

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОГРАФИИ И ГЕОИНФОРМАТИКИ  
БЕЛОРУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО

# СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ И ГЕОЭКОЛОГИИ

Материалы  
VII Международной научной конференции,  
посвященной 90-летию кафедры географической экологии  
Белорусского государственного университета

Минск, 11–15 ноября 2024 г.

Научное электронное издание

Минск, БГУ, 2024

УДК 911.5(06)+502.1:55(06)  
ББК 20.1я431

**Редакционная коллегия:**

доктор географических наук, профессор *А. Н. Витченко* (гл. ред.);  
кандидат географических наук, доцент *М. Н. Брилевский*;  
кандидат географических наук, доцент *Д. С. Воробьев*;  
кандидат географических наук, доцент *Н. В. Гагина*;  
кандидат географических наук, доцент *И. И. Счастливая*;  
*У. А. Рондак* (отв. секретарь)

**Рецензенты:**

доктор технических наук, доцент *И. П. Наркевич*;  
кандидат географических наук, доцент *И. А. Телеши*

**Современные** проблемы ландшафтоведения и геоэкологии [Электронный ресурс] : материалы VII Междунар. науч. конф., посвящ. 90-летию каф. геогр. экологии Белорус. гос. ун-та, Минск, 11–15 нояб. 2024 г. / Белорус. гос. ун-т ; редкол.: А. Н. Витченко (гл. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). – ISBN 978-985-881-694-0.

Рассмотрены современные методы и технологии геоэкологических и ландшафтных исследований, теоретические и прикладные проблемы геоэкологии. Представлено ландшафтное и ландшафтно-экологическое изучение природных и урбанизированных территорий, педагогические технологии и эколого-краеведческая деятельность в системе непрерывного образования.

---

**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 *У. А. Рондак*

Подписано к использованию 05.12.2024. Объем 12,9 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

## РАЗДЕЛ I ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

<i>Брилевский М.Н., Гагина Н.В.</i> НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ КАФЕДРЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ В НАУЧНЫХ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИХ ИЗДАНИЯХ: ИСТОРИЧЕСКИЙ АСПЕКТ.....	13
<i>Викторов А.С.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОРФОЛОГИИ ЛАНДШАФТА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ДИНАМИКИ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР.....	19
<i>Витченко А.Н.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ГЕОЭКОЛОГИИ В БЕЛАРУСИ.....	25
<i>Марцинкевич Г.И., Счастливая И.И.</i> ЛАНДШАФТНАЯ ШКОЛА БГУ: ФОРМИРОВАНИЕ И РАЗВИТИЕ.....	29
<i>Стурман В.И.</i> ЛАНДШАФТНЫЕ И ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ.....	36
<i>Яцухно В.М., Давидович Ю.С.</i> РЕГИОНАЛЬНАЯ И ВНУТРИРЕГИОНАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ФРАГМЕНТАЦИИ ЛАНДШАФТОВ (НА ПРИМЕРЕ БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ).....	42

## РАЗДЕЛ II СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ ГЕОЭКОЛОГИИ

<i>Алисиевич С.В., Овчарова Е.П., Ковальчик Н.В.</i> ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ЗАПЕЧАТАННОСТИ И ОЗЕЛЕНЕННОСТИ ЛОКАЛЬНЫХ ВОДОСБОРОВ г. МИНСКА ПО ДАННЫМ OPENSTREETMAP.....	48
<i>Брилевский М.Н.</i> РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ В БЕЛАРУСИ.....	54
<i>Галай Е.И., Филипчик Г.С.</i> АНАЛИЗ ВЫБРОСОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В СЕКТОРЕ «ЭНЕРГЕТИКА» В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	63
<i>Гладкевич Г.И.</i> ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ТИПОЛОГИЯ СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ РОССИИ.....	67
<i>Голеусов П.В.</i> ОСОБЕННОСТИ ВЕДЕНИЯ МОНИТОРИНГА ПОТОКОВ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В УРБОГЕОСИСТЕМАХ (НА ПРИМЕРЕ г. БЕЛГОРОДА).....	73

<i>Горбатенко В.П., Волкова М.А.</i> ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ НА ОТРАСЛИ ЭКОНОМИКИ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА .....	78
<i>Грачев И.Г., Поздняков А.В.</i> ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ НА УЧАСТКАХ ТРАНСЕКТА УШАЙСКОЙ МОРФОСТРУКТУРЫ .....	84
<i>Гусев А.П.</i> КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ НАЗЕМНОЙ ЭЛЕКТРОРАЗВЕДКИ И КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ В ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ .....	89
<i>Давидович Ю.С., Гертман Л.Н.</i> ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЯ ВОДНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕЛЬВЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ.....	93
<i>Давидович Ю.С., Суховило Н.Ю.</i> ОЦЕНКА ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУР ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ВОДЫ В ОЗЕРЕ ЛУКОМСКОЕ ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ .....	97
<i>Ласточкина С.И., Кафтанчикова А.Б.</i> ЭКОЛОГО-ПРАВОВАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ В СФЕРЕ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	101
<i>Латкин В.А.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ МИХАЙЛОВСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ.....	107
<i>Лисецкий Ф.Н.</i> РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ, ИЗВЛЕКАЕМЫХ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ «НАШИ РЕКИ» В БЕЛГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ .....	113
<i>Лихачева Э.А., Некрасова Л.А.</i> АНТРОПОГЕННЫЙ МОРФОЛИТОГЕНЕЗ НА ТЕРРИТОРИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ РОССИИ И ВОПРОСЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ.....	119
<i>Лихачева Э.А., Чеснокова И.В.</i> ГЕОЭКОЛОГИЯ: РАЗВИТИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ.....	127
<i>Лопух П.С., Гледко Ю.А., Ровдо О.О.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ ВОДОХРАНИЛИЩ РУСЛОВОГО ТИПА .....	131
<i>Матвеева Е.Э., Китаев А.Б.</i> ОЦЕНКА АССИМИЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО СОДЕРЖАНИЮ В ВОДЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ И ФЕНОЛОВ.....	135
<i>Махнач В.В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА МИНСКА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ПИГМЕНТЫ ХВОИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ, КАК КЛЮЧЕВЫЕ КОМПОНЕНТЫ ФОТОСИНТЕЗА .....	139
<i>Музыченко Т.К., Бочарников В.Н., Маслова М.Н.</i> ГЕОПРОСТРАНСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ОСВОЕНИЯ КЛЮЧЕВЫХ ПРИБРЕЖНЫХ ПОСЕЛЕНИЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА .....	144

<i>ОПЕКУНОВА М.Г., НИКУЛИНА А.Р.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ДЕНДРОХРОНОЛОГИЧЕСКОГО МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕГИОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ АО «КАРЕЛЬСКИЙ ОКАТЫШ» .....	149
<i>ПАНЮТИН Н.А., ДМИТРИЕВ В.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ .....	155
<i>ПЕРЕВОЩИКОВА А.А., РУДАКОВА Л.В., СУРКОВ А.А.</i> ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ АССИМИЛЯЦИИ ШЛАМОВЫХ АМБАРОВ КАК ПРИРОДНО- ТЕХНОГЕННЫХ СИСТЕМ С ПРИРОДНЫМИ ЭКОСИСТЕМАМИ.....	160
<i>РЕТЕЮМ А.Ю.</i> К СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	165
<i>САЗОНОВ А.А., ГЕРТМАН Л.Н., ЯРОТОВ А.Е.</i> ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПРАВОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И ОХРАНЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ БЕЛАРУСИ.....	171
<i>СЕМАКИНА А.В.</i> МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ О СОСТОЯНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА .....	176
<i>СИНЧУК О.В., КОЛБАС А.П.</i> ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР ПРИ ПЕРЕХОДЕ К ОРГАНИЧЕСКОМУ ЗЕМЛЕДЕЛИЮ.....	182
<i>СКОК Н.В., ИВАНОВА Ю.Р., ЮРОВСКИХ А.М.</i> ВЛИЯНИЕ РАЗВИТИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИРОДНЫЕ КОМПЛЕКСЫ СРЕДНЕГО УРАЛА .....	188
<i>СУХОВИЛО Н.Ю., ВЛАСОВА., ВЛАСОВ Б.П., НОВИК А.А.</i> ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ОЗЕРА БРЕДНО .....	192
<i>ТАРАСЕВИЧ И.В., ДАНИЛОВИЧ И.С., ГЛЕДКО Ю.А.</i> ПОВТОРЯЕМОСТЬ И ПОСЛЕДСТВИЯ ОПАСНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ НА РЕКАХ БЕЛАРУСИ.....	197
<i>ТУРКИНА С.А.</i> ИСТИННЫЕ СБЕРЕЖЕНИЯ КАК МЕТОД ТИПОЛОГИИ РЕГИОНОВ ПО ЭКСТЕРНАЛИЯМ ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ.....	203
<i>УШАКОВА Е.С., МЕНЬШИКОВА Е.А.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ВЛИЯНИЯ РАЗГРУЗКИ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ХЛОРИДНО-НАТРИЕВЫХ ВОД НА ХИМИЗМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД НА ТЕРРИТОРИИ КАЛИЙНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ .....	209
<i>ФЛЕРКО Т.Г.</i> ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ПИТЬЕВЫХ ВОД НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ВОДОСНАБЖЕНИЯ В СЕЛЬСКИХ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТАХ ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ И ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧ ЦУР № 6 «ЧИСТАЯ ВОДА И САНИТАРИЯ» .....	213
<i>ЧЕРДАКОВА А.С., КОЗЮКОВА Т.А., ГАЛЬЧЕНКО С.В.</i> ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ ПОЙМЫ РЕКИ ПАВЛОВКА (В г. РЯЗАНЬ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ) .....	219

**РАЗДЕЛ III**  
**ЛАНДШАФТНЫЕ И ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ**  
**ПРИРОДНЫХ И УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ**

<i>Архипова М.В.</i> ДИНАМИКА ЛЕСОВ В БАССЕЙНЕ МАЛОЙ РЕКИ .....	224
<i>Асташин А.Е., Ватина О.Е., Рязанова А.А., Подковырина В.М.</i> ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ЛАНДШАФТОВ БАССЕЙНА РЕКИ МЕДЯНА .....	229
<i>Вологдина О.С.</i> ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ЛЕСОВ ЗАБАЙКАЛЬСКОГО КРАЯ .....	234
<i>Воробьев А.Ю., Кадыров А.С., Водорезов А.В.</i> ОПЫТ ПОЛЕВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ АККУМУЛЯЦИИ НАНОСОВ НА БЕРЕГАХ РЕКИ ОКИ .....	239
<i>Гагина Н.В., Гертман Л.Н., Лутохина Е.Ю., Полюхович А.Н.</i> К ВОПРОСУ О ТИПОЛОГИЧЕСКОМ РАЗНООБРАЗИИ КУЛЬТУРНО-ЛАНДШАФТНЫХ РАЙОНОВ БЕЛАРУСИ .....	243
<i>Грищенко Н.Д.</i> ПРОБЛЕМЫ АНТРОПОГЕННОЙ ДЕГРАДАЦИИ ОЗЕР НА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ БЕЛАРУСИ .....	249
<i>Гурьева Е.И., Величко Г.М., Сушкова Е.Е.</i> ЛАНДШАФТНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЕКТА СПОРТИВНО-ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ТУРИСТИЧЕСКОЙ БАЗЫ ОТДЫХА НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОЙ ОБЛАСТИ .....	256
<i>Давидович Ю.С.</i> ПОДБОР КЛЮЧЕВЫХ УЧАСТКОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕКУЩЕГО СОСТОЯНИЯ И ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ ГЕОСИСТЕМ БЕЛОРУССКОГО ПОЛЕСЬЯ .....	265
<i>Жумарь П.В., Третьак А.В.</i> АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕГЕТАЦИОННЫХ ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ И КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ЛЕСНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ .....	270
<i>Карпиченко А.А., Кухлевский Е.А., Лебедев Я.О.</i> РЕДКИЕ И ТИПИЧНЫЕ ПОЧВЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «НАРОЧАНСКИЙ» .....	275
<i>Карпова В.Н., Лыкова Н.А.</i> РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ РОДА <i>RODGERSIA A.GREY</i> В УРБАНИЗИРОВАННОЙ СРЕДЕ .....	281
<i>Климина Е.М., Остроухов А.В.</i> ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ ЛАНДШАФТЫ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ ХАБАРОВСКА .....	287
<i>Коростелев Е.М., Зелюткина Л.О.</i> ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В РЕАЛИЗАЦИИ ЦЕЛЕЙ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....	291
<i>Махнач В.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ БИОИНДИКАЦИОННОЙ СЕТИ МИНСКА И ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ПРИРОДНО-ТЕРРИТОРИАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ .....	297
<i>Мирзеханова З.Г., Остроухов А.В.</i> РЕКРЕАЦИОННАЯ ЦЕННОСТЬ ЛАНДШАФТОВ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ Г. ХАБАРОВСКА .....	303

<i>Мовчан М.А.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДИНАМИКИ УРБОЛАНДШАФТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ГОРОДОВ-СПУТНИКОВ МОСКВЫ).....	307
<i>Осипова Т.Н., Нгендакумана Д., Нехуженко Н.А.</i> КЛИМАТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АГРОЛАНДШАФТОВ БУРУНДИ.....	313
<i>Орлов Т. В., Архипова М. В., Бондарь В.В., Шахматов К.Л.</i> РАЗРАБОТКА ИНДИКАЦИОННОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ВЫРАБОТАННОГО ТОРФЯНИКА .....	319
<i>Остроухов А.В., Климина Е.М.</i> ОЦЕНКА ТРАНСФОРМАЦИИ ЛАНДШАФТОВ ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ ХАБАРОВСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ ..	325
<i>Петрушина М.Н.</i> СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЛАНДШАФТОВ НАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРКОВ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА .....	330
<i>Сазонов А.А., Клебанович Н.В., Червань А.Н., Карпиченко А.А., Ковальчик Н.В., Ефимова И.А., Семенюк А.С., Киндеев А.Л., Кухлевский Е.А., Есипович А.Н.</i> МЕТОДИКА ПРИМЕНЕНИЯ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ТИПОЛОГИИ АГРОЛАНДШАФТОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ ПО АГРОКЛИМАТИЧЕСКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ...	336
<i>Старожилов В.Т.</i> НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ: РОССИЙСКОЕ УЧЕНИЕ СТАРОЖИЛДОВА О НОЛАНДШАФТОСФЕРЕ – ФУНДАМЕНТ ПРАКТИК ОСВОЕНИЯ И РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ СОХРАНЕНИЯ ЦИВИЛИЗАЦИЙ ЕВРАЗИИ И ПЛАНЕТЫ ЗЕМЛЯ.....	340
<i>Струк М.И., Живнач С.Г., Бокая Г.М.</i> БИОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ МАЛЫХ РЕК ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЫ МИНСКА .....	347
<i>Сулейманов А.Р., Туктарова И.О., Белан Л.Н., Асылбаев И.Г., Сулейманов Р.Р., Мирсаяпов Р.Р.</i> ЦИФРОВОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ПОЧВЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО УГЛЕРОДА МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ В СТЕПНЫХ ЛАНДШАФТАХ ЗАУРАЛЬЯ (РОССИЯ).....	353
<i>Устин В.В., Шушкова Е.В., Архипенко Н.А., Сетракова Е.М., Семеняк А.А., Максимов М.М., Смолярко Е.О., Шишков А.А.</i> ОЦЕНКА ПРИРОДООХРАННОГО ПОТЕНЦИАЛА ПРОЕКТИРУЕМОГО ЗАКАЗНИКА МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «БАРСУЧИЙ ЛОГ» В МОЛОДЕЧНЕНСКОМ РАЙОНЕ .....	358
<i>Червань А.Н., Курлович Д.М., Семенюк А.С., Венгуанг Х., Сазонов А.А.</i> ПРОТИВОЭРОЗИОННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ АГРОЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ УЧЕТА МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ .....	364
<i>Шойдоков А.Б.</i> БИОРАЗНООБРАЗИЕ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА ВОДОЕМА-ОХЛАДИТЕЛЯ ЧИТИНСКОЙ ТЭЦ-1 .....	369

**РАЗДЕЛ IV**  
**ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ**  
**И ЭКОЛОГО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ**  
**В СИСТЕМЕ НЕПРЕРЫВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

<i>АСТАШИН А.Е., МАЛЫШЕВА М.А., МАРКОВА Д.В.</i> РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ И АПРОБАЦИЯ ЭКСКУРСИИ «БОГАТСТВО НИЖЕГОРОДСКОЙ ПРИРОДЫ: СЕРДЦЕ ОЗЕРА СВЕТЛОЯР» НА ТЕРРИТОРИИ ВОСКРЕСЕНСКОГО РАЙОНА .....	373
<i>БЫЗОВА Н.М.</i> АРКТИКОВЕДЕНИЕ – ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ .....	379
<i>Воронова Т.С.</i> НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ НА УРОКАХ ГЕОГРАФИИ.....	385
<i>Гладких Д.И., Антипова О.С.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ УЧАЩИХСЯ (НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ШКОЛЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ)..	389
<i>Гледко Ю.А., Лопух П.С.</i> ОТ ОБУЧЕНИЯ К ПРАКТИКЕ, ТРАДИЦИИ И ИННОВАЦИИ: К 100-ЛЕТИЮ ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ БЕЛАРУСИ .....	395
<i>Головня Е.К., Кафтанчикова А.Б.</i> ИНТЕРАКТИВНАЯ КАРТА ООПТ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ: КОНЦЕПЦИЯ И ДИЗАЙН .....	401
<i>Завьялова С.В.</i> КЕРЖЕНСКИЙ ЗАПОВЕДНИК КАК ПРИРОДНО-ИСТОРИЧЕСКИЙ ПАМЯТНИК .....	406
<i>Зыкина Н.Г.</i> ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ ОХРАНЯЕМОГО ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА «ЯРУШКИНСКИЙ ПАРК» г. ИЖЕВСКА .....	409
<i>Иванихина С.Д., Кнорре А.А., Барабанцова А.Е., Гирева А.В., Жилина Т.Н.</i> ОЦЕНКА СТЕПЕНИ РЕКРЕАЦИОННОЙ ДИГРЕССИИ НА ТУРИСТИЧЕСКОМ МАРШРТЕ «ПРИРОДА – ВЕЛИКИЙ СКУЛЬПТОР» НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА «КРАСНОЯРСКИЕ СТОЛБЫ» .....	416
<i>Калина А.А.</i> ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЧЕТВЕРТИЧНОЙ ТОЛЩИ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ ЗАКАЗНИКА РЕСПУБЛИКАНСКОГО ЗНАЧЕНИЯ «ВЫДРИЦА») .....	422
<i>Кольмакова Е.Г., Гагина Н.В., Писарчук Н.М.</i> ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ МАГИСТЕРСКОЙ ПРОГРАММЫ «ЗЕЛЕНАЯ ЭКОНОМИКА И УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОРГАНИЗАЦИИ» ....	428
<i>Крутских О.А., Мальцева Е.А.</i> АКТИВИЗАЦИЯ ПОЗНАВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ .....	432
<i>Лайко С.В.</i> РАЗРАБОТКА И АКТУАЛИЗАЦИЯ ТРЕБОВАНИЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ТРОП .....	436



<i>Ласточкина С.И., Пейхвассер В.Н.</i> ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ПРИМЕРЕ ГИС-КАРТОГРАФИРОВАНИЯ АРЕАЛОВ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН .....	442
<i>Лопарева Э.В., Крутских О.А.</i> НЕКОТОРЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ В РАМКАХ ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	448
<i>Ляшенко В.В., Крутских О.А.</i> ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ В РАМКАХ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ И ОБРАЗОВАНИЯ УЧАЩИХСЯ ПРИ СОТРУДНИЧЕСТВЕ ВУЗА И ШКОЛЫ .....	452
<i>Макар К.А., Яротов А.Е.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНОГО И ИСТОРИКО-ЭТНОГРАФИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА Быховского района для развития частного туристического комплекса «ЧИГИРИНКА» .....	456
<i>Макар К.А., Яротов А.Е., Гагина Н.В.</i> МЕЛЬНИЦЫ КАК ЭЛЕМЕНТ КУЛЬТУРНОГО ЛАНДШАФТА БЕЛАРУСИ .....	461
<i>Микляева П.</i> МЕТОДЫ САМОПОДГОТОВКИ ПО ФИЗИЧЕСКОЙ ГЕОГРАФИИ: РОЛЬ ТЕСТОВ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ .....	467
<i>Минченко Е.Е.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИНЫ «УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ» .....	472
<i>Перцева С.С., Кривдина И.Ю.</i> РАЗВИТИЕ И ОЦЕНКА ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ ГРАМОТНОСТИ ШКОЛЬНИКОВ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ГЕОГРАФИИ .....	477
<i>Смолярко Е.О., Лопух П.С.</i> ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ТЕРРИТОРИИ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЗАКАЗНИКА МЕСТНОГО ЗНАЧЕНИЯ «БАРСУЧИЙ ЛОГ» .....	483
<i>Стяжкина И.С., Четыркина В.В.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ МЕТОДОВ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ НА УРОКАХ ГЕОГРАФИИ В ОБЛАСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПРОСВЕЩЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ СОЗДАНИЯ ИНТЕРАКТИВНОЙ КАРТЫ НА ТЕРРИТОРИЮ БОТАНИЧЕСКОГО САДА УДМУРТСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА С ПОМОЩЬЮ СЕРВИСА GOOGLE MAPS).....	490
<i>Хижняк А.Н., Павлова Е.В., Счастливая И.И.</i> СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ СОТРУДНИЧЕСТВА УП «БЕЛНИИПГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВА» И КАФЕДРЫ ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИИ БГУ ПРИ ПОДГОТОВКЕ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ .....	495
<i>Ходжиматов Д.Р., Зальвская О.С.</i> ПОПУЛЯРНЫЕ ЦВЕТОЧНЫЕ КОМПОЗИЦИИ И ТРЕНДЫ В ЦВЕТОЧНОМ ОФОРМЛЕНИИ г. ТАШКЕНТА	501
<i>Черникова О.В., Мажайский Ю.А.</i> ЭКОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ВУЗОВ.....	505

<i>Чернов В.И., Ямских Г.Ю.</i> ПРОБЛЕМЫ СОХРАНЕНИЯ ЛАНДШАФТНОГО РАЗНООБРАЗИЯ ООПТ КРАСНОЯРСКОЙ КОТЛОВИНЫ .....	509
<i>Шведова Н.А.</i> ВЛИЯНИЕ ЭКОЛОГО-КРАЕВЕДЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ У ОБУЧАЮЩИХСЯ	513
<i>Шестаков Н.А.</i> КАРТОГРАФИРОВАНИЕ МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКИ ПЛОЩАДИ ПРИРОДООХРАННЫХ ЛЕСОВ ЛАНДШАФТНОГО ЗАКАЗНИКА «ГРОДНЕНСКАЯ ПУЩА» НА ОСНОВЕ РАЗНОВРЕМЕННЫХ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ LANDSAT .....	518

**РАЗДЕЛ V**  
**ДИАЛОГОВАЯ ПЛОЩАДКА МОЛОДЕЖНОЙ СЕКЦИИ: СОВРЕМЕННЫЕ**  
**МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНЫХ**  
**ИССЛЕДОВАНИЙ**

<i>Акулов Д.А.</i> ОРГАНИЧЕСКИЙ УГЛЕРОД В ДОННЫХ ОСАДКАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ГОРОДА СИБАЙ И БАЙМАКСКОГО РАЙОНА БАШКОРТОСТАНА .....	524
<i>Алиева М.А., Рондак У.А.</i> КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА г. МИНСКА .....	528
<i>Афанасьева Е. М.</i> РОЛЬ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ И АНАЛИЗА ВИДОВ ЗЕМЕЛЬ ВОДОСБОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ .....	534
<i>Баскакова Е.П., Ватина О.Е.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЛАНДШАФТОВ ВОДОСБОРНОГО БАССЕЙНА р. ВЕЛИКАЯ БОГОРОДСКОГО РАЙОНА НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ КАК ОСНОВА РАЦИОНАЛЬНОГО ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	539
<i>Бенько А.А., Киндеев А.Л., Червань А.Н., Сазонов А.А.</i> РАССЧЕТ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ В СТРУКТУРЕ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА ОПЫТНОГО УЧАСТКА.....	545
<i>Бродницкий С.В., Вихарев Н.Г.</i> ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ .....	551
<i>Гордей Н.А.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЯДОВ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ НА МЕТЕОСТАНЦИЯХ МИНСКОЙ ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ.....	556
<i>Гриц Я.А., Рондак У.А.</i> МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЗАВОДСКОГО РАЙОНА г. МИНСКА .....	561
<i>Здрок Е.А., Червань А.Н.</i> ОЦЕНКА ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ НА ОБЛАСТНОМ И РАЙОННОМ УРОВНЯХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.....	566

<i>Кислицын Д.А., Лис К.Я.</i> ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ЛЕСНЫХ ВЫРУБОК НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ .....	572
<i>Книга П.В., Карпиченко А.А.</i> ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПОЧВАХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ (НА ПРИМЕРЕ Г. КОБРИНА).....	578
<i>Костюченко И.В., Данилович И.С.</i> ДИНАМИКА И НЕБЛАГОПРИЯТНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ СЛУЧАЕВ СИЛЬНОГО ВЕТРА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ .....	583
<i>Крупская М.А.</i> ПРИМЕНЕНИЕ ЛАНДШАФТНЫХ МЕТРИК ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СТРУКТУРЫ ОЗЕЛЕНЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. БАРАНОВИЧИ)..	589
<i>Куценко Д.А., Иванов Д.Л.</i> АНАЛИЗ СИНОПТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ГРОЗ В АЭРОПОРТУ МИНСК-2.....	595
<i>Кечик Е.И., Сумак Е.Н.</i> ВЛИЯНИЕ ГОРОДА НА ВОЗНИКНОВЕНИЕ КОНВЕКТИВНЫХ ЯВЛЕНИЙ.....	599
<i>Левицкий Е.В., Кафтанчикова А.Б.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НИВЕЛИРНЫХ СЕТЕЙ В ОЦЕНКЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТА ...	604
<i>Луд С.В., Лопух П.С.</i> АНАЛИЗ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЕРИОДА СУДОХОДНОЙ НАВИГАЦИИ.....	607
<i>Небышинец А.М.</i> РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ИНДЕКСА КЛИМАТИЧЕСКОЙ УЯЗВИМОСТИ ПО ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ .....	612
<i>Петраш М.Ю., Марголина И.Л.</i> СУТОЧНАЯ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА УРОВНЯ ШУМА В ЖИЛОЙ ЗОНЕ КРУПНОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ АКАДЕМИЧЕСКОГО РАЙОНА МОСКВЫ).....	618
<i>Птицына Е.Д., Ерина О.Н.</i> ХАРАКТЕРИСТИКИ «ЦВЕТЕНИЯ» ВОДЫ В ДОЛИННЫХ ВОДОХРАНИЛИЩАХ (НА ПРИМЕРЕ МОЖАЙСКОГО, ГОРЬКОВСКОГО, ЧЕБОКСАРСКОГО И КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩ) .....	623
<i>Романюта Е.А., Кафтанчикова А.Б.</i> НЕОБХОДИМОСТЬ ЦИФРОВОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПОВ ЛАНДШАФТНО- ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ .....	628
<i>Синчук О.В., Юдчиц Т.С., Колбас А.П., Архипова Н.В.</i> ВИДОВОЙ СОСТАВ ПЕРЕПОНЧАТОКРЫЛЫХ НАСЕКОМЫХ, ТРОФИЧЕСКИ СВЯЗАННЫХ С ПЛОДОВО-ЯГОДНЫМИ КУЛЬТУРАМИ В УСЛОВИЯХ САДОВЫХ АГРОЭКОСИСТЕМ БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ.....	632
<i>Тимошенко В.А., Иванов Д.Л.</i> ИЗМЕНЕНИЕ ЛЕДОВОГО РЕЖИМА РЕКИ ЗАПАДНАЯ ДВИНА НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ ЗА ПЕРИОД ПОТЕПЛЕНИЯ КЛИМАТА .....	636
<i>Чэнь Цзянь</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ГОРНЫХ РАЗРАБОТОК НА ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ ОБСТАНОВКУ .....	640

<i>ЧЕРТКОВ Д.Н.</i> ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ОПОРНОЙ СЕТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА В КОНТЕКСТЕ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ .....	646
<i>ШИЛО А. С.</i> ОЦЕНКА УПРАВЛЕНИЯ КОММУНАЛЬНЫМИ ОТХОДАМИ МИНСКОЙ ОБЛАСТИ .....	651
<i>ЩИПЕЦ А.И., ЛИСИНА Т.С.</i> СОВРЕМЕННЫЕ ПРОЦЕССЫ ИЗМЕНЯЮЩИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКУЮ СРЕДУ г. МОГИЛЕВА .....	655
<i>Ян Лю К</i> ВОПРОСУ ОБ ОСТРОВАХ ТЕПЛА В ГОРОДАХ КИТАЯ .....	659

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СТАТУСА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

**Н. А. Панюгин, В. В. Дмитриев**

*Санкт-Петербургский государственный университет, г. Санкт-Петербург,  
Россия, nic9898@yandex.ru*

Предложена авторская методика оценки экологического статуса водоемов, которая включает в себе результаты имитационного моделирования и несколько субиндексов, оценивающих устойчивость, трофический статус и качество, и загрязнение воды с позиций антропоцентризма. Предложенные модель-классификация и методика адаптированы для оценки экологического статуса водоемов для территории Северо-Запада России.

**Ключевые слова:** водоемы; экологический статус; устойчивость; трофность; качество воды.

**Введение.** Актуальность исследования продиктована необходимостью: 1 - разработки научно обоснованных подходов в регулировании потребностей общества в количестве и качестве водных ресурсов для их использования в хозяйственной деятельности и учете запасов воды разного качества при увеличивающейся антропогенной нагрузке на водоемы; 2 - разработке теоретико-методологические подходов и методов построения композитных индексов и субиндексов, анализа и синтеза показателей (АСПИД- и APIS- методологии), методов моделирования водных экосистем, разноаспектной ГИС-визуализации результатов исследований для оценки водно-экологического благополучия населения и выделения эко-регионов. Для этого разработаны имитационные модели, алгоритмы построения композитных индексов, которые поэтапно воплощались в создание многокритериальных и многоуровневых (полииерархичных) оценочных классификаций, которые назывались «моделями-классификациями».

Основной целью исследования является разработка моделей-классификаций интегральной оценки экологического статуса (ЭС) и экологического благополучия (ЭБ) водоемов, базирующейся имитационном моделировании и построении композитных индексов. В перечень системных свойств для оценки ЭС, ЭБ, экологических функций включались: а) продукционный потенциал системы (продуктивность, трофность, трофический статус); б) качество и токсическое загрязнение воды и/или донных отложений. Использовались также понятия «трофосапробность», «трофо-

токсобность», отражающие возможность совместного учета продукционного потенциала (трофности, трофического статуса) и качества воды или продукционного потенциала и токсического загрязнения воды; в) устойчивость (водоема, водотока, ландшафта) к изменению параметров естественного режима (потенциальная устойчивость); г) состояние/качество среды береговой зоны; д) состояние/качество среды водосборных ландшафтов (почвы и грунтов, воды, воздуха, растительности на водосборных территориях, загрязнения среды в отдельных ландшафтах); е) другие системные свойства (экологическое благополучие/неблагополучие биогеоценозов, пригодность/непригодность территории для хозяйственного освоения и др.); ж) экологические функции, на примере биопродукционной функции водоема, а также «экологические факторы» и «экономические факторы», определяющие экологические функции (ЭФ) /экологические услуги (ЭУ) водных экосистем.

«Экологический статус» в работе определяется как интегративное свойство водного объекта, которое характеризуется сочетанием его способностей:

- продуцировать органическое вещество (далее в работе эта способность будет характеризоваться как «трофность»);
- изменять химико-биологический состав, качество и токсическое загрязнение воды;
- поддерживать потенциальную устойчивость, т.е. устойчивость к изменению физико-географических характеристик, климата и гидрологических параметров [1].

Для оценки экологического статуса авторы использовали все этапы мониторинга, целью которого является создание максимально достоверного представления об особенностях состояния водного объекта и достижение максимальной точности его описания [2].

С целью построения моделей-классификаций экологического благополучия необходимо ввести признаки и классы экологического благополучия. Основой модели-классификации являются признаки «хорошей» (с точки зрения человека, общества) водной экосистемы и выделение классов и границ его экоблагополучия.

Объектами нашего исследования стали озерные системы и водоемы Северо-Западного федерального округа России. Данные системы имеют две подсистемы: сами озера и их водосборы. Последние, чаще всего, принимались как пространственно-однородные геосистемы. Их состав и свойства задавались средними значениями характеристик.

Экологический статус водных объектов предполагает зависимость объекта исследования от определенных признаков, объединенных в следующие группы [1]:

– устойчивость (сюда были включены следующие характеристики: площадь поверхности, объем, максимальная глубина, площадь водосбора, ветровой режим, средняя за месяц температура воды, продолжительность ледостава, сезон года, наличие сезонной стратификации, вертикальное перемешивание, внутрисезонная амплитуда колебаний уровня, коэффициент проточности, характер регулирования, коэффициент водообмена, скорость течения);

– трофность (характеристики, включенные в эту группу: прозрачность воды, отношение прозрачности к глубине, взвешенные вещества, электропроводность, рН при 100 % насыщения кислородом воды, концентрация растворенного кислорода в % насыщения, БПК<sub>5</sub>, концентрация общего азота, концентрация общего фосфора, продукция фитопланктона, скорость фотосинтеза, концентрация хлорофилла «а», разность суточной продукции и деструкции, средняя биомасса фитопланктона в период вегетации и фильтрационная активность фитопланктона);

– качество воды (прозрачность, электропроводность, взвесь, рН, минеральный фосфор, азотный фосфор, концентрация растворенного кислорода в % насыщения, БПК<sub>5</sub>, комбинированный риск, нефть и нефтепродукты, концентрация ртути, кадмия и свинца, концентрация хлорофилла «а», индекс сапробности, индекс Вудивисса, индекс BMWP).

Для определения тенденции развития экологического статуса водоемов и построения прогнозов необходимо отслеживать динамику интегральных показателей, как в составе отдельных групп и субиндексов (устойчивости, трофности, качества воды), так и интегрального показателя последнего уровня свертки (композитного индекса). В свою очередь, показатели, характеризующие устойчивость, такие, например, как площадь поверхности, объем воды и другие, подвержены влиянию различных факторов – изменений, происходящих в водоохранной лесной зоне; процессов, протекающие в атмосфере и влияющих на количество осадков и др. Для построения композитных индексов могут использоваться результаты имитационного моделирования водных экосистем, на основе которого воспроизводятся существующие системные взаимосвязи, результаты влияния факторов на функционирование экосистем и прогнозы развития экологического состояния водоемов.

Сочетание системного моделирования и построения на этой основе композитных индексов системных свойств до и после воздействия было впервые продемонстрировано на основе экспериментов с двумя авторскими имитационными моделями [2,5]. В итоге создавались новая методология, методы, подходы к исследованиям сложных природных (и общественных) систем, в нашем случае с акцентом на водные объекты, их системных свойств и функций на основе построения пространственных и

временных обобщений ИП (индексов и субиндексов для оценки неравенств в отношении состояния/качества окружающей среды и других интегративных свойств и их сочетаний).

**Материалы и методы исследований.** Работа по расчету интегральных показателей для оценки экологического статуса водных объектов имеет свою историю [3]. Выработаны определенные этапы формирования моделей, характеризующих состав, свойства, степень трансформации и экологический статус водоема по значениям показателей, определяемых для исследуемых водоемов. Последовательное применение этапов позволяет сформировать модель, оценивающую экологический статус водоемов, динамику изменений, происходящих в водной среде и последствия от возможных внешних воздействий на водные объекты [2,3].

Первый этап построения модели заключается: в подборе критериев, влияющих на экологический статус водоемов, и вида их зависимости с параметрами водных объектов; установлении предельных значений этих показателей.

На втором этапе проводится нормирование показателей, учитывая прямую или обратную зависимость и линейность/нелинейность связи критерия и оцениваемого свойства. Результатом нормирования являются значения, характеризующие границы зависимостей и разбивающие их на диапазоны от нуля до единицы.

Третий этап сводится к обоснованию нормирующих зависимостей для построения групп интегральных показателей и единого интегрального показателя.

На четвертом этапе выявляется приоритетность отдельных критериев, что позволяет установить для них соответствующие весовые коэффициенты. На пятом этапе производится построение модели, учитывающей сложившиеся в ней связи, для получения иерархии значений групп интегральных показателей и единого интегрального показателя по рассматриваемым водным объектам, изучения их динамики и моделирования влияния возможных изменений.

В соответствии с рассматриваемыми этапами оценку полученных результатов целесообразно проводить в электронных таблицах, примером которых являются Microsoft Excel, входящие в состав программного продукта Microsoft Office. Электронные таблицы позволяют работать с большим массивом данных, объединяя их функциональными зависимостями, а входящие в состав Microsoft Excel встроенные логические функции «ЕСЛИ (IF)» и «ЕСЛИ (IFS)» дают возможность соотносить исходные данные по водоемам, полученные в полевых условиях, с нормированными значениями для определения интегрального показателя.



**Результаты и их обсуждение.** Результатами исследования стало применение моделей на водоемах региона Санкт-Петербург и Ленинградская область, что позволило определить значения интегральных показателей и их динамику, степень трансформации и благополучия/неблагополучия на различных временных отрезках.

**Заключение.** Сочетание имитационного моделирования и построения композитных индексов показало хорошие результаты в оценке ЭС/ЭБ на нескольких водных объектах. Применение такого подхода в геоэкологии помогает оценить экологический статус водоемов и прогнозировать неблагоприятные изменения в водной среде в связи с естественным развитием, антропогенным воздействием и опасными природными явлениями.

### Библиографические ссылки

1. Системное нормирование воздействий на водный объект: экологический статус водоема и его изменение при естественном и антропогенном воздействии // В. В. Дмитриев [и др.] // Пятые виноградовские чтения. Гидрология в эпоху перемен, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет, 5–14 октября 2023 г. Сборник докладов международной научной конференции памяти выдающегося русского ученого Юрия Борисовича Виноградова, место издания ООО «Издательство ВВМ». С. 163-168.

2. Седова С. А., Дмитриев В. В. Использование композитных индексов для исследования адекватности моделей водных экосистем и оценки воздействия на них. European journal of natural history. ООО ИД «Академия естествознания», 2020. № 5. С. 12-19.

3. Оценка воздействия на водную экосистему и ее эмерджентные свойства на основе результатов имитационного моделирования и построения композитных индексов // С. А. Седова [и др.] // Успехи современного естествознания. 2021. № 6. С. 132-142.

4. Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения: в 2 кн. М. : Наука, 2005. С. 281.

5. Global Evaluation of the Status and Sustainability of Terrestrial Landscapes and Water Bodies / V. V Dmitriev [et al.] // Landscape Modelling and Decision Support. 2020. P. 231–253.