организации грунта в разрезах, так как дает возможность исследовать осадок в 3D (например, проследить простирающие слои, слои и характер границ).

Таким образом, выбор буровой системы напрямую зависит от решаемых в исследовании задач. Для восстановления непрерывных последовательностей смены климатического сигнала с высоким

разрешением наилучшим образом подходят поршневые буры. Если необходимо подробно исследовать конкретные обстановки, это позволит сделать детальная работа с монолитами ударных и колонковых установок. А бóльший объем данных о фаціальном разнообразии и общей структуре озерного выполнения эффективнее всего получать с помощью шнеково-свайного бурения. Однако все рассмотренные буровые системы (рисунок) обеспечивают проходку до 10-30 м, тогда как мощность наиболее перспективных озерных палеоархивов позднего плейстоцена может достигать более 50 м [10], что заставляет нас искать всё новые и более изощренные технологические решения.

Тип буровой системы	Ручная поршневая	Шнеково-свайная	Колонковая / ударная
Средняя макс. глубина забоя, м	15–20	25–30	5–10
Пробоотборник диаметром, мм	30–40	40–70	100–160
Характер отбора	сплошной	дискретный	сплошной, перерывы в месте отрыва
Физическое состояние осадка	обводненный, в т.ч. под водой	уплотненный, частично или полностью дренированный	
Публикации	4, 5	1	6, 7, 8
Фото керна			
	Сарское болото	Соловьевская котловина	

Особенности буровых систем и извлекаемых кернов

Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект 23-77-10063.

## Библиографические ссылки

1. Valdai Periglacial Field Symposium Guidebook, 27-30 August 2023 [Electronic edition] - IG RAS, Moscow, 2023.
2. *Garankina E. V., Belyaev V. R., Shorkunov I. G., Shishkina Yu. V., Andreev P. V., Sheremetskaya E. D.* Lake sedimentation as an agent of postglacial transformation of interfluves and fluvial landscapes of the Borisoglebsk Upland, Central European Russia // *PIANS*. 2019. Vol. 381. P. 13-20.
3. *Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г.* О чем молчат разрезы: методические аспекты работы с грунтовыми выработками в палеогеографических целях // Этот сборник. 2024.
4. *Vallentyne J. R.* A modification of the Livingstone piston sampler for lake deposits // *Ecology*. 1955. Vol. 36. № 1. Pp. 139-141.
5. *Wright H. E.* A square-rod piston sampler for lake sediments // *J. of Sedimentary Research*. 1967. Vol. 37(3). Pp. 975-976.
6. *Валигура Н. С.* Способы бурения неглубоких скважин // *Разведка и охрана недр*. 2014. № 2. С. 27-30.
7. *Черкасов В. И.* Области применения и проблемы бурения неглубоких скважин // *Разведка и охрана недр*. 2014. № 2. С. 24-27.
8. *Малинина Е. М., Аракчеева С. В.* Способы бурения скважин // *Вологдинские чтения*. 2009. № 76. С. 110-111.
9. *Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.* Методология иерархического морфогенетического исследования: как прочесть историю отложений и почв между строк // Этот сборник. 2024.
10. *Посаженикова В. С., Гаранкина Е. В., Константинов Е. А., Зарецкая Н. Е., Захаров А. Л., Рудинская А. И., Шоркунов И. Г.* Хроностратиграфия позднеплейстоценовых отложений Сарского болота // *Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Материалы Всероссийской научной конференции. Ростов Великий, 25–26 августа 2023 г.* [Электронное издание]

УДК 551.89 (476.1+476.4+476.6)

**РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОЛАНДШАФТОВ ТЕРРИТОРИИ  
ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ В КЛИМАТИЧЕСКОМ ОПТИМУМЕ  
МУРАВИНСКОГО МЕЖЛЕДНИКОВЬЯ**

**Т. Б. Рылова, А. В. Матвеев, А. В. Шидловская**

*Институт природопользования НАН Беларуси, ул. Ф. Скорины, 10, 220076, г. Минск,  
Беларусь, [rylova\\_tatyata18@mail.ru](mailto:rylova_tatyata18@mail.ru), [matveyev@nature-nas.by](mailto:matveyev@nature-nas.by),  
[anne.shidlovska@gmail.com](mailto:anne.shidlovska@gmail.com)*

Выполнена реконструкция родов и видов палеоландшафтов, существовавших на территории Центральной Беларуси в самой теплой фазе климатического оптимума муравинского межледниковья. Основой реконструкции стали палеогеоморфологическая схема, составленная по материалам изучения разрезов буровых скважин, а также данные о составе флоры и характере растительности, полученные в результате палинологических исследований.

**Ключевые слова:** муравинское межледниковье; палеоландшафты; Центральная Беларусь.

**RECONSTRUCTION OF PALEOLANDSCAPES ON THE  
TERRITORY OF CENTRAL BELARUS IN THE CLIMATIC  
OPTIMUM OF THE MURAVIAN INTERGLACIAL**

**T. B. Rylova, A. V. Matveev, A. V. Shidlovskaya**

*Institute for Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus,  
10 F. Skaryna St, 220076, Minsk, Belarus, [rylova\\_tatyata18@mail.ru](mailto:rylova_tatyata18@mail.ru),  
[matveyev@nature-nas.by](mailto:matveyev@nature-nas.by), [anne.shidlovska@gmail.com](mailto:anne.shidlovska@gmail.com)*

A reconstruction of the genera and species of paleolandscapes that existed on the territory of Central Belarus in the warmest phase of the Muravian interglacial climatic optimum was carried out. The reconstruction was based on a paleogeomorphological scheme compiled from materials of the borehole sections study, as well as data on the composition of the flora and the nature of vegetation obtained as a result of palynological studies.

**Key words:** Muravian interglacial; paleolandscapes; Central Belarus.

Для выявления естественного тренда и прогноза изменения природных обстановок целесообразно проводить сопоставление современных природных комплексов с предшествующими этапами развития (на территориях распространения плейстоценовых ледниковых покровов – с межледниковьями и, в частности, с наиболее изученным

муравинским этапом). Такая задача стояла перед авторами при выполнении работ по заданию 1.03 «Оценка геоэкологических рисков на территории Беларуси с учетом динамики ландшафтов и особенностей геодинамических, гидрогеологических и геохимических условий» подпрограммы 1 «Природные ресурсы и их рациональное использование» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.

Палеоландшафты, существовавшие в климатическом оптимуме муравинского межледниковья на территории Центральной Беларуси, реконструированы на основе опубликованных данных о палеогеографических особенностях региона в это время [1–5 и др.], палеогеоморфологической схемы М 1:500 000 [6], а также сведений о составе флоры и характере растительности в самой теплой фазе муравинского межледниковья, полученных в результате палинологических исследований [7]. Используются данные о продукции и рассеивании пыльцы и спор различных растений [8], биологических особенностях некоторых древесных пород и отношению их к основным факторам внешней среды [9], а также шкала Г. Элленберга [10], отражающая экологическую характеристику местообитаний различных видов древесных и травянистых растений. Предполагалось, что особенности формирования ландшафтов муравинского времени были сходны с современными.

В оптимуме муравинского межледниковья территория Центральной Беларуси относилась к классу равнинных ландшафтов, умеренно-континентальному широколиственно-лесному типу. Произрастали преимущественно широколиственные дубово-лещиновые и лещиновые леса с примесью вяза, липы, ясеня, клена и других пород [7].

Выполненные реконструкции позволили на основании характера рельефа и свойств подстилающих пород выделить 7 родов ландшафтов. Они, в свою очередь, в зависимости от глубины залегания грунтовых вод и типа лесной растительности подразделены на 12 видов (рисунок). Виды могут быть разделены на подвиды, детально отражающие состав лесных ассоциаций, однако эти таксоны не рассматриваются в данной работе.

Ниже дана краткая характеристика 7 родов ландшафтов.

I. Холмисто-грядовые лесные ландшафты на песчаных, песчано-гравийных и супесчаных отложениях были распространены преимущественно на возвышенностях – Волковысской, Слонимской, Новогрудской, Ошмянской, Минской, Оршанской, Горецко-Мстиславской и др. Наименее увлажненные и возвышенные участки были заняты суходольными дубравами, дубравами грабовыми и сосново-дубовыми лесами (I.1), а склоны возвышенностей — дубравами и дубравами грабовыми (I.2).

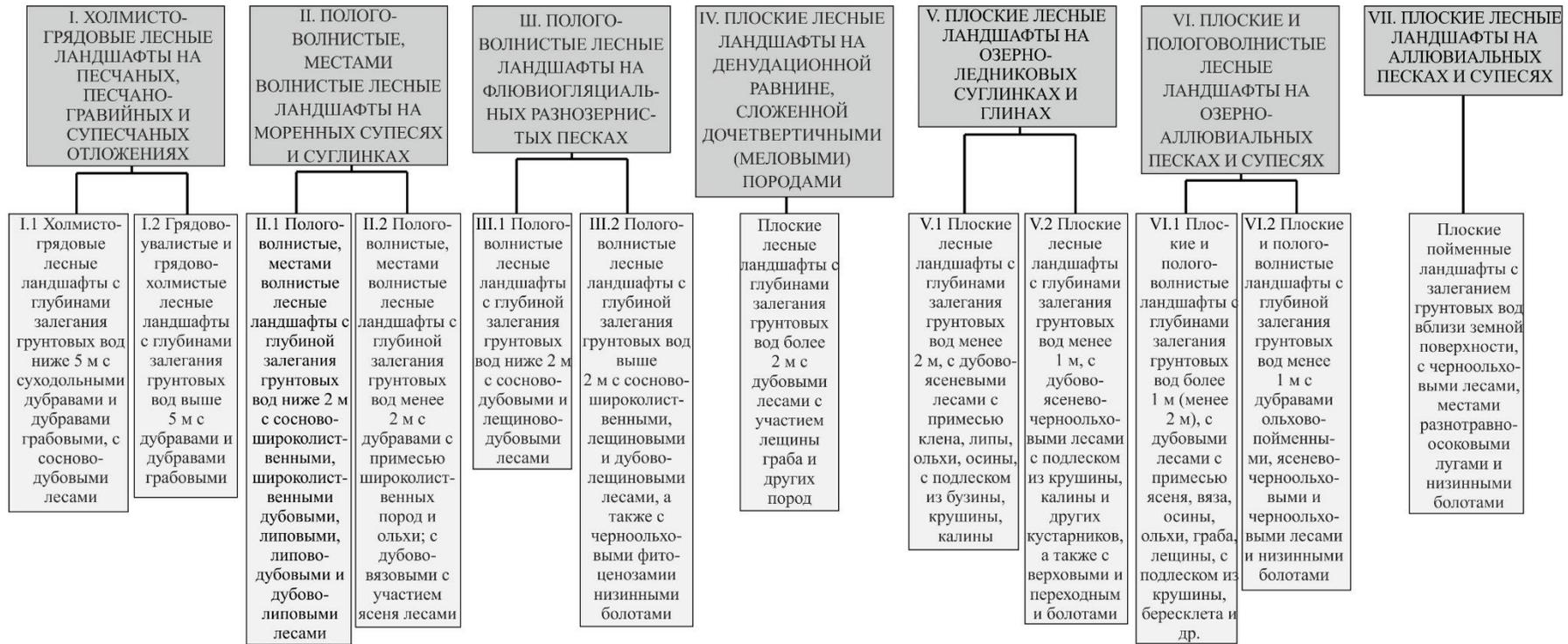


Схема классификации ландшафтов муравинского времени на территории Центральной Беларуси

II. Пологоволнистые, местами волнистые лесные ландшафты на моренных супесях и суглинках занимали значительные площади в бассейнах крупных рек — Пра-Немана, Пра-Днепра и Пра-Сожа, и были приуроченные в основном к пологоволнистым моренным равнинам. На территориях с залеганием грунтовых вод ниже 2 м произрастали леса, где главными эдификаторами были дуб и липа (II.1), а на более увлажненных, пойменных участках — дубравы с участием ольхи, вяза и ясеня (II.2).

III. Пологоволнистые лесные ландшафты на флювиогляциальных разнозернистых песках имели наибольшее распространение в самой теплой фазе оптимума муравинского межледниковья и занимали обширные участки флювиогляциальных равнин. Наиболее сухие, прилегающие к конечно-моренным возвышенностям, площади занимали сосново-дубовые и лещиново-дубовые леса (III.1), а на плоских достаточно увлажненных участках селились лещиновые и дубово-лещиновые лесные формации, редкие заболоченные участки были заняты черноольховыми фитоценозами (III.2)

IV. Плоские лесные ландшафты на денудационной равнине, сложенной дочетвертичными (меловыми) породами занимали лишь небольшую площадь в пределах Минской возвышенности. На выходах меловых пород, вероятно, произрастали дубравы с заметной ролью дуба пушистого, предпочитающего карбонатные почвы.

V. Плоские лесные ландшафты на озерно-ледниковых суглинках и глинах не получили широкого распространения и тяготели к бассейну Пра-Немана. Локально в северной и южной частях региона исследований произрастали дубово-ясеновые леса, а на пониженных участках Неманской низменности — широколиственно-черноольховые леса, местами с верховыми и переходными болотами.

VI. Плоские и пологоволнистые лесные ландшафты на озерно-аллювиальных песках и супесях имели локальное распространение, отдельные крупные участки были приурочены лишь к бассейну Пра-Немана. На площадях, где грунтовые воды не достигали земной поверхности, произрастали дубовые леса с примесью других широколиственных пород (VI.1). На увлажненных участках селились дубравы ольхово-пойменные, а заболоченные территории занимали ясеново-черноольховые леса (VI.2).

VII. Плоские лесные ландшафты на аллювиальных песках и супесях были приурочены лишь к прирусловым частям крупных рек — Пра-Немана, Пра-Днепра, Пра-Сожа и Пра-Березины, где произрастали черноольховые леса, присутствовали разнотравно-осоковые луга и низинные болота.

Таким образом, абсолютное господство широколиственных лесов и их богатый таксономический состав свидетельствуют о значительно более высоких летних и особенно зимних палеотемпературах в оптимуме муравинского межледниковья [7] по сравнению с оптимумом голоцена [11], когда преобладали смешанные широколиственно-хвойные леса. Результаты выполненных исследований могут быть использованы для выявления направленности развития природного процесса в будущем в условиях прогнозируемого глобального потепления.

### Библиографические ссылки

1. *Цапенко, М. М.* Антропогенные отложения Белоруссии / М. М. Цапенко, Н. А. Махнач. Минск : АН БССР, 1959. 225 с.
2. Флора и растительность Белоруссии в палеогеновое, неогеновое и антропогенное время / Н. А. Махнач [и др.]. Минск : Наука и техника, 1981. 106 с.
3. *Матвеев, А. В.* Рельеф Белорусского Полесья / А. В. Матвеев, Б. Н. Гурский, Р. И. Левицкая. Минск : Наука и техника, 1982. 131 с.
4. Палеогеография кайнозоя Беларуси; под ред. А. В. Матвеева. Минск : Институт геологических наук НАН Беларуси, 2002. 164 с.
5. Геамарфалагічная карта М 1 : 1 250 000 / А. В. Мацвееў [і інш.] // Нацыянальны атлас Беларусі [Карты] / складзены і падрыхтаваны да друку РУП «Белкартаграфія» ў 2000–2002 гг. [Маштабы розныя]. Мінск : Белкартаграфія, 2002. С. 66–67.
6. *Матвеев, А. В.* Палеорельеф территории Центральной Беларуси в муравинское межледниковье // Літасфера. 2023. № 2 (59). С. 47–52.
7. *Рылова, Т. Б.* Региональные особенности палинотратиграфии муравинских отложений, межледниковой растительности и климата на территории Центральной Беларуси / Т. Б. Рылова, А. В. Шидловская // Літасфера. 2022. № 2 (57). С. 55–75.
8. *Лийвранд, Э. Д.* Методические проблемы палинотратиграфии плейстоцена / Э. Д. Лийвранд. Таллинн : Валгус, 1990. 176 с.
9. Биология древесных растений; под ред. А. Ф. Иванова. Минск : Наука и техника, 1975. 260 с.
10. *Ellenberg, H.* Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Aufl. Ulmer. Stuttgart, 1996. 1096 s.
11. *Зерницкая, В. П.* Позднеледниковье и голоцен Беларуси: геохронология, осадконакопление, растительность и климат / В. П. Зерницкая. Минск : Беларуская навука, 2022. 303 с.

УДК 574.36

## ИЗМЕНИВОСТЬ РЕСУРСНО-ЦЕНОТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ VACCINIUM VITIS-IDAEA В РАЗНЫХ КЛАССАХ ВОЗРАСТА ИСКУССТВЕННЫХ PINETUM PLEUROZIOSUM

**А.И. Садковская, О.В. Созинов**

Гродненский государственный университет им. Янки Купалы, ул. Ожешко, 22,  
230023, г. Гродно, Беларусь, [annet.sadkovskaya@mail.ru](mailto:annet.sadkovskaya@mail.ru), [ledum@list.ru](mailto:ledum@list.ru)

Исследована изменчивость параметров Cormi Vitis idaeae (побеги *Vaccinium vitis-idaea*) на возрастном градиенте Pinetum pleuroziosum искусственного происхождения. Для заготовки максимального объема Cormi Vitis idaeae, мы рекомендуем, приспевающие лесные культуры Pinetum pleuroziosum. Выявлена достоверная линейная зависимость урожайности ( $r_s=0,50$ ,  $p=0,06$ ), проективного покрытия ( $r_s=0,53$ ,  $p=0,04$ ) и высоты *Vaccinium vitis-idaea* ( $r_s=0,55$ ,  $p=0,03$ ) от освещенности.

**Ключевые слова:** *Vaccinium vitis-idaea*; урожайность; ценотические параметры; Pinetum pleuroziosum.

## VARIABILITY OF RESOURCE-CENOTIC PARAMETERS OF VACCINIUM VITIS-IDAEA IN DIFFERENT AGE CLASSES OF ARTIFICIAL PINETUM PLEUROZIOSUM

**A.I. Sadkovskaya, J.V. Sozinov**

Yanka Kupala Grodno State University, st. Ozheshko, 22,  
230023, Grodno, Belarus, [annet.sadkovskaya@mail.ru](mailto:annet.sadkovskaya@mail.ru), [ledum@list.ru](mailto:ledum@list.ru)

The variability of parameters of Cormi Vitis idaeae (shoots of *Vaccinium vitis-idaea*) on an age gradient of Pinetum pleuroziosum of artificial origin was studied. To harvest the maximum volume of Cormi Vitis idaeae, we recommend ripening forest crops Pinetum pleuroziosum. A significant linear relationship was revealed between yield ( $r_s=0,50$ ,  $p=0,06$ ), projective cover ( $r_s=0,53$ ,  $p=0,04$ ) and height of *Vaccinium vitis-idaea* ( $r_s=0,55$ ,  $p=0,03$ ) on illumination.

**Keywords:** *Vaccinium vitis-idaea*; yield; cenotic parameters; Pinetum pleuroziosum.

*Vaccinium vitis-idaea* L. (брусника обыкновенная) является важнейшим компонентом бореальных лесных экосистем, зачастую доминируя или содоминируя в травяно-кустарничковом ярусе. *V. vitis-idaea*, образуя микоризы арбускулярного типа, способствует повышению доступности азота, фосфора и калия в экосистемах, выполняет важную трофическую функцию, являясь кормовым объектом многих животных

[1]. *V. vitis-idaea* — ценное пищевое и лекарственное растение, востребованное в Республике Беларусь. В фармацевтической промышленности используются листья (*Folia vitis idaeae*) [2].

Ресурсоведческие исследования мы проводили в 2022 год на территории республиканского ландшафтного заказника Гродненская Пуща (Августовское лесничество Гродненского лесхоза). Сбор *Cormi Vitis idaeae* (побеги *V. vitis-idaea*) осуществляли во второй половине августа с 300 учётных площадок ( $S=1 \text{ м}^2$ ) на 15 пробных площадях ( $400 \text{ м}^2$ ) в разных классах возраст древостоя искусственных сосняков мшистых (*Pinetum pleuroziosum*): I (5, 17, 20 лет), II (27, 28 лет), III (48, 53, 58 лет), IV (62, 73, 78, 78 лет), V (82, 82, 88 лет) классов возраста. Урожайность ( $\text{г/м}^2$ ) *Cormi Vitis idaeae* определяли методом проективного покрытия [3]. В учётных площадках определяли проективное покрытие *V. vitis-idaea*, а также в  $1 \text{ дм}^2$  (наиболее заполненном в пределах  $1 \text{ м}^2$ ) срезали сырьё (побеги). Далее сырьё сушили воздушно-теневым способом и определяли воздушно-сухую фитомассу на лабораторных весах НТ-220 СЕ с  $\pm 0,01$ . Доля листьев по массе в побеге *V. vitis-idaea* 69%) [4].

Фитоиндикацию экологических режимов проводили по шкалам Г. Элленберга [5]. Проверку на нормальность выборок (критерий Шапиро-Уилкса) и корреляционный анализ проводили в программе Statistica 10, а также рассчитывали среднее значение, ошибку среднего значения и коэффициент вариабельности.

По результатам проверки выборок на нормальность в 87 % изученные пробные площади характеризуется ненормальным распределением ( $p < 0,05$ ) урожайности *Cormi Vitis idaeae*, 80 % — проективного покрытия *V. vitis-idaea*, 100 % — высот *V. vitis-idaea*.

На основе анализа полученных данных в искусственных сосняках мшистых (культуры), нами выявлено, что максимальное значения проективного покрытия *V. vitis-idaea* ( $\%/1\text{м}^2$ ) характерно приспевающей культуре (таблица). Диапазон изменчивости обилия *V. vitis-idaea* варьирует от  $1,30 \pm 0,11$  до  $6,00 \pm 0,61 \text{ \%/м}^2$ , относительный максимум отмечен в приспевающем древостое, при вариабельности —  $C_v=45,6 \text{ \%$ . Высота побегов *V. vitis-idaea* изменяется от  $5,17 \pm 0,23 \text{ см}$  до  $8,63 \pm 0,42 \text{ см}$  при высокой изменчивости  $C_v=37,2 - 53,8 \text{ \%$ . Урожайность *Cormi Vitis idaeae* (воздушно-сухая) в искусственных сообществах колеблется от  $0,80 \pm 0,14$  до  $14,69 \pm 3,92 \text{ г/м}^2$  (коэффициент корреляции урожайности и проективного покрытия ( $r_s=0,87$ ,  $p < 0,05$ )). Встречаемость *V. vitis-idaea* в изученных фитоценозах варьирует от 32 % в средневозрастном до 100 % в приспевающем, спелом и средневозрастном сообществах. Максимальный эксплуатационный запас ( $85,20 \text{ кг/га}$ ) и объем ежегодной заготовки побегов *V. vitis-idaea* ( $14,20 \text{ кг/га}$  1 раз в 5 лет) на 1 гектар характерны приспевающим *Pinetum pleuroziosum*, сформированным из культуры.

**Ресурсно-ценотические показатели *V. vitis-idaea* искусственных сосняков  
мшистых за 2022 год**

№ ПП	W, лет	V, %	Проективное по- крытие, %/м <sup>2</sup>		Высота, см		Урожайность, г/м <sup>2</sup> *		ЭЗ, кг/га	ОЕЗ, (кг/га 1 раз в 5 лет)
			M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %	M±m	C <sub>v</sub> , %		
23	5	36	1,60±0,15	42,5	5,17±0,23	45,4	4,03±0,83	92,6	8,49	1,42
25	17	88	4,00±0,80	<b>90,0</b>	7,23±0,28	43,0	7,03±2,55	<b>161,8</b>	17,10	2,85
2	20	72	2,30±0,18	34,8	<b>8,63±0,42</b>	<b>53,8</b>	2,96±0,55	83,1	13,39	2,23
14	27	72	1,30±0,11	36,2	5,91±0,22	41,7	0,80±0,14	79,4	3,72	0,62
28	28	76	1,65±0,11	29,7	6,33±0,28	45,6	0,94±0,17	82,1	4,52	0,75
5	48	84	4,50±0,43	42,3	7,33±0,27	40,7	8,48±1,18	62,2	51,44	8,57
15	53	<b>100</b>	3,50±0,25	31,4	7,29±0,26	38,5	4,33±0,69	70,9	29,54	4,92
9	58	32	1,70±0,15	38,6	5,78±0,24	44,0	2,13±0,44	91,6	4,02	0,67
24	62	<b>100</b>	2,65±0,33	56,5	7,79±0,31	43,0	3,91±1,06	121,1	17,91	2,99
10	73	<b>100</b>	<b>6,00±0,61</b>	45,6	7,09±0,24	37,2	<b>14,50±2,99</b>	92,3	<b>85,20</b>	<b>14,20</b>
3	78	72	<b>5,30±0,49</b>	41,1	<b>8,05±0,39</b>	<b>53,1</b>	<b>14,61±3,99</b>	122,0	47,83	7,97
11	78	<b>100</b>	4,95±0,61	55,4	6,22±0,27	47,6	<b>14,69±3,92</b>	119,2	<b>68,56</b>	<b>11,43</b>
20	82	72	2,65±0,17	28,1	5,53±0,20	40,0	2,46±0,30	53,9	13,43	2,24
19	82	64	1,75±0,14	36,5	6,59±0,24	38,0	1,33±0,19	63,7	6,08	1,01
7	88	<b>100</b>	2,40±0,17	31,4	6,99±0,25	37,9	2,56±0,31	52,9	19,42	3,24

*Примечание.1* – ПП – пробная площадь; 2 – полужирным шрифтом выделены максимальные значения параметров; 3 – W – возраст древостоя; 4 – V – встречаемость на пробной площади, %; 5 – \* – воздушно-сухие Cormi *Vitis idaeae*; 6 – ЭЗ – эксплуатационный запас; 7 – ОЕЗ – объем ежегодной заготовки; 8 – M±m – среднее значение параметра±ошибка среднего значения параметров; 9 – C<sub>v</sub> – коэффициент вариальности, %

Выявлена положительная линейная зависимость ресурсно-ценотических параметров Cormi *Vitis idaeae*, произрастающей в культурах различных классов возраста древостоя Pinetum pleuroziosum, от освещённости (по шкалам Г. Элленберга [5]): урожайности – r<sub>s</sub>=0,50, p=0,06, проективного покрытия – r<sub>s</sub>=0,53, p=0,04 и высоты *V. vitis-idaea* – r<sub>s</sub>=0,55, p=0,03). Согласно литературным источникам, существенное влияние на обилие (ягоды [6] и площадь листьев [7]) вида оказывает освещенность

под пологом леса, что также мы можем наблюдать и в сообществах *Pinetum pleuroziosum*.

Таким образом, изменчивость ресурсно-ценотических параметров *V. vitis-idaea* в различных классах возраста древостоя *Pinetum pleuroziosum* (культура) является достаточно высокой. Приспевающие сообщества культуры сосняка мшистого являются оптимальным классом возраста древостоя для заготовки растительного сырья *Corni Vitis idaeae* для данного типа леса. Ресурсно-ценотические параметры *V. vitis-idaea* находятся в средней положительной линейной зависимости от освещённост:  $r_s = 0,50-0,55$ .

### Библиографические ссылки

1. Егорова Н. Ю., Егошина Т. Л. Влияние эколого-ценотических факторов на ресурсные параметры *Vaccinium vitis-idaea* (Ericaceae) в подзоне южной тайги (Кировская область) / Н. Ю. Егорова, Т. Л. Егошина // Растительные ресурсы, 2021. Том 57. Вып. 3. С. 211–223.

2. Государственная фармакопея Республики Беларусь. Общие и частные фармакопейные статьи. Разработана на основе Европейской Фармакопеи / Министерство здравоохранения Республики Беларусь, Республиканское унитарное предприятие «Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении». Том II. Минск, 2007. 471 с.

3. Буданцев А. Л., Харитоновна Н. П. Ресурсоведение лекарственных растений. Методическое пособие к производственной практике для студентов фармацевтического факультета / А. Л. Буданцев, Н. П. Харитоновна // Санкт-Петербург: СПХФА, 1999. 56 с.

4. Масловский, О. М. Природные лекарственные растения Беларуси и проблемы их использования / О. М. Масловский, И. П. Сысой // Наука и инновации. 2014. № 5 (135). С. 13–14.

5. Ellenberg, H. Zeigerwerte der Gefasspflanzen Mitteleuropas Gottingen / H. Ellenberg. 1991. 282 s.

6. Морозов, О. В. Брусника обыкновенная (*Vaccinium vitis-idaea* L.) сосновых лесов Беларуси / О. В. Морозов, под ред. Ж. А. Рупасовой. Минск: Право и экономика, 2006. 114 с.

7. Работнов, Т. А. Биологическая флора Московской области / Т. А. Работнов. Вып. 4. Москва: изд-во Моск. ун-та, 1978. 232 с.

УДК: 551.89+902

**ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И ВОЗРАСТ ЧЕТВЕРТИЧНЫХ  
ОТЛОЖЕНИЙ РАННЕПАЛЕОЛИТИЧЕСКОГО  
МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ ОГОВО I В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

**Ю. В. Селезнев<sup>1)</sup>, Е. И. Куренкова<sup>2)</sup>, Д. В. Баранов<sup>2)</sup>, А. А. Вашков<sup>3)</sup>,  
Р. Н. Курбанов<sup>2, 4)</sup>, А. Н. Вашанов<sup>5)</sup>, А. К. Очередной<sup>6)</sup>**

<sup>1)</sup>Независимый исследователь, г. Иваново, Беларусь, [yuraselezniiov1967@gmail.com](mailto:yuraselezniiov1967@gmail.com)  
<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный пер. 29, стр. 4, 119017, г. Москва, Россия, [paleolith@yandex.ru](mailto:paleolith@yandex.ru) <sup>3)</sup> Геологический институт Кольского научного центра РАН, ул. Ферсмана, 14, 184209, Апатиты, Россия <sup>4)</sup>МГУ им. М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия <sup>5)</sup> Институт Истории НАНБ, ул. Академическая, 1, 220072, г. Минск, Беларусь <sup>6)</sup>Институт истории материальной культуры РАН, Дворцовая наб., 18, литер А, 191186, г. Санкт-Петербург, Россия

Установлено, что раннепалеолитическое местонахождение Огово I (Ивановский район Брестской области, Беларусь) приурочено к ритмичной толще флювиогляциальных песков и песчано-гравийно-галечного материала. Условия залегания этого материала под покровом морены днепровской стадии припятского оледенения позволяют соотнести накопление отложений с интервалом не моложе, чем МИС 8. Полученные новейшие данные люминесцентного датирования указывают на оценочный возраст этой толщи не позднее 400–500 тыс. лет назад.

**Ключевые слова:** ранний палеолит; Белорусское Полесье; Загородье; средний плейстоцен; днепровское оледенение; ОСЛ-датирование.

**GEOLOGICAL STRUCTURE AND AGE OF QUATERNARY  
DEPOSITS AT THE OGOVO I EARLY PALEOLITHIC LOCATION  
IN THE REPUBLIC OF BELARUS**

**Yu. V. Selezniiov<sup>1)</sup>, E. I. Kurenkova<sup>2)</sup>, D. V. Baranov<sup>2)</sup>, A. A. Vashkov<sup>3)</sup>, R.  
N. Kurbanov<sup>2, 4)</sup>, A. N. Vashanov<sup>5)</sup>, A. K. Otcherednoy<sup>6)</sup>**

<sup>1)</sup>Independent researcher, Ivanava, Belarus, [yuraselezniiov1967@gmail.com](mailto:yuraselezniiov1967@gmail.com) <sup>2)</sup>Institute of Geography of RAS, Staromonetny lane, 29, 119017, Moscow, Russia, [paleolith@yandex.ru](mailto:paleolith@yandex.ru)  
<sup>3)</sup>Geological Institute, KSC RAS, Fersman st., 14, 184209, Apatity, Russia <sup>4)</sup>Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, 119991, Moscow, Russia <sup>5)</sup>Institute of History of the National Academy of Sciences of Belarus Academic str., 1, 220072, Minsk, Belarus  
<sup>6)</sup>Institute for the History of Material Culture of RAS, Dvortsovaya emb., 18, 191186, Saint-Petersburg, Russia

We have established that the Early Paleolithic locality of Ogovo I (Ivanovsky district, Brest region, Belarus) is confined to a rhythmic layer of fluvioglacial sands and sand-gravel-pebble material. The occurrence conditions of this material under the diamicton cover of the Dnieper stage (Pripyat glaciation) make it possible to correlate the

accumulation of sediments with an interval no younger than MIS 8. The latest luminescence dating data obtained indicate the estimated age of this stratum no later than 400 – 500 thousand years ago.

**Key words:** Early Paleolithic; Belarus Polesia; Zagorodie; Middle Pleistocene; Dnieper Glaciation; OSL-dating.

Раннепалеолитическое местонахождение Огово I расположено в пределах южной окраины равнины Загородье (Ивановский район Брестской области Республики Беларусь) в междуречье рек Пины и Ясельды [1, 2]. Протяженность равнины с запада на восток 85 км, с севера на юг 15 – 35 км, максимальная высота — 179 м над уровнем моря (н. у. м.). [3, 4]. Общая мощность четвертичных отложений в пределах равнины достигает 100 м, средняя мощность 40 – 50 м [5, 6]. В структуре четвертичной толщи установлены отложения березинского и припятского горизонтов [5, 6]. В ледниковых отложениях выделяются как ледниково-экзарационные ложбины субмеридиональной ориентировки, так и гляциодислокации пород верхнего мела [5, 6]. Поверхность равнины формирует комплекс краевых ледниковых образований и флювиогляциальных отложений мозырской фазы днепровской стадии припятского оледенения [3–6]. Им соответствует субшироко ориентированный холмистый и холмисто-грядовый рельеф, распространенный, главным образом, в северной части равнины. Южная часть равнины преимущественно плоская, с незначительными уклонами поверхности и отдельными грядобразными возвышениями, сформированная плащами водно-ледниковых осадков днепровского оледенения [5, 6]. Ниже отметок 150 м н. у. м. развит покров озерно-аллювиальных и эоловых осадков позднего плейстоцена и голоцена [6].

В 2023 году исследования проводились на территории крупного заброшенного песчаного карьера в 7 км восточнее г. Иваново, севернее д. Огово. На северном борту карьера было заложено две расчистки на расстоянии около 15 м друг от друга общей глубиной порядка 8 м. Верхняя часть разреза четвертичной толщи вскрыта в расчистке глубиной около 5 м, ориентированной по азимуту 40–220° (далее – верхняя расчистка). Нижняя часть разреза вскрыта в расчистке ненарушенного разработкой останца в днище карьера глубиной около 5 м, ориентированной по азимуту 150–330° (далее – нижняя расчистка). Бровка разреза нижней расчистки находится на глубине 3 м от современной дневной поверхности, зона перекрытия двух расчисток составляет около 1,5 м.

В верхней расчистке с современной поверхности под маломощным (менее 1 метра) покровом пылеватых мелкозернистых песков вскрывается красновато-коричневый диамиктон. В его составе преобладают алевритистые и глинистые частицы, а также включены разнозернистые (р.з.) пески, гравий, крупная галька и редкие валуны.

Крупнообломочный материал преимущественно представлен кристаллическими породами Фенноскандинавской питающей провинции, средней степени окатанности.

Под диамиктоном вскрываются отложения, представленные горизонтальным переслаиванием мелкозернистого (м. з.) темно-коричневого песка, р. з. глинистого песка от темно-коричневого до желтовато-красного цвета, с примесью крупнозернистого (к. з.) песка с гравием. Толщина прослоев от 4 до 10 см. С глубины около 4,5 м от дневной поверхности прослой глинистого р.з. песка сменяются линзами. Слоистость внутри линз с характерными знаками ряби: волнистая, линзовидная, косая и др. По всему слою отмечаются редкие крупные гальки и валуны. Нижняя граница залегает горизонтально на глубине около 5 м от дневной поверхности.

Ниже до дна карьера вскрыто переслаивание пестроокрашенных пачек песчано-гравийно-галечного (с включением мелких валунов) материала, разделенных р. з. песками светло-желто-коричневыми и коричневыми, преимущественно м. з. и с. з. Слоистость в прослоях линзовидная, волнистая и косая, с падением в юго-восточных румбах под углами 7 – 19°. Характерной особенностью пачек крупнообломочного материала является местами интенсивная прокраска окислами марганца и железа.

Крупные обломки в пачках хорошо окатаны, представлены как кристаллическими породами, так и обломками пород местной питающей провинции [5, 6]. Среди них большое число обломков кремней, катуны плотных темно-коричневых глин и глауконитовых песчаников оливкового цвета. Количество обломочного материала и его размерность увеличивается от верхней пачки к нижней. Среди крупнообломочного материала в трех отчётливых интервалах толщиной до 15 см (на глубинах 4.8 м; 5.4 м; 6.4 м от дневной поверхности) выявлен археологический материал. Коллекция артефактов состоит из изделий разной сохранности (разная степень повреждения краев, забитости ребер, окатанности, люстража, наличия прикипевшего суглинка) и разного морфологического облика. В коллекции, скорее всего, присутствуют предметы, относящиеся к среднему и, вероятно, финалу раннего палеолита [1, 2].

Характер залегания, литологические и структурно-текстурные особенности осадков в разрезе позволяют соотнести диамиктон в кровле разреза с основной мореной, которая в данном районе может быть сопоставлена с днепровской стадией припятского оледенения [3 – 6]. Накопление толщи песков под мореной может быть связано с ритмичной сменной режимов действия водных потоков и мелководных бассейнов.

Переслаивание пачек песчано-гравийно-галечного материала может являться результатом деятельности водного потока переменной водности, о чем свидетельствуют резкие изменения крупности материала. Это может быть связано с неравномерным по времени поступлением талых

вод из приледниковой области, удаленной на расстояние не менее 5 – 15 км к северу. Эпизоды осадконакопления с высокой мощностью водного потока, по всей видимости, способствовали перемещению и накоплению обломочного материала, в том числе и археологического. Петрографический и литологический состав обломков в этих песках свидетельствует о том, что происходило переотложение не только материала, принесенного ледником, но и дочетвертичных отложений, залегающих в пределах Загородья [5, 6]. Поскольку такие отложения здесь залегают на глубинах 40 – 100 м, то наиболее вероятным представляется взаимодействие потока с гляциодислокациями дочетвертичных пород на севере равнины. Вторичные процессы в виде обильного выпадения марганца и железа в песках, с которыми в том числе и совпадают культуросодержащие горизонты, могут свидетельствовать о локальных застойных водных процессах, имевших место, либо во время, либо после формирования толщи.

Для определения абсолютного возраста культуросодержащих отложений местонахождения Огово I была отобрана серия из пяти образцов для люминесцентного датирования с глубины (от современной дневной поверхности) 2.15 м; 4.75 м в верхней расчистке и 4.70 м; 5.95 м; 7.15 м в нижней. Проведенные измерения оптически стимулированной люминесценции для зерен кварца показали полное насыщение сигнала, предельные для метода дозы, не позволяющие получить конечных дат. Измерения инфракрасно стимулированной люминесценции по калиевым полевым шпатам для этих же образцов также показали полное насыщение сигнала (дозы более 1000 Грей), что указывает на значительное время, прошедшее с момента захоронения отложений. Гамма-спектрометрические исследования позволили рассчитать мощности доз для изученных отложений местонахождения Огово I, которые оказались близкими к  $2.15 \pm 0.09$  Грей/тыс. лет, что характерно для аллювиальных и флювиогляциальных отложений, где доминируют пески. Полученные данные позволяют говорить о времени формирования культуросодержащих отложений местонахождения Огово I не позднее 400 – 500 тыс. лет назад.

Таким образом, полученные данные о строении и возрасте четвертичной толщи позволяют соотнести отложения, вмещающие археологический материал, с периодом времени, предшествующем днепровской стадии припятского оледенения. Новые данные люминесцентного датирования позволяют предварительно оценить время её формирования не позднее, чем МИС 8. Поскольку археологический материал является, скорее всего, переотложенным, то время формирования первоначальной стоянки должно было предшествовать днепровской стадии оледенения, а условия природной среды должны были быть подходящими для расселения древнего человека. Такие условия могли существовать во время александрийского межледниковья (МИС 11).

Первоначальное местоположение переработанной потоком стоянки должно было находиться в пределах равнины Загородье, наиболее вероятно, в её северной части. Источниками сырья для изготовления изделий могли быть выходы на дневную поверхность гляциодислокаций пород верхнего мела. Стратиграфические условия местонахождения Огово I, а также особенности осадконакопления, обеспечившие сохранность материала, могут быть сходны с местонахождениями нижнего и раннего среднего палеолита Саксонии: Цвохау (Zwochau), Макклеберг (Makkleerberg), Шладебах (Schladebach), которые приурочены к аналогичным широтам [7 – 9].

Коллектив авторов сердечно благодарит участников полевых работ на местонахождении Огово I в 2023 году. Исследование проводится при поддержке Общественного движения популяризации науки «Проекты Станислава Дробышевского», Института истории НАН Беларуси и в рамках темы ГЗ ИГ РАН FMWS-2024-0005.

### Библиографические ссылки

1. *Seliarniou Y., Motuzka A., Tsyrukunou E., Asheichyk V., Kolasau A., Vashanau A., Stepanova K., Otcherednoy A.* Ahova 1. A new Paleolithic site in SW Belarus // Crossing the borders. Interregional and cross-cultural interactions in the context of lithic studies. 15<sup>th</sup> SKAM Lithic Workshop. Abstract book. Minsk: ИН НАСВ, SKAM. 2018. P. 12–14.

2. *Селезнёв Ю. В., Вашинов М. Н., Ткачева М. И., Велент-Щербач С. С., Линевиц С. Б., Зерницкая В. П., Кудрявцева У. В., Вангель К. А., Куренкова Е. И., Ваишков А. А., Баранов Д. В., Курбанов Р. Н., Таратунина Н. А., Очередной А. К.* Условия залегания артефактов раннепалеолитического облика в четвертичных отложениях местонахождения Огово I (северо-западное Полесье, Республика Беларусь), предварительные данные // *Материалы Всероссийской конференции «Каспий в плейстоцене и голоцене: эволюция природной среды и человек»*. М.: Географический факультет МГУ. 2023. С. 164–166.

3. *Матвеев А. В.* История формирования рельефа Белоруссии. Минск: Навука і тэхніка, 1990.

4. *Шишонюк Н. А.* Общие особенности строения рельефа Загородья // *Морфогенез на территории Белоруссии: сб. науч. тр.* Минск: Наука и техника, 1983. С. 44–47.

5. *Богдасаров М. А.* Геология четвертичных отложений территории Полесской седловины // *Весн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі.* 2012. № 1. С. 60–71

6. *Махнач А. С., Гарецкий Р. Г., Матвеев А. В.* [Ред.]. Геология Беларуси. Минск: ИГН НАН Беларуси. 2001.

7. *Eissmann L.* Quaternary geology of eastern Germany (Saxony, Saxon-Anhalt, South Brandenburg, Thuringia), type area of the Elsterian and Saalian Stages in Europe // *Quaternary Science Reviews.* 2002. 21. P. 1275–1346.

8. *Grahmann R.* The Lower Palaeolithic site of Markkleeberg and other comparable localities near Leipzig // *Transactions of the American Philosophical Society, New Series.* 1955. 45/6, P. 509–687.

9. *Lauer T., Weiss M.* Timing of the Saalian- and Elsterian glacial cycles and the implications for Middle – Pleistocene hominin presence in central Europe // *Scientific Reports.* 2018. 8. P. 5111.

УДК 573.6 : 595.76 : 631.316.022

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ ДЛЯ БИОНИЧЕСКОГО ДИЗАЙНА В ЗЕМЛЕДЕЛЬЧЕСКОЙ МЕХАНИКЕ**

**О.В. Синчук, Д.Г. Жоров**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Беларусь, [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com), [dmitrii.zhorov.89@mail.ru](mailto:dmitrii.zhorov.89@mail.ru)*

Приводятся сведения о жесткокрылых насекомых, которые потенциально могут выступить в качестве бионического прототипа для решения инженерных задач в земледельческой механике. В качестве прототипов для проектирования стрелчатых лап культиваторов обсуждаются голени представителей Scarabaeidae, Geotrupidae и скульптура надкрыльев Carabidae. Выбор модельных участков в строении насекомых обусловлен их функциональным назначением и непосредственным взаимодействием с разлагающимся органическим субстратом и почвой. Проведенные исследования построены на принципах бионики.

**Ключевые слова:** бионика; земледельческая механика; инновационные решения; насекомые; модель.

## **PROSPECTS OF USING COLEOPTERA INSECTS FOR BIONIC DESIGN IN AGRICULTURAL MECHANICS**

**A. V. Sinchuk, D. G. Zhorov**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus, [aleh.sinchuk@gmail.com](mailto:aleh.sinchuk@gmail.com), [dmitrii.zhorov.89@mail.ru](mailto:dmitrii.zhorov.89@mail.ru)*

Information is given on Coleoptera insects that can potentially act as bionic prototypes for solving engineering problems in agricultural mechanics. The tibiae of representatives of Scarabaeidae, Geotrupidae and the sculpture of Carabidae elytra are discussed as prototypes for the design of lancet tines of cultivators. The choice of model areas in the structure of insects is conditioned by their functional purpose and direct interaction with decomposing organic substrate and soil. The conducted studies are based on the principles of bionics.

**Keywords:** bionics; agricultural mechanics; innovative solutions; insects; model.

**Введение.** Бионика относится к числу междисциплинарных исследований, направленных на создание устойчивого мира, используя вдохновение из структуры, функций, процессов и механизмов организма, которые адаптировались к окружающей среде в результате эволюции [1].

Однако бионика не обязательно дает устойчивые результаты. Чтобы повысить вероятность получения экологического решения, специалисты должны учитывать форму, процесс и экосистемные уровни бионического дизайна [2]. Успех применения бионических подходов обусловлен тем, что природа потратила миллиарды лет на решение и уточнение многих проблем, с которыми мы, люди, сталкиваемся сегодня, и поэтому для нас вполне логично учиться на существующих у природы адаптациях для решения наших проблем устойчивого дизайна [3]. Основная идея бионики заключается в том, что объекты флоры и фауны уже решили многие практически значимые задачи, которые нам нужно только найти [4].

Бесконечное многообразие инновационных адаптаций в природе может быть использовано в качестве источника вдохновения для решения инженерных задач в земледельческой механике [5]. Использование принципов и методов бионики для обоснования рабочих процессов сельскохозяйственных машин и параметров их рабочих органов в системе «почва–растение–атмосфера» является одним из перспективных направлений в проектировании [6]. Важнейшим направлением совершенствования эксплуатационного уровня почвообрабатывающих машин является повышение ресурса их рабочих органов за счет упрочнения рабочих поверхностей на основе бионического подхода [7]. По результатам отечественных исследований в качестве бионических прототипов в земледельческой механике рассматриваются мандибулы черного садового муравья (*Lasius niger* (Linnaeus, 1758) [8, 9] и копательные щетинки муравьиного льва обыкновенного (*Myrmeleon formicarius* Linnaeus, 1767) [10].

Целью данного исследования являлось установление круга таксонов жесткокрылых насекомых, которые могут выступить в качестве бионического прототипа для проектирования поверхностей стрелчатых лап культиваторов.

**Материалы и методы.** Исследования проводились в период с 2021–2023 гг. на базе кафедры зоологии и кафедры ЮНЕСКО по естественно-научному образованию Белорусского государственного университета. В качестве бионических прототипов рассмотрены голени представителей Scarabaeidae и скульптура надкрыльев Carabidae. Сбор фактического материала осуществлялся на территории Беларуси в условиях разных биотопов в соответствии с классическими энтомологическими подходами. Личинок насекомых помещали в полипропиленовые пробирки и фиксировали 70 % этиловым спиртом. Имаго монтировали на энтомологические булавки или выкладывали на матрасики [11]. Коллектированный материал этикетировался.

Фиксированных насекомых изымали из этилового спирта после чего необходимые экземпляры препарировались, расправлялись и высушивались в чашках Петри. После чего исследуемые объекты фотографировали

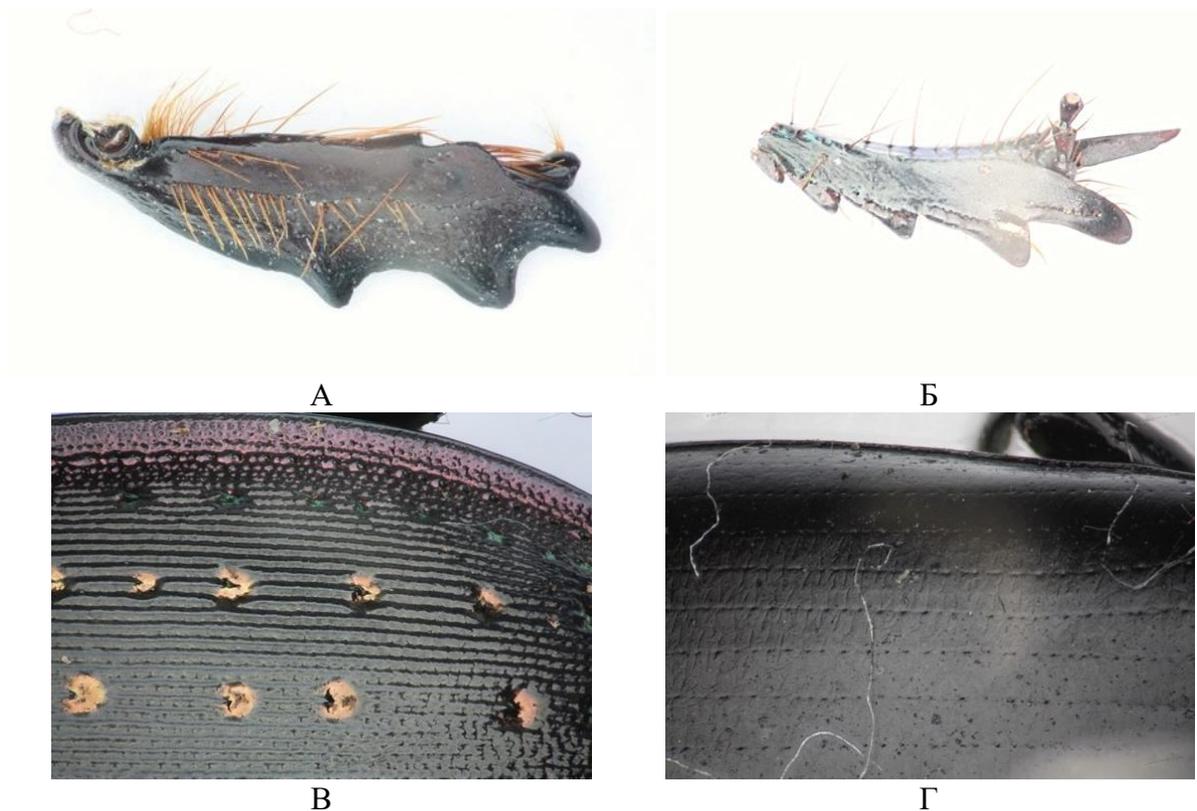
лись через микроскоп Optec SZ780T2L с помощью установленной зеркальной фотокамеры Canon 1100d. Дополнительно материал просматривался под стереомикроскопом МБС-9. Определение с использованием специализированных ключей [12, 13].

**Результаты исследований.** Потенциальными среди насекомых, которые могут быть использованы в качестве бионического прототипа для проектирования рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов, рассматриваются: жук-носорог (*Oryctes nasicornis* (Linnaeus, 1758) (Scarabaeidae), навозник изменчивый (*Geotrupes mutator* (Marshall, 1802) (Geotrupidae) и представители семейства Carabidae (роды *Carabus* и *Brosicus*).

Жук-носорог принадлежит к числу фоновых видов насекомых Беларуси. В природе встречается в широколиственных и смешанных лесах. Отмечено обитание личинок насекомых в пнях и разлагающихся стволах лиственных деревьев (например, *Ulmus* sp., *Quercus* sp.). Вместе с тем, можно встретить личинок в перепревшем навозе, кучах опилок и огородном компосте. Развитие личинки, которая питается разлагающимися древесиной и другими веществами растительного происхождения, занимает несколько лет (как правило 2–3 года). После чего происходит окукливание и выход имаго. Чтобы выбраться взрослым насекомым из среды обитания личинок требуется преодолеть участок с разлагающимися тканями растений и формирующимися почвенными слоями. В качестве основного «рычага», который позволяет выбраться из вышеуказанного субстрата, выступают голени (рис., А), снабженные тремя широкими, притупленными на концах зубцами, разделенными закругленными выемками. Имаго встречаются в непосредственной близости от участков обитания личинок.

Среди аналогичных органов следует отметить голени жуков семейства навозников-землероев (Geotrupidae). В качестве примера можно привести навозника изменчивого (рис., Б), который обитает на территории Беларуси. Активен в темное время суток. Личинки и взрослые особи питаются навозом копытных животных. Имаго при помощи голеней перемещаются внутри субстрата. Зубцы на голени имеют заостренный вид.

Видовое богатство представителей семейства Carabidae и различная микроструктура их элитр, представляют широкие возможности к бионическому моделированию различной структуры наплавки на рабочие органы с целью повышения износостойкости стрелчатых лап культиваторов. Выбор данного таксона для этих целей обусловлен частичным или постоянным взаимодействием внешнего скелета жуков с почвенной средой, а также их функциональными особенностями.



А – голень передних ног *Oryctes nasicornis* (вид сверху); Б – голень передней ноги *Geotrupes mutator* (Marshall, 1802) (вид сверху); В – часть надкрылья *Carabus* sp. (вид сверху); Г – часть надкрылья *Broscus* sp. (вид сверху)

Предполагаемые модельные участки насекомых для проектирования рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов

Жуки рода *Carabus* являются хищниками, ведут сумеречный образ жизни, питаются наземными насекомыми и моллюсками. Типичные герпетобионты. Могут прятаться в норах грызунов и трещинах почвы. Надкрылья *Carabus*, которые показаны на рисунке В, по крайней мере в полтора раза длиннее своей общей ширины. Поверхность надкрыльев характеризуется наличием микроморщинок и видоспецифичного микро-рельефа. Скульптура надкрылий разнообразная: гладкая, зернистая, морщинистая, штрихованная, с ямками, рёбрами, цепочками, черепице-видная и т. д. Это способствует уменьшению проникновения влаги и увеличивает гидрофобные свойства.

Жуки рода *Broscus* теплолюбивые, ксерофилы — встречаются в открытых, часто бесплодных, сухих почвах. Предпочитают песчаную почву, часто регистрируются на песчаных лугах и речных берегах. Иногда можно встретить на культивируемых землях, в частности, на полях с корнеплодными растениями.

Жуки рода *Brosicus* роют глубокие норы в почве, часто под кусками мёртвой древесины, где они остаются на дневное время, или прячутся под камнями или валежинами. *Brosicus* являются хищниками, которые охотятся на многих беспозвоночных, в том числе насекомых и наземных ракообразных. Питаются также и представителями своего отряда из различных семейств, даже такими как, например, вредный для сельского хозяйства колорадский жук из семейства листоедов. Надкрылья головочей (рис., Г) — матовые, с неглубокими рядами очень мелких точек и плоскими промежутками.

Структура надкрыльев жуков семейства Carabidae представляют интерес для бионического проектирования в земледельческой механике, в связи с контактом их поверхности с почвенной средой и их высокой гидрофобностью.

Таким образом, зубчатый край голеней жука-носорога и навозника изменчивого, а также скульптура надкрыльев представителей семейства Carabidae, могут служить бионическим прототипом для проектирования стрелчатых лап культиваторов. Выбор модельных участков в строении насекомых обусловлен их функциональным назначением и непосредственным взаимодействием с разлагающимся органическим субстратом и почвой. Понимание этих аспектов может вдохновить создание бионических систем, обладающих улучшенными механическими, аэродинамическими и защитными характеристиками. Микроструктура также может обладать микроскопическими выступами или бороздками, что способствует уменьшению трения при движении и обеспечивает лучшую аэродинамическую эффективность. При этом стоит отметить серьезный потенциал использования именно технологии наплавки для увеличения долговечности и соответствующих рабочих органов. Стоит рассмотреть и возможность принципиально новых органов для почвообработки с максимальным учетом формы и структуры частей, испытывающих наибольшую нагрузку и имеющих сходное функциональное назначение.

Исследования проводились в рамках выполнения НИР «Исследование износостойких бионспирированных рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов для ухода за посадками овощных культур» ГПНИ «Сельскохозяйственные технологии и продовольственная безопасность».

### Библиографические ссылки

1. Bae H., Lee E. Biological and ecological classification of biomimicry from a biology push standpoint // *Ecosphere*. 2019. Vol. 10, iss. 11. P. e02959. DOI: 10.1002/ecs2.2959.
2. Kennedy E., Fecheyr-Lippens D., Hsiung B.-K., Niewiarowski P. H., Kolodziej M. Biomimicry: A Path to Sustainable Innovation // *Design Issues*. 2015. Vol. 31, iss. 3. P. 66–73. DOI: 10.1162/DESI\_a\_00339.

3. *Nkandu M. I., Alibaba H. Z.* Biomimicry as an Alternative Approach to Sustainability // *Architecture Research*. 2018. Vol. 8, n. 1. P. 1–11. DOI: 10.5923/j.arch.20180801.01.
4. *Pathak S.* Biomimicry: innovation inspired by nature // *International Journal of New Technology and Research*. 2019. Vol. 5, n. 6. P. 34–38.
5. *Азаренко В. В., Голдыбан В. В., Бугун П. П.* Методические подходы передачи решений от биологии к инженерии // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2023. Вып. 56. С. 3–8.
6. *Бабицкий Л. Ф., Москалевич В. Ю., Соболевский И. В.* Развитие бионического направления в земледельческой механике // *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2017. № 4. С. 68–74.
7. *Ткаченко Г. А., Синчук О. В., Голдыбан В. В., Ковальчук А. В.* Повышение надежности культиваторных лап за счет упрочнения рабочих поверхностей на основе бионического подхода // *Современные технологии для заготовительного производства : сб. науч. работ, Минск, 14 апреля 2021 г. / Белорус. нац. техн. ун-т ; сост. А. П. Бежок. Минск : БНТУ, 2021. С. 149–151.*
8. *Голдыбан В. В., Синчук О. В., Ткаченко Г. А., Курилович М. И.* Исследование мандибул черного садового муравья в качестве бионической модели для повышения надежности культиваторных лап // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. 2022. № 55. С. 251–258.
9. *Sinchuk A. V., Logachev M. A.* Prospects of using the mandibles of the black garden ant (*Lasius niger* (Linnaeus, 1758)) in designing wear-resistant working surfaces of cultivator rake tines // *Young scientist*. 2024. No. 1. P. 261–265.
10. *Синчук О. В., Логачёв М. А., Лисовская Е. И.* Перспективы использования личинок обыкновенного муравьиного льва как бионического прототипа для проектирования износостойких рабочих поверхностей стрелчатых лап культиваторов // *Проблемы оценки, мониторинга и сохранения биоразнообразия : сб. материалов V Респ. научн.-практ. эколог. конф., Брест, 23 ноября 2023 г. / Брест. гос. ун-т им. А. С. Пушкина ; редкол.: Н. М. Матусевич [и др.]. Брест : БрГУ им. А. С. Пушкина, 2023. С. 273–276.*
11. *Голуб М. В., Цуриков М. Н., Прокин А. А.* Коллекции насекомых: сбор, обработка и хранение материала. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012.
12. *Chinery M.* Collins guide to the insects of Britain and Western Europe. London : HarperCollins Publishers, 1993.
13. *Крыжановский О. Л.* Отряд Coleoptera – жесткокрылые, или жуки // *Определитель насекомых Европейской части СССР. М.; Л. : Наука, 1965. Т. 2. С. 5–281.*

УДК 910.1+574.9

## МЕТОДИКА БИОГЕОГРАФИИ В ЭПОХУ АНТРОПОЦЕНА

**Н. А. Соболев**

*Институт географии Российской академии наук, Старомонетный переулок, 29, стр. 4, 119017, Москва, Россия, [sobolev\\_nikolas@igras.ru](mailto:sobolev_nikolas@igras.ru)  
Рязанский государственный университет им. С. А. Есенина, ул. Свободы, 46, 390000, Рязань, Россия, [ni.sobolev@365.rsu.edu.ru](mailto:ni.sobolev@365.rsu.edu.ru)*

Обсуждаются методические новации в биогеографии, вытекающие из задач эпохи антропоцена по управлению филогенезом. Кратко изложены методики выявления и оценки состояния биогеографических объектов разного пространственно-иерархического ранга. Специфика методов актуальной биогеографии проявляется при анализе данных, к чему должен быть адаптирован сбор материалов. Отмечена важность применения концепцию сукцессионной системы по отношению к крупным биогеографическим выделам.

**Ключевые слова:** фрагментация ландшафтов; характерное пространство; хорологический класс; биоразнообразие; полноценная биота; экотон; филогенез.

## METHODS OF BIOGEOGRAPHY IN THE ANTHROPOCENE EPOCH

**N. A. Sobolev**

*Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetnyi pereulok 29, Bd. 4, 119017, Moscow, Russia, [sobolev\\_nikolas@igras.ru](mailto:sobolev_nikolas@igras.ru)  
Ryazan State University named for S. Yesenin, Svobody St, 46 390000, Ryazan, Russia, [ni.sobolev@365.rsu.edu.ru](mailto:ni.sobolev@365.rsu.edu.ru)*

Methodological innovations in biogeography arising from the challenges of the Anthropocene epoch in managing phylogenesis are discussed. Methods for identifying and assessing the state of biogeographical objects of various spatial-hierarchical ranks are briefly outlined. The specificity of the methods of actual biogeography manifests itself in data analysis, to which it is necessary to adapt the collection of materials. The importance of applying the concept of succession system in relation to large biogeographical units is noted.

**Keywords:** fragmentation of landscapes; characteristic space; chorological class; biodiversity; complete biota; ecotone; phylogenesis.

По мере своего развития человечество стало мощной самостоятельной геологической силой, в связи с чем ожидается, что биосфера Земли со временем превратится в ноосферу, или царство

разума [1]. В настоящее время семантически более уместен термин «антропоцен» [2]. В эту эпоху во многих географических регионах ранее преобладавшее исходное состояние биоты, почв и рельефа сохраняется лишь на небольших по площади территориях, а доминирующие антропогенные модификации экосистем встраиваются в сложившиеся сукцессионные системы, непредсказуемо меняя ход филоценогенеза [3]. В результате естественные экосистемы как возобновимый, но ограниченный ресурс экологической стабильности оказались в дефиците. Препятствующие их сохранению антропогенные воздействия, в том числе фрагментация природных сообществ и ландшафтов, обусловлены действующими в определённой географической среде социально-экономическими факторами, что подчёркивает роль географических наук в решении возникших проблем и, в том числе, уменьшает нижний предел размера объектов биогеографии до фрагментов биогеоценозов [4].

Эпохе антропоцена соответствует методологический подход актуальной биогеографии [5]. Он должен обеспечивать выделение и изучение её объектов в связи с решением задач эпохи антропоцена, в том числе позволяя сравнить их актуальное состояние с исходным. Методическая специфика актуальной биогеографии проявляется при анализе первичных данных и, в связи с этим – при получении массива данных, соответствующего такому анализу.

Выделение границ предположительно целостных участков экосистемного покрова производится по рубежным элементам ландшафта разного уровня и происхождения. С позиций биогеографии при этом учитывается наличие экотонов, а также неодинаковая проницаемость разных рубежных элементов ландшафта для различных групп живых организмов [6, 7].

Состояние биоты мы рассматриваем как показатель состояния среды обитания. Методика оценки актуального состояния природной среды на изучаемом участке основана на критерии совместного обитания экологически разнообразных стенотопных, то есть уязвимых к изменению условий обитания, видов живых организмов [8]. Соответствовать экологическим требованиям разнообразных стенотопных видов может только совокупность условий, близких к исходно географически определённым, к которым адаптированы эти виды, что и позволяет выявлять территории с такими условиями [4].

Важнейшие категории актуальной биогеографии — характерное пространство и характерное время существования изучаемых биогеографических объектов и развития определяющих их процессов [9]. Популяции различных видов связаны со структурными ландшафтными единицами разных иерархических уровней (ландшафтами, урочищами,

фациями и т. п.) [10]. Размер характерного пространства существования жизнеспособной популяции вида мы рассматриваем в качестве объективной характеристики вида, именуемой «хорологический класс» [11]. Популяции видов высшего хорологического класса, перераспределяясь по занимаемой территории, снижают численность популяций видов низших хорологических классов – объектов своего питания в местах их массового скопления, чем регулируют состояние экосистемы [12]. В местах обитания уязвимых видов высшего хорологического класса практически всегда имеются места обитания уязвимых видов низших хорологических классов. Это позволяет ввести качественный показатель изучаемого участка экосистемного покрова — уровень биологического разнообразия, который соответствует максимальному хорологическому классу, представленному здесь экологически уязвимыми видами [4, 6].

Биоту, слагаемую видами, в том числе уязвимыми, всех хорологических классов и трофических уровней, мы называем качественно полноценной биотой [6]. При этом тот или иной вид может быть представлен в экосистеме изучаемого участка локальной субпопуляцией в составе метапопуляции, занимающей более крупную территорию, и поэтому зависеть от поддержания экологической целостности такой территории [13]. Если же все виды представлены в границах изучаемого природного массива жизнеспособными популяциями (а не субпопуляциями!), то биота изучаемой территории характеризуется как количественно полноценная биота. Ее выявление — методическая основа определения экологической самодостаточности территории, например – Великого Евразийского природного массива [4].

Уточнение разграничения крупных биогеографических выделов (природных зон, биомов и т. п.) может состоять в отнесении к экотону полосы, в которой встречаются диагностические элементы обоих соседних выделов. При этом участки такого экотона распределяются между данными выделами в зависимости от того, элементы какого из них преобладают на каждом из участков. Это позволяет более точно отобразить кружево биогеографической границы. При использовании разных диагностических элементов такая граница может проходить по-разному, что, на наш взгляд, является одним из свойств экотона. По умолчанию, за рубежное соотношение диагностических элементов принимается их паритет, например, по обилию или по биомассе. Однако оно может быть более надёжно определено по пикам вероятности статистических различий между диагностическими показателями по разные стороны от нескольких проверяемых вариантов границы.

Поскольку функциональной единицей филоценогенеза является региональная сукцессионная система [14], то границы биомов логично было бы проводить по границам ареалов региональных сукцессионных систем, принимая во внимание, что популяции видов высших хорологических классов могут занимать территории в пределах ареалов нескольких таких систем. Пока такая задача может быть только поставлена. После её решения состояние отдельного участка экосистемного покрова можно будет оценивать по обеспеченности функционирования сукцессионной системы, учитывая и уровень сохранности биоразнообразия, и наличие стенотопных видов в каждом из хорологических классов, представленных на изучаемом участке и относящихся к соответствующим стадиям сукцессионной системы [15].

Наступление актуального биогеографического времени может происходить неодновременно на разных территориях [3]. Конфигурация участка фрагментированного ландшафта определяется внешними событиями, которые становятся рубежными для начала актуального отрезка биогеографического времени. Природные процессы, определяющие состояние такого участка, как правило, начинаются раньше. Период от их начала до установления конфигурации изучаемого участка может быть назван хронологическим экотонем биогеографического времени, поскольку начавшиеся тогда процессы значимы для актуального состояния данного участка в его современных границах и ландшафтном окружении. Для практики территориальной охраны природы методически важно установление зависимости состояния экосистемного покрова от частоты фрагментирующих событий и плотности их пространственного распределения в географической среде.

Превратившись в мощную геологическую силу, человечество спровоцировало биоценотический кризис, по воздействию на экосистемы сравнимый с крупнейшими биоценотическими кризисами прошлого. Практический ответ на экологические вызовы нашего века принципиально состоит в обеспечении благоприятной окружающей среды путём управления филоценогенезом. Научное обеспечение этого – задача актуальной биогеографии.

### **Библиографические ссылки**

1. *Вернадский В. И.* Живое вещество и биосфера. Москва : Наука, 1994. 670 с.
2. *Krutzer P., Stormer J.* The human epoch // *Nature*. 2011. Vol. 473. P. 254.
3. *Тушков А. А.* Биогеография антропоцена Северной Евразии // *Изв. РАН. Серия географическая*, 2015, № 6. С. 7–23.

4. *Соболев Н. А.* Биологическое разнообразие и экосистемы как ресурс экологической стабильности // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2020. № 1 (161). С. 48–55.
5. *Тишков А. А.* Актуальная биогеография как методологическая основа сохранения биоразнообразия // Вопросы географии. Вып. 134. МО РГО, М.: Изд. Дом «Кодекс», 2012. С. 15–57.
6. *Соболев Н. А.* Особо охраняемые природные территории как средство поддержания биологического разнообразия в староосвоенных регионах (на примере Московской области): автореф. дисс... к.г.н. Москва, 1997. 18 с.
7. *Соболев Н. А., Белоновская Е.А.* Транспортные магистрали в регионах нового освоения как возможные барьеры для биоты // Проблемы антропогенной трансформации природной среды. Материалы междунар. конф. (14–15 ноября 2019 г.) / под ред. С. А. Бузмакова. Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т, 2019. С. 218–220.
8. *Соболев Н. А.* Методика экспресс-оценки биоразнообразия // Критерии и методы формирования экологической сети природных территорий. Вып. 1. Москва: ЦОДП СоЭС, 1998. С. 40–44.
9. *Тишков А. А.* Характерное пространство и характерное время как ключевые категории биогеографии // Изв. РАН. Серия географическая, 2016. № 4. С. 20–33.
10. *Злотин Р.И., Пузаченко Ю. Г.* О принципах типологии индивидуальных единиц зоогеографии // Вестн. Моск. ун-та. Серия 5. География. 1964. № 4. С. 57–66.
11. *Соболев Н. А., Тишков А. А.* Красная книга и природное наследие с позиций актуальной биогеографии // Редкие и исчезающие виды млекопитающих России. Абакан : Хакасское кн. изд-во, 2014. С. 118–122.
12. *Галушин В.М.* Синхронный и асинхронный типы движения системы хищник–жертва // Журн. общ. биол., 1966. Т. 27. Вып. 2. С. 196–208.
13. *Opdam P.* Metapopulation theory and habitat fragmentation: a review of holarctic breeding bird studies // Landscape Ecology. 1991. V. 5. № 2. P. 93–106.
14. *Жерихин В.В.* Основные закономерности филоценогенетических процессов (на примере неморских сообществ мезозоя и кайнозоя). Автореф. дисс. докт. биол. наук в форме науч. докл. М., 1997. 80 с.
15. *Соболев Н. А., Волкова Л. Б.* Красная книга как инструмент защиты экосистем в эпоху антропоцена // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2023. № 2. С. 13–18.

УДК 339

## **НЕФТЕГАЗОВЫЕ АКТИВЫ БЕЛАРУСИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ: ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ, СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ, ПРОГНОЗ РАЗВИТИЯ**

**А.Ю. Солодовников**

*Тюменское отделение «СургутНИПИнефть», ул. Р. Люксембург, 12  
625003, г. Тюмень, Россия, [sa100365@mail.ru](mailto:sa100365@mail.ru)*

Исследована проблема обеспеченности республики Беларусь ресурсами нефти и газа. Реальность такова, несмотря на большое количество открытых месторождений, их запасы невелики, а объёмы добываемого сырья не обеспечивают потребности страны. Потребности в углеводородах решаются не только за счет импорта, но и за счет добычи в других странах. На основе данных нефтегазовой статистики РФ проанализированы нефтегазовые активы, которыми располагает Белоруссия в Тюменской области, приведены данные по добыче нефти и газа за 2013–2022 гг.

**Ключевые слова:** Республика Беларусь; Западная Сибирь; углеводороды; запасы; месторождения; добыча.

## **GAS OIL SUPPLIES OF BELARUS IN WEST SIBERIA: THE HISTORY OF FOUNDATION, MODERN CONDITION AND DEVELOPMENT FORECAST**

**A.Yu. Solodovnikov**

*«SurgutNIPIneft», 625003, Tyumen department, R. Luksemburg, 12, Tyumen, Russia,  
[sa100365@mail.ru](mailto:sa100365@mail.ru)*

The question of gas — oil supplies of Belarus Republic is researched. Despite the fact of having many discovered minefields the needs of country are not fully satisfied. The hydrocarbon's needs are fulfilled not just by the import but with the extraction in other countries. The data of Belarus resource supplies in Tyumen region is observed by Russian statistics. The data of 2012 — 2022 gas — oil extraction is analysed.

**Key words:** Republic of Belarus; West Siberia; hydrocarbons; supplies; minefields; extraction.

Как известно, Республика Беларусь не относится к нефтегазодобывающим государствам, несмотря на то, что, на её территории на начало 2021 г. открыто 90 месторождений нефти и газа, из них 65 находится в разработке. Месторождения по запасам практически все мелкие и в значительной степени выработанные. Половина остаточных извлекаемых

запасов сосредоточена в пределах 3 месторождений: Речицкого, Осташковичского и Вишанского. Доказанные запасы газа составляют около 3 млрд м<sup>3</sup>. Добыча нефти и газа незначительны. В 2021 г. было добыто 1,74 млн т нефти и 0,2 млрд м<sup>3</sup> газа или около 30 % внутренних потребностей в нефти и 1 % в газе. Добычу нефти и газа осуществляет государственная компания «Белоруснефть» [1]. Недостающие объемы нефти и газа удовлетворяются за счет импорта прежде всего из Российской Федерации. Поэтому перед специалистами «Белоруснефть» стоит задача по восполнению сырьевой базы. Благодаря применению современных методов в геологоразведке и сейсморазведке это частично решается. Однако, учитывая, что месторождения в основном старые, длительно разрабатываемые, решить задачу по полному восполнению ресурсов вредли получится.

Альтернативой местным нефтегазовым ресурсам являются ресурсы, разрабатываемые за пределами страны. Речь идет, прежде всего, о Российской Федерации, где у Белоруссии имеется богатый опыт по работе в нефтегазовой сфере. В частности, ПО «Белоруснефть» на протяжении многих лет ведёт добычу углеводородов в Западной Сибири. Самым крупным активом белорусского предприятия является ООО «Янгпур», образованное в 1993 г. и зарегистрированное в г. Губкинский (Ямало-Ненецкий автономный округ). В 1995 г. предприятие приобрело лицензию на право пользования Известинского участка недр. После череды смены владельцев и компаньонов в 2013 г. собственником предприятия стало ООО «Белоруснефть-Сибирь» — дочернее предприятие Белоруснефти. В свою очередь ООО «Белоруснефть-Сибирь» образовано в 2010 г., расположено также в г. Губкинский. Оно стало правопреемником филиала «Белоруснефть» в Российской Федерации (создан в 2007 г.). Предприятие специализировалось на бурении боковых стволов, капитальном и текущем ремонте скважин, сервисе по инженерно-технологическому сопровождению буровых растворов для разных нефтяных компаний, ведущих хозяйственную деятельность в ЯНАО. На протяжении последних 10 лет ООО «Белоруснефть-Сибирь» входит в список 400 крупнейших предприятий Урала и Западной Сибири по объему реализации продукции, занимая места в третьей сотне предприятий (рис. 1).

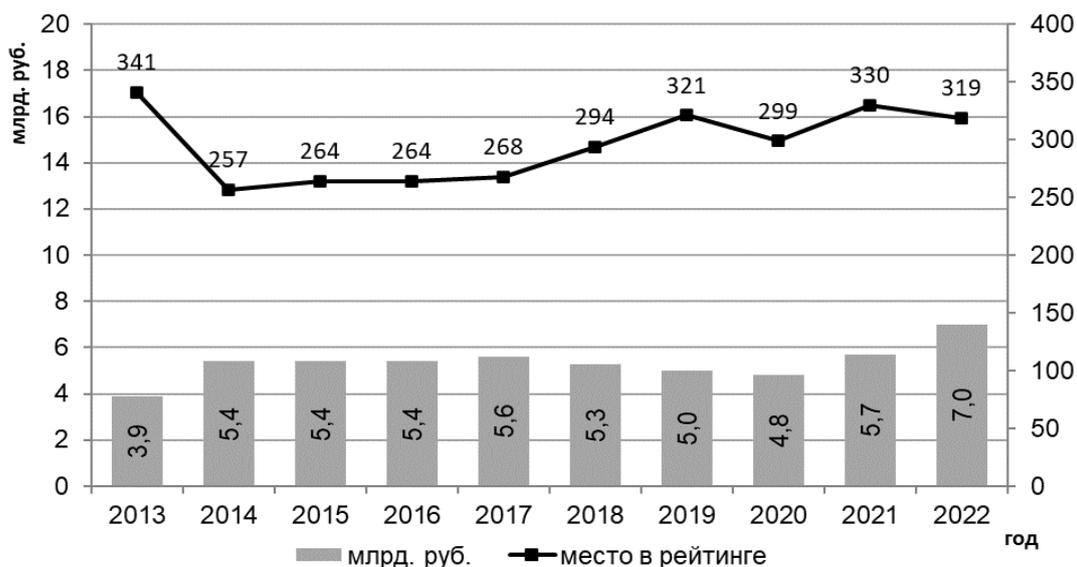


Рис. 1. Место ООО «Белоруснефть-Сибирь» среди крупнейших предприятий Урала и Западной Сибири (Топ 400 Урал) по объему реализации продукции составлено по: [2]

В 2021 г. ООО «Янгпур» стало владельцем ООО «Пурнефть». В настоящее время ООО «Янгпур» принадлежит 3 участка недр – Известинский, Усть-Пурпейский и Южно-Тыдэоттинский, в пределах которых открыты 8 месторождений. Все месторождения находятся на территории Пуровского района. Почти 90 % месторождений находится в разработке. На одном месторождении ведутся поисково-разведочные работы (табл. 1).

Таблица 1  
Перечень месторождений ООО «Янгпур» на 01.01.2023 г.

№ п/п	Название	Тип по флюиду	Год открытия	В разработке	Категория запасов
1	Вьюжное	ГК	1988	2000	среднее
2	Известинское	Н	1990	2001	мелкое
3	Центрально-Пурпейское	Н	1996	2002	мелкое
4	Метельное	Н	1997	2017	мелкое
5	Восточно-Известинское	Н	1998	2002	мелкое
6	Крешенское	Н	2002	2004	мелкое
7	Осеннее	Н	2005	2005	мелкое
8	Богдановское	Н	2018	разведка	мелкое

Составлено по: [3-5]

По величине запасов 87,5 % месторождений относится к мелким и 12,5 % – к средним. При этом мелкие месторождения встречаются только среди нефтяных, средние – газоконденсатные (табл. 2). С 2013 по 2022 гг. было добыто 2 млн т нефти и 3,5 млрд м<sup>3</sup> газа. Максимум добычи нефти пришелся на 2022 г., газа – 2021 г., минимум нефти – 2013 г., газа – 2014 г. (табл. 3).

Таблица 2

**Распределение месторождений ООО «Янгпур» по величине запасов на 01.01.2023 г.**

Тип по флюиду	Всего		Мелкие		Средние	
	кол-во	%	кол-во	%	кол-во	%
Нефтяные	7	87,5	7			
Газоконденсатные	1	12,5				
Итого	8	100,0	7	87,5	1	12,5

Составлено по: [3-5].

Таблица 3

**Добыча углеводородов ООО «Янгпур» в 2013–2022 гг.**

Год	Нефть с газовым конденсатом, тыс. т	Газ, млн м <sup>3</sup>
1	2	3
2013	128,5	116,2
2014	143,5	107,0
2015	141,9	145,5
2016	126,5	139,4
2017	160,4	159,9
2018	206,3	250,7
2019	261,4	386,4
2020	292,8	952,8
2021	264,9	1 215,9
2022	373,3	н/д
2013–2022	2 099,5	3 473,8

Примечание. н/д – нет данных. Составлено по: [6-7].

Планы по дальнейшему развитию ООО «Янгпур» у ПО «Белоруснефть» большие. В 2024 г. планируется строительство собственного газоперерабатывающего комплекса, который в перспективе позволит загрузить дополнительным газообразным сырьём белорусский газоперерабатывающий завод. Также на перспективу ставится задача довести добычу нефтяного сырья на уровень добычи в Белоруссии (1,8 млн т). Это вполне достижимо, учитывая потенциал действующих месторождений, динамику ввода новых скважин и добычи углеводородов, участие в приобретении новых активов на территории ЯНАО и других субъектов РФ.

## Библиографические ссылки

1. ТЭК СТРАН МИРА Белоруссия. Энергетический комплекс и сотрудничество с Российской Федерацией // ТЭК России. 2023. № 1. С. 35–52.
2. Официальный сайт журнала «Эксперт-Урал Рейтинг крупнейших компаний Урала и Западной Сибири по версии журнала «Эксперт-Урал-400» [Electronic resource]. URL: <http://www.acexpert.ru/analytics/ratings/rejting-krupneyshih-kompaniy-urala-i-zapadnoy-sibi-10.html> (дата обращения: 27.03.2022).
3. Официальный сайт НАЦ «Геонедра» [Electronic resource]. URL: <https://geonedra.ru> (дата обращения: 11.02.2023).
4. *Клещев К. А., Шеин В. С.* Нефтяные и газовые месторождения России: Справочник в двух книгах. Книга вторая – азиатская часть России. М : ВНИГРИ, 2010. 720 с.
5. Официальный сайт ООО «Белоруснефть-Сибирь» [Electronic resource]. URL: <https://www.belorusneft-siberia.ru> (дата обращения: 02.05.2023).
6. Официальный сайт ежемесячного нефтегазового журнала «Инфо ТЭК» [Electronic resource]. URL: <http://www.citek.ru> (дата обращения: 13.03.2023).
7. Официальный сайт нефтегазового журнала ТЭК России [Electronic resource]. URL: <http://www.n-g-k.ru> (дата обращения: 02.08.2023).

УДК 913.1/913.8

## ОСОБЕННОСТИ ДЛИТЕЛЬНОЛЕСНЫХ СООБЩЕСТВ В УСЛОВИЯХ СТАРООСВОЕННОГО РЕГИОНА НА ЮГЕ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

**А. А. Ткачева, С. В. Лойко, Г. И. Истигечев, Д. М. Кузьмина**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, пр. Ленина, 36, 634050, г. Томск, Россия, [nastia2001\\_2001@mail.ru](mailto:nastia2001_2001@mail.ru)*

В условиях плакоров с темно-серыми почвами юга лесной зоны Западной Сибири практически не осталось нетронутых сельским хозяйством земель за последние 400 лет. Вся имеющаяся растительность развивается в сукцессиях по демулационному типу. В этой работе охарактеризовано длительно-лесное сообщество, не испытывавшее преобразований в последние столетия. Показано, что его структурные параметры сильно отличаются от таковых в типичных лесных сообществах подтаежной зоны.

**Ключевые слова:** сукцессионное разнообразие; длительнолесная экосистема; плакор; Западная Сибирь; подтайга.

## FEATURES OF OLD-GROWTH FORESTS IN THE AGRICULTURAL LANDSCAPE OF THE SOUTHERN FOREST ZONE OF WESTERN SIBERIA

**A. A. Tkacheva, S. V. Loiko, G. I. Istigechev, D. M. Kuzmina**

*National Research Tomsk State University, Lenin Av., 36, 634050, Tomsk, Russia, [nastia2001\\_2001@mail.ru](mailto:nastia2001_2001@mail.ru)*

In the conditions of uplands with Luvic Phaeozems in the south of the forest zone of Western Siberia, there is practically no land left that has not experienced agricultural impact over the last 400 years. However, we managed to find a long-forest community that has not experienced transformations over the last centuries. It is shown that its structural parameters are very different from those of typical forest communities of the subtaiga zone.

**Keywords:** successional diversity; long-term forest ecosystem; flat interfluvium; Western Siberia; subtaiga.

Северное Притомье, приуроченное к бассейну Томи на юге Томской и севере Кемеровской областей (Томский и Яшкинский районы), является сильно освоенной территорией. Наибольшая степень освоения в этих ландшафтах приходится на плакорные участки темно-серых почв правобережья Томи. В подтаежной местности в пределах плакорных и

склоновых геосистем распространены древостои на месте бывших сельскохозяйственных угодий. Лишь в поясе черневой тайги вершины Томь-Яйского междуречья сохранились квазиклимаксовые высокотравные черневые леса [1], а на склонах эти леса сменяются подтаежной растительностью с доминированием сосны и березы с разнотравно-злаковым травянистым покровом [2].

Считается, что высокотравные леса диагностируют длительно-лесные территории, которые не были подвержены сильным экзогенным воздействиям [3]. В немногочисленных плакорных лесах нижнего правобережного Притомья доминирующими видами древостоя также являются сосна и/или берёза. Травянистый ярус в этих лесах соответствует типу суходольных лугов с пышной, но невысокотравной растительностью [2]. Как отмечал Г. В. Крылов [4]: «эти парковые леса сильно изменены в своем составе благодаря выпасу скота, распашкам, палам и другим воздействиям человека». В связи со сказанным понятно, почему в ареале плакорных темно-серых лесных почв Притомья никем не описаны высокотравные леса. Высокотравье не выдерживает антропогенных нагрузок и даже при сенокосении сменяется за несколько лет на луга с преобладанием злаковых [5].

Единственное найденное в литературе для плакора описание высокотравного леса сделано М. И. Рожанцом и С. Е. Рожанец-Кучеровской [6] в казенной березовой роще окрестностей с. Родионово. В этой роще доминировали борщевик рассеченный, реброплодник уральский и купырь лесной с примесью борца северного, бора развесистого и живокости высокой.

Исходя из сказанного выдвинута гипотеза, что если в ареале плакорных темно-серых лесных почв Притомья сохранились длительно-лесные экосистемы, то их фитоценозы будут содержать высокотравные парцеллы. Для проверки гипотезы были проанализированы космические снимки и исторические карты на территорию Притомья за последние 200 лет. Благодаря этому удалось найти подходящий лесной массив на междуречье Шумихи, Томи и приустьевой части реки Сосновка. Данный лес не использовался в качестве сельскохозяйственного угодья по причине его экономически невыгодного расположения относительно населенных пунктов. От ближайшей деревни Усть-Сосновка он отделён рекой, брод через которую в посевной период труднопреодолим, а от деревень, расположенных с севера, отделен несколькими глубокими долинами. Также данное междуречье в XX в. находилось вблизи границы Томской и Кемеровской областей, а в начале XX и на протяжении XIX вв. было на границе Ояшинской и Тутальской волостей. Этим можно объяснить общую заброшенность территории.

Выявленная нами длительно-лесная экосистема представлена осинником высокотравным произрастающим на микросочетании темно-серых

почв микроповышений и темногумусовых подбелов замкнутых понижений. Глубина вскипания почв микроводоразделов составляет 120–140 см. Сомкнутость древостоя осинника около 0,6–0,7 единиц, высота до 25 м. Формула леса — 9Ос1Б. В подлеске группами произрастают рябина, черемуха, жимолость, калина, боярышник. На кустарниках часто вьётся хмель. Травостой в окнах достигает высоты 1,5–2 м, под пологом высота его 70–80 см. В травостое преобладают виды: борец северный, пион уклоняющийся, живокость высокая, скерда сибирская, борщевик рассеченный, недоспелка копьевидная, бодяк разнолистный, бор развесистый, сныть обыкновенная, орляк обыкновенный, крапива двудомная и др. Мхи распространены в виде латок по валежу, имеют покрытие не более 5% (встречены ритидиладельфус, плагиомниум, мниум и др.).

Структура рассматриваемой экосистемы соответствует критериям, отвечающим длительнолесной истории: разновозрастный древостой осины; оконная мозаичность, связанная с усохшими группами осин; групповое расположение кустарников разных видов; произрастающие в окнах высокотравные виды; разновозрастные ветровалы и валёж; высокая синузильность травостоя под пологом осин; высокая встречаемость пионов; большое количество синузиль хмеля. У отдельных особей имеются признаки гигантизма. Произрастание корнеотпрысковых особей осины в виде отдельных клонов. Верхняя часть гумусовых горизонтов почв имеет плотность 0,6–0,7 г/см<sup>3</sup>, что является минимально возможной величиной для темно-серых почв и отражает высокую активность почвенной мезо- и макрофауны. Но главной необычностью выявленного леса является практически полное доминирование осины в древостое несмотря на то, что это одно из самых дренируемых плакорных местоположений.

Проведенное первичное описание экосистемы показывает, что этот лес долгое время развивается без элиминирующих экзогенных воздействий, приводящих к полному или частичному отчуждению биомассы, таких как выпас скота, сенокосение, распашка, сплошные вырубki и имеет черты черневой тайги. Для ареала темно-серых почв плакоров это уникальный лесной массив, показывающий фитоценотические перспективы любой эндогенной сукцессии в Притомье. Особенностью этой сукцессии, в отсутствие достаточного потока семян темнохвойных видов, является приобретение осинной свойств позднесукцессионного вида, по отношению к сосне и березе. Это согласуется с мнением П. П. Полякова [7], который для близко расположенного Салаирского кряжа рассматривал осину в качестве коренного эдификатора леса. Таким образом, выявленный лесной массив можно рекомендовать к охране в статусе памятника природы, имеющего познавательные и эстетические функции.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-27-00417.

## Библиографические ссылки

1. Лойко С. В., Герасько Л. И., Кулижский С. П., Амелин И. И., Истигечев Г. И. Строение почвенного покрова северной части ареала черневой тайги юго-востока Западной Сибири // Почвоведение. 2015. № 4. С. 410–423.
2. Ревердатто В. В. Растительность Сибирского края (Опыт дробного районирования) // Изв. Росс. Геог. общ-ва. 1931. Т. 16. №. 1. С. 43–70.
3. Смирнова О. В., Луговая Д. Л., Проказина Т. С. Модельная реконструкция восстановленного лесного покрова таежных лесов // Успехи современной биологии. 2013. Том 133. №2. С. 152–165.
4. Крылов Г. В. Березовые леса Томской области и их типы // Новосибирск: АН СССР Зап. Сиб. филиал. 1953. 123 с.
5. Ронгинская А. В. Динамические процессы в луговых фитоценозах. 1988. 157 с.
6. Почвы и растительность окрестностей г. Томска / М. И. Рожанец, С. Е. Рожанец-Кучеровская. Томск: 1928. С. 315–405.
7. Поляков П. П. Ботанико-географические очерки Кузнецкой котловины, Салаира и Западной Предсалаирской полосы. Материалы Кузнецко-Барнаульской почвенной экспедиции 1931 года; Часть 1. Серия Сибирь. Вып. 13. Л. 1934а.

УДК 551.89

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО  
ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЕЗА «ВЕРХНИЕ НЕМЫКАРИ»  
(СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

**А. П. Фоменко<sup>1,2)</sup>, Л. А. Савельева<sup>3)</sup>, Ф. Е. Максимов<sup>3)</sup>,  
В. Ю. Кузнецов<sup>3,4)</sup>**

<sup>1)</sup>*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт  
им. А. П. Карпинского, Средний пр., 74, 199106, г. Санкт-Петербург, Россия,  
[fomenko.antonina@gmail.com](mailto:fomenko.antonina@gmail.com)* <sup>2)</sup>*Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН,  
ул. Профессора Попова, 2, 197376, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3)</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, Университетская наб., 7-9,  
199034, г. Санкт-Петербург, Россия*

<sup>4)</sup>*Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,  
наб. реки Мойки, 48, 191186, г. Санкт-Петербург, Россия*

Разрез на левом берегу р. Днепр близ дер. Верхние Немькари исследован методом спорово-пыльцевого анализа. Первые результаты показали, что нижний слой торфа и перекрывающие его суглинки отвечают климатостратиграфическим зонам М3-М6 микулинского межледниковья, а выше, с перерывом в осадконакоплении, залегают отложения, отнесенные верхневолжскому интерстадиалу.

**Ключевые слова:** Восточно-Европейская Равнина; р. Днепр; поздний неоплейстоцен; микулинское межледниковье; спорово-пыльцевой анализ.

**PRELIMINARY PALYNOLOGICAL RESULTS ON THE VERHNIE  
NEMYKARI SECTION (SMOLENSK REGION)**

**A.P. Fomenko<sup>1,2)</sup>, L. A. Savelieva<sup>3)</sup>, F. E. Maksimov<sup>3)</sup>, V. Yu.  
Kuznetsov<sup>3,4)</sup>**

<sup>1)</sup>*A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, Sredny Av., 74, 199106, Saint Petersburg, Russia, [fomenko.antonina@gmail.com](mailto:fomenko.antonina@gmail.com)* <sup>2)</sup>*Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences, Professor Popov St., 2, 197376, Saint Petersburg, Russia*  
<sup>3)</sup>*Saint Petersburg State University, University Emb., 7-9, 197034, Saint Petersburg, Russia*  
<sup>4)</sup>*Saint Petersburg State University, Moika Emb., 48, 191186, Saint Petersburg, Russia*

A section on the left bank of the Dnieper River near the Verhnie Nemykari village was investigated by pollen analysis. The first results showed that the lower layer of peat and loam from this section correspond to the climatostratigraphic zones M3-M6 of the Mikulino Interglacial, and there are the overlying with a hiatus deposits, which correspond to the Upper Volga Interstadial.

**Keywords:** East European Plain; Dnieper River; Late Neopleistocene; Mikulino Interglacial; pollen analysis.

Микулинское межледниковье является хорошо изученным интервалом времени, тем не менее, исследования этого периода, в частности растительности и климата, не теряют своей актуальности. Коллективом лаборатории «Палеогеографических и геоморфологических исследований полярных стран и Мирового океана им. В. П. Кеппена» Института наук о Земле СПбГУ изучен ряд разрезов на территории Восточно-Европейской Равнины для определения возраста отложений и детализации растительности и климата на основе уран-ториевого датирования, спорово-пыльцевого и палеокарпологического анализов. Основной задачей исследований являлось определение уран-ториевого возраста начальной, оптимальной и конечной фаз микулинского межледниковья. К настоящему моменту установлено, что продолжительность зоны М1 составляет ~4 тыс. л. (~130-126 тыс. л.н.), продолжительность начальной фазы межледниковья равна ~14 тыс. л. (~126-112 тыс. л.н.), а оптимальная фаза межледниковья укладывается во временной интервал ~112-100 тыс. л.н. [6,9].

Разрез «Верхние Немыкари» является одним из опорных разрезов озерно-болотных отложений микулинского межледниковья и ранневалдайского оледенения. Обнажение, приуроченное к левому борту р. Днепр, было изучено неоднократно такими исследователями, как Н.Я. Кац и С.В. Кац [5], Ф.Ю. Величкевич [3] и др. В разрезе представлено два горизонта торфа. Нижний горизонт относится к микулинскому межледниковью (по разным данным, климатостратиграфические зоны М4-М6 или зоны М5-М8 согласно стратиграфической схеме, предложенной В.П. Гричуком [1]), что не вызывало сомнений. Дискуссионным является возраст верхнего слоя торфа. Одни исследователи относили его к микулинскому интергляциалу, другие – к верхневолжскому интерстадиалу ранневалдайской ледниковой эпохи [7]. Точное положение разреза было установлено в 2019 г. в ходе работ специалистов из Института географии РАН, а также получена информация о перекрывающих органогенную толщу отложениях, и проведен палеокарпологический анализ органогенных отложений [4].

В сентябре 2022 г. разрез «Верхние Немыкари» (54.67049° с.ш., 32.40617° в.д.) был изучен вновь коллективом лаборатории им. В. П. Кеппена ИНОЗ СПбГУ. В разрезе были вскрыты (сверху вниз):

- 1) 0,0-0,8 м – пески мелкозернистые, бежево-серые;
- 2) 0,8-1,3 м – пески мелкозернистые, бежевые;
- 3) 1,3-2,1 м – торф буро-черный, хорошо разложившийся;
- 4) 2,1-3,0 м – суглинки, цвет сверху вниз меняется от темно-серого до светло-серого;
- 5) 3,0-3,6 м – торф бурый, листоватый;
- 6) 3,6-3,75 м – супеси темно-бурые;

- 7) 3,75-3,90 м – пески мелкозернистые, светло-бежевые;
- 8) 3,90-4,70 м – пески мелкозернистые, бежевые;
- 9) 4,70-4,85 м – алевроиты сизо-серые.

На спорово-пыльцевой анализ образцы отбирались из слоев торфа с интервалом 2-4 см, из разделяющего их слоя суглинков - с интервалом 10 см. Кроме того, из слоев торфа были отобраны образцы на палеокарпологический анализ с интервалом 10 см и на уран-ториевое датирование с интервалом 2-4 см. В настоящей работе представлены первые результаты спорово-пыльцевого анализа. Подготовка проб проведена по стандартной методике с использованием тяжелой жидкости [2]. Подсчет концентрации пыльцы на 1 г осадка произведен посредством добавления спориндикаторов *Lycopodium* [9].

Проведенные микропалеоботанические исследования показали, что в мелкозернистых песках, подстилающих супеси, пыльца и споры четвертичного возраста представлены единично, а содержание дочетвертичных микрофоссилий достигает 90 %. Супеси, залегающие под нижним слоем торфа, сформировались в течение климатостратиграфической зоны М3. В спорово-пыльцевых спектрах доминирует пыльца *Pinus* (45-58 %) и *Betula sect. Albae* (26-30 %). Зафиксированы единичные пыльцевые зерна широколиственных пород деревьев, таких как *Ulmus* и *Quercus*. Отложения торфа сформировались в течение зоны М4 и оптимальной фазы межледниковья (зоны М5-М6). Зона М4 характеризуется максимумом пыльцы *Quercus* (до 21 %) и *Ulmus* (до 10 %). Содержание пыльцы *Corylus* и *Alnus* достигает 59 % и 23 % соответственно. Во время оптимальной фазы последнего интергляциала последовательно зафиксированы максимумы пыльцы *Tilia* (до 15 %) и *Carpinus* (до 44 %). Отмечены споры *Osmunda cinnamomea*. Суглинки залегают на торфе, по всей видимости, с перерывом и отражают спорово-пыльцевые спектры зоны М8, в которых доминирует пыльца *Pinus* (25-28 %) и *Betula sect. Albae* (14-17%). Увеличивается доля пыльцы трав, в основном, представленных семейством Poaceae (до 8 %). Кроме того, содержание спор *Sphagnum* достигает 73 %.

Верхний слой торфа и подстилающие его суглинки содержат спектры, по всей видимости, верхневолжского интерстадиала. Отчетливо выделяются три пыльцевые зоны: 1) зона доминирования пыльцы *Betula sect. Albae* (до 63%) с единичными пыльцевыми зернами широколиственных пород деревьев (*Tilia*, *Carpinus*, *Quercus*) и повышенного содержания пыльцы трав (до 31 %), представленных Cyperaceae, Asteraceae и *Artemisia*; 2) зона доминирования пыльцы *Betula sect. Albae* (до 61 %) и *Picea* (до 22 %) с единичными зернами *Carpinus*, пыльца травянистых представлена Ericaceae (до 12 %), Cyperaceae и *Artemisia*, количество спор *Sphagnum* достигает 71 %; 3) зона доминирования пыльцы *Pinus* (до 73%), *Picea* (до 23 %) и *Betula sect.*

*Albae* (до 31 %), пыльца травянистых представлена в основном *Cyperaceae* (2-16 %) и *Artemisia* (1-10 %). Перекрывающие торф мелкозернистые пески содержат единичные пыльцевые и споровые зерна, и значительное количество дочетвертичных форм.

Результаты спорово-пыльцевого анализа коррелируют с результатами предыдущих исследований [5,7]. Новые данные позволили выявить большее количество пыльцевых таксонов, детализировать этапы развития растительности в оптимальную фазу микулинского межледниковья.

В настоящее время проводится определение макроостатков и  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  датирование отложений из этого разреза. Изохронные  $^{230}\text{Th}/\text{U}$  даты позволят оценить хронологические границы и продолжительность климатостратиграфических зон, выявленных на основе спорово-пыльцевого анализа отложений из разреза «Верхние Немыкари».

Исследования выполнены при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта №20-05-00813.

### Библиографические ссылки

1. *Гричук В. П.* Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений Северо-Запада Русской равнины / отв. ред. К. К. Марков. М.: Изд. АН СССР. 1961. С. 25-71.

2. *Гричук В. П., Заклинская Е. Д.* Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии. М. Изд-во: ОГИЗ, 1948.

3. *Величкевич Ф. Ю.* Плейстоценовые флоры ледниковых областей Восточно-Европейской равнины. Минск: Наука и техника, 1982.

4. *Зюганова И. С., Попова С. С., Карпущина Н. В.* Новые данные по микулинским флорам опорных разрезов верхнего плейстоцена Смоленской области // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XV Всероссийской палинологической конференции. / Отв. редактор Н. С. Болиховская. Редактор-составитель Д.А. Мамонтов. Москва: МГУ им.М.В.Ломоносова, ГЕОС. 2022. С. 146-151.

5. *Кац Н. Я., Кац С. В.* Новые данные о межледниковых отложениях у Новых Немыкар Смоленской области // Известия АН ССР. Сер. геогр. 1956. №2. С. 72-78.

6. *Максимов Ф. Е., Савельева Л. А., Попова С. С., Зюганова И. С., Григорьев В. А., Левченко С. Б., Петров А. Ю., Фоменко А. П., Панкратова Л. А., Кузнецов В. Ю.* Хроностратиграфическое положение микулинских отложений (на примере опорного разреза у д. Нижняя Боярщина, Смоленская область) // Известия Российской академии наук. Серия географическая. 2022. 86(3). С. 447-469.

7. *Санько А. Ф.* Неоплейстоцен северо-восточной Белоруссии и смежных районов РСФСР. Минск, 1987.

8. *Maksimov F. E., Savelieva L. A., Fomenko A. P., Popova S. S., Zyuganova I. S., Grigoriev V.A., Petrov A. Yu., Boltramovich S. F., Kuznetsov V. Yu.* Chronology and Main Stages of the Vegetation Development During the Mikulino Interglacial on the Russian Plain According to the Results of Buried Lake and Peat Sediments Study from Tver and Smolensk Province // Doklady Earth Sciences. 2023. Vol. 513, Suppl. 1. P. S121–S139.

9. *Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis // Pollen et Spores. 1971. Vol. 13. P. 615-621.

УДК 551.4.012

## ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗМЕЩЕНИЯ БОБРОВЫХ ПЛОТИН И СВЯЗАННЫХ С НИМИ ПРУДОВ НА МАЛЫХ РЕКАХ ВОЛГО-КАМСКОГО РЕГИОНА РУССКОЙ РАВНИНЫ

А. Г. Шарифуллин, А. В. Гусаров

*Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, 420008, Россия, г. Казань, [AGSharifullin@kpfu.ru](mailto:AGSharifullin@kpfu.ru), [avgusarov@mail.ru](mailto:avgusarov@mail.ru)*

Впервые для территории Волго-Камского региона Русской равнины с помощью современных методов геодезической съемки выявлены закономерности размещения бобровых плотин и прудов на малых реках. Установлена значимая роль уклонов русла, а также ландшафтной зональности в распределении бобровых сооружений. Выделены четыре типа размещения плотин и прудов, а также тенденция увеличения средней высоты плотин и уменьшения длины плотин и прудов по мере увеличения уклонов русел.

**Ключевые слова:** Castor fiber L.; ГНСС; малые реки; уклон реки.

## BEAVER DAMS AND PONDS DISTRIBUTION IN THE VOLGA-KAMA REGION OF THE RUSSIAN PLAIN

A. G. Sharifullin, A. V. Gusarov

*Kazan (Volga Region) Federal University, Kremlyovskaya st., 18, 420008, Russia, Kazan, [AGSharifullin@kpfu.ru](mailto:AGSharifullin@kpfu.ru), [avgusarov@mail.ru](mailto:avgusarov@mail.ru)*

For the first time, for the Volga-Kama Region of the Russian Plain, using modern geodetic survey methods, patterns of the distribution of beaver dams and ponds in small rivers have been identified. The significant role of channel slopes, as well as landscape zoning, in the distribution of beaver structures has been revealed. Four types of the distribution of dams and ponds, as well as a weak tendency for the average height of dams to increase and a noticeable tendency for the length of dams and ponds to decrease as the channel slopes increase are identified.

**Keywords:** Castor fiber L.; GNSS; small rivers; river slope.

Бобры — животные, которые обладают уникальной способностью трансформировать днища речных долин посредством строительства плотин и связанных с ними прудов. Строительство плотин влияет на гидрологический и биохимический режимы малых рек, а также на геоморфологические процессы в пойменно-русловых комплексах. В этой связи бобра также называют «инженером экосистем» [1, 2]. Появление бобровых прудов, с одной стороны, приводит к изменению существующего

(преобразованного антропогенной деятельностью) пойменно-руслового комплекса, а с другой стороны, их наличие способствует оздоровлению малых рек, особенно в интенсивно освоенных в сельскохозяйственном отношении регионах [3, 4].

Полевое обследование проводилось в август-сентябре 2022-2023 гг. на малых реках лесной (южной части) и лесостепной зон востока Русской равнины (Республика Татарстан, Республика Башкортостан и Кировская область России), различающихся протяженностью, уклонами, литологией и степенью антропогенной трансформации природных ландшафтов их бассейнов. Выбор этих рек был обусловлен их геоморфологической репрезентативностью для своего региона. Длина рек изменяется от 2.7 км до 16.6 км, площади бассейнов — от 3.1 до 86.9 км<sup>2</sup>. Питание исследуемых рек – смешанное, с большим преобладанием снегового. В связи с этим преобладающая величина годового стока исследованных рек приходится на весеннее половодье (март-апрель).

Съемка дна долин рек проводилась методом спутникового позиционирования (ГНСС-приемник). В качестве оборудования для данного типа съемки был выбран приемник нового поколения Trimble R12i, который хорошо адаптирован к условиям высокой и густой растительности и расчлененности рельефа.

Практически все выявленные плотины и пруды расположены на участках рек с преобладающими уклонами менее 3 %; лишь за небольшим исключением, на реке Салаяз (Республика Башкортостан), отмечена бобровая плотина с прудом на средних уклонах более 3 %. По всей видимости можно предположить, что уклонный рубеж в 3 % является критической величиной размещения бобровых сооружений на изученных реках.

Нами выделены 4 типа размещения плотин и прудов на исследуемых реках. *I* тип — *центральный одноколониальный*, при котором плотины и пруды концентрируются в центральной части продольного профиля реки, на некотором удалении от устья (до 4-6 км). *II* тип — *приустьевой одноколониальный* – характеризуется размещением плотин и прудов в нижней части реки (не более 1 км от устья). *III* тип — *рассеянный колониальный* — самый распространенный, который предполагает размещение плотин и прудов отдельными группами (колониями), расположенными на некотором удалении (от первых сотен метров до 1-1.5 км) друг от друга. *IV* тип — *переходный* между приустьевыми и колониально-рассеянными типами, который характеризуется наибольшей концентрацией и количеством плотин и прудов в приустьевой части с постепенным их распространением по колониальному типу вверх по течению.

Вышеизложенное отражается и на количестве плотин и прудов, их плотности в пределах наиболее освоенных бобрами участков рек. На юге лесной зоны наибольшее количество всех выявленных плотин и прудов приурочено к уклонам менее 1 %. В более южных регионах данная закономерность сохраняется лишь на наиболее длинных реках. Для более коротких рек в этих условиях наибольшее количество плотин приурочено к участкам с уклонами 1-3 %. При этом плотность размещения бобровых сооружений не всегда четко коррелирует с их количеством и зависит от длины реки, средней высоты бассейна и ландшафтной зональности.

По всем изученным рекам наблюдается слабовыраженная тенденция увеличения средней высоты бобровых плотин по мере увеличения уклонов русел. Причем статистически значимым рубежом влияния уклонов русла на высоту плотин является уклон в 2 %. Отмечается также общее уменьшение длины плотин по мере увеличения уклонов, причем статистически значимые изменения длины плотин наблюдаются при уклонах около 1 %. Дальнейшее увеличение уклонов мало сказывается на длине этих плотин. Наблюдается также четкая тенденция уменьшения длины прудов по мере увеличения речных уклонов. Средняя высота плотин, связанных с речными бассейнами, сложенными преимущественно суглинистыми породами/почвами (особенно плохо распаханymi), выше, чем в речных бассейнах, сложенных преимущественно песчаными породами/почвами.

Выявленные закономерности размещения бобровых прудов в целом характерны не только для малых рек рассматриваемого региона, но и лесной зоны Верхневолжской равнины [5], Северной Европы [6, 7] и Северной Америки [8, 9]. В перспективе планируется проведение подобных исследований на малых реках степной зоны востока Русской равнины и сопоставление полученных результатов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-77-10087, <https://rscf.ru/project/22-77-10087/>

### Библиографические ссылки

1. Organisms as Ecosystem Engineers / C. G. Jones [et al.] // *Oikos*. 1994. Vol. 69. P. 373–386.
2. An Ecosystem Engineer, the Beaver, Increases Species Richness at the Landscape Scale / J. P. Wright [et al.] // *Oecologia*. 2002. Vol. 132. P. 96–101.
3. Using Beaver Dams to Restore Incised Stream Ecosystems / M.M. Pollock [et al.] // *Bioscience* 2014, 64, 279–290.
4. *Polvi, L. E., Wohl, E.* Biotic Drivers of Stream Planform: Implications for Understanding the Past and Restoring the Future // *Bioscience*. 2013. Vol.63. P. 439–452.
5. *Zavyalov, N. A.* Beavers (*Castor Fiber* and *Castor Canadensis*), the Founders of Habitats and Phytophages // *Biology Bulletin Reviews*. 2014. Vol. 4. P. 157–180.

6. Beaver: Nature's Ecosystem Engineers / R. E. Brazier [et al.] // Wiley Interdisciplinary Reviews: Water. 2021. Vol. 8. P. e1494.
7. Hartman, G.; Törnlov, S. Influence of Watercourse Depth and Width on Dam-Building Behaviour by Eurasian Beaver (*Castor Fiber*) // J. Zool. 2006. Vol. 268. P. 127–131.
8. Ecosystem Alteration of Boreal Forest Streams by Beaver (*Castor Canadensis*) / R.J. Naiman [et al.] // Ecology. 1986. Vol. 67. P. 1254–1269.
9. The Importance of Beaver Ponds to Coho Salmon Production in the Stillaguamish River Basin, Washington, USA / M.M. Pollock [et al.] // N. Am. J. Fish Manag. 2004. Vol. 24. P. 749–760.

УДК 338.483 (476) + 556.5 (476)

**ПРИРОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ РЕК БЕЛАРУСИ:  
ПОЛИМАСШТАБНАЯ КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА И СТРУКТУРА  
ТУРИСТСКО-РЕКРЕАЦИОННОГО  
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

**Н. С. Шевцова**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030,  
г. Минск, Беларусь, [shevtsova-ns@yandex.ru](mailto:shevtsova-ns@yandex.ru)*

В статье представлены результаты комплексной оценки природного потенциала 166 рек Беларуси для водных видов их туристско-рекреационного использования на полимасштабном уровне (на страновом, региональном и локальном). Использование полимасштабности исследования рек в сочетании с применением ГИС-технологий позволило выявить структуру профилирующих видов туристско-рекреационной специализации рек и лимитирующих их факторов, провести функциональное туристско-рекреационное зонирование рек и районирования территорий в разрезе областей и страны, что создало научно-практическую основу для разработки перспектив развития водных видов рекреации и туризма на реках Беларуси.

**Ключевые слова:** природно-ресурсный потенциал рек Беларуси; туристско-рекреационное использование; методика комплексного полимасштабного исследования.

**NATURAL POTENTIAL OF RIVERS OF BELARUS: MULTI-SCALE  
COMPREHENSIVE ASSESSMENT AND STRUCTURE OF  
TOURIST-RECREATIONAL USE**

**N. S. Shevtsova**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4, 220030, Minsk, Belarus,  
[shevtsova-ns@yandex.ru](mailto:shevtsova-ns@yandex.ru)*

The article presents the results of a comprehensive assessment of the natural potential of 166 rivers of Belarus for water types of their tourist and recreational use at a multi-scale level (at the country, regional and local). The use of multi-scale river research in combination with the use of GIS technologies made it possible to identify the structure of the main types of tourist and recreational specialization of rivers and their limiting factors, to carry out functional tourist and recreational zoning of rivers and zoning of territories in the context of regions and countries, which created a scientific and practical basis for the development prospects for the development of water recreation and tourism on the rivers of Belarus.

**Keywords:** natural resource potential of Belarusian rivers; tourist and recreational use; methods of comprehensive multi-scale research.

Теоретической основой изучения потенциала рек для водных видов рекреации и туризма послужила количественно-качественная методика комплексной оценки для контактных (купание, подводное плавание, катание на водных лыжах), бесконтактных (катание на яхтах, гребля на лодках) и промысловых (любительская охота и любительское рыболовство) видов туристско-рекреационного использования, разработанная на основе системы дифференцированных целевых показателей с учетом оптимальных условий медико-биологической, технической безопасности, физиолого-климатической комфортности и ландшафтно-эстетической привлекательности рек Беларуси [1, 2, 4].

В результате комплексной оценки природного потенциала 166 рек страны для туристско-рекреационного использования была выявлена структура профилирующих видов участков рек, как научно-практическая основа для разработки перспектив развития водных видов рекреации и туризма на реках страны. Объектами исследования послужили: 20 рек (50 участков) расположены в Брестской области, 31 река (63 участка) – в Витебской, 18 рек (53 участка) – в Гомельской, 26 рек (54 участка) – в Гродненской, 28 рек (73 участка) – в Минской, 43 реки (79 участков) – в Могилевской.

Для упорядочения проведения комплексной оценки природно-ресурсного потенциала рек в разрезе видов ТРИ на локальном уровне, последующей типизации и функционального туристско-рекреационного зонирования рек были выделены и оцифрованы 372 участка, сгруппированные по административным областям. Результаты комплексной оценки оказались неидентичными и позволили выявить значительную пространственную дифференциацию природного потенциала и пригодности рек Беларуси для туристско-рекреационного использования.

Для главных рек (например, р. Днепр) и их притоков 1 порядка (например, р. Сож) характерно увеличение уровня насыщенности профилирующими видами от истока к среднему течению реки с последующим увеличением разнообразия видов к устью (при условии сохранения надлежащего качества вод), что подтверждается данными таблицы 2. Эта закономерность связана с тем, что верховья рек обычно отличаются незначительными морфометрическими параметрами русла реки или низким качеством вод, что ограничивает возможность их использования только любительским рыболовством, любительской охотой и греблей на лодках. Расширение спектра профилирующих видов ТРИ на участках рек в среднем течении происходит за счет купания и/или подводного плавания, обеспечиваемых наличием достаточных морфометрических показателей акватории, а для катания на яхтах – при судоходных параметрах русла, необходимых для обеспечения безопасности и маневренности

технических средств передвижения. Для притоков главных рек 2 порядка (например, р. Бася) характерен более узкий набор видов ТРИ, представленных преимущественно греблей на лодках, любительским рыболовством, любительской охотой (табл. 1).

Таблица 1

**Фрагмент изменения структуры профилирующих видов туристско-рекреационного использования участков рек на территории Могилевской и Гомельской областей на локальном уровне**

Река	Номер участка и его местоположение	Профилирующие виды рекреации и туризма
1. р. Днепр	участок 198 (Шкловский район) – верхнее течение реки	1. гребля на лодках
	участок 205 (Могилевский район) – среднее течение реки	1. гребля на лодках; 2. любительское рыболовство; 3. любительская охота
	участок 278 (Брагинский район) – нижнее течение реки	1. купание; 2. подводное плавание; 3. катание на водных лыжах; 4. гребля на лодках; 5. катание на яхтах; 6. любительское рыболовство; 7. любительская охота
2. р. Сож	участок 382 (Кричевский р-н) – среднее течение реки	1. катание на яхтах; 2. любительское рыболовство
	участок 386 (Славгородский р-н) – нижнее течение реки	1. катание на яхтах; 2. любительское рыболовство; 3. любительская охота
3. р. Бася	участок 54 (Горецкий р-н) – среднее течение реки	1. любительское рыболовство
	участок 194 (Дрибинский р-н) – нижнее течение реки	1. гребля на лодках; 2. любительское рыболовство; 3. любительская охота

Выявлено, что природный потенциал главных рек пригоден преимущественно для 6 видов ТРИ (катание на водных лыжах возможно в Витебской и Гомельской областях), расширение спектра которых до максимального наблюдается в направлении от верхнего к нижнему течению при условии высокого качества вод. Та же закономерность выявлена

для возможности использования природного потенциала рек от истока к устью, но при заметном сокращении количества профилирующих видов до 5 видов ТРИ для притоков главных рек 1 порядка (менее распространено катание на яхтах и подводное плавание) и до 3 видов – для притоков рек 2 порядка (доминируют гребля на лодках, любительское рыболовство и любительская охота).

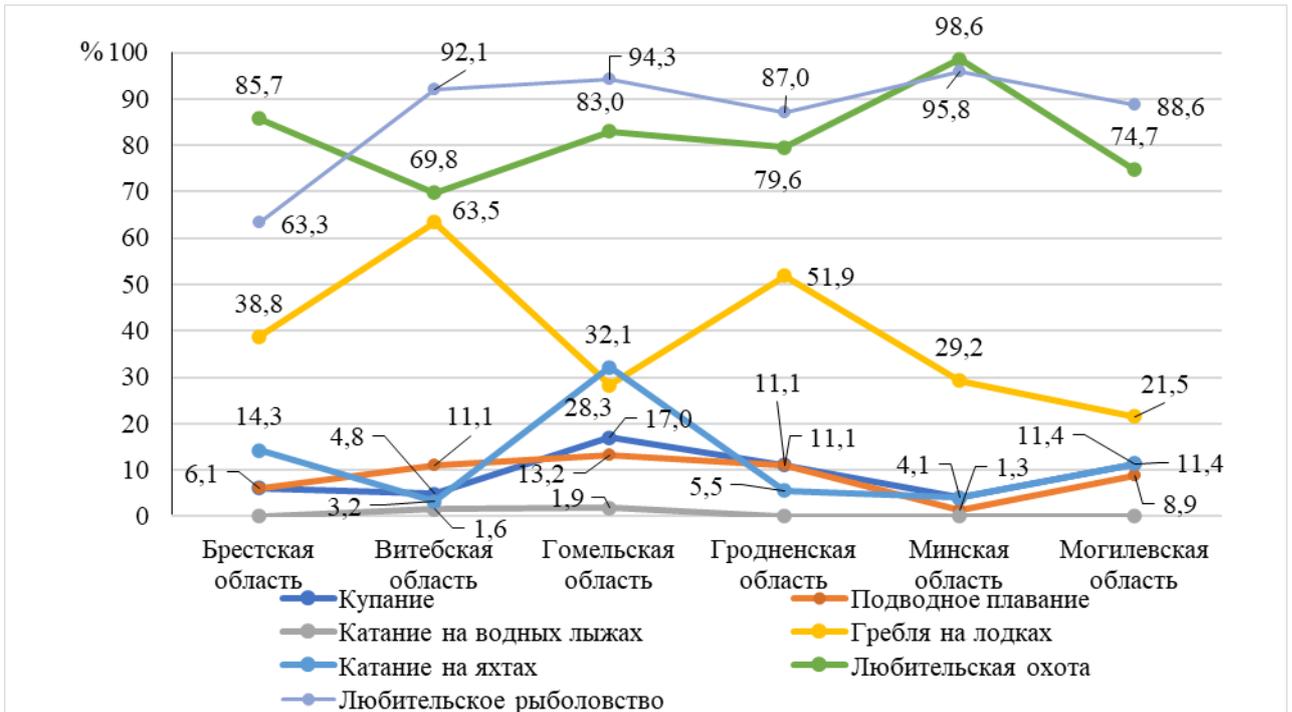
Структура лимитирующих факторов на локальном уровне состоит из трех групп, представленных общими, особыми и индивидуальными. В частности, для контактных видов ТРИ (купание, подводное плавание, катание на водных лыжах) выделены по 3 группы факторов для рек всех областей, для бесконтактных (гребля на лодках, катание на яхтах) – их число варьирует в интервале от 2 до 3 групп, для промысловых (любительская охота, любительское рыболовство) – от 1 до 2 групп.

Анализ генетической структуры лимитирующих факторов рек всех областей на этом уровне показал, что для контактных видов типично доминирование удельного веса общих факторов (гидрохимических, гидрологических, ландшафтных), при незначительной доле индивидуальных, представленных морфометрическими или в сочетании с литологическими, и особых (микробиологических). Структура лимитирующих факторов для бесконтактных видов практически идентична контактным видам, но зафиксирована для участков рек 5 областей (кроме Минской), а в столичной области выявлено превалирование индивидуальных факторов (морфометрических или в сочетании с литологическими), что связано с ее водораздельным положением. Для всех промысловых видов определены исключительно общие факторы (гидрохимические или в совокупности с ландшафтными) в 3 областях (Брестской, Витебской, Гродненской), а для любительского рыболовства – в оставшихся 3 областях, значение которых варьирует в зависимости от вида и участка реки.

На региональном уровне комплексная оценка природного потенциала участков рек проводилась по каждому административному району и области.

В итоге определена доля участков рек с пригодным потенциалом для видов ТРИ и проведено их ранжирование по доле благоприятных участков (рисунок). Максимальным удельным весом с пригодным природным потенциалом для ТРИ отличаются участки рек Гомельской области, располагающие возможностью для реализации 4 видов; Минской – для 2 видов и Витебской – для 1 вида. Областями – аутсайдерами с минимальной долей благоприятных участков рек для видов ТРИ являются: Минская область – для 3 видов; Витебская – для 2 видов и Брестская – для 1 вида. Выявлено, что в границах Брестской, Гродненской, Минской и Могилевской областей отсутствуют участки рек, обладающие услови-

ями для катания на водных лыжах. Установлено, что природный потенциал рек Витебской и Гомельской областей располагает благоприятными условиями для реализации всех видов ТРИ, а остальных областей – только для 6 видов, исключая катание на водных лыжах. Сравнительный анализ областей по удельному весу пригодных в них участков для видов ТРИ показал, что максимальная доля таких участков существует для любительского рыболовства и любительской охоты, минимальная – для катания на водных лыжах при медианном положении других видов ТРИ.



Доля пригодных участков рек в разрезе видов туристско-рекреационного использования в областях Беларуси, %, 2006 – 2016 гг. [3]

Результаты комплексной оценки природного потенциала рек для ТРИ на страновом уровне позволили установить максимальную долю пригодных участков рек страны для любительского рыболовства (86,85 %), любительской охоты (81,9 %), гребли на лодках (38,87 %), их невысокий процент – для катания на яхтах (11,77 %), купания (9,08 %), подводного плавания (8,62 %) и эксклюзивность участков, пригодных для катания на водных лыжах (0,9 %). В частности, на этом уровне лидером среди областей по доле пригодных участков рек для купания (17,0 %), подводного плавания (13,2 %), катания на водных лыжах (3,8 %) и яхтах (32,1 %) является Гомельская область, для гребли на лодках (63,5 %) – Витебская область, для любительского рыболовства (95,8 %) и любительской охоты (98,6 %) – Минская область. В то же время аутсайдерами

по доле благоприятных участков рек для купания (2,7 %), подводного плавания (1,4 %), является Минская область, для катания на водных лыжах (0,0 %) – Минская область, Брестская, Гродненская и Могилевская, для катания на яхтах (3,2 %) – Витебская область и для любительского рыболовства (63,3 %) – Брестская область, для любительской охоты (69,8%) – Витебская область. Особенности генерализации различных групп лимитирующих факторов по их удельному весу на уровне страны сильно варьируют и зависят от вида туристско-рекреационного использования рек. Максимальная доля общих факторов зафиксирована в Гомельской области – для купания и катания на водных лыжах, в Могилевской – для подводного плавания, в Брестской – для гребли на лодках и катания на яхтах, в пяти областях (исключая, Брестскую) – для любительского рыболовства, одновременно в Витебской и Гродненской областях – для любительской охоты. Лидером по удельному весу индивидуальных факторов является Гродненская область – для купания и подводного плавания, и Минская – для гребли на лодках, катания на водных лыжах и яхтах. Наибольшая доля особых факторов зарегистрирована в Брестской области – для купания, подводного плавания, катания на водных лыжах, гребли на лодках, в Витебской области – для катания на яхтах, в Брестской области – для любительского рыболовства, в Могилевской области – для любительской охоты (табл. 2).

Таблица 2

**Структура и удельный вес лимитирующих факторов по видам ТРИ, % от общего количества оцениваемых участков на территории области Беларуси, 2006–2016 гг.**

Лимитирующие факторы	Купание	Подводное плавание	Катание на водных лыжах	Катание на яхтах	Гребля на лодках	Любительская охота	Любительское рыболовство
<b>Брестская область</b>							
Общие факторы	82,1	74,4	55,5	51,2	96,2	85,7	94,1
Индивидуальные факторы	7,3	14,9	36,8	47,2	1,9	0,0	0,0
Особые факторы	10,6	10,7	7,7	1,6	1,9	14,3	5,9
<b>Витебская область</b>							
Общие факторы	88,7	59,6	49,8	50,0	76,3	100,0	100,0
Индивидуальные факторы	3,8	33,0	47,7	47,9	23,7	0,0	0,0
Особые факторы	7,5	7,4	2,5	2,1	0,0	0,0	0,0

Лимитирующие факторы	Купание	Подводное плавание	Катание на водных лыжах	Катание на яхтах	Гребля на лодках	Любительская охота	Любительское рыболовство
Гомельская область							
Общие факторы	92,0	82,0	59,2	30,1	67,7	0,0	100,0
Индивидуальные факторы	3,1	12,6	34,5	69,9	32,3	0,0	0,0
Особые факторы	4,9	5,4	6,3	0,0	0,0	0,0	0,0
Гродненская область							
Общие факторы	73,9	60,3	53,0	50,9	72,2	100,0	100,0
Индивидуальные факторы	20,0	34,7	45,9	49,1	27,8	0,0	0,0
Особые факторы	6,1	5,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
Минская область							
Общие факторы	80,4	66,3	47,6	15,2	36,4	0,0	100,0
Индивидуальные факторы	18,0	31,5	51,1	84,2	63,6	0,0	0,0
Особые факторы	1,6	2,2	1,3	0,6	0,0	0,0	0,0
Могилевская область							
Общие факторы	90,2	82,3	54,7	47,9	89,1	70,8	100,0
Индивидуальные факторы	4,9	12,9	43,4	52,1	10,9	0,0	0,0
Особые факторы	4,9	4,8	1,9	0,0	0,0	29,2	0,0

На страновом уровне четко проявляются особенности распределения лимитирующих факторов для контактных видов ТРИ, что подтверждается устойчивым доминированием доли общих и индивидуальных факторов при минимальном удельном весе особых. Для бесконтактных видов, и для катания на яхтах, в частности, выявлено наличие трех групп лимитирующих факторов (общих, индивидуальных, особых) – в Брестской и Витебской областях и только двух (общих, индивидуальных) – в других областях при устойчивом доминировании удельного веса общих факторов в Брестской, Витебской и Гродненской областях. Для гребли на лодках в разрезе областей зафиксирована неоднородность локализации лимитирующих факторов (от трех групп – для Брестской до двух групп – для иных областей) и превалирование общих факторов во всех областях. Установлено, что наименее вариабелен количественный и генетический состав лимитирующих факторов для промысловых видов ТРИ. Особенности географического варьирования групп факторов для любительского рыболовства проявляются в изменении их числа от 2 (при лидерстве общих и минимуме особых) – в Брестской и Могилевской областях до 1 (общих) – в других областях, а для любительской охоты – от 2 (при максимуме общих и минимуме – особых) в Могилевской области до 1 группы (общих) – для пяти других областей страны.

Количественные результаты комплексной оценки природного потенциала рек страны на полимасштабном уровне позволили создать ИЭБД «Природный туристско-рекреационный потенциал участков рек Республики Беларусь: профилирующие виды и лимитирующие факторы», картографическую информационную систему комплексной оценки рек Беларуси для туристско-рекреационного использования на полимасштабном уровне.

### **Библиографические ссылки**

1. *Шевцова Н. С.* Туристско-рекреационный природный потенциал рек Беларуси: география и оптимизация инфраструктуры. – Минск: БГУ, 2020.

2. *Шевцова Н. С.* Теоретико-методологические основы полимасштабного изучения и оценки туристско-рекреационного природного потенциала рек // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2022. Т. 39. С. 99–122.

3. *Шевцова Н. С.* Природный туристско-рекреационный потенциал рек Республики Беларусь: методика комплексной полимасштабной оценки, профилирующие виды использования и лимитирующие факторы // Известия Иркутского государственного университета. Серия «Науки о Земле». 2022. Т. 41. С. 118–139.

4. *Шевцова Н. С.* Научно-методический комплекс полимасштабного изучения и оценки туристско-рекреационного природного потенциала рек Беларуси // Природные ресурсы. 2022. № 2. С. 24–37.

УДК 502.21

## ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ КСИЛОТРОФНЫХ ГРИБОВ

**М. А. Шелоник**

*ГНУ «Институт природопользования НАН Беларуси», ул. Франциска Скорины, 10,  
220114, г. Минск, Беларусь, [maria.shelonik006@gmail.com](mailto:maria.shelonik006@gmail.com)*

Проанализированы перспективы использования продуктов древесных отходов в качестве субстрата для выращивания ксилотрофных грибов. Выявлены преимущества древесных отходов перед другими сельскохозяйственными отходами с минимальными затратами для получения готовой продукции.

**Ключевые слова:** ксилотрофы; древесные отходы; опилки; лигнин-целлюлозный комплекс; грибоводство.

## PROSPECTS FOR THE USE OF WOOD WASTE FOR THE CULTIVATION OF XYLOTROPHIC FUNGI

**M. A. Shelonik**

*«Institute of Nature Management of the National Academy of Sciences of Belarus»,  
10 Franziska Skaryna Street, 220114, Minsk, Belarus, [maria.shelonik006@gmail.com](mailto:maria.shelonik006@gmail.com)*

The article is devoted prospects of using wood waste products as a substrate for growing xylotrophic fungi are analyzed. The advantages of wood waste over other agricultural waste for the early production of finished mushroom products have been revealed.

**Keywords:** xylotrophs; wood waste; sawdust; lignin-cellulose complex; mushroom farming.

В связи с общемировой тенденцией расширения многоцелевого использования древесины актуальными являются вопросы утилизации древесных отходов [6,7]. Древесные отходы производства представляют собой отходы лесозаготовок, лесопиления и деревообработки. Установлено, что 40-60% древесины превращается в основную продукцию, в отходы уходит 32 % из которых 60-65 % используются в качестве вторичного сырья [2]. Однако, образующиеся в процессе биодеструкции токсичные вещества и высокая устойчивость к микробной биодеградаци, не позволяет использовать древесинные отходы напрямую. Поэтому наиболее экологически оправданным

способом утилизации древесных отходов является использование их в качестве субстрата для выращивания ксилотрофных грибов.

Грибы являются важной частью пищевой цепи и имеют высокую популярность как источник питательных веществ и богатого вкуса, который является неотъемлемой частью традиционной как западной, так и восточной кухни [3]. Одними из наиболее выращиваемых грибов являются шампиньоны, вешенки, шиитаке, фламмулина и т. д. Все они относятся к семейству *Agaricaceae*, однако главное преимущество вешенки и шиитаке, так называемых дроворазрушающих грибов (или ксилотрофов), перед шампиньонами заключается в их возможности культивирования на различных типах лигнин-целлюлозных субстратах, которые чаще всего являются сельскохозяйственными отходами, без необходимости в приготовленном компосте и покровной почве [5]. Как правило, тип субстратов для выращивания грибов зависит от имеющихся растительных или сельскохозяйственных отходов. В Европе для выращивания ксилотрофов используется преимущественно пшеничная солома, в то время как в странах Юго-Востока Азии более популярны опилки [13]. Из древесных отходов в качестве субстратов чаще используют опилки, щепу. Опилки, представляя собой отходы деревообрабатывающего производства являются самой естественной и пригодной для развития ксилотрофных грибов средой. В природе ксилотрофные макромицеты являются неотъемлемой частью лесных экосистем, разного генезиса, выполняя широкий спектр функций, и используют древесину и как источник питания, и как среду обитания [5].

Дроворазрушающие свойства грибов обусловлены наличием у них мощной ферментативной системой, участвующей в деструктивном разложении древесины за счет гидролиза полисахридной составляющей [8], что позволяет потреблять не только целлюлозу, но и лигнин. Древесина как среда обитания для живых организмов довольна, специфична, и это связано с тем, что лигноуглеводный комплекс, во-первых, устойчив к микробной биодegradации, а во-вторых - древесина имеет особый газовый режим [9]. Согласно источникам литературы, для древесины характерны низкие концентрации кислорода (1,2–4,5%) и высокие концентрации углекислого газа (7,2–26,3) [11,12]. Ксилотрофные грибы являются единственными организмами, приспособленными к такой среде обитания. На это указывает то, что они чувствительны к кислороду (рост прекращается при концентрации кислорода 0,4 %), устойчивы к высоким концентрациям углекислого газа (рост мицелия наблюдается при концентрации 30-40 %) и способны длительное время сохранять жизнеспособность при отсутствии кислорода [10].

Опилки имеют ряд преимуществ перед другими видами отходов:

— структура опилок представляет собой пористую систему, состоящую из каналов и пор, которые позволяют удерживать воду как губка.

В опилках содержится больше лигнина. Лигнин — природный полимер, представляющий собой коллоидное вещество. Присутствие лигнина в опилках помогает склеить волокна целлюлозы в древесине. Когда древесина расщепляется на опилки, лигнин распределяется по частицам, создавая сеть гидрофильных (влаголюбивых) участков. Эти участки имеют сильное сродство к воде, что позволяет опилкам легко впитывать и удерживать влагу [4]. Способность грибного субстрата сохранять влагу в течение длительного времени необходимо, чтобы поддерживать здоровый рост грибов, предотвращать загрязнение и регулировать колебания температуры.

— кислотность опилок обычно имеет нейтральную реакцию, чем у соломы, что более полезно для роста грибов. Большинство видов грибов предпочитают среду от слегка кислой до нейтральной с рН от 5,5 до 7,0. Опилки обычно имеют рН около 6-7, что находится в этом диапазоне, в то время как солома может иметь более высокий рН, что может подойти не для всех грибов [1,3].

— время освоения мицелием субстрата из опилок происходит быстрее. Что, может быть, связано с большей площадью поверхности, которая позволяет обеспечить больше места для роста грибного мицелия. Это может способствовать более быстрой колонизации субстрата мицелием, что приводит к более быстрому образованию грибов [10].

Однако несмотря все преимущества опилок и их широкое применение в качестве субстрата для культивирования грибов-ксилотрофов, древесные опилки чаще всего используются лишь как небольшая часть в смеси различных органических субстратов. Объясняется это тем, что свежие опилки, независимо от состава, крайне бедны основными биогенными элементами. Было установлено, что в них полностью отсутствуют фосфор, калий, гуминовые кислоты, а количество азота варьируется от следовых до 0.2 мас. %. При высокой доле органического вещества, процент золы составляет всего 2–3 мас. %, что приводит к высокому массовому соотношению C/N, и соответственно влияет на развитие и рост мицелия [1]. Для повышения урожайности к опилкам добавляют отруби зерновых культур (рис, пшеница и т.д). Минеральные добавки (мел, известь и т.д) обеспечивают определенный уровень рН и служат источником кальция и серы [3].

В ходе исследований было отмечено, что лучше использовать свежие опилки лиственных пород (дуб, клен, ясень, лиственница и т.д). Опилки хвойных пород не используют т.к. они содержат смолы и фенольные вещества, тормозящие рост мицелия [8,10]. Появление «пушистого» мицелия вешенки наблюдалось через 5-6 дней (рисунок 1), который смог освоить 60 % субстрата, в то время как сбор урожая произошел на двадцатый день, что согласно источникам литературы о цикле развития и плодоношения вешенки как ксилотрофа [3].



Развитие мицелия ксилотрофного гриба на примере вешенки

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование отходов деревоперерабатывающей промышленности в качестве сырья для получения грибной продукции создают экологическую и экономическую альтернативу утилизации данных отходов.

### Библиографические ссылки

1. Беловежец Л. А. Агрохимические показатели компоста на основе древесных опилок / Л. А. Беловежец, А. В. Третьяков // Химия в интересах устойчивого развития. 2020. № 28. С. 124–130.
2. Грошев, И. М. Образование и использование отходов деревообрабатывающей промышленности / И. М. Грошев, Е. М. Герасимович // Технология и техника лесной промышленности: тезисы докладов 80-й научно-технической конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов (с международным участием), 1-12 февраля 2016 г. / Белорусский государственный технологический университет; [гл. ред. И. М. Жарский]. Минск: БГТУ, 2016. С. 62-63.
3. Нурметов, Р. Д. Выращивание шампиньонов и вешенки: руководство / Р. Д. Нурметов, Н. Л. Девочкина — Москва : Россельхозакадемия, 2010. 68 с.
4. Особенности опилок как наполнителя при производстве материалов из древесных отходов / М. В. Филичкина [и др.] // Лесотехнический журнал. 2013. № 2. С. 26-30.
5. Получение плодовых тел *Pleurotus eryngii* на экспериментальном субстрате из опилок осины Е. В. Павлюченко, Е. В. Плотников // Труды Международной научной конференции, посвященной 135-летию кафедры ботаники и 145-летию Томского государственного университета, Томск, 14–16 ноября 2023 года / Национальный исследовательский Томский государственный университет. 2023. С. 364-366.
6. Проблемы использования древесных отходов в малой энергетике Беларуси / Н. О. Азовская [и др.] // Труды БГТУ. 2020. Серия 1, № 2. С. 254-258.

7. Статистический ежегодник Республики Беларусь 2023. Минск: Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2023. 490 с.

8. *Тищенко А. Д.* Культивирование шиитаке. Школа грибоводства, 2000, № 1, С. 6-14.

9. *Mukhin, V. A.* Eco-Physiological Adaptations of the Xylotrophic Basidiomycetes Fungi to CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> Mode in the Woody Habitat J. / V.A. Mukhin, D. K. Diyarova // Fungi. 2022, Vol. 8, № 12. P. 1-16.

10. Optimization of King Oyster Mushroom (*Pleurotus eryngii*) Substrate Using Lignocellulosic Affordable Wastes/ Janpoor J. [and ets.] // Journal of Horticultural Science. 2018. Vol. 31, №. 4. P. 778–788

11. *Scheffer, T. C.* O<sub>2</sub> requirements for growth and survival of wood-decaying and sapwood-staining fungi / Scheffer, T.C. // Canadian Journal of Botany. 1986. № 64. P.1957–1963.

12. *Tabak, H. H.* The effects of gaseous environments on the growth and metabolism of fungi / H.H. Tabak, W.B. Cooke // Bot. Rev. 1968. № 34. P. 126–252.

13. *Thomas G. V., Prabhu S. R., Reeny M. Z., Bopaiah B. M.* Evaluation of lignocellulosic biomass from coconut palm as substrate for cultivation of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer // World Journal of Microbiology and Biotechnology. 1998. № 14. P. 879–882.

УДК 551.4.02+551.89+550.8.028

**МЕТОДОЛОГИЯ ИЕРАРХИЧЕСКОГО  
МОРФОГЕНЕТИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ:  
КАК ПРОЧИТАТЬ ИСТОРИЮ ОТЛОЖЕНИЙ И ПОЧВ  
МЕЖДУ СТРОК**

**И. Г. Шоркунов<sup>1), 2)</sup>, Е. В. Гаранкина<sup>1), 2)</sup>**

<sup>1)</sup>Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова,  
Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия, [shorkunov@gmail.com](mailto:shorkunov@gmail.com),  
[evgarankina@gmail.com](mailto:evgarankina@gmail.com)

<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29/4, 119017, г. Москва, Россия

Для восстановления параметров палеогеографической среды *in situ* и выявления достоверной последовательности их изменений в плейстоценовых отложениях и почвах применяется методология иерархического морфогенетического исследования. Записанные в твёрдом веществе явления и признаки последовательно изучаются на разных уровнях структурной организации объекта с систематическим повышением морфологического разрешения: от макро- и мезо- до микро- и субмикро-. Морфологическое и аналитическое геохимическое исследование вещества дополняют результаты наборов методов, специфичных для каждого уровня.

**Ключевые слова:** полевые и лабораторные исследования; мезоморфология; монолиты почв; структурная организация; твёрдая фаза; палимпсестовый тип записи; палеорекострукции.

**METHODOLOGY OF HIERARCHICAL MORPHOGENETIC  
INVESTIGATION: HOW TO READ THE HISTORY OF  
SEDIMENTS AND SOILS BETWEEN THE LINES**

**E. V. Garankina<sup>1), 2)</sup>, I. G. Shorkunov<sup>1), 2)</sup>**

<sup>1)</sup> Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, 119991, Moscow, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 29, 119017,  
Moscow, Russia, [evgarankina@igras.ru](mailto:evgarankina@igras.ru), [shorkunov@igras.ru](mailto:shorkunov@igras.ru)

To restore the *in situ* parameters of paleogeographic environment and identify a reliable sequence of their alterations in Pleistocene sediments and soils, we apply a methodology of hierarchical morphogenetic investigation. Features and phenomena recorded in solid matter are consistently studied at different levels of structural organization in a system of constantly increasing morphological resolution: from macro- and meso- to micro- and submicro-scale. Morphological and analytical geochemical studies are supplemented by the results of method sets specific to each level.

**Keywords:** field and laboratory research; mesomorphology; monolith soil sampling; structural organization; solid matter; palimpsest recording; paleoreconstructions.

К началу XXI в. назрела необходимость комплексного подхода к решению генетических и хроностратиграфических вопросов формирования чехла покровных суглинков и коррелятных образований на территории, ограниченной линиями максимального распространения средне- и позднелейстоценовых покровов оледенения Евразии. Осознана потребность в сопряжённом анализе педолитофациальной изменчивости в пределах разных элементов и форм рельефа междуречий и детальных данных о литологических и геохимических свойствах отложений в целях классифицирования и установления генезиса объектов (толщи осадков, криогенных структур и текстур, поверхностных почв и почвенного покрова, погребённых почв, а также групп педогенных признаков в отдельных лито- и посткриогенных структурах). Визуальная морфология осадочной толщи раскрывает способ перемещения и отложения материала, физико-химические характеристики позволяют установить источники, способы и пути перемещения твёрдого вещества. Морфологическое исследование погребённых палеопочв и посткриогенных структур в первом приближении вскрывает последовательность событий педо- и криогенеза и способствует оценке изменения параметров природной среды в конкретной точке. В отличие от регионального (например, данные спорово-пыльцевого анализа), локальный сигнал, расшифрованный в почвах и осадках ландшафтов междуречий, обладает самым высоким пространственным разрешением. Это, с одной стороны, определяет непропорциональность прямых пространственных обобщений (в этом разрезе так, значит, и на всём поле / катене / урочище / регионе – так же), с другой, – позволяет достовернее судить о связи вскрытой последовательности событий с климатическим, геоморфологическим и даже антропогенным факторами в конкретной точке. Физико-химическое и химико-аналитическое исследование, как правило, детализирует геохимическую картину палеоландшафта и помогает морфологическому исследованию установить этапы её трансформации и подтвердить или опровергнуть ранее выдвинутые гипотезы.

Для восстановления параметров палеогеографической среды *in situ* и выявления достоверной последовательности их изменений в разрезах плейстоценовых отложений и почв командой сотрудников института географии РАН, географического и почвенного факультетов МГУ применяется методология **иерархического морфогенетического исследования (ИМГИ)**. Методология ИМГИ была впервые сформулирована и опробована на опорных разрезах 10–70 и 2–71 в покровных суглинках Клинско-Дмитровской гряды в 1970х годах [1, 2]. Сейчас она активно совершенствуется [3] и успешно применяется для разнообразных элементов педолитосферы в широком географическом

диапазоне [4, 5, 6]. Теоретической основой методологии является концепция памяти почв [7, 8], согласно которой параметры внешней среды, а также их изменения оставляют след, – т. е. Записываются в твёрдофазном каркасе почвенного тела. Такой подход способствует рассмотрению в качестве архивов информации об условиях (и их изменениях) физико- и социально-географической среды не только классических дневных и ископаемых почв и вмещающих осадков, но и целого спектра почвоподобных тел и педолитокомплексов, слабо поддающихся изучению классическими «профильно-горизонтными» методами классического генетического почвоведения.

Покровным суглинкам соответствует **палимпсестовый (многokrатно наложенный) тип записи**: морфологические и физико-химические параметры отдельных признаков, сформированных на предыдущих стадиях, неизбежно изменяются, перемещаются в почвенном теле и даже частично или полностью уничтожаются на каждом новом этапе педолитогенеза. Отсутствие консервирующей ритмичной седиментации и продолжительное влияние крио- и педогенеза обуславливают сложную организацию почвенно-осадочного тела без последовательного, привычного геологам, слоистого профиля с простой хроностратиграфической последовательностью снизу-вверх.

Явления и признаки твёрдофазного вещества последовательно изучаются на каждом уровне структурной организации объекта с систематическим повышением морфологического разрешения: от **макро-** ( $n \cdot 10^2 - n \cdot 10^{-1}$  м) и **мезо-** ( $n \cdot 10^0 - n \cdot 10^{-4}$  м) до **микро-** ( $n \cdot 10^{-2} - n \cdot 10^{-5}$  м) и **субмикроморфологического** ( $n \cdot 10^{-3} - n \cdot 10^{-9}$  м). На каждом из них морфологическое и аналитическое геохимическое исследование [1, 9] дополняют результатами сопутствующих наборов методов изучения объекта – специфичных для каждого уровня (рисунок). Так, полевое **макроморфологическое исследование** сопровождается применением литолого-стратиграфического, почвенно-географического и геоморфологического подходов в поле [10], а в лаборатории – профильным анализом распределения валовых физико-химических характеристик [11, 12]. **Мезоморфологическое исследование** объёмной организации почвенного и/или осадочного тела, визуальное в поле и в образцах ненарушенного строения (монолитах) в лаборатории с применением световой стереомикроскопии, позволяет выделять основные морфотипы и анализировать их распределение в объекте, а также получать точечные сведения об их вещественном составе комплексом химических, минералогических и томографических методов [12]. Именно на мезоморфологическом уровне пространственного



Результат ИМГИ — детальная модель педолитогенеза высокой точности. Достоверность итоговых моделей достигается последовательной верификацией генерируемых генетических гипотез на каждом этапе исследования. Пропуск любого этапа из иерархической линейки пространственного разрешения вынуждает использовать логические конструкции (индукцию, актуалистический подход и проч.), неизбежно снижающие достоверность модели. Процессно-генетическая интерпретация объекта, а также реконструкция реликтовых параметров географической среды на любом временном отрезке основываются на сопоставлении диапазонов условий всех синхронно формировавшихся признаков. Восстановление последовательности протекания элементарных почвообразовательных (ЭПП) и геоморфологических (ЭГП) процессов, этапов саморазвития и эволюции почв, почвоподобных тел и педолитокомплексов основано на определении взаиморасположения и наложения групп сингенетичных признаков в пространстве почвенного тела и географического ландшафта [4]. Такой подход способствует повышению генетического разрешения реконструкций: как ретроспективных, так и прогностических, что особенно важно при исследовании объектов со специфическим — палимпсестовым — типом записи событий, таких как дневные (поверхностные) почвы и педолитокомплексы в автономных геохимических позициях.

Комплексное решение палеогеографических задач в перигляцильных областях материковых оледенений и определение структуры современного и реконструкции ископаемых (голоценовых и плейстоценовых) почвенных покровов требует не только детального исследования вещества, но и иерархического географического анализа распространения выявляемых данных. Детализированный катенарный подход предполагает исследование нескольких малых почвенно-литологических трансект, пересекающих все выделенные формы мезо- и микрорельефа, на каждой ступени макросклона катены. Опыт имплементации предлагаемой методологии показывает успехи не только в области решения палеопочвенных задач [15], но и широкого круга вопросов комплексных палеогеографических и в т.ч. палеогеоморфологических задач [13, 16–18].

Исследование выполнено при поддержке РФФИ, проект 23-17-00073.

### **Библиографические ссылки**

1. Таргульян В. О., Соколова Т. А., Бирина А. Г., Куликов А. В., Целищева Л. К. Организация, состав и генезис дерново-палеопodzolistой почвы на покровных суглинках. М. Междунар. конгр. почвоведов. 1974.
2. Почвообразование и выветривание в гумидных ландшафтах / под ред. В. О. Таргульяна. М.: Наука. 1978.

3. *Таргульян В. О., Бронникова М. А.* Память почв: теоретические основы концепции, современное состояние и перспективы развития // Почвоведение. 2019. № 3. С. 259–275.

4. *Шоркунов И. Г.* Моно- и полигенез сложно организованных ископаемых педолитокомплексов (на примере Северо-Западного Предкавказья, Среднерусской возвышенности и Центральной Мексики) / М.: Автореф. дис.... к.г. н. 2013.

5. *Gerasimova M. I., Bronnikova M. A., Khitrov N. B., Shorkunov I. G.* Hierarchical morphogenetic analysis of Kursk Chernozem. Бюлл. Почвенного ин-та. 2016. Vol. 86. Pp. 64–76. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-86-64-76>

6. *Mergelov N. S., Shorkunov I. G., Dolgikh A. V., Shishkov V. A., Zazovskaya E. P., Targulian V. O., Goryachkin S. V.* Endolithic and hypolithic soil-like systems: structure and composition from the macro- to submicro-levels // Бюлл. Почвенного ин-та. 2016. Vol. 86. P. 103–114. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-86-103-114>

7. *Таргульян В. О., Соколов И. А.* Структурный и функциональный подход к почве: почва-память и почва-момент // Математическое моделирование в экологии. М.: Наука. 1978. С. 17–33.

8. Память почв: Почва как память биосферно-геосферно-антропосферных взаимодействий / под ред. В. О. Таргульяна, С. В. Горячкина. М.: Изд-во ЛКИ. 2008.

9. *Targulian V. O.* Soil and soil-like systems and bodies // Pochvoznanie, Agrokhimiya i Ekologiya. 2011. Vol. 45. № 2. Pp. 21–26.

10. *Гаранкина Е. В., Шоркунов И. Г.* О чём молчат разрезы: методические аспекты работы с грунтовыми выработками в палеогеографических целях // Этот сборник. 2024.

11. *Шеремецкая Е. Д., Гаранкина Е. В., Шишкина Ю. В., Журавлева В. И., Богданова О. А., Шоркунов И. Г., Лобков В. А.* Методические аспекты применения гранулометрического анализа при детальном изучении отложений междуречий // Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Мат-лы Всеросс. науч. конф. Ростов Великий, 25–26 авг. 2023 г. [Эл. изд.]

12. *Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В.* От макро до субмикро и обратно: как нам быть со структурной организацией почв и осадков // Этот сборник. 2024.

13. *Shishkina Yu., Garankina E., Belyaev V., Shorkunov I., Andreev P., Bondar A., Potapova V., Verlova T.* Postglacial incision-infill cycles at the Borisoglebsk upland: Correlations between interfluvial headwaters and fluvial network // Int. Soil and Water Conserv. Res. 2019. Vol. 7. № 2. Pp. 184–195. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.02.001>

14. *Mergelov N., Zazovskaya E., Fazuldinova N., Petrov D., Dolgikh A., Matskovsky V., Golyeva A., Bichurin R., Miamin V., Dobryansky A.* Chronology and properties of macrocharcoal sequestered in boreal forest soils since deglaciation (southeast of the Kola Peninsula) // Catena. 2024. Vol. 236. P. 107753.

15. *Лобков В. А., Шоркунов И. Г., Гаранкина Е. В., Шеремецкая Е. Д., Беляев В.Р.* Модели эволюции педогенеза на покровных суглинках Борисоглебской возвышенности // Почвоведение. Горизонты будущего. 2022. Сб. тезисов докладов VI конф. молодых ученых Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 2022. С. 85–87.

16. *Garankina E. V., Lobkov V. A., Shorkunov I. G., Belyaev V. R.* Identifying relict periglacial features in watershed landscape and deposits of Borisoglebsk Upland, Central European Russia // J of Geological Society. 2022. Vol. 5. № 179

17. Valdai Periglacial Field Symposium Guidebook, 27–30 Aug 2023 [El. ed.]. М.: IGRAS. 2023.

18. *Гаранкина Е. В., Лобков В. А., Шеремецкая Е. Д., Шоркунов И. Г.* Покровные суглинки как перигляциальный феномен: происхождение и возраст // Перигляциал Восточно-Европейской равнины и Западной Сибири. Мат-лы Всеросс. науч. конф. Ростов Великий, 25–26 авг. 2023 г. [Эл. изд.]

УДК 551.4.02+551.89+550.8.028

## ОТ МАКРО К МИКРО И ОБРАТНО: КАК НАМ БЫТЬ СО СТРУКТУРНОЙ ОРГАНИЗАЦИЕЙ ПОЧВ И ОСАДКОВ

И. Г. Шоркунов<sup>1, 2)</sup>, Е. В. Гаранкина<sup>1, 2)</sup>

<sup>1)</sup>Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова, Ленинские горы, 1, 119991, г. Москва, Россия, [shorkunov@gmail.com](mailto:shorkunov@gmail.com)

<sup>2)</sup>Институт географии РАН, Старомонетный пер., 29/4, 119017, г. Москва, Россия,

Кратко освещены последовательные этапы и масштабные уровни иерархического морфогенетического исследования: макро-, мезо- и микро-. Методологический пропуск любого этапа неизбежно ведёт к снижению достоверности генерируемых генетических гипотез. Обоснован подход монолитного полевого пробоотбора, рассмотрена методика профильного и специального опробования разрезов полигенетических суглинистых толщ.

**Ключевые слова:** иерархическое морфогенетическое исследование; полевой пробоотбор; монолитные образцы; мезоморфология; микроморфология; сканирующая электронная микроскопия.

## FROM MACRO TO MICRO AND BACK: HOW TO DEAL WITH STRUCTURAL ORGANIZATION OF SOILS AND SEDIMENTS

I. G. Shorkunov<sup>1, 2)</sup>, E. V. Garankina<sup>1, 2)</sup>

<sup>1)</sup> Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, 119991, Moscow, Russia

<sup>2)</sup> Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Staromonetny lane, 29, 119017, Moscow, Russia, [evgarankina@igras.ru](mailto:evgarankina@igras.ru), [shorkunov@igras.ru](mailto:shorkunov@igras.ru)

Successive stages and scales of hierarchical morphogenetic research: macro, meso and micro, are covered in brief. Methodological omission of any stage inevitably leads to a decrease in the reliability of the generated genetic hypotheses. The approach of monolith field sampling is argued for, and the procedure for profile and specific sampling of polygenetic loamy sections is considered.

**Keywords:** hierarchical morphological investigation; bulk field sampling; monolith soil sampling; mesomorphology; micromorphology; electron microscopy.

Иерархический подход к исследованию твёрдой фазы основан на принципе последовательного, системного и непрерывного продвижения по логарифмической шкале роста пространственного разрешения — от масштаба ландшафта и катены к молекулярному уровню организации вещества [1]. Основной объём информации при этом добывается на полевом этапе комплексного синтетического геологического,

геоморфологического и макроморфологического исследования. Все последующие этапы лишь дополняют знание о веществе, однако именно эта информация имеет определяющее значение при построении итоговой процессно-генетической и/или эволюционной модели [2, 3, 4]. Поэтому пропуск любого этапа в иерархическом ряду пространственного разрешения исследования значительно снижает степень достоверности гипотез.

Первый этап мезоморфологического изучения объёмной организации почвенного тела обязательно проводится в поле: исследуется пространственное взаиморасположение элементарных единиц строения почвенного тела в проекциях на плоские срезы различной ориентировки, а также природные поверхности педов и микроагрегатов при ручном разборе объёма с обязательной пошаговой фото-, схемо- и текстовой фиксацией [5, 6]. По его завершению осуществляется полевое опробование разрезов на серию “поточковых” анализов, требующих профильной визуализации: комплексный литологический и агрохимический. В разрезах с относительно однородным латеральным простираем генетических горизонтов и пачек рыхлых отложений осуществляется стандартный интегральный отбор образцов с выбранным вертикальным шагом – т.н. профилирование: строго в пределах межтрещинной массы (МТМ) через каждые 5–10 см с учетом литологических границ и почвенных горизонтов по всей глубине. Дополнительно в верхних горизонтах, часто с более разреженным шагом, отбираются образцы внутритрещинной массы (ВТМ). При наличии более высоких порядков латеральной дифференциации вещества (например, посткриогенных клиньев или пластических деформаций, заполнений малых эрозионных форм, признаков дифференцированного склонового смещения вещества и т.п.) образцы МТМ могут добираться из дополнительных профилей или же точно из определенных участков строения: осевой части выполнений жил или врезов и их периферии, а также из приконтактно-измененной зоны вмещающих толщ. Иногда необходим и добор с горизонтальных срезов. Независимое опробование МТМ позволяет исследовать литологическую дифференциацию вещества, не завуалированную процессами почвообразования, и затем оценивать воздействие последних, сравнивая с данными по ВТМ.

Более специфичен отбор на разные виды датирования вещества, и многие из методик детально изложены в руководствах. Мы лишь кратко остановимся на принципах полевого опробования на определение радиоуглеродного возраста при работе с разрезами с относительно малым содержанием органического вещества (ОВ) в виде отдельных линз и прослоев, а также с погребёнными гумусовыми горизонтами почв либо отложениями, находящимися в зоне протекания процессов актуального

почвообразования. В таких условиях велика вероятность загрязнения целевой фракции ОВ как вмещающими, так и перекрывающими осадками, а также более молодым ОВ, поступающим в процессе наложенного почвообразования и тяжело отделяемого вручную (начиная с включений мелкого корневого полуразложившегося детрита до микроскопических гифов грибов и тонких фракций ОВ, перемещающихся вертикально и латерально с почвенным раствором). Важно до начала отбора образца детально разобраться со строением объекта и определить наиболее достоверные морфоны ОВ для разных задач, будь то ограничение времени отложения вмещающих пачек, оценка среднего времени пребывания самого ОВ или каких-то иных интересующих состояний системы. От этого будет зависеть выбор метода  $^{14}\text{C}$  датирования: жидкостная сцинтилляция (ЖС) или ускорительная масс-спектрометрия (УМС), а соответственно, требуемый объём вещества и степень детализации отбора. В случае ЖС, как правило, отбирается прослой/линза целиком или её наименее преобразованный участок, а загрязнение посторонними включениями принимается допустимо малым. Во втором же случае (УМС), извлекаются препараты отдельных органогенных морфонов — тонкодисперсное ОВ, веточки, семена, углистые частицы и проч.

Достоверно разобраться в морфонах вещества, а тем более отобрать его с необходимой точностью для радиоуглеродного датирования методом УМС далеко не всегда удается в поле, поэтому для решения этих и иных мезо- и микроморфологических задач стоит отбирать образцы ненарушенного строения, или монолиты. Такие монолиты могут достигать по осям от первых до 20-50 см. Как правило, это кубоиды, вырезаемые как из вертикальных, так и горизонтальных сечений разреза. После определения участков, представляющих интерес для лабораторного исследования структуры и текстуры либо детального пробоотбора, на стенку или днище шурфа наносятся прямоугольные границы предполагаемых монолитов. Затем, отступив 4-12 см от каждой стороны, следует сделать ножом продольные дугообразные надрезы, направленные навстречу друг другу, и постепенно углублять их, выбирая грунт. Движения ножа вдоль подрезаемых стенок всегда должны быть направлены от их краев к центру. Подобная методика позволяет снизить сдвиговое напряжение на более хрупких углах и ребрах формируемого монолита при снятии давления окружающего грунта и сохранить его сплошность и структуру. Таким образом, по боковому периметру кубоида формируются полости ланцетовидной формы максимальной шириной в середине боковых граней (обычно от первых до 10-25 см в зависимости от размера самого монолита). При достижении желаемой глубины полостей (и будущего монолита) аккуратно срабатываются излишки грунта, образовавшиеся в его

вершинах, полностью освобождая все кроме тыловой грани блока от контакта с вмещающим грунтом. По возможности подрезается и часть контакта с задней стенкой по всему периметру. Особое внимание на финальном этапе подрезки следует уделить сочленениям вертикальных и горизонтальных рёбер монолита, примыкающих к задней стенке: все они должны принадлежать одной плоскости. Наиболее деликатен момент извлечения монолита, когда плоскости срезов подготовлены таким образом, что для отрыва блока грунта от задней стенки требуется приложить достаточно небольшое, пульсационно нарастающее давление с помощью рычага – лопаты, ножом с изгибающимся полотном, тонких металлических пластин. Тыльная грань может сохранять структуру природной отдельности при отламывании либо быть после изъятия срезана в плоскость как и остальные грани. На каждую плоскость извлечённого монолита острием ножа, зондом или скальпелем наносят метки: на боковых гранях – стрелки, указывающие направление вверх, на нижней — крест, и точка (малый обратный конус) — на верхней грани. Это помогает избежать распространённой ошибки — потери ориентировки при упаковке. Затем для герметизации естественной влажности монолит упаковывается в несколько слоев пластиковой пленки и плотно, внатяг обматывается скотчем. Причем вначале фиксируются крест на крест его ребра, а затем и грани, что позволяет безболезненно транспортировать монолит. Поверх маркером дублируются отметки о его ориентировке, а также фиксируется его название и положение во внутренней системе координат разреза [5].

Лабораторный этап работы с монолитными образцами организован подобно полевому: сначала подготавливаются и исследуются ортогональные сечения граней монолита в последовательных стадиях потери полевой влажности. При достижении воздушно-сухого состояния производится объемное исследование структурной организации с особым вниманием к стереометрии и характеру граней и ребер в иерархической системе поверхностей раздела — поверхностей педов разных порядков, магистральных плоских и трубчатых пор и т. п. Взаиморасположение всего пула выявленных и исследованных элементарных единиц строения позволяет выявить стадии формирования ансамбля современных и реликтовых почвенных, а также породных признаков [7, 8].

Другим важным преимуществом мезоморфологического этапа является возможность вдумчивого и существенно более качественного пробоотбора в лабораторных условиях, когда решение о целях последующего физико-химического, химико-аналитического и микроморфологического исследования, выборе методик и самой стратегии отбора (регулярный либо поморфонный) является значительно более информированным

по сравнению с полевым этапом. Особенно эффективной методикой здесь служит сплошной монолитный пробоотбор из разреза вертикальной колонкой. В этом случае в лаборатории есть возможность гибко подходить к изменению мощности, частоты шага и повторности отбора, созданию контрольной средней пробы. Достаточное количество материала позволяет производить параллельный отбор на анализы с различной пробоподготовкой с одних и тех же глубин, резерв вещества страхует от случайной потери данных.

Монолиты для микроморфологического изучения вещества вырезаются отдельно от колонки сплошного монолитного отбора согласно сюжетам, установленным на полевом этапе. Вопреки устоявшемуся мнению, что микроморфология – это световое оптическое исследование в препаратах тонких срезов (шлифах), основное микроморфологическое исследование основано на световой стереомикроскопии и электронной сканирующей микроскопии (СЭМ) природных поверхностей раздела и сломов внутрипедной массы в масштабном диапазоне  $n \cdot 10^{-3}$ – $n \cdot 10^{-6}$  м. Методическая связка стерео- и сканирующей электронной микроскопии особенно эффективна для выявления “затёртых” признаков седименто- и педогенеза, когда в твердофазной памяти сохраняются только микропризнаки. Примером может служить обнаружение плоских поверхностей педов и их покровов с характерной плотной слоистой упаковкой глинистых кристаллов в морене, погребённой под 6 м толщиной аллювиальных, озёрных и склоновых осадков, что позволило установить факт самого раннего послеледникового почвообразования [9]. Отбор и подготовка тонких плоских срезов (шлифов) — лишь заключительная часть этапа, дополняющая уже полученный материал об объёмном взаиморасположении признаков на микроуровне деталями контактов фаз и их вещественного состава: минералогического и молекулярного — рамановская спектроскопия, и элементного — энерго-дисперсионный анализ при СЭМ. Препараты шлифов также определяются и отбираются после проведения полного мезоморфологического исследования.

Таким образом, мезоморфологический этап и масштабный уровень исследования является ключевым как при проверке гипотез, сформированных в поле, так и при корректировке последующего микроморфологического и физико-химического исследования твердой фазы.

Исследование выполнено при поддержке РФФ, проект 23-17-00073.

### **Библиографические ссылки**

1. Gerasimova M. I., Bronnikova M. A., Khitrov N. B., Shorkunov I. G. Hierarchical morphogenetic analysis of Kursk Chernozem // *Byulleten Pochvennogo instituta im. V.V. Dokuchaeva*. 2016. Vol. 86. Pp. 64–76. <https://doi.org/10.19047/0136-1694-2016-86-64-76>

2. Kust P., Makeev A., Lessovaya S., Milanovsky E., Rusakov A., Abrosimov K., Belyaev V., Ryazantsev P. Polygenetic features in Retisols formed in Moscow (Late Saalian) glacial till // *Catena*. 2022. № 214. P. 106245. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106245>

3. Rusakov A., Nikonov A., Savelieva L., Simakova A., Sedov S., Maksimov F., Kuznetsov V., Savenko V., Starikova A., Korkka M., Titova D. Landscape evolution in the periglacial zone of Eastern Europe since MIS5: Proxies from paleosols and sediments of the Cheremoshnik key site (Upper Volga, Russia) // *Quaternary International*. 2015. Vol. 365. Pp. 26–41. <https://doi.org/10.1016/j.quaint.2014.09.029>

4. Valdai Periglacial Field Symposium Guidebook, 27–30 Aug 2023 [El. ed.]. М. : IGRAS. 2023. 160 p. <https://doi.org/10.15356/periglacial978-5-89658-071-3>

5. Таргульян В. О., Соколова Т. А., Биринина А. Г., Куликов А. В., Целищева Л. К. Организация, состав и генезис дерново-палеоподзолистой почвы на покровных суглинках // Генезис и география почв зарубежных стран по исследованиям советских географов : [Докл.] к X Междунар. конгрессу почвоведов в Москве : (1974 г.) / АН СССР, Ин-т географии. Москва : Наука, 1974.

6. Шоркунов И.Г. Моно- и полигенез сложно организованных ископаемых педолитокомплексов (на примере Северо-Западного Предкавказья, Среднерусской возвышенности и Центральной Мексики) : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата географических наук : специальности 25.00.23 Физическая география и биогеография, география почв и геохимия ландшафтов, 25.00.25 Геоморфология и эволюционная география. М. 2018. 28 с.

7. Shishkina Y., Garankina E., Belyaev V., Shorkunov I., Andreev P., Bondar A., Potapova V., Verlova T. Postglacial incision-infill cycles at the Borisoglebsk Upland: Correlations between interfluvial headwaters and fluvial network // *Int. Soil and Water Conserv. Res.* 2019. № 7. Pp. 184–195. <https://doi.org/10.1016/j.iswcr.2019.02.001>

УДК 502.4

## АНАЛИЗ СТРУКТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ НАЦИОНАЛЬНОЙ ЭКОСЕТИ (НА ПРИМЕРЕ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Е. В. Шушкова**

*ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,  
ул. Академическая, 27, 220072 Минск, Беларусь, email: [lena-shushkova@yandex.by](mailto:lena-shushkova@yandex.by)*

В современных исследованиях по развитию экологических сетей большое внимание уделяется вопросам их устойчивости. В работе проведена оценка структурной устойчивости существующей экологической сети на примере Витебской области. Для существующей схемы определены показатели связности и центральности экологической сети. Полученные результаты отражают диспропорции в наличии установленных связей между ядрами экосети в западной и восточной частях региона.

**Ключевые слова:** экологическая сеть; устойчивость экологической сети; индексы связности; индексы центральности.

## ANALYSIS OF STRUCTURAL RESILIENCE OF THE NATIONAL ECOLOGICAL NETWORK (CASE OF THE VITEBSK REGION)

**A. V. Shushkova**

*Scientific and Practical Centre for Bioresources, NAS of Belarus  
Akademicheskaya str., 27, 220072 Minsk, Belarus, email: [lena-shushkova@yandex.by](mailto:lena-shushkova@yandex.by)*

In today research on development of ecological networks much attention is paid to the issues of their resilience. In this work the structural resilience of the existing ecological network has been assessed using the indices of connectivity and indices of centrality for the case of Vitebsk region. The obtained results reveal disproportions in the established connections between the core areas in the western and eastern parts of the region.

**Key words:** ecological network; ecological resilience; connectivity indices; centrality indices.

Современные исследования в области экологических сетей большое внимание уделяют вопросам их устойчивости [1; 2]. Исследование устойчивости (англ. *resilience*) экологической сети, в том числе структурной устойчивости, определяет надежность сетевой структуры, а с точки зрения управления выявляет необходимость дополнительных мероприятий по формированию связей между элементами.

В Беларуси Национальная экологическая сеть была утверждена в 2018 г. [3]. В настоящее время проводятся мероприятия по реализации

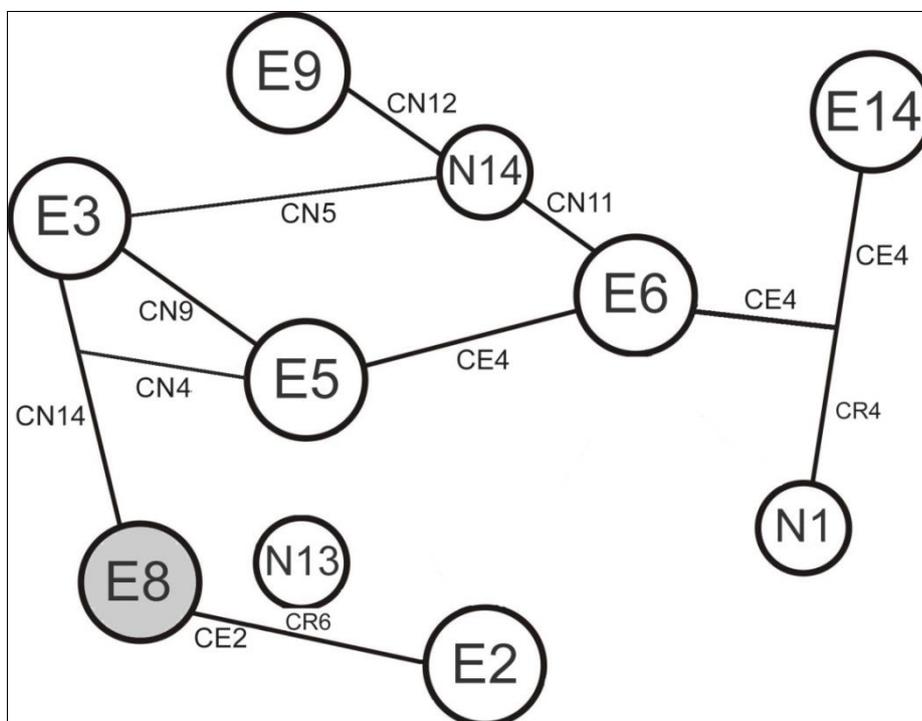
Схемы, однако эти мероприятия не включают исследование устойчивости утвержденной экосети.

Цель данной публикации — оценить структурную устойчивость существующей экологической сети на примере Витебской области, выявить наиболее сильные и наиболее слабые (неустойчивые) связи между ядрами экологической сети в регионе.

На территории Витебской области находится 16 ядер экологической сети (в т. ч. 7 — международного значения, 3 — национального значения, 6 — регионального значения), а также 14 экологических коридоров.

Для анализа структурной устойчивости экологических сетей часто применяются индексы связности [4, с. 344; 5, с. 4], с помощью которых определяется, насколько и как развита сеть связей между элементами.

Модель экологической сети Витебской области в виде плоского графа представлена на рисунке. Модель включает 10 вершин, каждая из которых соответствует определенному природному ядру экосети международного или национального значения, и 10 ребер, которые соответствуют отдельным участкам коридоров. Четыре экологических коридора (CE3 Днепровский, CN8 Обольский, CR3 Лиозненский, CR7 Усвяча) не рассматривались, поскольку не являются связями между ядрами. Ядра регионального значения не включались, поскольку они расположены вдоль коридоров и не являются местом их пересечения (рисунок).



Национальная экологическая сеть на территории Витебской области  
(в виде графа связности)

Обозначения соответствуют схеме национальной экологической сети:

Ядра: **E2** – Березинское (частично), **E3** – Браславское, **E5** – Ельня, **E6** – Козьянское, **E8** – Нарочанское (частично), **E9** – Поозерское; **E14** – Суражское: **N1** – Бабиновичское, **N13** – Сервечь, **N14** – Синьша.

Коридоры: **CE2** – Вилейский, **CE4** – Западная Двина, **CN4** – Дисна, **CN5** – Дрисса, **CN9** – Обстерновский, **CN11** – Синьша – Козьянский, **CN12** – Синьша – Поозерский, **CN14** – Споричский, **CR4** – Лучоса, **CR6** – Сервечь.

Основными и наиболее часто используемыми оценками связности графа являются  $\alpha$ -,  $\beta$ - и  $\gamma$ -индексы. Поскольку данные индексы сильно коррелируют друг с другом, в данном исследовании используется только  $\gamma$ -индекс, отражающий связность сети.

Гамма-индекс представляет собой отношение существующего (либо проектируемого) числа коридоров к их максимально возможному (для данного  $V$ ) числу. Он характеризует степень альтернативности выбора путей из одного ядра в другие.

$$\gamma - \text{индекс} = \frac{E}{3(V-2)},$$

где:  $E$  – число ребер графа (коридоров),  $V$  – число вершин графа (природных ядер в пределах заданной территории).

Для национальной экологической сети на территории Витебской области  $V=10$ ,  $E= 10$ ,  $\gamma= 0,41$ . Таким образом, территориальная структура экологической сети региона имеет простую кольцевую либо линейную конфигурацию. Это свидетельствует о том, что соседние ядра находятся под угрозой разрыва связей / коридоров, а устойчивость сети низкая.

Кроме оценки связности, при оценке эффективности экосетей используются показатели центральности, с помощью которых можно определить узлы сетевой структуры, занимающие в ней центральное место и имеющие наиболее короткий путь ко всем остальным ядрам экосети. Дополнительно можно учитывать длину связей между ядрами. В качестве показателей центральности рассчитаны абсолютный индекс доступности ядра  $S_i$ , число Кенига  $K$ , индекс Бичема  $R_i$ . Проведенная оценка линейных корреляций между рассчитанными индексами показывает, что они сильно коррелируют друг с другом, поэтому в данном исследовании используется только индекс  $S_i$ .

Показатели центральности отражены в матрице соседства вершин графа (таблица). Элементы  $a_{ij}$  этой матрицы равны числу коридоров между ядрами  $i$  и  $j$  [5, с. 342].

## Матрица соседства для экологической сети на территории Витебской области

	<b>E2</b>	<b>E3</b>	<b>E5</b>	<b>E6</b>	<b>E8</b>	<b>E9</b>	<b>E14</b>	<b>N1</b>	<b>N13</b>	<b>N14</b>	<b>Si</b>	<b>K</b>	<b>Ri</b>
<b>E2</b>	0	2	3	4	1	4	6	6	2	3	31	6	0,29
<b>E3</b>	2	0	1	2	1	2	4	4	3	1	20	4	0,45
<b>E5</b>	3	1	0	1	2	3	3	3	4	2	22	4	0,4
<b>E6</b>	4	2	1	0	3	2	2	2	5	1	22	5	0,4
<b>E8</b>	1	1	2	3	0	3	5	5	2	2	24	5	0,37
<b>E9</b>	4	2	3	2	3	0	4	4	5	1	28	5	0,32
<b>E14</b>	6	4	3	2	5	4	0	3	7	3	37	7	0,24
<b>N1</b>	6	4	3	2	5	4	3	0	7	3	37	7	0,24
<b>N13</b>	2	3	4	5	2	5	7	7	0	4	39	7	0,23
<b>N14</b>	3	1	2	1	2	1	3	3	4	0	20	4	0,45

*Примечание.* ядра экологической сети: **E2** – Березинское (частично), **E3** – Браславское, **E5** – Ельня, **E6** – Козьянское, **E8** – Нарочанское (частично), **E9** – Поозерское; **E14** – Суражское; **N1** – Бабиновичское, **N13** – Сервечь, **N14** – Синьша

Полученные результаты отражают ряд недостатков существующей экологической сети. Центральное место в экологической сети региона занимают Браславское ядро (**E3**) и ядро «Синьша» (**N14**). Вокруг этих ядер формируется экологическая сеть региона. То есть, в пространственном отношении центральная ось экосети региона смещается в ее северо-западную часть.

Максимальные показатели индексов центральности имеет ядро Сервечь (**N13**), а также Суражское (**E14**) и Бабиновичское (**N1**) ядра в восточной части региона. Это показывает неустойчивость их связи с другими элементами экосети в регионе.

В целом, модель экосети имеет линейную конфигурацию, то есть каждое отдельное ядро связано с остальными ядрами лишь через одно или несколько ребер (коридоров), что отражает уязвимость существующей экосети в регионе.

### Библиографические ссылки:

1. Wang T., Li H., Huang Y. The complex ecological network's resilience of the Wuhan metropolitan area // *Ecological Indicators*. Vol. 130. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.108101>
2. Voghera A., Giudice B. Evaluating and Planning Green Infrastructure: A Strategic Perspective for Sustainability and Resilience // *Sustainability*. 2019. Vol. 11 (10). <https://doi.org/10.3390/su11102726>
3. Об экологической сети. Указ Президента Республики Беларусь от 13.03. 2018 г. № 108. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 16.03.2018, 1/17595.

4. Гродзинський, М. Д. Пізнання ландшафту: місце і простір: Монографія. У 2-х т. / М.Д. Гродзинський. К.: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2005. Т. 2. 503 с.

5. Wang S., Wu M., Hu M., Fan C., Wang T., Xia B. Promoting landscape connectivity of highly urbanized area: An ecological network approach // Ecological Indicators. Vol. 125. 2021. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2021.107487>

УДК: 338.48(476)

## ОЦЕНКА ТУРИСТСКОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРУЖАНСКОГО РАЙОНА В ЦЕЛЯХ РАЗВИТИЯ УСТОЙЧИВОГО ТУРИЗМА

**Ю. Г. Эйвазов, А. Ю. Лукашѐв, К. А. Макаp, А. Е. Яpотов**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь, [yusif135662@gmail.com](mailto:yusif135662@gmail.com), [grownunion@gmail.com](mailto:grownunion@gmail.com)  
[kristina.mazurina.02@mail.ru](mailto:kristina.mazurina.02@mail.ru), [yarotau@gmail.com](mailto:yarotau@gmail.com)*

В данной статье проводится оценка использования туристского потенциала Пружанского района, с целью формирования развития устойчивого туризма. В работе исследуется природный и историко-культурный потенциал района, что является основой создания туристических маршрутов. Разработан новый для района туристический маршрут. Созданы картосхемы объектов-показа и инфраструктуры района, а также картосхема самого туристического маршрута.

**Ключевые слова:** туристский потенциал; устойчивый туризм; Пружанский район; природное наследие; историко-культурное наследие; инфраструктура.

## ASSESSMENT OF THE TOURIST POTENTIAL OF THE PRUSHANY DISTRICT FOR THE PURPOSES OF SUSTAINABLE TOURISM DEVELOPMENT

**Y. G. Eyvazov, A. Y. Lukashev, K. A. Makar, A. E. Yarotov**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,  
220030, Minsk, Belarus, [yusif135662@gmail.com](mailto:yusif135662@gmail.com), [grownunion@gmail.com](mailto:grownunion@gmail.com)  
[kristina.mazurina.02@mail.ru](mailto:kristina.mazurina.02@mail.ru), [yarotau@gmail.com](mailto:yarotau@gmail.com)*

This article assesses the use of the tourist potential of the Pruzhany district, with the aim of shaping the development of sustainable tourism. The work explores the natural, historical and cultural potential of the area, which is the basis for the creation of tourist routes. A new tourist route has been developed for the area. Mapschemes of the display objects and infrastructure of the area have been created, as well as a cartographic diagram of the tourist route itself.

**Keywords:** tourism potential; sustainable tourism; Pruzhany district; natural heritage; historical and cultural heritage; infrastructure.

Туристский потенциал — это основа для создания любого рабочего туристического продукта. Существует несколько разных трактовок туристского потенциала.

Под туристским (рекреационным) потенциалом территории понимается вся совокупность природных, культурно-исторических и

социально-экономических предпосылок для организации туристской (рекреационной) деятельности на данной территории, наличие на ней определенных уникальных или, по крайней мере, интересных не только для местных жителей объектов [1].

Туристский потенциал региона – это наличие у него возможностей к развитию туристской индустрии и получению от ее функционирования положительного социально-экономического эффекта, и повышению уровня туристской привлекательности этого региона; туристский потенциал региона — это совокупность ресурсов, которые пребывают в его распоряжении с целью организации туристской деятельности [2].

В связи с изменением вектора развития туризма на современном этапе, все вышенаписанное можно обобщить: туристский потенциал региона — совокупность природных, культурно-исторических и социально-экономических предпосылок для организации туризма, способствующих повышению привлекательности, конкурентоспособности и возможности устойчивого развития региона.

Устойчивый туризм — это концепция, которая охватывает весь туристический опыт, включая заботу об экономических, социальных и экологических проблемах, а также внимание к улучшению впечатлений туристов и удовлетворению потребностей принимающих сообществ. Устойчивый туризм должен включать в себя заботу об охране окружающей среды, социальной справедливости и качестве жизни, культурном разнообразии и динамичной, жизнеспособной экономике, обеспечивающей рабочие места и процветание для всех.

Для исследования и оценки туристского потенциала в целях устойчивого развития был выбран Пружанский район. Методика включила в себя контент-анализ преимущественно Интернет-ресурсов, на наличие в районе объектов-показа: природных, историко-культурных материальных и нематериальных) и инфраструктуры.

Затем, с помощью Google-таблицы, была составлена база-данных найденных объектов. Впоследствии, с помощью программного обеспечения ArcGIS (ArcMap и ArcCatalog), была составлена картосхема объектов-показа (рис. 1), на ней отображены все памятники природы местного значения и объекты материальной и нематериальной культуры.

Анализируя расположение объектов, можно выделить четыре точки концентрации их: г. Пружаны, г. п. Шерешево, аг. Лысково и г. п. Ружаны.

Кроме данной картосхемы, была так же составлена картосхема инфраструктуры района (рис. 2).



Рис. 1. Картограмма объектов-показа Пружанского района (составлено по [3, 4])

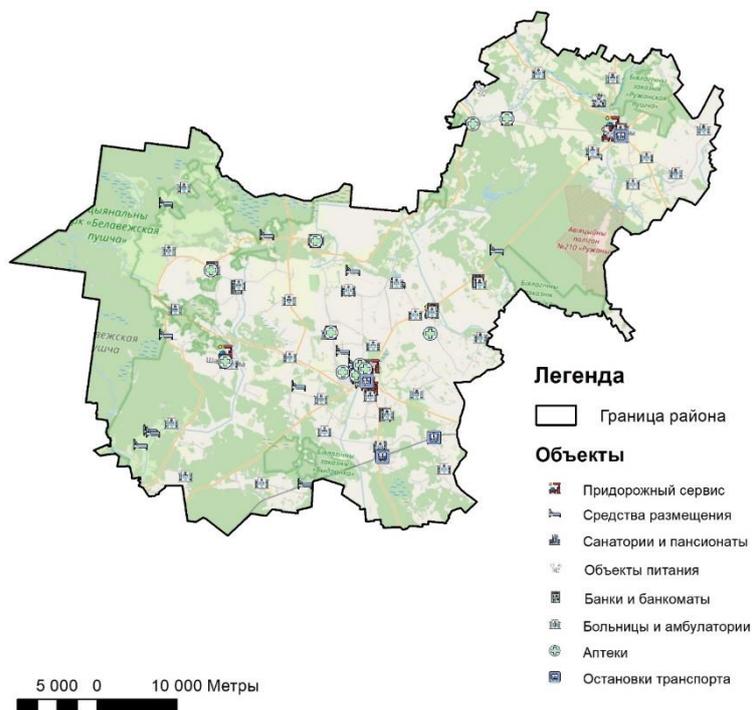


Рис. 2. Картограмма инфраструктуры Пружанского района (составлено по [5])

Анализируя инфраструктуру, можно сказать, что она требует модернизации и развития. Однако на данный момент ее достаточно для продвижения туристских услуг.

Проанализировав туристский потенциал Пружанского района, заключительным этапом стало создание в районе туристического маршрута (рис. 3).

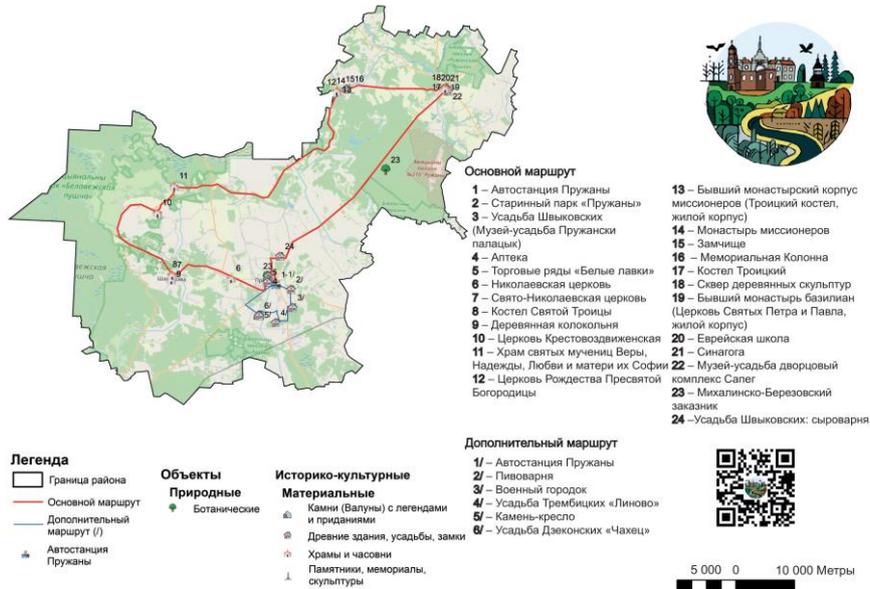


Рис. 3. Картограмма туристических маршрутов Пружанского района

Основной маршрут состоит из 23 объектов, имеет кольцевую форму протяженностью около 163 км и проходит по территории всего района. Он проходит через все точки концентрации объектов и раскрывает общую картину истории района.

Дополнительный маршрут гораздо меньше основного. Он включает в себя 5 объектов. Протяженность составляет 21,4 км. Маршрут начинается с города Пружаны и охватывает его южные окрестности. В него включены заброшенные усадьбы, остатки мануфактур и заброшенный военный городок.

Пружанский район обладает богатым потенциалом для развития устойчивого туризма, благодаря разнообразным мотивациям и высокому клиентскому потенциалу:

1. Природное наследие;
2. Культурное наследие;
3. Активный отдых и спорт;
4. Агротуризм и сельский образ жизни;
5. Релаксация и уход за здоровьем;
6. Экологическая осознанность.

Клиентский потенциал развития устойчивого туризма в Пружанском районе может быть широким и включать различные категории туристов, такие как природолюбители, исторические энтузиасты, любители активного отдыха и спорта, агротуристы, заботящиеся о здоровье, экологически осознанные туристы и другие. Это создает потенциал для разнообразия туристических предложений и развития различных сегментов устойчивого туризма в регионе.

Таким образом, туристский потенциал Пружанского района может способствовать устойчивому развитию региона, сохранению его природы и культурного наследия, а также созданию новых возможностей для туристической индустрии и местного населения.

### Библиографические ссылки

1. Николаенко Т. В. Рекреационная география. М.: ВЛАДОС, 2001. 288 с.
2. Святохо Н. В. Концептуальные основы исследования туристского потенциала региона // Вестник ВГУ. Серия: Экономика и управление № 2. 2007. 88 с.
3. Замкі, палацы, паркі Берасцейшчыны X – XX стагоддзяў (гісторыя, стан, перспектывы) / Л.М. Несцярчук. Мн.: БЕЛТА, 2002. 336 с.: іл.
4. Отдел культуры Пружанского райисполкома [Электронный ресурс]. URL: <http://kultura.pruzhanu.by> (дата обращения: 12.02.2024).
5. Пружанский районный исполнительный комитет [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pruzhanu.brest-region.gov.by/ru> (дата обращения: 12.02.2024).

UDC 502.131.1:573)

## **BIODIVERSITY AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BIOLOGICAL RESOURCES UNDER CHINESE MEDIA**

**Yang Qiaoyi**

*Belarusian State University, Nezavisimosti Av., 4,  
220030, Minsk, Belarus, [belrus@bsmu.by](mailto:belrus@bsmu.by)*

This paper mainly studies the current situation of biodiversity and the important role of Chinese media in guiding the public to participate in biodiversity and the conservation and management of biological resources. It also emphasizes the positive influence of the media on enhancing public environmental awareness and responsibility, and the importance of fostering ecological culture and establishing feedback mechanisms.

**Key words:** biodiversity; biological resources; Chinese media; ecological protection.

## **БИОРАЗНООБРАЗИЕ И УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ В КИТАЙСКИХ СМИ**

**Ян Цяои<sup>1)</sup>**

*Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4,  
220030, г. Минск, Беларусь [belrus@bsmu.by](mailto:belrus@bsmu.by)*

В статье основное внимание уделяется современному состоянию биоразнообразия и важной роли китайских средств массовой информации в привлечении общественности к участию в сохранении и управлении биоразнообразием и биологическими ресурсами. Также подчеркивается позитивное воздействие средств массовой информации на повышение осведомленности общественности об экологических проблемах и ее ответственности, а также важность формирования экологической культуры и механизмов обратной связи.

**Ключевые слова:** биоресурсы; биоразнообразие; китайские СМИ; охрана окружающей среды.

In today's world, biodiversity conservation has become the focus of common attention of all mankind, and the role of the media cannot be ignored in the future of the earth and the survival of the life. As the main channel of information dissemination and public opinion, the media is not only a bridge between the public and biodiversity conservation, but also an important force to shaping people's cognition and attitude towards the natural environment.

"Biodiversity" is a general term for the complex ecosystem composed of the interaction between organisms (including animals, plants, microorganisms)

and the environment, and the various ecological processes involved. Biodiversity is reflected in the three dimensions of ecosystem, species and genes. It is a valuable legacy of human survival and development, and embodies the wisdom of billions of years of life evolution on Earth. At present, the global rate of species extinction is rising, and the loss of biodiversity and the degradation of ecosystems pose major challenges to the survival and development of human beings [1]. Therefore, human beings must be deeply aware of the importance of the importance of biodiversity conservation, strictly follow the principles of respecting, conforming to and protecting nature, take effective measures to strengthen the protection of biodiversity, and achieve the goal of harmonious coexistence between man and nature.

Since the United Nations Conference on the Human Environment in 1972, biological resources protection has been included in the 26 fundamental principles. In 1993, the Convention on Biological Diversity officially came into force, establishing the core goal of protecting biodiversity and making sustainable use of biological resources, and marking a new historical stage of global biodiversity conservation work [2].

China, as a country with a vast territory, diverse landform and climate, and both land and sea, breeds a rich and unique ecosystem. It is one of the most abundant biodiversity countries in the world. China's biodiversity is not only diverse in species, but also extremely rich in ecosystem types and genetic resources [3], providing an ideal environment for many organisms to survive and reproduce. In the course of thousands of years of civilization evolution, profound thoughts and concepts such as "unity of man and nature", "Tao of nature" and "equality of all things", reflecting the simple and far-reaching awareness of biodiversity conservation. As one of the first parties to sign and ratify the Convention on Biological Diversity, China has always taken biodiversity conservation as an important national strategy and constantly promoted the advancement with The Times and innovative development of biodiversity conservation [4].

With the deepening of the industrialization process and the rapid development of globalization, biodiversity is facing an unprecedented threat. Human factors such as excessive deforestation, disorderly emissions of pollutants and significant climate changes have all accelerated the extinction of species and destroyed the balance of ecosystems. Some species gradually extinct from inability to adapt to new environments, while others are forced to migrate due to habitat loss. This change not only affects the individual survival of living organisms, but also causes irreversible effects on the structure and function of the whole ecosystem.

China knows the protection of biodiversity to maintain the balance of ecological system and the importance of earth ecological security, in the face of the global situation of biodiversity loss, China quickly and firmly, adhere to the development in the development, by setting up a nature reserve, start the key species protection project, strengthening in situ and situ protection, strengthen biological safety management, continuously improve the ecological environment quality, promote biodiversity conservation and green development, biodiversity conservation has made remarkable achievements [4]. Since the first nature reserve was established in China in 1956, nearly 10,000 nature reserves have been established across the country, covering about 18 percent of the land area. In recent years, China has actively promoted the construction of a protected natural area system with national parks as the core and nature reserves as the basis. Since 2015, China has launched pilot trials of 10 national park systems, including the “SanJiangYuan” region, to implement unified management, integrated protection and systematic restoration by integrating nature reserves. This scientific and reasonable protected natural area system has effectively protected 90% of terrestrial ecosystem types and 71% of wildlife species under national key protection. Wildlife habitat area expands, and populations continue to grow. For example, the field population of the giant panda has increased from 1,114 to 1,864 in 40 years, and the crested ibis has grown from 7 to more than 5,000 birds. China is actively building a biodiversity conservation system with the extensive participation of the whole society. At the same time, China has also taken an active part in exchanges and cooperation on global biodiversity conservation, adhered to multilateralism and carrying out extensive cooperation and exchanges so as to pool the joint efforts of global biodiversity conservation and governance. We will strive to build a community of life on Earth through multilateral cooperation mechanisms such as the Belt and Road and South-South Cooperation. In addition, China organized a ministerial online roundtable on the "Post-2020 Global Biodiversity Outlook: Building a Community of Life on Earth" to discuss global biodiversity governance after 2020. China and France also jointly issued the Beijing China-France Beijing Initiative on Biodiversity Conservation and Climate Change. China has also carried out long-term cooperation with Russia, Japan and other countries, and established cross-border protected natural areas and ecological corridors with Russia, Mongolia and other countries. Among them, the number of species in the cross-border nature reserves continues to grow, and wild Siberian tigers begin to move freely in the Sino-Russian reserves [4].

As the cornerstone of life on the earth, biodiversity maintains the stability and prosperity of the ecosystem, and provides the natural resources and

environment for human survival. In this context, the role of the media is becoming more and more important.

The Chinese media plays the role of propagandists, effectively communicating the concept, value, and urgency of biodiversity to the public [5]. It guides public attention through vivid coverage, stunning images and thoughtful comments, and the rise of new media and short video platforms has provided new ways to promote biodiversity. These efforts have improved the scientific literacy of the public and laid a mass foundation for biodiversity conservation.

The media is a powerful supervisor of government actions and policies. In biodiversity conservation, government decision-making and implementation are crucial. With its keen observation and extensive influence, the Chinese media continue to pay close attention to and report on the relevant work of the Chinese government. Through media supervision and appeals, the Chinese people have witnessed the positive efforts and practical measures made by the government in biodiversity conservation.

The media is subtly changing people's cognition and behavior mode of the natural environment, and guiding the whole society to a greener and more sustainable future. It is precisely because of the active promotion of the media that people's understanding of biodiversity conservation can be continuously deepened and the conservation work can be promoted more efficiently.

From a global perspective, the sustainable management of biological resources has become an urgent issue. In this process, Chinese media plays a vital role with its unique position and influence. Through accurate and vivid reports, the Chinese media has not only made the public aware of the preciousness and vulnerability of biological resources, but also emphasized the importance of rational use of biological resources. In promoting industrial transformation and upgrading, Chinese media closely follow the development of the bio-resource industry and report the latest progress of technological innovation and industrial upgrading in a timely manner. Under the guidance of the media, more and more Chinese enterprises begin to change their development mode and deeply integrate the concept of sustainability into the whole process of products. This transformation not only improves the competitiveness of enterprises, but also provides a solid support for the sustainable use of biological resources [6].

The earth is the common home of mankind, and biodiversity is the basis of survival and development. In the face of the challenge of global biodiversity loss, the fate of all mankind is linked. China is moving towards socialist modernization. Looking ahead, China will adhere to the harmonious coexistence between man and nature, take biodiversity conservation as the core of ecological progress, and promote the modernization of its governance

system and capacity. As a guardian, builder and contributor to the beautiful homeland, China will continue to cooperate with the international community to promote justice and rationality in global biodiversity governance, jointly build a community with a shared future for mankind, and realize the vision of harmonious coexistence between man and nature.

## References

1. Wei Wang, Chunting Feng, Fangzheng Liu, Junsheng Li. Biodiversity conservation in China: A review of recent studies and practices // Environmental Science and Ecotechnology. Vol. 2. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.ese.2020.100025>
2. Tong, J., Sparks, C. Investigative journalism in China today // Journalism Studies. 2009. 10 (3). Pp. 337-352. <https://doi.org/10.1080/14616700802650830>
3. Tong, J. Social discourse of journalistic professionalism in the Chinese context // The Chinese Journal of Communication and Society. Dec. 2006.
4. Xiao Guoqing. Journalism professionalism in the Chinese context // Science and Technology Communication. May. 2020.