



СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ: РЕТРОСПЕКТИВА, АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ

Материалы IV Международной
научно-практической конференции
(27-28 мая 2022 г.)

Астрахань 2022

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
АСТРАХАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
МОЛОДЕЖНЫЙ КЛУБ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА
КАЛМЫЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ЯРОСЛАВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ ЗАПОВЕДНИК
«БОГДИНСКО-БАСКУНЧАКСКИЙ»

**«СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ:
РЕТРОСПЕКТИВА, АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ»**

IV Международная научно-практическая конференция

г. Астрахань, 27–28 мая 2022 г.

Материалы конференции

Составитель Е. А. Колчин

Астрахань

Астраханский государственный университет

2022

УДК 55
ББК 26
С56

Рекомендовано к печати редакционно-издательским советом
Астраханского государственного университета

Рецензенты:

Бананова В. А. – доктор географических наук, профессор, почётный работник
Высшей школы РФ, заслуженный деятель науки Республики Калмыкия,
профессор кафедры ботаники, зоологии и экологии
Калмыцкого государственного университета;

Насинова Г. Э. – доктор географических наук, профессор, почётный работник
Высшей школы РФ, профессор общей биологии и физиологии
Калмыцкого государственного университета;

Тырков А. Г. – доктор химических наук, профессор, декан химического факультета Астра-
ханского государственного университета

Программный комитет конференции:

Ахмеденов К. М., Бармин А. Н., Голуб В. Б., Измухамедов М. А., Корнилов А. Г.,
Макаров В. З., Розенберг Г. С., Тишков А. А., Чибилев А. А., Чумаченко А. Н., Чуйков Ю. С.

Организационный комитет конференции

Колчин Е. А., Валов М. В., Морозова Л. А., Ларцева Л. В., Локтионова Е. Г., Русакова Е. Г.,
Дымова Т. В., Глаголев С. Б., Синцов А. В.

**Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные трен-
ды и перспективы внедрения** : материалы IV Международной научно-практической кон-
ференции (г. Астрахань, 27–28 мая 2022 г.) / сост. Е. А. Колчин. – Астрахань : Астраханский
государственный университет, 2022. – 239 с. – 1 CD-ROM. – Систем. требования: Adobe
Reader. – Загл. с титул. экрана. – Текст : электронный.

Представлены материалы конференции «Современные исследования в науках
о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения», прошедшей 27–
28 мая 2022 г. в г. Астрахани. Сборник содержит результаты исследований, выполненных
научными сотрудниками профильных кафедр вузов и колледжей, институтов усовершен-
ствования учителей, молодыми учёными, аспирантами, специалистами в области географии,
экологии и охраны окружающей среды. Рассмотрены вопросы развития образования и вос-
питания в области естественных наук, ООПТ различного уровня, экологические проблемы
урбанизированных территорий, опасные природные явления, проблемы и перспективы ту-
ризма и краеведения, геоэкологический мониторинг качества природной и техногенной сред
и другие.

Адресованы специалистам в области естественных наук.

ISBN 978-5-9926-1374-2

© Астраханский государственный университет,
2022

© Колчин Е. А., составление, 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ООПТ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Кулаков А.П., Наполов О.Б. Эколого-экономические проблемы ООПТ в пределах муниципальных образований и пути их решения	6
Головачев И.В. Из опыта сохранения пещеры Баскунчакской	12
Сараева Л.И. Фенологические исследования в Даурии	16

ТЕХНОСФЕРА И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Техногенная геодинамика и техносферная безопасность на объектах нефтегазового комплекса	21
Бузякова И.В., Салаватова А.И. Влияние строительных материалов на здоровье человека	27
Войнаровский А.Е., Назаров Р.А. Исследование интерполяционного метода измерения ширины раскрытия трещин по изображению	31
Назаров Р.А., Войнаровский А.Е. Применение фильтра Габора и методов фотограмметрии для картографирования трещин	41
Петрович И.Л., Гривко Е.В. Анализ возможностей СЭМ как фактора промышленной и экологической безопасности на прилегающей территории к объектам Восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения	49
Петрович И.Л., Гривко Е.В. Экологическое обоснование развития системы предупреждения загрязнения воздушной среды на восточном участке Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения	54

ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Васильев М.А., Ключихин И.О., Нечаева Ю.Е. Определение зависимостей между количеством частиц различных размеров и оптической плотностью среды при распылении аэрозолей, предназначенных для проверки дымовых пожарных извещателей	58
Переладова Л.В. Оценка наивысших максимальных уровней весеннего половодья на реке Туре у города Тюмени	62

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Абрамова Т.Т. Определение возможности искусственного преобразования глинистого грунта с помощью буросмесительной технологии	65
Архипова Н.С. Эколого-физиологические особенности формирования устойчивости к тяжелым металлам сорных растений	70
Клевцова М.А. Михеев А.А. Оценка экологического состояния зеленых насаждений в промышленных районах	74

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕД

Дубровская Т.В., Лычагин М.Ю. Высшие водные растения дельты Волги как биофильтр для потоков тяжелых металлов и металлоидов	79
Каширин И.С. Оценка устойчивости многолетнемерзлых пород прибрежной зоны Печорского моря	84
Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Пряхина С.И., Гусев В.А., Данилов В.А., Червяков М.Ю. Пичугина Н.В., Морозова С.В., Федоров А.В., Шлапак П.А., Неврюев А.М., Хворостухин Д.П. Современное изменение климата на севере Нижнего Поволжья и его влияние на ландшафты и социально-экономическую деятельность населения (на примере Саратовской области)	89
Недбаев И.С., Пожарская О.Д. Ландшафтный подход в современных экологических исследованиях	98
Стурман В.И., Волкова В.Ю. Сравнительная оценка загрязнения атмосферного воздуха по данным стационарных постов и интернет-источников (на примере Красногвардейского района Санкт-Петербурга)	102

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Чевердин А.Ю. Ферментативная активность чернозема обыкновенного при применении ассоциативных препаратов	106
--	-----

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Кондрашин Р.В., Крыжановская Г.В. Геоинформационное эколого-географическое картографирование на примере водных объектов	109
Долгачева Т.А., Аникин В.В., Вавилин Н.А., Долгачева А.С. Применение ГИС-технологий для моделирования плотности населения (на примере Ленинского района города Саранска)	113
Николаев Д.Б. Картографирование рекреационных ресурсов Камского побережья на территории Удмуртской Республики	118

РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ В ОБЛАСТИ ГЕОГРАФИИ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Попова О.А. Экскурсия «Весна в жизни растений Забайкалья»	121
Воронова Т.С. Возможности использования электронных ресурсов в экологическом образовании	129

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

Абрамова Т.Т. Оценка устойчивости геотехнических систем	133
--	-----

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Аникин В.В., Долгачева Т.А., Вавилин, Н.А., Долгачева А.С. Содержание фтора в разных типах грунтовых и артезианских вод Республики Мордовии	137
Безгодова О.В. Антропогенные русловые деформации русел малых рек котловин Тункинской системы	144

Борисова Т.Е., Ростунов А.О. Биоиндикация экологического состояния рек Меленковского района Владимирской области.....	149
Сафонов А.И. Фитоиндикация промышленно-индустриальных ландшафтов Донбасса	154
Чевердин Ю.И., Титова Т.В., Беспалов В.А. Мониторинг свойств почв залежей Каменной Степи.....	157
Чевердин Ю.И. Современное состояние сезонно переувлажненных почв Каменной Степи.....	161
Власова Н.В., Плис В.В. Особые требования к объемам при проектировании разработок небольших нефтяных месторождений	164
Козловская И.Ю., Борисевич В.Ю., Сущик М.В. Мониторинг загрязнения компонентов природной среды соединениями азота в Республике Беларусь.....	170
Кулаков А.П. Определение антропогенной нагрузки и анализ сопутствующих экзогенных процессов в ландшафтах горной криолитозоны Северного Забайкалья.....	173
Ростунов А.О. Видовое разнообразие моллюсков реки Унжа Владимирской области.....	178
Богачева А.И., Коханистая Н.В. Анализ экологических проблем Юга России	185

ТУРИЗМ И КРАЕВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Голубчиков Ю.Н. О единении географии.....	188
Миниярова С.Ф. Цифровая трансформация в менеджменте туризма: организация онлайн-мероприятий экологической направленности	193
Инякина Е.Е. Культурный туризм Тамбовской области в современных условиях: проблемы и перспективы развития	197
Карабаева А.З., Морозова Л.А. Характеристика основных видов и форм туризма на территории Астраханской области.....	202

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

Селищев Е.Н. Анализ структуры и географии внешней торговли Ярославской области на современном этапе	206
--	-----

МОЛОДЁЖНО-СТУДЕНЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

Гулина Е.Д., Хазова А.И., Морозова Л.А. Современные технологии, как инструмент интенсификации сельского хозяйства.....	211
Шишаев П.Д. Характеристика зеленых насаждений города Сорска	214
Кускова П.П. Экологические проблемы водных ресурсов Икрянинского района Астраханской области	218
Бикчураева А.И. История возникновения и традиционные блюда итальянской кухни	222
Ююков С.С. Развитие спортивного и семейного туризма в Чешской Республике	225
Кириухин С.А., Байжарикова А.Г. Строительство и эксплуатация мостовых переходов как источник загрязнения рек.....	228
Байжарикова А.Г. Анализ воздействия природных пожаров на состояние природной среды и динамику экосистем	232
Старчикова Е.С. Распределение и фракционирование тяжёлых металлов и металлоидов в речных водах дельт Дона и Кубани.....	235

ООПТ РАЗЛИЧНОГО УРОВНЯ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ООПТ В ПРЕДЕЛАХ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Кулаков Артем Павлович, младший научный сотрудник¹,
Наполов Олег Борисович, канд. тех. наук²

¹Институт геоэкологии РАН им. Е. М. Сергеева, г. Москва,

²ООО «Газпром ВНИИГАЗ», г. Москва

E-mail: bomberos@inbox.ru

В настоящее время в общественных кругах и на государственном уровне растет понимание необходимости принятия срочных мер по сохранению и восстановлению ООПТ на различных территориальных уровнях, особенно в границах крупных промышленно-селитебных агломераций. В данной научной статье авторы проанализировали и систематизировали статистическую, графическую, информационно-аналитическую и практическую информацию по вопросам территориальной обоснованности современных границ ООПТ, а также установили связи между ближайшими ООПТ в границах муниципального образования и суммарной ценностью эколого-экономического потенциала ООПТ федерального уровня.

Ключевые слова: особо охраняемые природные территории (ООПТ), эколого-экономическая оценка, сохранение и восстановление природно-ресурсного потенциала территории, национальный парк «Лосиный остров»

ECOLOGICAL AND ECONOMIC PROBLEMS OF PROTECTED AREAS WITHIN MUNICIPALITIES AND WAYS TO SOLVE THEM

Artem P. Kulakov, Junior Researcher¹,
Oleg B. Napolov, Ph.D.²

¹Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow,

²Gazprom VNIIGAZ LLC, Moscow

E-mail: bomberos@inbox.ru

Currently, there is a growing understanding in public circles and at the state level of the need to take urgent measures to preserve and restore protected areas at various territorial levels, especially within the boundaries of large industrial and residential agglomerations. In this article, the authors analyzed and systematized statistical, graphic, informational, analytical and practical information on the territorial validity of the modern boundaries of protected areas, and also established links between the nearest protected areas within the boundaries of the municipality and the total value of the ecological and economic potential of protected areas at the federal level.

Keywords: specially protected natural territories (protected areas), ecological and economic assessment, conservation and restoration of the natural resource potential of the territory, Losiny Ostrov National Park

Введение. Вопросами изучения экологических проблем ООПТ в пределах городских муниципальных образований занимались многие отечественные и зарубежные ученые, среди которых были: Н.Ф. Реймерс, Ф.Р. Штильмарк, В.В. Дежкин, Ю.Г. Пузаченко, Ю.П. Лихацкий, М.П. Федотов и др., которые изучали особенности взаимодействия современных экосистем ООПТ с городскими агломерациями и способы уменьшения техногенного воздействия на них [9]. До настоящего времени этими научными авторами не были раскрыты способы оценки суммарной ценности эколого-экономического потенциала ООПТ, что стало предметом научного исследования данной работы.

В настоящее время основными лимитирующими факторами, влияющими на особенности функционирования ООПТ в пределах муниципальных образований, являются: высокая плотность населения вокруг ООПТ; высокая рекреационная активность людей, посещающих ООПТ и способных нанести вред флоре и фауне ООПТ; высокий техногенный прессинг предприятий-загрязнителей и городской инфраструктуры, способной нанести непоправимый вред экосистеме ООПТ; ограниченность площади ООПТ в границах муниципальных образований, не позволяющая оптимальному увеличению численности живых организмов ООПТ. Все это оказывает значительное влияние на возможности восстановления нарушенного эколого-экономического потенциала ООПТ [4].

В работе рассмотрены вопросы решения эколого-экономических проблем ООПТ в пределах муниципального образования на примере г. Москвы. В границах г. Москвы расположен крупнейший ООПТ – национальный парк «Лосиный остров», площадь которого составляет 12 881 га, из них: 182 га – площадь заповедной зоны, 4 297 га – площадь особо охраняемой зоны внутри ООПТ. На его территории обитают редкие и охраняемые виды растительного и животного мира [3, 7]. Вместе с тем, различные коммерческие бизнес-структуры пытаются реализовать искусственное изменение законодательно утверждённых административных границ ООПТ с целью строительства железнодорожной магистрали [1].

В настоящее время территория национального парка «Лосиный остров» является уникальным природоохранным объектом, т.к. расположен в границах крупнейшей промышленно-городской агломерации России. Вблизи него никаких аналогичных объектов не существует. Авторами был выполнен расчет эколого-экономического потенциала национального парка «Лосиный остров» в пределах одного муниципального образования – г. Москвы.

Эколого-экономический потенциал ООПТ был рассчитан с учетом суммарной ценности прямого использования биоресурсов, стоимости даров леса (дикоросы), прямого и косвенного использования рекреационных ресурсов [5]. Стоимость прямого использования биоресурсов определялась по рыночным ценам на тот или иной ресурс и корректировалась с учетом приведенных годовых стоимостей восстановления, рассчитанных затратным методом по методикам О. Е. Медведевой [6] и составила около 12–15 млн руб./год. Стоимость даров леса (дикоросы) определялась аналогично стоимости рыболовства, но с учетом верхней и нижней границ сбора дикоросов и составила 6–8 млн руб./год. Стоимость прямого использования рекреационного потенциала (или оздоровительной

эколого-просветительской и воспитательной работы) рассчитывалась путем оценки ежегодных экономических доходов, получаемых от организации экскурсий, выставок и других просветительских мероприятий и составила около 15–18 млн руб./год. Стоимость косвенного использования рекреационного потенциала была рассчитана с учетом годового депонирования углерода экосистемами ООПТ, оздоровительный эффект от рекреации [5]. Научными исследователями [4] было рассчитано годовое депонирование углерода экосистемами ООПТ национального парка «Лосиный остров», составляющее 35–40 млн руб./год. Таким образом, авторами работы был рассчитан суммарный эколого-экономический потенциал национального парка «Лосиный остров», составляющий около 68–81 млн руб./год.

В соответствии со ст. 13 [10], основными практическими задачами на территории национального парка «Лосиный остров» являются: сохранение природных комплексов, уникальных и эталонных природных участков и объектов; сохранение историко-культурных объектов; экологическое просвещение населения; создание условий для регулируемого экологического туризма и отдыха; разработка и внедрение научных методов охраны природы и экологического просвещения; осуществление экологического мониторинга и прогноза; восстановление нарушенных природных и историко-культурных комплексов и объектов на территории ООПТ. Кроме того, поддержание биологического разнообразия, а также сохранение редких и исчезающих видов растений и животных на территории национального парка «Лосиный остров» в будущем послужит основой устойчивого развития всей муниципальной территории – Московской области. Создание благоустройства и эстетических качеств ландшафтов национального парка «Лосиный остров», необходимо для повышения их экологической устойчивости к рекреации и улучшения условия отдыха для населения города Москвы и Московской области [8].

Обеспечение эколого-сбалансированного устойчивого развития ООПТ в пределах муниципальных образований. Проблема обеспечения эколого-сбалансированного устойчивого развития ООПТ в пределах муниципальных образований базируется на основных составляющих: запасах природно-ресурсного капитала территории; степенью заселенности и уровнем социально-демографического развития региона; производственно-экономическим потенциалом. Основными из них являются: природно-ресурсный и человеческий капиталы. Первый отвечает за возможность формирования достаточного производственно-экономического капитала, основываясь на эксплуатации природно-ресурсного капитала. Достаточный природно-ресурсный потенциал является своего рода основным стержневым вектором дальнейшего поступательного развития ООПТ. Человеческий капитал является импульсом для формирования достаточных потребностей, исходя из уровня производственно-экономических отношений, уровня образования, социально-демографическими показателями. Достаточные потребности общества, основанные на природно-ресурсном капитале, формируют в перспективе материально-энергетический баланс и экологический капитал ООПТ. Этот капитал основывается на изменении материально-энергетического баланса территории с учетом уменьшения уровня общественных потребностей ООПТ, а также

с учетом экологических ограничений, изменения законодательства, влияния новых эколого-энергоэффективных технологий и технических средств. Это является основанием для обеспечения эколого-сбалансированного устойчивого развития ООПТ.

Для примера рассмотрим разработанную авторами модель устойчивого развития ООПТ в пределах муниципальных образований. Для обеспечения устойчивого сбалансированного развития территории необходимо, чтобы прирост материально-энергетического потенциала не должен быть меньше истощения природно-ресурсного потенциала:

$$\Delta K_t > - |\Delta R_t|,$$

где K_t – прирост материально-энергетического капитала в году t ;

$|\Delta R_t|$ – истощение природно-ресурсного потенциала в году t [2].

Схематично это представлено на рисунке.

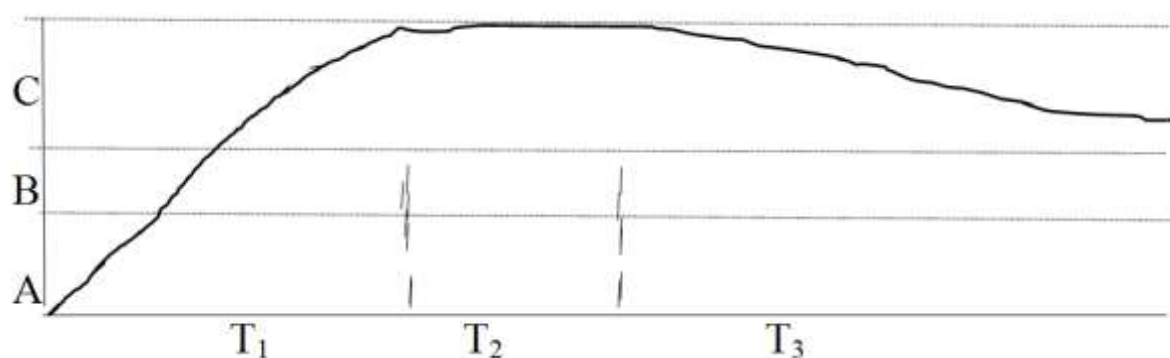


Рис. Формирование эколого-сбалансированного устойчивого развития ООПТ (составлено авторами): А – минимальный уровень эколого-сбалансированного развития (регресс); В – оптимальный уровень эколого-сбалансированного устойчивого развития территории; С – максимальный уровень эколого-сбалансированного устойчивого развития территории (становление материально-энергетического капитала). T_1 – период интенсивного роста территории; T_2 – снижение экологических потребностей территории (период становление устойчивого развития); T_3 – устойчивое развитие основанное на эколого-экономическом балансе территории

Кроме того, для выполнения устойчивого развития территории необходимо обеспечить непрерывное повышение эффективности использования природно-ресурсного потенциала, т.е. необходимо выполнение неравенства [2]:

$$\frac{\Delta K_{t+1}}{|\Delta R_{t+1}|} > \frac{\Delta K_t}{|\Delta R_t|}.$$

Минимальный уровень:

1. Природно-ресурсный капитал ООПТ (100 %);
 2. Человеческий капитал территории (20 %);
 3. Производственно-экономический капитал территории, где расположен ООПТ (40 %).
- При этом варианте регион полностью обеспечен природно-ресурсным капиталом, но катастрофически не хватает населения для его освоения. При этом производственно-экономический капитал развит средне. В дальнейшем, при уменьшении экологических потребностей степень освоения

человеком природно-ресурсных запасов снижается с 100 до 60 %, трансформируясь в экологический капитал, а численность населения и производственно-экономический капитал территории, где расположена ООПТ, не изменяются.

Оптимальный уровень:

1. Экологический капитал ООПТ (60 %);
2. Человеческий капитал территории (20 %);
3. Производственно-экономический капитал территории (40 %).

Эколого-экономический баланс региона (ЭЭБ) равен разнице экологического капитала (ЭК) и уровня экологического ущерба территории (ЭУР):

$$\text{ЭЭБ} = \text{ЭК} - \text{ЭУР}.$$

Экологический ресурс ООПТ формируется, постепенно достигая сначала максимальных показателей, а в дальнейшем снижаясь до оптимальных значений. На стадии устойчивого развития территории экологический ресурс не изменяется. Таким образом, формируется модель устойчивого эколого-сбалансированного развития территории, где расположена ООПТ.

Устойчивый уровень:

1. Экологический капитал ООПТ (100 %);
2. Человеческий капитал территории (100 %);
3. Производственно-экономический капитал территории (100 %).

Примечание: все значения экологического, человеческого и производственно-экономического капитала территории достигают своего оптимального значения, условно принимаемого за 100 %.

Заключение. В перспективе для обеспечения сохранения и восстановления национального парка «Лосиный остров» рекомендуется:

- войти в сеть существующих специальных природных рефугиумов, например, в состав водно-болотных угодий международного значения (выполнение обязательств России по подписанной ей Рамсарской Конвенции);
- установить долговременные связи и партнерские отношения с природными резерватами зарубежных стран, находящимися в соответствующих экосистемных связях;
- заслужить номинацию в Список всемирного культурного и природного наследия *UNESCO*.

Список литературы

1. Газета «Ведомости» от 11 марта 2019 г. – URL: <https://www.vedomosti.ru/archive/2019/03/11>.
2. Деревяго И.П., Касперович С.А. Концептуальные основы формирования модели устойчивого роста // Вестник Белорусского государственного экономического университета, 2006. – № 3. – С. 42-47.
3. Информационно-аналитическая система «Особо охраняемые природные территории России». – URL: <http://oopt.aari.ru>.
4. Лелькова А.К., Пакина А.А. Оценка экосистемных функций национального парка «Лосиный остров» // Экосистемы: экология и динамика. – 2020. – Т 4, № 3. – С. 166–179.
5. Литвинова А.А., Игнатьева М.Н., Власова Л.В. Опыт экономической оценки ООПТ // Известия Уральского государственного университета. – 2015. – № 3 (39). – С. 57–62.

6. Медведева О.Е. Методы экономической оценки биоразнообразия: теория и практика оценочных работ. – М.: Диалог-МГУ, 1998. – 99 с.
7. Официальный сайт национального парка «Лосиный остров». – URL: <https://losinyiostrov.ru/>.
8. Оценка воздействия на окружающую среду территории, включаемой в состав национального парка «Лосиный остров». – URL: <http://balashiha.ru/>.
9. Рюмина Е.В., Караченцев И.Л. Специфика проблем сохранения биоразнообразия в территориальном и временном аспектах // Экономика природопользования. – 2005. – № 1. – С. 112–118.
10. Федеральный закон «Об особо охраняемых природных территориях» от 14.03.1995 N 33-ФЗ . – URL: <http://pravo.gov.ru/>.

ИЗ ОПЫТА СОХРАНЕНИЯ ПЕЩЕРЫ БАСКУНЧАКСКОЙ

Головачев Илья Владимирович, канд. наук, доцент
Астраханский государственный университет
E-mail: bask_speleo@mail.ru

В данной статье даётся краткая информация о крупнейшей карстовой пещере, имеющейся на территории Прикаспийской низменности, – пещере Баскунчакской, которая расположена в окрестностях солёного озера Баскунчак. Также приведены примеры различных мероприятий, проведённых членами секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества, и способствовавших сохранению этой пещеры и прилегающей к ней территории.

Ключевые слова: карстовая пещера, окрестности озера Баскунчак, Прикаспийская низменность, сохранение пещер

FROM THE EXPERIENCE OF PRESERVING THE BASKUNCHAK CAVE

Ilya V. Golovachev, Ph.D., Associate Professor
Astrakhan State University
E-mail: bask_speleo@mail.ru

This article provides brief information about the largest karst cave available on the territory of the Caspian lowland, the Baskunchak cave, which is located in the vicinity of the Salt Lake Baskunchak. Examples of various activities carried out by members of the Speleology and Karst Studies Section of the Astrakhan Branch of the Russian Geographical Society and contributed to the preservation of this cave and the adjacent territory are also given.

Keywords: karst cave, surroundings of Lake Baskunchak, Caspian lowland, cave conservation

Пещера Баскунчакская – крупнейшая пещера Северного Прикаспия. Она находится в Астраханской области на северо-западном берегу озера Баскунчак в балке Пещерная и имеет три основных входа (рис. 1). Пещера уже долгое время активно посещается людьми и является одной из достопримечательностей данного района. На стенах пещеры имеются различные надписи, самые старые из которых датируются 1874, 1909 и 1911 гг. То есть известна уже более 100 лет. С 1986 г. наблюдением за состоянием и сохранением пещеры занимается секция спелеологии и карстоведения Астраханского отделения Русского географического общества [1].

Пещера Баскунчакская заложена в пермских гипсах кунгурского яруса, поднятых на поверхность процессами соляной тектоники. Пещера относится коррозийно-эрозионному типу и имеет следующие основные морфометрические параметры: протяжённость – 1 480 м, глубина от уровня дневной поверхности – 32 м, объём – около 9 400 м³. Пещера не имеет натёчных форм и отложений [1].

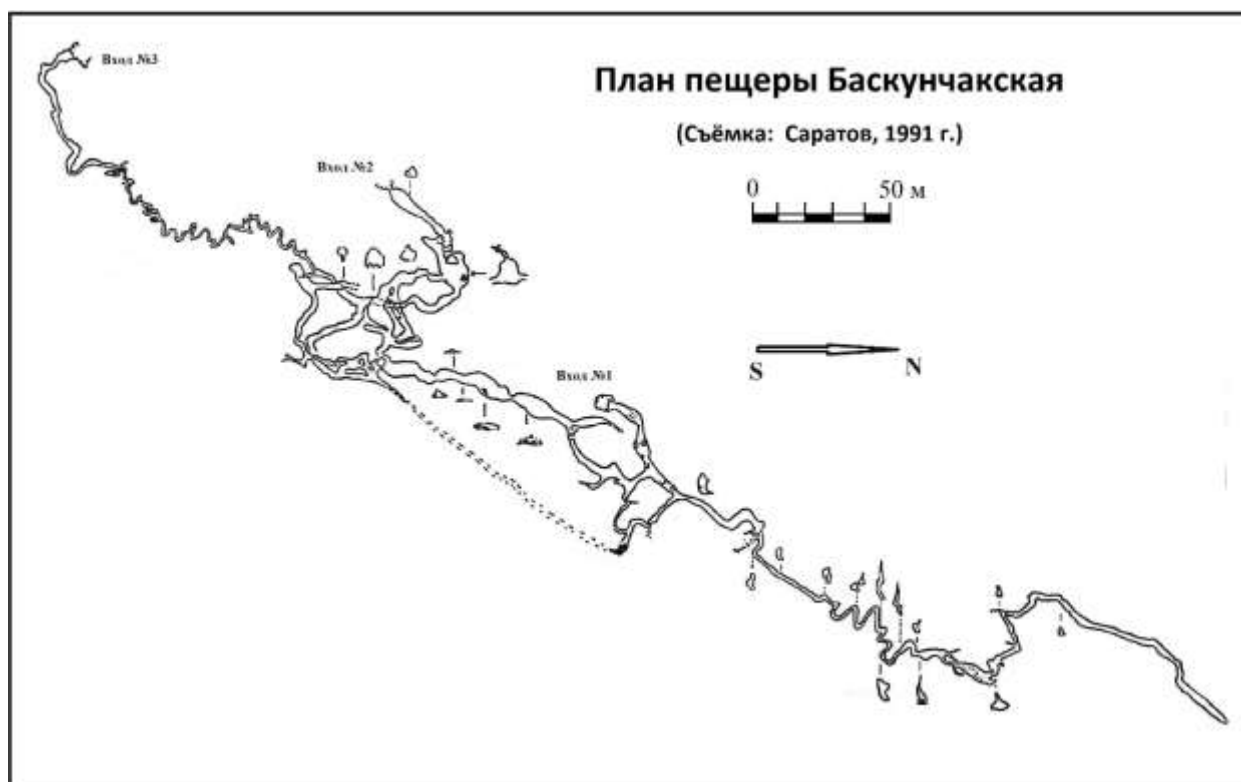


Рис. 1. План пещеры Баскунчакской [1]

В период с 1986 по 1989 г. у пещеры Баскунчакской ежегодно проводился Нижневолжский зональный спелеослёт, в котором участвовали команды из Астрахани, Волгограда, Оренбурга, Пензы, Самары, Саратова. В ходе слёта помимо спортивной части проводились зачистки пещеры от мусора [1].

С 1993 г. пещера входит в состав регионального государственного природного заказника «Богдинско-Баскунчакский», а с 2015 г. в рекреационную зону природного парка «Баскунчак». В настоящее время экологическое состояние пещеры удовлетворительное, не смотря на её активное посещение.

В период с 2004 по 2016 г. каждую весну в районе пещеры Баскунчакская ежегодно по инициативе секции спелеологии и карстоведения Астраханского отделения РГО проводилась экологическая акция «Поможем пещере!», в ходе которой учащиеся школ и вузов города Астрахани зачищали от мусора, как саму пещеру, так и поверхностный рельеф над ней [1]. В 2011 г. к этому мероприятию впервые присоединились представители других городов России – спелеологи Москвы, Нижнего Новгорода, Твери и Уфы (рис. 2).

В настоящее время подобные акции стали проводиться чаще и бессистемно многими группами туристов, посещающих пещеру. Осенью 2020 г. в пещере Баскунчакская силами туристов из города Ахтубинск и астраханских спелеологов успешно проведена экологическая акция по зачистке стен пещеры от вандальных надписей, нанесённых краской (рис. 3–4).



**Рис. 2. Участники экологической акции «Поможем пещере!» в 2011 г.
(фото И.В. Головачева)**



**Рис. 3. Стена в пещере до зачистки
(фото И.В. Головачева)**



**Рис. 4. Стена в пещере после зачистки
(фото И.В. Головачева)**

В 2008–2009 гг. силами общественности удалось защитить от уничтожения карстовую пещеру Баскунчакская, на месте которой планировалось создание нового карьера по добыче гипсового камня (предложенного фирмой АО «Минерал-Кнауф»).

Пещера Баскунчакская интересный и зрелищный природный объект перспективный для дальнейшего его использования в туристических целях. Пещера имеет разнообразный подземный рельеф, и некоторые её участки вследствие своей легкодоступности многие годы используются различными частными туристскими фирмами как самостоятельные экскурсионные маршруты. В период с 2009 по 2015 г. пещера Баскунчакская силами членов секции спелеологии и по собственной инициативе подготавливалась для безопасного туристского посещения (в т.ч.: выкопаны и ежегодно обновляются удобные для перемещения ступени на всех глиняных склонах маршрута в Центральной галерее, увеличена высота низкого привходового лаза, после чего он увеличился вдвое и стал более комфортным для прохождения, в пещере сбиты и обрушены вдоль нитки экскурсионного маршрута все опасные «живые» (подвижные) камни, угрожавшие падением и т.п.). Таким образом, в пещере выделены

и частично благоустроены два экскурсионных маршрута. А также выработаны требования по безопасному посещению пещеры [2].

На базе ОГОУ ДОД «Центр детско-юношеского туризма и экскурсий» были проведены курсы (апрель, 1998 г.) и обучающий семинар (март, 2003 г.) по подготовке проводников-экскурсоводов детско-юношеского туризма по пещере Баскунчакская и в целом по району окрестностей озера Баскунчак. Данные мероприятия на долгие годы обеспечили грамотное, безопасное и экологически щадящее посещение пещер [1].

Осенью 2020 г. Астраханское отделение РГО обратилось в Службу Природопользования Астраханской области с предложением об организации памятника природы регионального значения «Пещера Баскунчакская». В границы памятника природы «Пещера Баскунчакская» предлагается включить как саму пещеру Баскунчакская, так и пещеру Девять Дыр, которая является изначально её генетической частью и в следствие дальнейшей эволюции карстового массива обособилась. Также границами памятника природы «Пещера Баскунчакская» предлагается охватить участок карстового рельефа, расположенный над пещерой и прилегающий к ней, являющийся её естественной водосборной площадью.

Администрация природного парка «Баскунчак» в тесном сотрудничестве с астраханскими спелеологами провела благоустройство территории, прилегающей к пещере (оборудована автостоянка для транспорта, установлен большой информационный аншлаг с информацией о пещере и правилах её посещения, сделана беседка для отдыха, устанавливается стационарный туалет, вкопана большая ёмкость для воды, установлен вагончик для инспекторов природного парка). В целях благоустройства и обеспечения безопасности при посещении пещеры на входном колодце установлена металлическая лестница с перилами и ограждением, удобная для спуска в пещеру и не обезображивающая внутренний ландшафт пещеры.

Список литературы

1. Головачёв И.В. Карст и пещеры Северного Прикаспия: монография. – Астрахань: Астраханский университет, 2010. – 215 с.
2. Головачёв И.В. Пещеры Баскунчакского региона как объект туризма // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2 (41). – С. 312–318.
3. Головачев И.В. Сохранение пещеры Баскунчакская // Рекомендации по охране и использованию пещер / Всероссийская общественная организация «Российский союз спелеологов» / под общ. ред. И.Н. Бурмак. – Красноярск: Поликом, 2021. – С. 138–141.

ФЕНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ДАУРИИ

Сараева Людмила Ивановна

Государственный природный заповедник «Даурский», п. Н. Цасучей

E-mail: *bagul72@mail.ru*

Фенологические наблюдения в Даурии проводятся на протяжении 40 лет. В Даурском заповеднике фенологические исследования проводятся ежегодно, собранные данные представлены в фенологическом календаре в Летописи Природы, где регистрируется наступление дат и сроков сезонов, сезонных природных явлений и процессов в природе Даурии.

Ключевые слова: фенологические наблюдения, сезон, флора, Даурский заповедник, Даурия

PHENOLOGICAL RESEARCH IN DAURIA

Lyudmila I. Saraeva

State Nature Reserve "Daursky", p. N. Tsasuchey

E-mail: *bagul72@mail.ru*

Phenological observations in Dauria have been carried out for 40 years. In the Daurian Nature Reserve, phenological studies are conducted annually, the collected data are presented in the Phenological Calendar in the Annals of Nature, where the onset of dates and dates of seasons, seasonal natural phenomena and processes in the nature of Dauria is recorded.

Keywords. Phenological observations, season, flora, Daursky reserve, Dauria

Фенологические наблюдения в Даурии ведутся с 1982 г., на протяжении уже 40 лет, в результате накоплен богатый материал по флоре и фауне. Ежегодно материал фенологических наблюдений собирается отделами науки и охраны и поступает в виде фенологического календаря в ежегодный отчёт Летопись Природы [2, с. 25]. Фенологический год в заповеднике, в течение которого проводятся исследования, исчисляется временным периодом с начала зимы (с октября) текущего года, до начала зимы (по октябрь) следующего года. Многолетние ряды фенологических наблюдений применяются при анализе данных, с построением феноспектров. Фенологический календарь важен для отслеживания сроков и дат, когда наступает ранняя или поздняя весна, отмечается прилет птиц, пробуждение после спячки зверей, зацветание первых весенних цветов [26].

Впервые фенологические наблюдения за растениями проведены в 1991 г. в Даурском заповеднике. Так, с 21 апреля 1991 г. на г. Гыдыргун зарегистрировано цветение первоцвета прострела Турчанинова (И. Нечай), а с 22 мая 1995 г. Л.И. Сараевой отмечено массовое цветение редкого реликтового вида ириса тонколистного в урочище Булум. Фенологические наблюдения за птицами проводятся с 1982 г., когда 3 августа 1982 г. в пойме Онона на пролёте отмечен филин М.Х. Пузанской, среди редких видов – дрофа весной 1986 г. около оз. Укшинды Вадимом Кирилюком, а осенью 1990 г. миграция красавок в окрестностях г. Куку-Ходан О.А. Горошко. По млекопитающим фенологические наблюдения проводятся с 1982 г., когда впервые ёж даурский отмечен

В.Е. Кирилюком под Хада-Булаком. В мае 1989 г. при разливе р. Ульдзы, в окрестностях Соловьевска, с самолета АН-2 М.И. Головушкиным была отмечена косуля, а в августе косулю так же регистрируют в Цасучейском бору с вертолёта МИ-2 Е.Э. Ткаченко. По насекомым, первые данные регистрируются О.А. Горошко. В апреле 1991 г. о встрече крапивницы на отрогах г. Куку-Ходан [1].

Благодаря фенологическим наблюдениям можно проводить мониторинг флоры и фауны, узнать о наступлении дат и сроков сезонов [2, с. 25]. Фенологические материалы наблюдений фиксируются в Фенологическом календаре входящим в Летопись Природы, где отражается наступление дат и сезонов по наступлению сроков сезонных природных явлений. Метеосведения, включающие данные по температуре, ветру, осадкам, собираются как отделом охраны, так и представляются с метеостанций г. Борзя и п. Соловьевск. Наступление сезона весны в 2015 г. в Даурском заповеднике (рис. 1) в фенологическом календаре подразделяется на 3 этапа и субсезоны, которые характеризуются как:

Весна. Начальный этап.

- Предвесенье. Ранняя весна, конец устойчивых морозов, постоянные оттепели. Снеготаяние. Появление проталин на озёрах. Переход суточных температур $>$ минус 5 °С. Распускание почек тополя. Цветение ивы. Весеннее оживление птиц. Начало пролета сухоноса, реликтовой чайки, журавлей серого, чёрного, даурского, красавки.

- Оживление весны (начало вегетации). Переход минимальных температур >0 °С. Начало безморозных ночей. Набухание почек. Первые цветы прострела Турчанинова, лапчатки бесстебельной.

Весна. Основной этап.

- Зелёная весна. Переход суточных температур $>10^{\circ}$, начало прогрева почвы, распускание почек у деревьев, вскрытие Торейских озёр, начало цветения ириса Потанина, прилет деревенской ласточки.

Весна. Завершающий этап.

- Предлетье. Конец ночей с морозом, последние заморозки на почве, прогрев почвы до 10 °С, интенсивный рост побегов, формирование травянистых ярусов, смыкание полога листвы в лесах. Зацветание черёмухи, ильма, ириса молочно-белого. Конец прилета птиц.

По фенологическому календарю можно отследить сроки наступления весны ранняя или поздняя и динамику за разные годы.

Феноиндикаторы – это объекты фенологических наблюдений из флоры и фауны заповедника. По состоянию феноиндикаторов у растений определяют наступление сезонных природных явлений, таких как почкование, разворачивание листвы, появление первых побегов, бутонизация, цветение, плодоношение, листопад и отмирание. Среди феноиндикаторов у растений в Фенологическом календаре проводятся наблюдения, за фоновыми и редкими видами такими как: ильм, шиповник даурский, прострел турчанинова, лапчатка бесстебельная, касатики тонколиственный, потанина, молочно-белый, лилия карликовая, черёмуха уединенная (рис. 2).

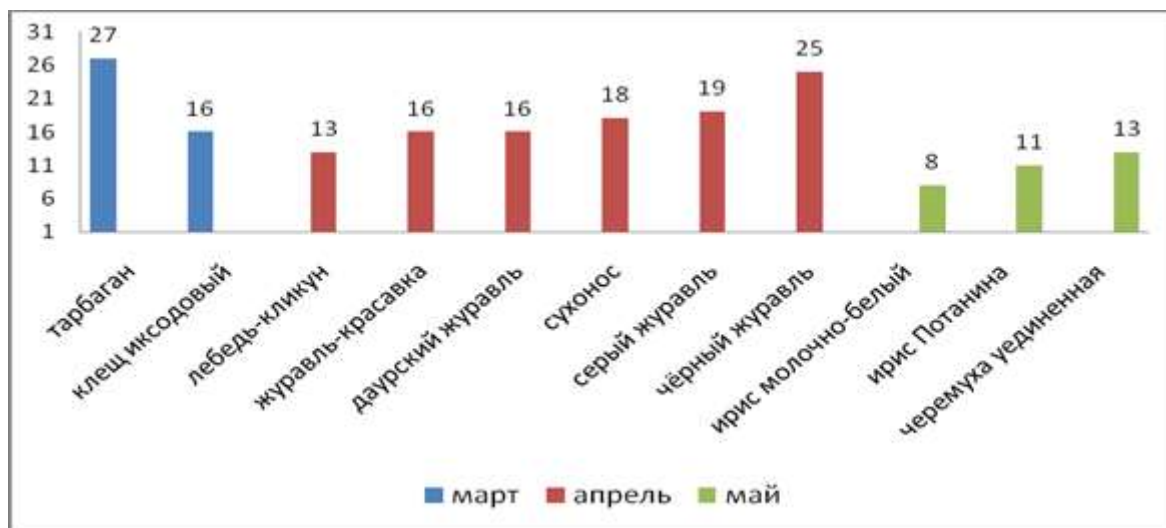


Рис. 1. Наступление сезона весны в 2015 г.

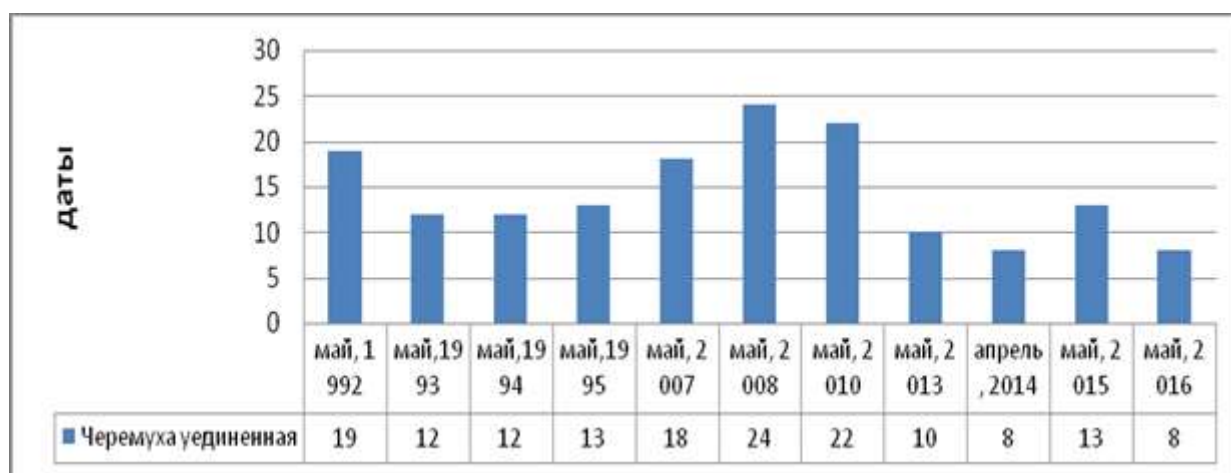


Рис. 2. Даты и сроки начала цветения черёмухи уединенной в 1992–2016 гг.

Самое раннее наступление сроков цветения черемухи отмечена 08 мая 2016 г. – период ранней весны, самое позднее – 24 мая 2008 г., с наступлением поздней весны. По феноспектру в период с 2007 по 2010 г. и в 1992 г. отмечается поздняя весна, а с 1993 по 1995 г. и с 2013 по 2016 г. – ранняя весна.

У животных регистрируются ранней весной у птиц начало миграции - это первая встреча и прилет галки, лебедей, цапли, журавлей, реликтовой чайки, сухоноса, массовая миграция и осенняя миграция (отлет журавлей, полярной совы), а у млекопитающих - фиксируется выход из спячки тарбагана, барсука, у насекомых – появление иксодового клеща, крапивницы (рис. 3).

В период с апреля 1992 по апрель 1994 г. отмечены первые встречи иксодового клеща в Даурском заповеднике, самые поздние с апреля 2003 по апрель 2006 г.

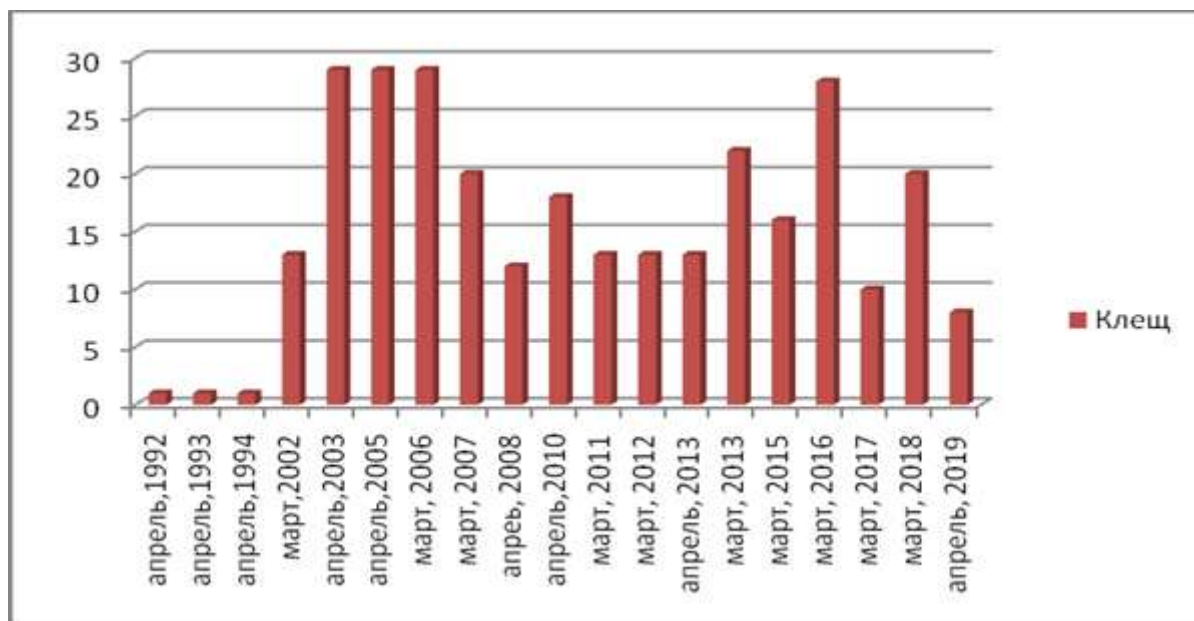


Рис. 3. Появление иксодового клеща в заповеднике в период с 1992 по 2019 г.

Итак, фенологические наблюдения в Даурии проводятся на протяжении 40 лет, данные хранятся в Фенологическом календаре из Летописи Природы и в Базе данных «Дневник фенологических наблюдений Даурского заповедника (1982–2021 гг.)». Наступления сроков сезонов (ранняя или поздняя весна или осень) и их динамики важно для сохранения численности как животных, так и растений, особенно для ценопопуляций редких видов. Наступления сезонов ранней или поздней весны, возможно, свидетельствуют о прохождении сухой или влажной стадии климатического цикла в Даурии. Кроме того фенологические данные могут применяться для эколого-просветительских целей при проведении экскурсий и мероприятий «День журавля», «Всемирные Дни наблюдений за птицами» и организации праздника «День сурка».

Список литературы

1. База данных «Дневник фенологических наблюдений Даурского заповедника (1982–2021)».
2. Кирилюк О.К. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 1992. – Кн. 1. – С. 304–313.
3. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 1993–1994. – Кн. 2. – С. 190–199.
4. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 1995. – Кн. 3. – С. 201–205.
5. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 1996–1997. – Кн. 4. – С. 201–207.
6. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 1999. – Кн. 6. – С. 201–205.
7. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2000. – Кн. 7. – С. 84–94.
8. Ткаченко Е.Э. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2001. – Кн. 8. – С. 203–207.
9. Рогалёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2002. – Кн. 9. – С. 88–92.

10. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. –2003. – Кн. 10. – С. 138–145.
11. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2005. – Кн. 12. – С. 142–149.
12. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2006. – Кн. 13. – С. 103–109.
13. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2007. – Кн. 14. – С. 89–95.
14. Бальжимаева С.Б. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2008. – Кн. 15. – С. 132–138.
15. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2010. – Кн. 17. – С. 225–231.
16. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2011. – Кн. 18. – С. 265–269.
17. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2012. – Кн. 19. – С. 267–272.
18. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2013. – Кн. 20, т. 1. – С. 156–163.
19. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2014. – Кн. 21. – С. 81–86.
20. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2015. – Кн. 22. – С. 90–96.
21. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2016. – Кн. 23. – С. 80–84.
22. Роголёва Н.Н. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2017. – Кн. 24. – С. 283–289.
23. Сараева Л.И., Паздникова Н.М. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2018. – Кн. 25. – С. 250–256.
24. Сараева, Л. И. Фенологический календарь / Л. И. Сараева // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2019. – Кн. 26. – С. 235–240.
25. Сараева Л.И. Фенологический календарь // Летопись Природы. – Н. Цасучей, 2020. – Кн. 27.
26. Сараева Л.И. Ведение фенологического календаря в Даурском заповеднике // Фенология: Современное состояние и перспективы: мат-лы Междунар. науч.-практ. онлайн-конференции, посвященной 175-летию Русского географического общества; 120-летию со дня рождения фенолога В.А. Батманова; 90-летию УрГПУ (16–17 декабря 2020 г.) / ФГБОУ ВО «УрГПУ». – Екатеринбург: УрГПУ, 2020. – С. 71–86.

ТЕХНОСФЕРА И ЕЁ ВЛИЯНИЕ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ТЕХНОГЕННАЯ ГЕОДИНАМИКА И ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ОБЪЕКТАХ НЕФТЕГАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Казанкова Эльвира Ромуальдовна, Корнилова Наталья Вячеславовна
Институт проблем нефти и газа РАН, г. Москва
E-mail: nataliakornilova@rambler.ru

В данной статье рассматривается взаимозависимость геодинамических природных и техногенных процессов и факторов на объектах нефтегазового комплекса.

Ключевые слова: техногенная геодинамика, техносферная безопасность, подземные хранилища газа

TECHNOGENIC GEODYNAMICS AND TECHNOSPHERE SAFETY AT OIL AND GAS FACILITIES

Elvira R. Kazankova, Natalia V. Kornilova
Oil and Gas Research Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow
E-mail: nataliakornilova@rambler.ru

This article examines the interdependence of geodynamic natural and man-made processes and factors at the facilities of the oil and gas complex.

Keywords: technogenic geodynamics, technosphere safety, underground gas storage facilities

Техногенная геодинамика изучает динамические явления в земной коре, обусловленные технологической деятельностью человека [7]. Основной целью техногенной геодинамики является разработка методов диагностики и способов предупреждения нежелательных и опасных последствий функционирования объектов нефтегазового комплекса (НГК), приводящих к возникновению техногенных явлений. Эти явления при всем многообразии их внешнего проявления имеют ряд общих признаков, связанных с особенностями строения земной коры, инициирования и механизма протекания.

Объекты нефтегазового комплекса являются структурными элементами техносферы и представляют собой сооружения и устройства, обеспечивающие добычу, прием, хранение, транспортировку и выдачу нефти, газа, нефтепродуктов и др. Особенности функционирования и строения объектов является сложность и большое разнообразие способов техногенного вмешательства в окружающую среду [10]. Таким образом, формируется сложное взаимодействие разнообразных факторов, которые частично не поддаются контролю.

Техносферная безопасность представляет собой состояние природных и технических систем, обеспечивающее минимальный уровень нарушения есте-

ственного режима их функционирования и неблагоприятного воздействия на здоровье людей, живую природу и геолого-геофизическую среду. Эти системы требуют постоянного контроля [1].

Взаимодействие компонентов геолого-геофизической среды нелинейно. Наши исследования основаны на изучении неустойчивого состояния среды, обусловленного спиралевидно-скручивающимся движением масс Земли [9].

Исследования проводятся в рамках направления изучения геодинамических процессов в пространственно-неоднородных и диссипативных средах. Геодинамическое районирование территорий и анализ геолого-геофизической среды расположения объектов основывается на использовании механизма соподчинения и взаимосвязи напряженно-деформированного состояния территории, пространственно-временных неустойчивых подвижных блоков земной коры, процессов переноса вещества и передачи энергии в полях напряжений разных рангов. Поле напряжений - это суммарное поле сил разной природы, определяющее структуру Земли в определенных объемах геологической среды [2].

Для прогноза техногенных геодинамических явлений (ТГДЯ) недостаточно знать только повышенную напряженность какого-то участка поля. Необходимо знать все физические свойства пород для того, чтобы знать каким изменениям и с какой скоростью прореагируют компоненты системы в силу их реальных физических свойств. В силу взаимосвязанности всех процессов в системе необходимо сосредоточиться не только на механических напряжениях при разработке прогноза и предупреждения ТГДЯ, достаточно повлиять в нужном направлении на любой процесс, сопровождающий вмешательство в геолого-геофизическую среду. Но для этого необходимо хорошо знать весь круг явлений, присущих ТГДЯ, и каждого из них в единой цепи энергетических преобразований.

Существуют данные о динамике геолого-геофизической среды на основе измерений вертикальных и горизонтальных смещений земной поверхности. Непосредственно измеряются движения (деформации) в соответствии с характеристиками среды. Доказана геодинамическая опасность активных разломов для объектов НГК. К сожалению, критерии геодинамической опасности до сих пор недостаточно разработаны.

Геодинамические явления имеют общую физическую основу и отличаются только масштабами и формами проявления. Примеры закономерного проявления геодинамических явлений установлены на конкретных территориях и не противоречат выводам многих ученых [8].

На объектах нефтегазового комплекса функционирует система: геолого-геофизическая среда – промышленные объекты – жилищные сооружения – окружающая природная среда, которая характеризуется взаимосвязью и взаимозависимостью всех составляющих. Сформированная таким образом система оказывает влияние на характер протекания всех природных, геологических, геодинамических, экзогенных и атмосферных процессов. То есть формируется экологическая обстановка не только на самих объектах НГК, но и на окружающих их территориях.

В районах, примыкающих к объектам нефтегазового комплекса, развито машиностроение, деревообрабатывающая, химическая, легкая, пищевая

промышленность, производство стройматериалов. Развито судоходство, сельское хозяйство, животноводство. Действуют карьеры, разрабатывающие глинистое сырье, известняки, функционировали шахты по добыче угля, территории пересекают железнодорожные магистрали, широкая сеть разных дорог и многое другое. То есть, условно существуют нарушения окружающей среды: геохимические, химические, параметрические и физико-механические.

На самих объектах НГК определенную роль могут сыграть и вторичные процессы, например, выделение газа из вод или кольтматация коллекторов, вызванные нарушением равновесного состояния флюидных систем. Геодинамические и геохимические процессы развиваются одновременно, происходит преобразование геологической среды (растворение, гидратация, сорбция, метасоматоз). При структурно-химических процессах происходит дегидратация химически связанной воды и изменение фазового состояния вещества. Происходит преобразование минералов в другие разновидности.

Нами предложен новый подход к изучению природно-технических систем в полях напряжений на примере подземных хранилищ газа (ПХГ), которые создаются в истощенных газовых, газонефтяных или газоконденсатных месторождениях и в водоносных пластах.

Принимая во внимание возможность возникновения межпластовых перетоков (худший вариант) пластовых флюидов и зная основные продукты загрязнения (углеводороды, метанол, фенол и др.), можно прогнозировать (моделировать) возможные условия загрязнения окружающей среды еще на стадии проектирования.

Проинтерпретированы геолого-геофизические данные, построены разномасштабные карты и разноуровневые разрезы, На геодинамических картах-схемах определены участки локализации флюидов, связанные с зонами проницаемости. Спрогнозирована пространственно-временная неустойчивость осадочного чехла. Разработанная модель позволяет учитывать напряженно-деформированное состояние флюидонасыщенной геолого-геофизической среды, выявлять ее особенности и имеет большое значение для обеспечения геологической безопасности [5].

В меняющемся поле напряжений Земли наблюдаются определенные закономерности в чередовании векторов разных рангов восходящего и нисходящего направлений. В участках пересечения векторов поля напряжений может происходить изменение литологического состава, разрушение пласта, нарушение целостности обсадных колонн, непрогнозируемое растекание газа.

В результате структурных построений и интерпретации комплекса имеющейся геолого-геофизической информации установлена эколого-геодинамическая ситуация территории Центрального и Западного Предкавказья. На сегодняшний день здесь функционируют три подземных хранилища газа: Краснодарское, Куцевское и Северо-Ставропольское. В региональном плане, с наших позиций, геологические структуры, к которым приурочены одноименные ПХГ, находятся в различных геодинамических условиях. Краснодарское ПХГ приурочено к участку действия преимущественно восходящего вектора поля напряжений, действующего с глубины 180 км. Куцевское – в зоне

действия нисходящего вектора поля напряжений. Северо-Ставропольское ПХГ приурочено к участку спокойного залегания осадочной толщи.

Краснодарское ПХГ создано на базе истощенного Александровского газоконденсатного месторождения в слабодренируемых зонах толщ песчаников и алевролитов зеленой свиты. Защемление газа происходит в низкопроницаемом пласте, а скопление пассивных запасов газа и обводнение от периферии к куполу. Кушевское подземное хранилище газа создано на базе одноименного истощенного газоконденсатного месторождения в неоднородном пласте-коллекторе низкопроницаемых терригенных отложений нижнемелового возраста.

Северо-Ставропольское ПХГ создано на базе истощенного многопластового газового месторождения в зеленой свите и хадумском горизонте.

Исследования степени вовлеченности геодинамических процессов различного масштаба в процесс функционирования ПХГ позволяют прогнозировать растекание газа за пределы проектного контура и перетоки по разрезу, формирование вторичных залежей, проникновение газа в водоносные горизонты и выход его на поверхность [3, 5].

Эксплуатация Гатчинского, Полторацкого и других подземных хранилищ газа показала, что такое явление может быть весьма значительным. Результаты приповерхностной газовой съемки на отдельной группе ПХГ показывают, что миграция газа достигает слоя почвы, что установлено на Щелковском, Калужском и Якшуновском, Невском, Касимовском и Увязовском ПХГ [4, 5].

На Щелковском ПХГ установлено, что в пределах северо-восточного участка нарушения герметичности залежи происходят как латеральные утечки газа, так и достаточно интенсивные вертикальные перетоки. В результате происходит развитие газовой залежи в северо-восточном направлении и, возможно, образование резервуара аккумуляции мигрировавшего газа за пределами Щелковской структуры, откуда он частично возвращается при отборе газа.

К осложнениям при эксплуатации ПХГ относятся: разрушение пласта-коллектора, вынос песка, вынос воды, вынос нефти, образование газогидратов, скопление пассивных запасов газа в низкопроницаемом пласте, неполное освоение пласта, накопление и испарение конденсационной воды над глинистой пробкой, катастрофические поглощения [3–5].

Таким образом, в ПХГ формируется новый природно-техногенный или техногенно-измененный геодинамический комплекс. При таком воздействии реакцию геологической среды можно считать обратимой.

Геодинамические условия развития и экогеодинамическая ситуация определили закономерность структурирования геологической среды на рассмотренных ПХГ. Установлены возможные направления перетоков газа (по латерали и вертикали), уровни, благоприятные для аккумуляции газа [6]. В объеме всех структур выделены участки изменения пород (увеличение глинистости пласта, как терригенного, так и карбонатного, до полного его замещения). На характер изменений оказывает влияние минеральный состав, плотность, пористость, условия формирования осадков и возможное развитие вторичных процессов. В участках пересечения векторов разрядки напряжений может происходить одновременно как в виде упругого, так и пластичного нарушения разреза.

Влиянием векторов разного ранга можно объяснить локальные просадки земной поверхности, симметричное распределение вертикальных смещений, разную скорость деформаций, чередование периодов активности с периодами покоя. То есть геологическими причинами утечек газа могут быть не только тектонические нарушения, но и ослабленные проницаемые зоны, составляющие структуру поля напряжения. К этим участкам может быть приурочен непосредственный контакт продуктивного пласта с проницаемыми отложениями.

Выявленные закономерности избирательного разрушения коллектора в результате циклической эксплуатации ПХГ свидетельствуют о том, что в участках перестройки напряжений происходит изменение литологического состава, что может привести к снижению экранирующих свойств покрышек. В песчаных пластах возникновение микротрещин и разрушение пласта.

Проявления техногенных изменений в недрах при транспортировке и хранении газа очень разнообразны и могут приводить ко многим не всегда прогнозируемым последствиям. Учитывая высокую значимость подземных хранилищ газа по надежному обеспечению потребностей в газе, подтвержденную на практике, как в Российской Федерации, так и за рубежом, можно разработать методы регулирования искусственных воздействий, их согласования с ходом естественных воздействий и оптимизации последствий. Это позволит расширить и координировать исследования по экологически сбалансированному освоению природных ресурсов, состоянию техносферы в целом и свести к минимуму ошибки в планировании и просчеты в выполнении всего комплекса влияния эндогенной природной среды на биосферу и человеческое общество.

Оценка геоэкологического риска может использоваться для определения потенциально неблагоприятного воздействия для любого действующего или планируемого объекта НГК с учетом степени влияния технической системы на естественную среду (в зависимости от мощности сооружения и его технического типа).

Работа выполнена в рамках государственного задания «Фундаментальный базис энергоэффективных, ресурсосберегающих и экологически безопасных, инновационных и цифровых технологий поиска, разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений, исследование, добыча и освоение традиционных и нетрадиционных запасов и ресурсов нефти и газа; разработка рекомендаций по реализации продукции нефтегазового комплекса в условиях энергоперехода и политики ЕС по декарбонизации энергетики (фундаментальные, поисковые, прикладные, экономические и междисциплинарные исследования)», № FMME-2022-0004, 122022800270-0.

Список литературы

1. Евик В.Н., Варягов С.А., Павлюкова И.В., Смирнов Ю.Ю. Мониторинг геологической среды при эксплуатации Щелковского подземного хранилища газа // Сборник научных трудов СевКавГТУ. Сер.: Нефть и газ. – Ставрополь, 2009. – Вып. 2. – С. 18–24.
2. Казанкова, Э.Р. Принципы системной организации полей напряжений в литосфере // Газовая промышленность. – 1997. – № 7. – С. 39–42.

3. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Геоэкологические аспекты функционирования Северо-Ставропольского подземного хранилища газа (с позиции нелинейной геодинамики) // Грозненский естественнонаучный бюллетень. – 2019. – Т. 4, № 3 (17). – С. 41–48.
4. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Геоэкологические проблемы подземного хранения газа в России // Геология нефти и газа. – 2016. – № 3. – С. 102–108.
5. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Геоэкологические проблемы подземных хранилищ газа (на примере Московского региона) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел биологический. – 2009. – Т. 114, № 3. – С. 388–397.
6. Казанкова Э.Р., Корнилова Н.В. Калужская кольцевая структура - результат самоорганизации геологического пространства // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. – 2015. – № 1 (11). – С. 6.
7. Малышев Ю.Н., Сагалович О.И., Лисуренко А.В. Теногенная геодинамика. – М.: Недра, 1996. – 430 с.
8. Петров В.Г. Особенности строения Калужской кольцевой структуры и ее положение в Московской синеклизе»: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – М.: МГУ, 1974. – 24 с.
9. Сигачева Н.Н., Шейнкман А.Л. Спирально-скручивающее движение – механизм самоорганизации геологического пространства // Международный союз геодезии и геофизики: тез. докл. 21-й генеральной ассамблеи. – Колорадо, 1995. – С. А393.
10. Симоненко О.Д. Особенности развития техники в России в свете представления о техносфере // Сборник трудов Годиной научной конференция – 2009 / ИИЕТ РАН. – М.: Анонс Медиа, 2009. – С. 622–624.

ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Бузякова Инна Валерьевна, канд. геогр. наук, доцент,
Салаватова Азалия Ильдаровна, студентка
Национальный исследовательский
Московский государственный строительный университет
E-mail: salavatova.azaliya@yandex.ru

В данной статье приведены основные результаты исследований по влиянию строительных материалов на здоровье человека. В частности, рассматриваются характеристики различных видов линолеума и их влияние на окружающую среду и здоровье человека.

Ключевые слова: строительные материалы, отделочные материалы, мармолеум, поливинилхлоридный, резиновый, алкидный линолеумы

EFFECTS OF BUILDING MATERIALS ON HUMAN HEALTH

Inna V. Buzyakova, Ph.D., Associate Professor,
Azaliya I. Salavatova, student
Moscow State University of Civil Engineering
National Research University
E-mail: salavatova.azaliya@yandex.ru

This article provides the main results of research on the effects on human health of building materials. In particular, the characteristics of different types of linoleum and their impact on the environment and human health are considered.

Keywords: building materials, finishing materials, marmoleum, polyvinyl chloride, rubber, alkyd linoleums

По экологичности материалы классифицируют на экологичные и неэкологичные. Экологически безопасные стройматериалы – материалы, в процессе изготовления и эксплуатации которых не страдает окружающая среда. Они в свою очередь делятся на абсолютно и условно экологичные. Абсолютно экологичные материалы преподносит природа. Например, дерево, камень, натуральный клей. Недостаток этих материалов в том, что они не всегда отвечают техническим требованиям, а именно они недостаточно огнеупорны, тяжелы в транспортировке. Из-за этого в настоящее время в строительной отрасли часто применяются условно экологичные материалы, которые тоже изготавливаются из природных ресурсов, но имеют более высокие технические показатели. Кирпич, плитка, кровельная черепица – условно экологичные материалы. Неэкологичные или вредные стройматериалы – материалы, для производства которых используются синтетические материалы, негативно влияющие на окружающую среду. К недостаткам можно отнести то, что при производстве расходуется большое количество энергии, а также после эксплуатации неэкологичные материалы выбрасываются на свалки, где продолжают загрязнять воздух и почву.

Таблица

Характеристики строительных материалов

Характеристики	Мармолеум	Поливинилхлоридный линолеум	Резиновый линолеум	Алкидный линолеум
Токсичные вещества	–	Поливинилхлорид, пластифицирующие и стабилизирующие добавки	Резина, синтетический каучук	Толуол, ксилол
Вес, кг/м ²	2,3	1,7	4,1	2,1
Запах в первые дни	2	2	3	1
Состав	Джутовое полотно, воск, древесная мука, пигменты, масляна, смола хвойного дерева и наполнители	Поливинилхлорид (в качестве связующего), пластификаторов, наполнителей, стабилизаторов, пигментов и красителей, растворителей и некоторых технических добавок (катализаторов, порообразователей, антивспенивателей, антипиренов, антистатиков)	Первый слой – это синтетический каучук. Второй слой – это каучук с добавлением пигментов и наполнителей	Модифицированные алкидные смолы с добавлением неорганических или органических наполнителей
Технические характеристики	Низкая горючесть, практически не поддается воздействию химических средств. Не коптит в себе статику, бактерициден, гипоаллергенен, хрупок	Высокая эластичность материала. Усадка линолеума во время эксплуатации в помещениях с повышенной температурой	Материал не боится повышенной влажности. Высокая прочность и эластичность	Высокие показатели звукоизоляции, теплоизоляции и износостойчивости. Высокий уровень пожарной опасности. Покрытие плохо воспламеняется, но активно поддерживает горение, выделяя токсические вещества. Требуется четкого соблюдения технологии укладки
Тип	бытовой	бытовой	производственный	бытовой
Класс	23	23	42	23
Минимальная стоимость, руб./м ²	1 700	430	3 500	450
Срок службы	До 40 лет	До 15 лет	До 30 лет	До 40 лет
Минимальная температура	15	15	–30	10
Максимальная температура	26	27	90	27

Отделочные материалы классифицируются на материалы для наружной и внутренней отделки. К наружной отделке относится отделка фасада, кровли, которая выполняется из атмосферостойких, морозостойких и водонепроницаемых материалов. К внутренней отделке относится отделка полов, стен и потолков. Для пола чаще всего используют линолеум, но у него много различных разновидностей.

Практически все покрытия из поливинилхлорида способны обеспечить в помещении высочайший уровень гигиеничности. За такими полами очень легко ухаживать, потому что все виды такого линолеума имеют защитный верхний слой из полиуретана, с которого легко и просто смыть любое пятно и любой жир. Помимо этого, линолеум ПВХ не подвергается процессу гниения и имеет небольшую теплопроводность. Основную опасность таят пластификаторы и стабилизаторы, которые входят в состав клеевых прослоек. Они нужны для того, чтобы материал приобрел эластичность и прочность одновременно. Также они высвобождаются при истирании слоев и нагреве солнечными лучами или теплыми полами. В дешевых покрытиях производители часто используют низкокачественное сырье. Для того чтобы исключить риск приобретения некачественного продукта, следует спрашивать сертификаты о соответствии безопасности у продавца.

При нагревании ПВХ начинает выделять токсичные испарения, которые очень пагубно влияют на наше здоровье. Отравление этими парами приводит к головной боли, появлению мигрени, возможны появления аллергий, проблемы с печенью – в общем, все, что бывает при отравлениях. В зоне риска оказываются те комнаты, куда попадают прямые солнечные лучи, под действием которых напольное покрытие разогревается.

Не меньшую опасность могут представлять пигментные частицы. Заботящиеся о своем имидже компании используют только высококачественные красители. Случается, и так, что производители экономят на толщине защитного слоя, и он истирается уже через несколько лет, а дешевые пигменты попадают в воздух. Отдельное внимание стоит уделить типу синтетического линолеума. Очень часто покупатели выбирают в жилое помещение покрытие коммерческого или полукommerческого типа – это и является распространенной ошибкой. Состав таких покрытий несколько отличен, от бытового, для изготовления которого используется наименьшая концентрация потенциально опасных веществ. Еще вредность линолеума зависит от клеящего состава. Большинство клеев содержит огромный процент летучих соединений. Купить такой клей по незнанию может каждый, даже профессиональный укладчик. Удивительно то, что активная часть добавок, даже не являясь от природы токсичными, могут плохо реагировать с полиуретаном, способствуя разложению. Помимо ускоренного износа и утери свойств, линолеум начинает выделять химию. Опасность линолеум представляет, когда горит, поскольку происходит выделение токсичных хлорсодержащих газов, но при этом качественное покрытие воспламеняется очень плохо, а само по себе возгорание нельзя назвать рядовой ситуацией.

Главная проблема на сегодняшний день – это производство и утилизация линолеума. При изготовлении основную опасность представляют пластификаторы

и полимеры, испаряющие в воздух тяжелые пары. Из-за этого искусственное покрытие в Европе запрещено для сохранения экологии, а жечь старый материал официально запрещено. При горении он выделяет черные едкие дымы, опасные и для человека, и для окружающей среды. В естественных условиях полотно перерабатывается не одну сотню лет. Так и лежат на свалках километры старого линолеума и источают вредные вещества при разложении и солнечном нагреве. В России система переработки ПВХ отходов не налажена, поддержки от государства нет. Задача страны – создать полноценную систему управления мусором с целью сокращения количества вредных отходов на свалках, вернуть в оборот поливинилхлорид для повторного использования. Действительно проблема нашего государства, где использование линолеума не продумано до конца.

Список литературы

1. URL: <https://muratechnology.com/about/>.
2. ГОСТ Р 58898-2020 (ИСО 10874:2009). Покрытия напольные эластичные, текстильные и ламинированные.
3. ГОСТ 18108-80. Группа Ж16. Государственный стандарт союза ССР. Линолеум поливинилхлоридный на теплозвукоизолирующей подоснове Технические условия.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕРПОЛЯЦИОННОГО МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ШИРИНЫ РАСКРЫТИЯ ТРЕЩИН ПО ИЗОБРАЖЕНИЮ

Войнаровский Александр Евгеньевич, канд. тех. наук,
Назаров Роман Алексеевич, студент
Санкт-Петербургский государственный университет
E-mail: naranda1@yandex.ru

Данная работа демонстрирует суть интерполяционного метода измерения ширины раскрытия трещин на метрических изображениях, его реализацию с применением специальной шкалы с линиями известной толщины, что избавляет от необходимости проводить контрольные измерения на объекте, а также апробацию метода. Рассмотренный в статье метод может стать неплохим инструментом решения указанных выше задач при обследовании зданий и сооружений.

Ключевые слова: фотограмметрия, инженерная геодезия, ширина раскрытия трещин, интерполяция, обследование зданий

A STUDY OF THE INTERPOLATION METHOD FOR MEASURING CRACK WIDTHS BY IMAGE

Aleksandr E. Wojnarowski, Ph.D.,
Roman A. Nazarov, student
Saint-Petersburg State University
E-mail: naranda1@yandex.ru

This paper demonstrates the essence of the interpolation method of crack opening width measurement on metric images, its implementation using a special scale with lines of known thickness, which eliminates the need for control measurements at the site, as well as testing the method. The method considered in the article may be a good tool for solving the above tasks in the inspection of buildings and structures.

Keywords: photogrammetry, engineering geodesy, crack width, interpolation, building survey

Введение. В ходе эксплуатации здания и сооружения подвергаются влиянию различных факторов, что сказывается на прочности их стен, несущих конструкций и других структурных элементов – в них появляются трещины. Задача их детектирования и классификации – одна из важнейших для принятия дальнейших решений о мерах по обеспечению безопасности дальнейшей эксплуатации. Трещины в зданиях разделяют на три вида:

- 1) трещины неопасные, ухудшающие только качество лицевой поверхности;
- 2) опасные трещины, вызывающие значительное ослабление сечений, развитие которых продолжается с неослабевающей интенсивностью;
- 3) трещины промежуточной группы, которые ухудшают эксплуатационные свойства, снижают надежность и долговечность конструкций, однако еще не способствуют полному их разрушению [1].

При классификации трещин немаловажным фактором является ширина их раскрытия – её определяют при обследовании сооружения. В настоящее время специалисты до сих пор используют проверенные методы и измеряют

ширину раскрытия при помощи шкал. Однако существенным недостатком таких определений является невозможность дистанционного измерения, а также длительная работа на объекте.

Современные методы фотограмметрии могут стать решением задачи быстрого и дистанционного измерения ширины раскрытия трещин. Применение фотограмметрического подхода к мониторингу трещин в последние годы встречается всё в большем количестве исследований и разработок. Описана возможность определения ширины раскрытия трещин в лабораторных условиях при испытаниях конструкций на нагрузки [2]. Также существуют разработки систем мониторинга трещин, однако большинство из них позволяет следить за динамикой развития трещины, без определения ширины её раскрытия [3, 4].

Сочетание методов обработки изображений и цифровой фотограмметрии открывает возможность эффективно решить поставленную задачу, и обеспечить высокий уровень автоматизации работ.

Трещины на снимках, по отношению к фону, изображаются более тёмными пикселями, однако их яркость для разных трещин на одном и том же снимке может отличаться. Опыт работ показывает, что существует зависимость между интенсивностью пикселей, отражающих трещину, и шириной её раскрытия. Вычислив эту зависимость по контрольным измерениям для конкретного изображения, мы сможем получать ширину раскрытия трещины по интенсивностям пикселей путём интерполяции.

Конкретизируем изложенное выше: за счет контрольных измерений ширины раскрытия трещин на некоторых участках можно определить этот параметр и на других участках, используя процесс интерполяции по яркостям пикселей.

Данное исследование направлено на создание, реализацию и проверку способа измерения ширины раскрытия трещин, основанного на интерполяции.

Материалы и методы исследования

1. Идея метода. Перед изложением сути метода необходимо обозначить следующие положения:

1. При применении рассматриваемого метода работа ведётся с изображением в градациях серого с инвертированными интенсивностями пикселей.

2. Изображения, к которым применим данный метод, должны обладать метрическими свойствами. Это может быть как трансформированное изображение, где учтено влияние перспективы, так и ортофотоплан, где исправлены искажения ещё и за рельеф. Одиночный снимок, выполненный перпендикулярно плоскости стены, также может обладать указанными свойствами.

3. В качестве еще одной подготовительной операции перед проведением измерений необходимо выполнить выделение трещин. Такая процедура необходима для устранения влияния фона на результаты измерений. В данной работе для этой цели используется алгоритм, основанный на фильтре Габора. При применении такого фильтра на изображении выделяются линии определенной направленности. Соответственно, при применении к исходному изображению серии фильтров Габора с разной ориентировкой, бинаризацией каждого из полученных результатов и последующим их сложением, результатом станет черно-белое изображение, где белыми областями станут линии (в том числе трещины), а черными

областями – фон. При этом результаты выделения трещин фильтром Габора используются в качестве маски, накладываемой на исходное инвертированное изображение, за счет чего дальнейшие вычисления будут проводиться по пикселям в градациях серого, но с исключением фоновых пикселей (рис. 1).

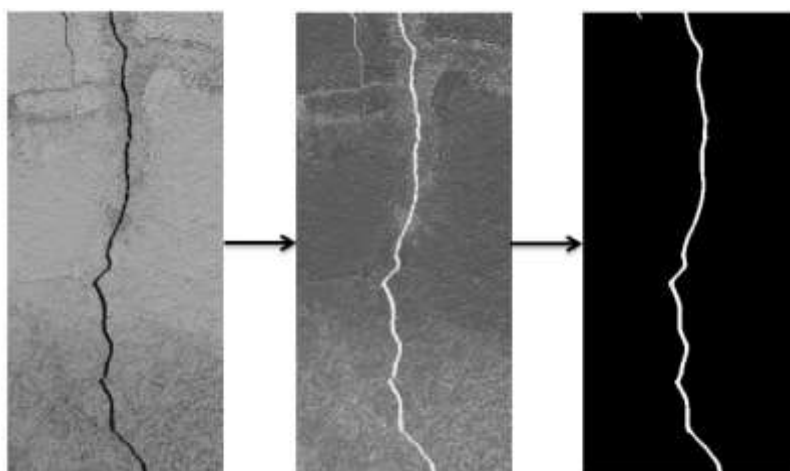


Рис. 1. Применение алгоритма выделения трещин: слева – исходное изображение, по центру – инвертированное изображение, справа – результат выделения трещин при помощи фильтра Габора

Как уже было обозначено выше, исследуемый метод, основанный на интерполяции по яркостям пикселей, требует контрольных измерений на объекте. В начале работы было проведено исследование возможности применения такого метода. С дальнего расстояния перпендикулярно стене был выполнен снимок трещины с пространственным разрешением около 0.8 мм на пиксель. Ширина раскрытия исследуемой трещины на нескольких участках была заранее измерена. Семь из измеренных участков были использованы для определения зависимости между яркостями (интенсивностями) пикселей и шириной раскрытия, другие пять были использованы для оценки точности метода. На рисунке 2 представлен фрагмент снимка трещины.

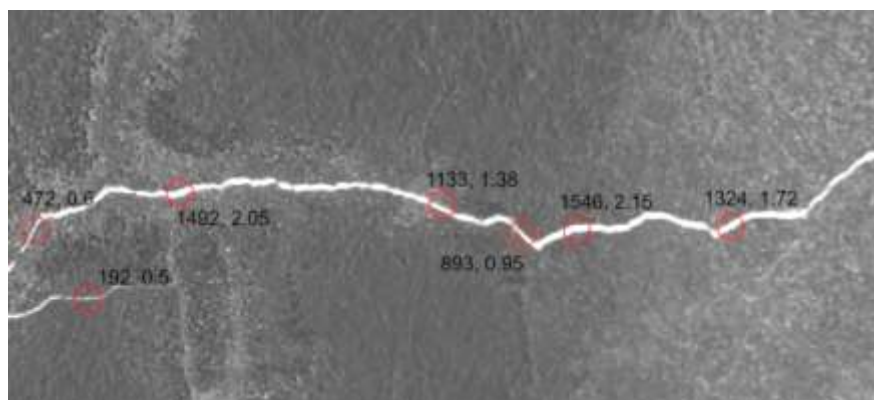


Рис. 2. Трещина с нанесенными контрольными участками: первое число – сумма яркостей пикселей по линии перпендикулярной направлению трещины, второе – ширина раскрытия, в мм

По результатам контрольных измерений формируется функция зависимости ширины раскрытия трещины от суммы интенсивности пикселей. Исследо-

вания показали, что для трещин шириной меньше пространственного разрешения зависимость отличается от линейной. Однако в ином случае, когда ширина раскрытия трещин больше пространственного разрешения изображения, зависимость близка к линейной функции. На рисунке 3 представлен график получившейся зависимости, где прослеживается обозначенная особенность – после превышения ширины раскрытия в 0,8 мм (значение пространственного разрешения данного изображения) функция приобретает линейный вид.

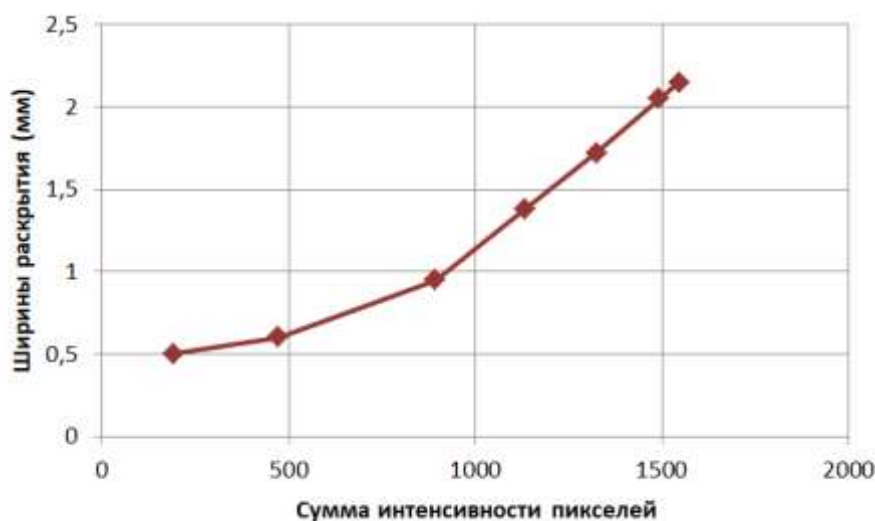


Рис. 3. График зависимости ширины раскрытия трещины от интенсивности пикселей

После выявления зависимости был осуществлен расчет ширины раскрытия других участков путем интерполяции по сумме интенсивностей пикселей, которыми эти участки изображены на снимке. По заранее выполненным в этих же участках измерениям можно было оценить точность. В данном исследовании метод показал неплохую точность в 0.1 мм.

Таким образом, расчет ширины раскрытия трещины осуществляется по формулам 1 и 2:

$$r = \frac{\Sigma(255-I)}{d}, \quad (1)$$

где r – сумма интенсивностей пикселей поперёк трещины;

I – интенсивность пикселя исходного изображения трещины в градациях серого (от 0 до 255);

d – длина участка трещины в пикселях (рис. 4). Определение суммы интенсивностей пикселей трещины на участке некоторой протяженности позволяет статистически более точно привести полученную сумму интенсивностей к полосе поперёк ширины её раскрытия.

$$w = w_2 + \frac{w_1 - w_2}{r_1 - r_2} \cdot (r - r_2), \quad (2)$$

где w – определяемая ширина раскрытия трещины;

w_1, w_2 – известные значения ширины раскрытия некоторых участков (контрольные измерения);

r – сумма интенсивностей пикселей поперёк трещины с определяемой шириной раскрытия (формула 1);

r_1, r_2 – суммы интенсивностей пикселей поперёк трещин с известной шириной раскрытия.

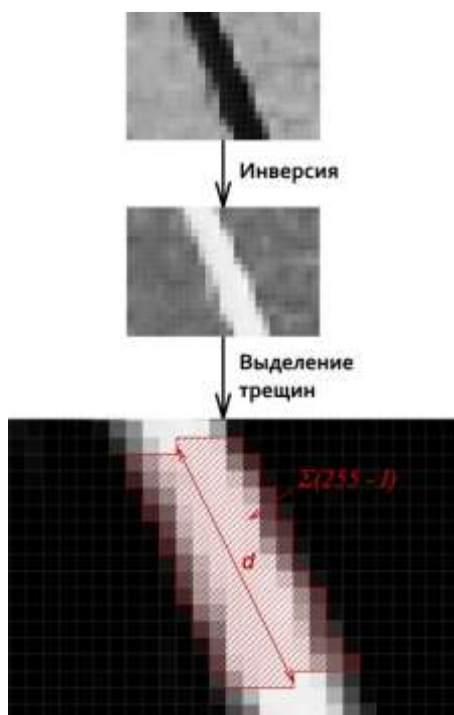


Рис. 4. Схема алгоритма расчета суммы интенсивностей пикселей участка трещины

Формула линейной интерполяции 2 позволяет по двум контрольным измерениям определить искомую ширину раскрытия трещин. Для этого необходимо знать суммы интенсивностей трех участков (двух контрольных и одного определяемого), а также ширину раскрытия двух контрольных участков. При наличии более двух контрольных измерений целесообразно использовать в формуле наиболее близкие по сумме интенсивностей пикселей значения к определяемой ширине и такие, чтобы выполнялось неравенство: $r_1 < r < r_2$.

2. Реализация метода. Выполнение контрольных измерений на объекте может значительно затруднить процесс использования такого метода на практике. Однако благодаря тому факту, что трещины на изображении вне зависимости от фона имеют цвет близкий к чёрному, был реализован иной подход. Он заключается в закреплении на объекте специальной шкалы с нанесенными на ней чёрными линиями различной толщины. Изображение, по которому ведутся измерения, должно содержать данную шкалу вместе с необходимыми для определения трещинами. Поскольку толщина линий шкалы заранее известна, и линии на изображении схожи с трещинами, то в качестве контрольных измерений можно выбрать их.

В связи с вышеизложенным, была разработана шкала (рис. 5), которая представляет собой линии одинаковой длины, но разной толщины: 0,1, 0,5, 1,0, 1,5, 2,0, 3,0, 4,0 и 5,0 мм. По углам располагаются Агисо-марки, которые предназначены для автоматического определения области шкалы на изображении.

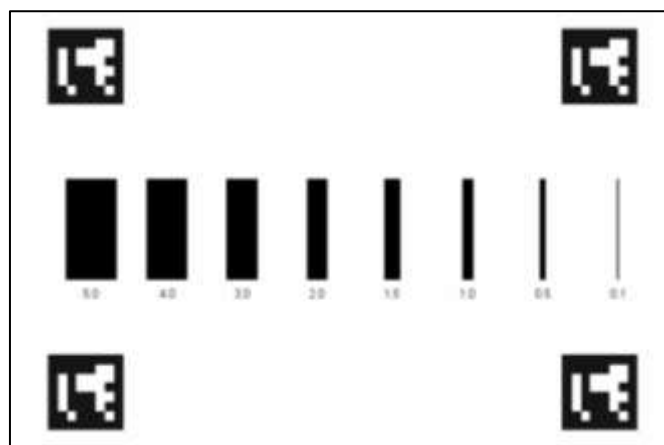


Рис. 5. Шкала толщин линий

Данная шкала печатается на прозрачной плёнке и закрепляется на объекте перед выполнением съемки. Прозрачная плёнка используется для того, чтобы сделать линии максимально схожими с трещинами на фотоизображении.

Для упрощения дальнейших исследований был разработан программный алгоритм на языке Python с использованием библиотек NumPy и OpenCV. Разработанное решение производит всю технологическую цепочку, описанную выше: выделение трещин фильтром Габора, выполнение измерений (в том числе контрольных), а также экспорт полученных значений ширины раскрытия трещин в формат *.dxf. Отличительной особенностью реализованного алгоритма является наложение результата выделения трещин фильтром Габора на исходное изображение в красном канале – таким образом пользователю удобно контролировать процесс автоматического выделения трещин и проводить дальнейшие измерения (рис. 6).

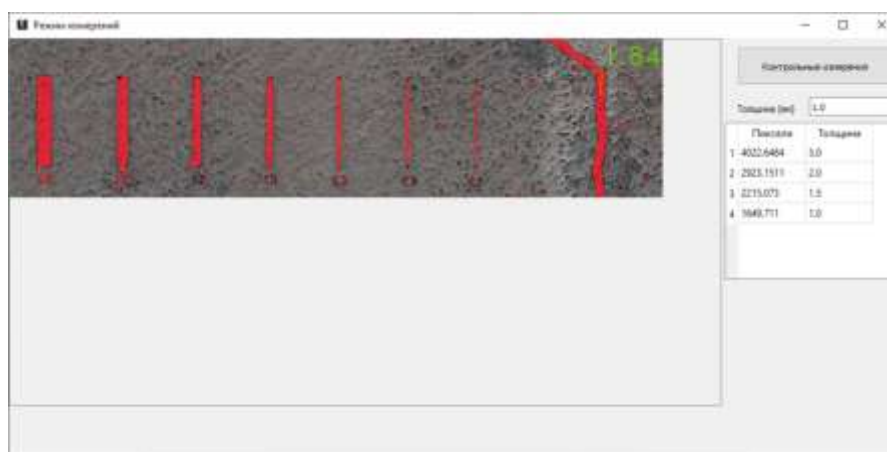


Рис. 6. Результат определения ширины раскрытия трещины в программе

3. Апробация метода. Проверка работы метода была выполнена отдельно для изображения небольшого участка трещины и целого фасада здания. Отличие в исследовании данных объектов заключается в различии пространственного разрешения метрических изображений, которые практически можно для них получить, – в случае съемки целого фасада на пиксель будет приходиться гораздо большее число миллиметров, что очевидно будет влиять на точность определения ширины трещин.

В первом случае, для проверки работы метода был выбран участок трещины на фасаде здания, расположенного по адресу: г. Санкт-Петербург, Морская набережная, д. 17Г. Данный участок был сфотографирован перпендикулярно стене и, таким образом, был получен тестовый снимок с разрешением 0,5 мм/пиксель? (Надо указать какое было разрешение, рис. 7.) Также была проведена более подробная съемка этого участка трещины, в результате чего было получено контрольное изображение с разрешением 0,025 мм/пиксель, по которому измерения выполнялись вручную при помощи инструментов программного обеспечения. За счет высокого разрешения полученного контрольного изображения ручные измерения на нем обладали заведомо более высокой точностью, чем у исследуемого метода на тестовом снимке, и при оценке точности принимались как эталонные.



Рис. 7. Тестовый снимок участка трещины с закрепленной шкалой

В результате обработки рассматриваемым методом, ход которой описан выше, было проведено измерение ширины раскрытия трещины на 10 различных участках, после чего было выполнено сравнение полученных значений с эталонными значениями. Результаты приведены в таблице.

Таблица

Сравнение ширины раскрытия трещин на различных участках по исследуемому методу с эталонными значениями

Эталонные значения, мм	Измерение с использованием интерполяционного метода, мм	Ошибка, мм
1,16	1,17	–0,01
1,60	1,62	–0,02
1,61	1,73	–0,12
1,42	1,36	0,06
1,38	1,36	0,02
1,51	1,47	0,04
2,06	2,21	–0,15
2,08	2,17	–0,09
2,06	2,10	–0,04
1,94	2,08	–0,14

В результате анализа было выявлено, что СКО определений ширины раскрытия по шкале составила 0,07 мм, при этом максимальная ошибка не превышает 0,15 мм.

Для проверки работы метода по изображению фасада была проведена стереофотограмметрическая съемка здания, находящегося по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Тюшина, д. 16. На строении было обнаружено достаточное количество трещин. В результате стереофотограмметрической обработки снимков был создан ортофотоплан с разрешением 1.32 мм/пиксель. При этом время работы на объекте составило не более 10 минут, которые ушли на закрепление шкалы на стене и на проведение съемки.



Рис. 8. Ортофотоплан фасада здания

В результате проведенной обработки была вычислена ширина раскрытия многих участков трещин. Также, аналогично проверке метода на участке трещины, были выполнены более подробные съемки некоторых фрагментов фасада для получения эталонных значений ширины раскрытия трещин.

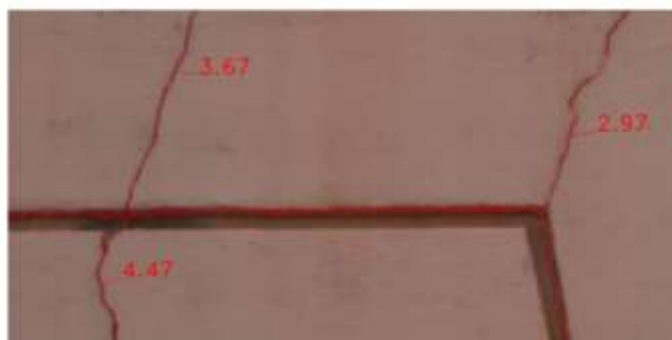


Рис. 9. Вычисленные значения ширины раскрытия трещин на ортофотоплане (фрагмент)

Проведенный анализ показал, что точность определений ширины раскрытия трещин по данному изображению составила 0,3 мм. Точность превышает

пространственное разрешение более чем в 4 раза, что, по нашему мнению, является неплохим результатом.

Результаты исследования. В результате анализа апробации можно сделать вывод о том, что исследуемый метод определения ширины раскрытия трещин показал неплохую точность, достаточную для обследования большинства зданий и сооружений.

Как показали исследования, точность определения ширины трещины данным методом в среднем составляет, примерно $1/5$ от величины разрешения съемки, и при использовании ортофотопланов с достаточным разрешением может стать хорошим инструментом для составления схем дефектных ведомостей при обследовании зданий и сооружений.

Основным преимуществом рассматриваемого метода является малое время, проводимое на объекте. Также к достоинствам можно отнести значительно меньшую контактность измерений – фактически, необходимо лишь закрепить шкалу на объекте съемки, после чего ширину раскрытия трещин можно получать без прямого контакта с ними, в отличие от классических методов.

Также в настоящее время ведётся разработка метода, основанного на применении шкалы, программно наложенной на изображение. Такой способ измерений может полностью исключить необходимость закрепления на объекте физической шкалы.

Выводы. Тенденции развития многих технических отраслей заключаются в автоматизации и бесконтактности многих процессов. В сфере обследования зданий и сооружений уже ведутся разработки по автоматическому выделению трещин и составлению схем дефектных ведомостей.

В данном исследовании была продемонстрирована технология применения метода измерения ширины раскрытия трещин с использованием метрических изображений и интерполяции. Был предложен вариант замены выполнения контрольных измерений на объекте посредством применения шкалы с линиями известной толщины. Рассматриваемый метод в ходе апробации на реальных объектах продемонстрировал неплохую точность, благодаря которой технология может быть применена для решения практических задач в сфере обследования зданий. В совокупности с методом выделения трещин фильтром Габора данный способ может стать инструментом, решающим базовые задачи специалистов в данной области.

Дальнейшие исследования в данной области будут посвящены применению интерполяционного метода по программно наложенной на изображение шкале.

Список литературы

1. Пособие по обследованию строительных конструкций зданий / АО «ЦНИИ-ПРОМЗДАНИЙ». – М., 2004.
2. Liebold F., Maas H.G. Strategy for Crack Width Measurement of Multiple Crack Patterns in Civil Engineering Material Testing Using a Monocular Image Sequence Analysis // PFG 88. – 2020. – P. 219–238.

3. Artemeva O.V., Wojnarowski A.E., Leonteva A.B., Tyurin S.V., Tikhonov S.G. Photogrammetric technology for remote high-precision 3D monitoring of cracks and deformation joints of buildings and constructions // Int. Arch. Photogramm. Remote Sens. Spatial Inf. Sci. – XLII-5/W2. – P. 95–101
4. Hampel U., Maas H.G. Application of digital photogrammetry for measuring deformation and cracks during load tests in civil engineering material testing // Proceedings of optical 3-D measurement techniques VI. A. Grün. – 2003. – Vol. 2. – P. 80–88.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИЛЬТРА ГАБОРА И МЕТОДОВ ФОТОГРАММЕТРИИ ДЛЯ КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ТРЕЩИН

Назаров Роман Алексеевич, студент,
Войнаровский Александр Евгеньевич, канд. тех. наук
Санкт-Петербургский государственный университет
E-mail: naranda1@yandex.ru

Данная статья демонстрирует разработку метода выделения трещин посредством применения одного из алгоритмов компьютерного зрения – фильтра Габора. Рассмотрен теоретический аппарат фильтра, влияние параметров на конечный результат, описана предварительная обработка изображений, а также проведена апробация сформированного метода на реальном объекте. Описанный в статье метод в дальнейшем может стать основой для программного обеспечения, автоматизирующего процесс детектирования трещин на ортофотопланах и других изображениях.

Ключевые слова: фотограмметрия, мониторинг трещин, компьютерное зрение, фильтр Габора

APPLICATION OF THE GABOR FILTER AND PHOTOGRAMMETRY TECHNIQUES FOR CRACK MAPPING

Roman A. Nazarov, student,
Aleksandr E. Wojnarowski, Ph.D.
Saint-Petersburg State University
E-mail: naranda1@yandex.ru

This article demonstrates the development of a crack extraction method by applying one of the computer vision algorithms, the Gabor filter. The theoretical apparatus of the filter, influence of parameters on the final result is considered, pre-processing of images is described and the generated method is tested on a real object. The method described in the article can further become the basis for software that automates the process of crack detection on orthophotomaps and other images.

Keywords: photogrammetry, crack monitoring, computer vision, Gabor filter

Введение. В последние годы существует тенденция внедрения методов фотограмметрии в решение задач в различных сферах деятельности. Одной из таких является инженерная геодезия, важной задачей которой является наблюдение за деформациями зданий и сооружений. Несвоевременный мониторинг может повлечь за собой необратимые изменения целостности здания, вплоть до его разрушения. Посредством качественного своевременного обследования и мониторинга объектов в ходе их эксплуатации специалисты принимают необходимые меры по безопасности [1].

Деформации сооружений могут выражаться наличием на них трещин. Задача их выделения – одна из важнейших в сфере обследования. Помимо этого, специалистам необходимо провести классификацию обнаруженных трещин по степени опасности, что невозможно без определения точного положения на объекте. В настоящее время методы выделения трещин основаны на классических методах, которые требуют длительной работы на объекте, поскольку

каждую трещину специалист измеряет вручную. Это, в свою очередь, влечёт за собой возможные ошибки, связанные с человеческим фактором.

Актуальность решения обозначенных проблем методами фотограмметрии и компьютерного зрения обусловлена рядом факторов. Во-первых, высокий уровень точности фотограмметрического решения, позволяющий получать ортофотопланы фасадов зданий с разрешением в несколько миллиметров на пиксель и выше. Во-вторых, разработанность алгоритмов выделения контуров на изображении. Широкий спектр возможностей автоматизации позволяет создать технологию, результатом которой станут детектированные трещины, нанесенные на ортофотоплан фасада здания. И, наконец, применение фотограмметрической обработки цифровых изображений позволяет использовать непрофессиональные камеры, что значительно удешевляет решение без ущерба качеству.

Как уже было обозначено, методы фотограмметрии и компьютерного зрения позволяют получать качественные результаты выделения линий на метрических изображениях. Трещины на снимках можно считать линейными объектами, исходя из чего, алгоритмы определения контуров работают и для трещин. Большое количество исследований направлено на получение положения трещин с использованием специального оборудования – ультразвуковых установок или камер, работающих в инфракрасном диапазоне [2, 3]. Однако методы с использованием дорогостоящего оборудования, как правило, редко применяются для решения практических задач. Данное исследование затрагивает разработку алгоритма, использующего цифровые снимки в видимом диапазоне, которые можно получить при помощи любительских цифровых камер. Среди алгоритмов выделения контуров наиболее известным и применяемым является метод Канни [4]. Для задачи выделения трещин он был применён Б. Шаном [5]. Суть метода заключается в вычислении градиента участка предварительно сглаженного изображения, что в свою очередь приводит к выделению трещины двойной линией – по одной на каждую из её границ. Это может привести к не совсем корректным результатам.

Схожим по результату с методом Канни является фильтр Габора, который, однако, не обладает особенностью выделения трещин двойной линией. Именно его применение и будет рассмотрено в данном исследовании.

Материалы и методы исследования

1. Фильтр Габора. Фильтр Габора был выбран в качестве основного метода выделения трещин на изображении. Его математический аппарат представляет собой произведение гармонической функции и гауссиана:

$$g(x, y, \lambda, \theta, \psi, \sigma, \gamma) = \exp\left(-\frac{x'^2 + \gamma^2 y'^2}{2\sigma^2}\right) \cos\left(2\pi \frac{x'}{\lambda} + \psi\right),$$

где $x' = x \cos \theta + y \sin \theta$;

$y' = -x \sin \theta + y \cos \theta$;

λ – длина волны;

σ – стандартное отклонение функции Гаусса;

ψ – сдвиг фаз;

γ – коэффициент сжатия, характеризующий эллиптичность фильтра;

θ – ориентировка фильтра [6].

Фильтр откликается на определённую пространственную частоту сигнала. Иными словами, при его применении происходит размытие контуров, имеющих определённое направление (рис. 1).



Рис. 10. Применение фильтра Габора: слева – исходное изображение, справа – обработанное

Графически фильтр представляет собой пару эллипсов (рис. 2).

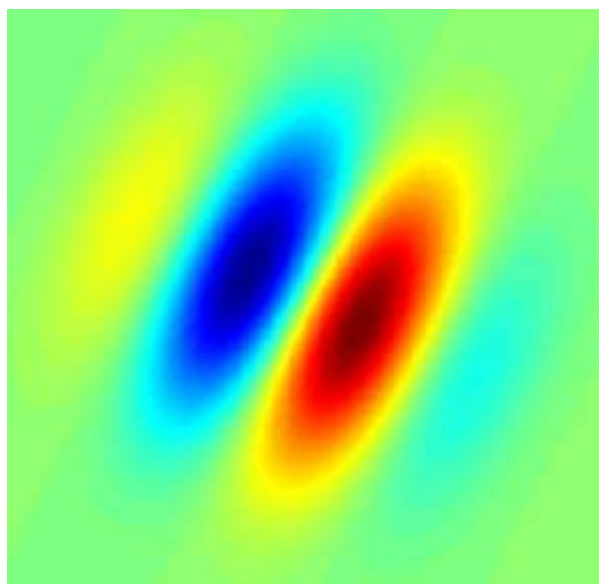


Рис. 2. Графическое представление фильтра Габора

Рассмотрим влияние параметров на работу фильтра. Длина волны синусоидальной части фильтра λ позволяет детектировать линии различной толщины: чем меньше значение, тем более тонкие линии будут детектированы. При этом на широкие линии фильтр будет реагировать дважды, за счёт чего они будут выделены двумя линиями. В практическом применении данный параметр необходимо изменять в зависимости от пространственного разрешения обрабатываемого изображения.

Параметр θ отвечает за ориентировку фильтра. Изменение данного параметра приведёт к выделению контуров иной направленности. К примеру, при $\theta = 0^\circ$ на изображении будут размыты горизонтальные линии.

Значением параметра γ изменяется соотношение осей эллипсов, исходя из чего, он может принимать значения от 0 до 1. При меньшем значении эллипсы более вытянуты, что приводит к аналогичному выделению контуров. В практическом применении данный параметр может помочь при сильном отклике на шум.

Стандартное отклонение функции Гаусса σ изменяется в диапазоне от 0 до 1, его значение влияет на чувствительность детектирования контуров. При значении близком к нулю фильтром будут выделены действительные мелкие линии и значительное количество ложных контуров, возникающих, например, из-за цифрового шума изображения. Вместе с длиной волны эти параметры являются важнейшими при выделении трещин. Их изменением можно добиться оптимального результата выделения трещин. Проведенные исследования говорят о важности их соотношения. Близким к оптимальному является отношение $\frac{\sigma}{\lambda} = 0,5$ [7].

Фазовый сдвиг синусоидальной части фильтра ψ влияет на смещение эллипсов относительно центра.

Поскольку однократное применение фильтра с определёнными параметрами приводит лишь к выделению контуров одной направленности, то задача состоит в применении нескольких фильтров на исходное изображение. Для объединения всех полученных в ходе обработки изображений необходимо к каждому из них применить алгоритм бинаризации, что оправдано одним из свойств трещин на изображении – вне зависимости от фона их цвет близок к чёрному. Таким образом, решение задачи выделения трещин на изображении состоит в обработке изображения серией фильтров с последующей бинаризацией и их сложению. На рисунке 3 представлен результат работы описанного алгоритма.



Рис. 3. Применение серии фильтров с последующей бинаризацией и сложением: слева – исходное изображение, справа – обработанное

2. Предварительная обработка изображения. Получение наиболее полного и корректного выделения трещин зависит от исходного изображения. Было проведено исследование влияния пространственного разрешения на детектирование трещин, суть которого заключалась в следующем: смоделированные трещины с различной шириной раскрытия фотографировались на различном расстоянии. Исследование показало, что фильтр не выделяет тонкие трещины толщиной 0,1 мм при пространственном разрешении $>0,45$ мм/пиксель. При этом визуально линии такой толщины были различимы на изображении вплоть до пространственного разрешения 1,4 мм. Предварительная обработка изображения может способствовать улучшению детектирования контуров фильтром Габора.

Разработанный алгоритм предварительной обработки изображения состоит из нескольких этапов:

1. Глобальное увеличение контрастности. Чем больше линия будет выделена относительно фона, тем выше вероятность её детектирования фильтром Габора.

2. Локальное увеличение контрастности. Наиболее сильного разнесения необходимых линий и фона на гистограмме яркости изображения можно добиться путём его разбиения на блоки и растягивания гистограммы отдельно в каждом блоке.

3. Удаление фона. После проведенной обработки фон и необходимые для детектирования объекты разъединены, благодаря чему можно воспользоваться вычитанием фона изображения для выделения трещин.

4. Локальное увеличение контрастности. Удаление фона позволяет вновь применить выравнивание гистограммы для максимального выделения трещин.

Таким образом, разработанный алгоритм предварительной обработки изображения призван максимально увеличить контраст между фоном и необходимыми для детектирования объектами – трещинами. На рисунке 4 приведён результат предварительной обработки, а также результат работы рассматриваемого алгоритма.

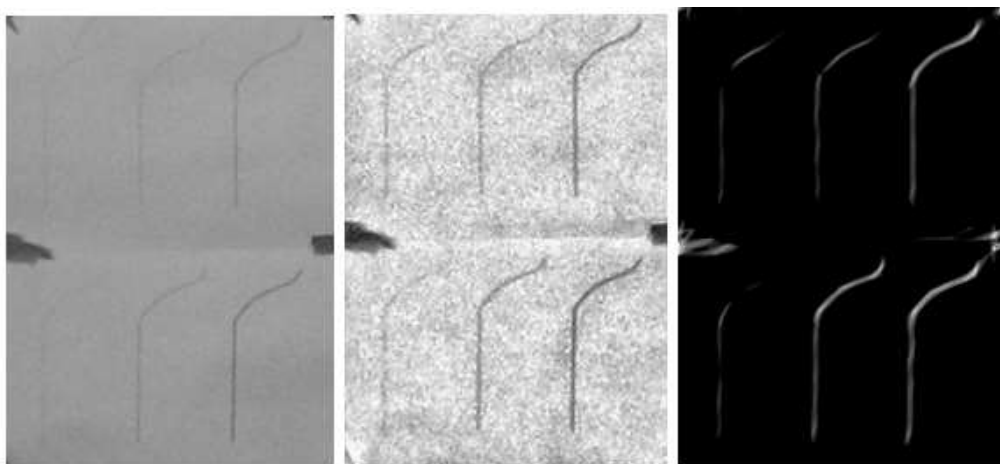


Рис. 4. Применение предварительной обработки изображения: слева – исходное изображение, по центру – изображение после предварительной обработки, справа – результат работы фильтра Габора

Предварительная обработка изображения позволила значительно улучшить автоматическое детектирование трещин фильтром Габора и довести его до уровня визуального выделения.

3. Проверка работы метода на ортофотоплане. В качестве исследуемого объекта было выбрано мраморное ограждение по адресу: г. Санкт-Петербург, ул. Куйбышева, 2–4. На данном сооружении было обнаружено большое количество трещин. В ходе работ на объекте было получено 40 снимков данного сооружения с использованием камеры Canon EOS 600D. Время выполнения всей съемки составило не больше 5 минут. Также были выполнены обмеры для масштабирования и ориентирования модели в пространстве. На рисунке 5 приведён полученный в результате фотограмметрической обработки ортофотоплан с разрешением 1 мм/пиксель.

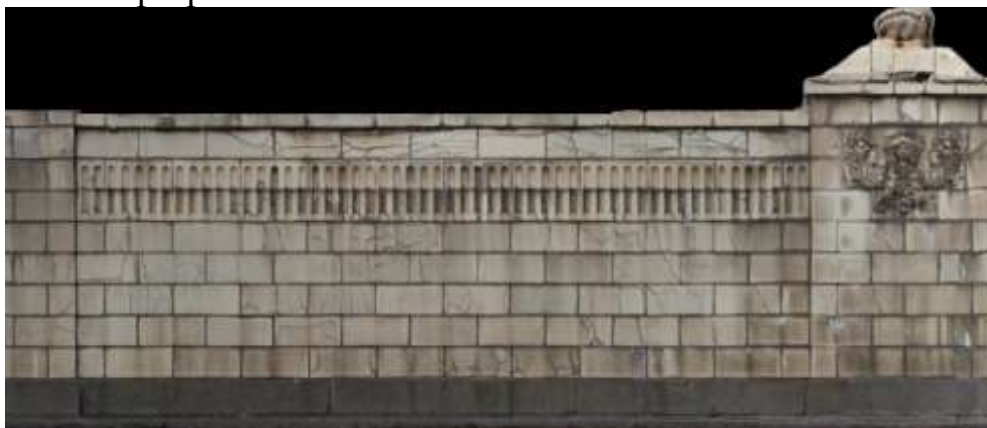


Рис. 5. Ортофотоплан объекта

Данный ортофотоплан был обработан фильтром Габора с предварительной обработкой изображения. Для оптимизации подбора настроек сначала был выделен небольшой фрагмент, в результате чего были выбраны следующие значения параметров: $\sigma = 3,4$, $\lambda = 8,0$, $\gamma = 0,7$. Фрагмент результата обработки представлен на рисунке 6:

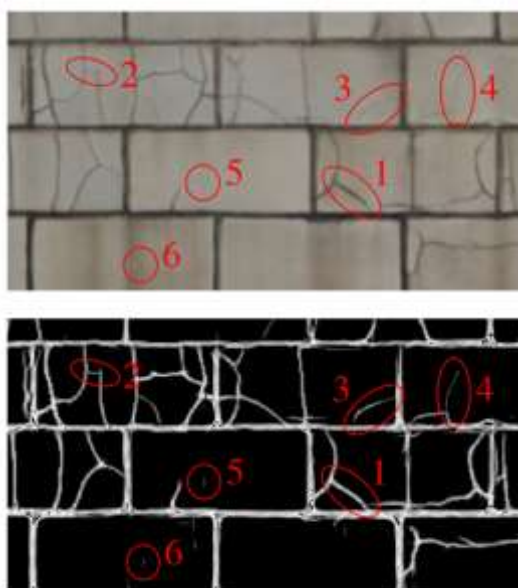


Рис. 6. Фрагмент результат обработки: сверху – исходный ортофотоплан, снизу – обработанное изображение

Как видно из рисунка 6, фильтр выделил трещины сооружения. При визуальном осмотре видно, что фильтр успешно выделил достаточно крупные трещины, аналогичные по толщине трещине под номером 1. Также алгоритм детектировал мелкие трещины, ширина которых не превышает на изображении 1 пикселя (на рисунке – под цифрами 2, 3 и 4). Кроме выделения необходимых объектов и границ между плитами, фильтр также выделил некоторые «шумы», представляющие собой или линии крайне малой длины, не являющиеся трещинами, или вовсе не линейные объекты (обозначенные цифрами 5 и 6). Данная проблема не может быть решена простой обработкой изображения сглаживающими фильтрами по причине возможной потери некоторых тонких трещин.

Для понимания качества выделения трещин, они также были выделены вручную по ортофотоплану. В результате сравнения автоматического и ручного детектирования не было найдено ни одной трещины, не выделенной алгоритмом. Также был оценен «шум», выделенный фильтром. Из анализа можно сделать вывод, что количество шума значительно меньше количества корректно выделенных трещин.

Результаты исследования. В результате анализа обработки ортофотоплана можно сделать вывод о том, что рассматриваемый алгоритм успешно справляется с задачей выделения трещин. Полученные результаты характеризуются высокой степенью достоверности, что было подтверждено сравнением с ручным выделением трещин. Контурные сооружения, выделяемые алгоритмом, не позволяют реализовать полностью автоматизированное решение, однако могут значительно упростить создание плана фасада. Немаловажным является и время, затраченное на работу непосредственно на объекте, – оно несоизмеримо мало в сравнении с процедурой обследования, проводимой специалистом классическими методами.

На основе вышеизложенного можно выделить следующие этапы работы при применении рассматриваемого алгоритма в задаче выделения трещин:

1. Выполнение съемки объекта. При получении снимков необходимо убедиться в их качестве путём настройки экспозиции. Также необходимо избегать нерезких изображений, поскольку от этого напрямую зависит качество и точность дальнейшего выделения трещин.

2. Измерения на объекте. Для того чтобы получить точное метрическое изображение, необходимо провести несколько измерений на объекте для масштабирования и ориентирования модели, получаемой в ходе фотограмметрической обработки.

3. Построение ортофотоплана объекта. При построении ортофотоплана рекомендуется использовать режим усреднения снимков для устранения влияния цифрового шума.

4. Предварительная обработка изображения.

5. Подбор параметров фильтра Габора. Для оптимизации данной процедуры рекомендуется использовать небольшой фрагмент ортофотоплана.

6. Выделение трещин и контуров на основе подобранных параметров фильтра.

Сформированный метод может стать основой программного обеспечения, автоматизирующего процесс выделения трещин для создания схем дефектных ведомостей. Этому способствует высокий уровень алгоритмизации каждой из описанных процедур, кроме подбора параметров фильтра.

Выводы. Методы автоматизации в последние годы активно развиваются за счёт совершенствования как технических средств, так и различных алгоритмов, которые требуют исследований и анализа для выявления их применимости при решении практических задач. Внедрение фотограмметрии и методов компьютерного зрения позволяет решать практические задачи более автоматизированными способами, что влечёт за собой возможность выполнения больших объемов работ в более краткие сроки.

В ходе работы было рассмотрено применение фильтра Габора для задачи детектирования трещин. Проведенные исследования показали, что использование фильтра не является эффективным способом выделения трещин, однако в совокупности с описанным алгоритмом предварительной обработки изображения фильтр достаточно успешно справляется с рассматриваемой задачей. Качество работы рассмотренного алгоритма продемонстрировано при проверке на реальных объектах.

Приведенный в данной работе метод не является универсальным средством решения задачи автоматизации выделения трещин для обследования зданий и сооружений, однако может стать одним из гибких инструментов для специалистов в данной области.

Список литературы

1. ГОСТ 31937-2011. Межгосударственный стандарт. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния. – М.: Стандартинформ, 2014.
2. Will S.M., Brooks Dan A. Lamb, Stuart J.C. Irvine IR reflectance imaging for crystalline Si solar cell crack detection // IEEE J. Photovolt. – 2015. – Vol. 5 (5). – P. 1271–1275.
3. Dhital D., Lee J.R. A fully non-contact ultrasonic propagation imaging system for closed surface crack evaluation // Exp. Mech. – 2012. – Vol. 52 (8). – P. 1111–1122.
4. Canny J. A computational approach to edge detection // IEEE Trans. Pattern Anal. Machine Intell. – June 1986. – Vol. PAMI-8. – P. 679–698.
5. Baohua Shan, Shijie Zheng, Jinping Ou. A stereovision-based crack width detection approach for concrete surface assessment // KSCE J. Civ. Eng. – 2016. – Vol 20 (2). – P. 803–812.
6. Fogel I., Sagi D., Gabor filters as texture discriminator // Biological Cybernetics. – 1989. – Vol. 61. – P. 103–113
7. Кугаевских А.В. Использование фильтра Габора и гиперболического тангенса в нейросети выделения краев // ГрафиКон – 2016 : сб. тр. 26 Междунар. науч. конф. (г. Нижний Новгород, 19–23 сент. 2016 г.). – Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016. – С. 388–391.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЭМ КАК ФАКТОРА ПРОМЫШЛЕННОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРИЛЕГАЮЩЕЙ ТЕРРИТОРИИ К ОБЪЕКТАМ ВОСТОЧНОГО УЧАСТКА ОРЕНБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Петрович Иван Леонидович, магистрант¹,
Гривко Елена Васильевна, канд. пед. наук, доцент²
¹Самарский государственный технический университет
²Оренбургский государственный университет,
ООО «Газпромнефть Оренбург»
E-mail: petrovich.056@mail.ru

В статье проведен анализ возможностей станции экологического мониторинга. Система позволяет отслеживать текущее состояние компонентов окружающей среды, сравнивать его с фоновыми значениями. Определено, что эффективным инструментом контроля качества окружающей природной среды является система производственного экологического мониторинга.

Ключевые слова: управление природопользованием, производственный мониторинг, станция экологического мониторинга, загазованность атмосферного воздуха, газоанализаторы

ANALYSIS OF EMS POSSIBILITIES AS A FACTOR OF INDUSTRIAL AND ENVIRONMENTAL SAFETY IN THE ADJACENT TERRITORY TO THE FACILITIES OF THE EASTERN SECTION OF THE ORENBURG OIL AND GAS CONDENSATE FIELD

Ivan L. Petrovich, master degree student¹,
Elena V. Grivko, Ph.D., Associate Professor²
¹Samara State Technical University
²Orenburg State University,
OOO Gazpromneft Orenburg Orenburg
E-mail: petrovich.056@mail.ru

The article analyzes the capabilities of the environmental monitoring station. The system allows you to track the current state of the environmental components, compare it with the background values. It has been determined that the system of industrial environmental monitoring is an effective tool for monitoring the quality of the natural environment.

Keywords: environmental management, industrial monitoring, environmental monitoring station, atmospheric air pollution, gas analyzers

Эффективное управление природопользованием является необходимым условием устойчивого развития нефтедобывающей отрасли в регионах. Экологический мониторинг является неотъемлемой частью системы управления состоянием окружающей среды на различных уровнях [2].

Задача непрерывного контроля концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе стоит как перед государственными, региональными и муниципальными природоохранными предприятиями, так и перед промышленными компаниями, которым решением контролирующих органов вменено обязательство по контролю воздуха на границе санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

В работе представлен анализ системы экологического локальной производственного мониторинга на базе автоматической станции мониторинга атмосферного воздуха.

В административном отношении проектируемые станции экологического мониторинга находятся по всему периметру ВУ ОНГКМ. В частности, в населенных пунктах (Светлогорка, Экспериментальный, 20-й Разъезд, Чистое, Экодолье, Бердянка, Марьино, Чкалов, Самородово, Казачий, Караванный, Береговой, Узловой, Паника, Пугачевский, Джеланды) Оренбургского района установлено по одной станции экологического мониторинга (СЭМ).

СЭМ представляют собой павильон размером 4,6×2,5×2,2 м, с мачтой, для размещения метеорологических датчиков и элементов подсистемы связи, размещенным внутри газоаналитическим комплексом, средствами системы жизнеобеспечения и системы сбора, обработки и вывода данных.

Система позволяет отслеживать текущее состояние компонентов окружающей среды, сравнивать его с фоновыми значениями. На основе собранных материалов на базе СЭМ производится оценка состояния загазованности атмосферного воздуха территории наблюдения и прогноз его изменения, что влияет на выбор соответствующих природоохранных мероприятий.

Основные технические характеристики [1, 3, 4].

Условия эксплуатации СЭМ

- 1) температура окружающей среды ± 45 °С;
- 2) высота снежного покрова до 54 см;
- 3) относительная влажность воздуха до 98 % (при 30 °С);
- 4) давление окружающего воздуха от 600 до 850 мм рт.ст.;
- 5) средняя скорость ветра 4,3 м/с, порывы ветра до 30 м/с.

Места размещения СЭМ:

- 1) СЭМ располагается на открытой площадке рядом с населенными пунктами;
- 2) расположенными в непосредственной близости от нефтяного месторождения, имеющего повышенное содержание сероводорода (6 %).

Состав СЭМ. В состав СЭМ входят:

- 1) павильон с системами жизнеобеспечения и электроснабжения;
- 2) газоаналитический комплекс;
- 3) метеорологический комплекс;
- 4) метрологический комплекс.

Все оборудование станции оснащается автоматическим контроллером данных, компьютерами и специальным программным обеспечением, позволяющим исключить ручные расчеты.

Дополнительное оснащение системы:

- автоматические пылемеры;

- автоматические газовые хроматографы;
- автоматические и автоматизированные аспираторы для отбора проб воздуха для анализа особых загрязнителей.

Управление газоанализаторами при проведении сервисных работ ведется через удобное меню на русском языке с большого сенсорного экрана;

- показания выводятся как в ppm, так и в мг/м³;
- оперативная память прибора хранит историю измерений и калибровок;
- автоматическая компенсация давления обеспечивает точные результаты вне зависимости от погоды в месте проведения анализа.

В газоанализаторах АРМА-370 (CO), АРНА-370 (NO, NO₂, NO_x, NH₃), АРНА-370 (ТНС, CH₄, NMHC), АРОА-370 (O₃) используется технология перекрестной модуляции газовых потоков. Её суть состоит в попеременной подаче в измерительную кювету анализируемого газа (пробы атмосферного воздуха) и газа сравнения – атмосферного воздуха, селективно очищенного от определяемого компонента. Очистка достигается пропусканием через скруббер (оксиды азота), каталитическим разложением (O₃) или сжиганием (CO, CH₄, ТНС). При попеременном измерении сигнал газовой матрицы (селективно очищенный воздух) вычитается из суммарного сигнала анализа и матрицы (воздух) за счет чего достигается абсолютная стабильность нулевой линии,

Посты контроля атмосферного воздуха соответствуют по перечню измеряемых компонентов, условиям проведения анализов, диапазонам и точности измерения требованиям всех нормативных документов, а именно:

- РД 52.04.186-89. Руководство по контролю загрязнения атмосферы;
- ГОСТ 17.2.6.02-86. Охрана природы. Атмосфера. Газоанализаторы автоматические для контроля загрязнения атмосферы. Общие технические требования;
- ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населенных пунктов;
- ведомственным инструкциям Росгидромета и др. [5].

Все оборудование в составе сертифицированной СЛАВ внесено в Госреестр и разрешено к применению на территории России.

Станция экологического мониторинга предназначена для:

- круглосуточного автоматического измерения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при помощи газоаналитического комплекса;
- автоматической регистрации метеорологических параметров (температура, влажность воздуха, атмосферное давление, скорость и направление ветра) при помощи метеорологического комплекса.
- обработки и хранения зарегистрированных данных;
- передачи информации с помощью системы связи в режиме реального времени в диспетчерский пункт службы мониторинга газовоздушной среды

Аналогичными СЭМ осуществляется контроль атмосферного воздуха ООО «Газпром добыча Оренбург» в населенных пунктах: Ивановка, Карачи, Пруды, Дедуровка, Краснохолм, 9 Января.

ООО «Газпромнефть-Оренбург», являясь многопрофильным предприятием, осуществляющим деятельность по добыче и транспортировке углеводородов, понимает потенциальную опасность возможного негативного воздействия на окружающую среду и человека нефти и газа, объявляет обеспечение сохранения жизни и здоровья людей, охраны окружающей среды важнейшими из корпоративных ценностей. Основным принципом является максимально рациональное использование природных ресурсов и сохранение благоприятной окружающей среды для будущих поколений.

ООО «Газпромнефть-Оренбург», как ответственный собственник, планирует создать Систему экологического мониторинга Восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения, которая представляет собой единый аппаратно-программный комплекс, состоящий из стационарных станций экологического мониторинга (СЭМ), передвижных экологических лабораторий, сети датчиков контроля загазованности, аэрологического поста, технических средств оповещения. Система создаётся с целью эффективного обеспечения безопасности жизни и деятельности населения вокруг Восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения (ВУ ОНГКМ).

В результате проведенных работ было выявлено, что газоконденсатные месторождения являются источником концентрированного и комплексного воздействия на ландшафтные компоненты.

Наибольшую опасность нарушения окружающей природной среды для всех объектов газоконденсатной инфраструктуры представляют аварийные ситуации на внутрипромысловых шлейфах, скважинах, установках комплексной подготовки газа. Вместе с тем, очевидно, что потенциальная опасность объектов нефтегазового комплекса зависит и от частоты встречаемости самих объектов в технологической сети.

Объекты обустройства Восточного участка ОНГКМ являются потенциально экологически опасными. Поэтому, при их проектировании природоохранные мероприятия должны занимать ведущее место.

Проведенный анализ по определению возможностей СЭМ на территории, прилегающей к объектам Восточного участка ОНГКМ, позволяет сделать следующие выводы:

1. Выделение и картографирование ПЭБ является эффективным способом пространственного отображения взаимодействия природных и техногенных компонентов ландшафта.

2. Выделенная на территории Восточного участка ОНГКМ системы ПЭБ позволила экологически безопасно и технически рационально обосновать схему размещения объектов производственно-хозяйственной инфраструктуры.

3. Разработанная на основе ПЭБ система управления состоянием окружающей среды обеспечивает экологическую безопасность эксплуатации основных объектов месторождения.

4. Эффективным инструментом контроля качества окружающей природной среды является система производственного экологического мониторинга.

Таким образом, можно сделать вывод, что одним из путей проведения статистической экологической оценки является обеспечение промышленной экологической безопасности на территории газоконденсатных месторождений.

Список литературы

1. Богоявленский В.И., Перекалий С.О., Бойчук В.М., Богоявленский И.В., Каргина Т.Н. Катастрофа на Кумжинском газоконденсатном месторождении: причины, результаты, пути устранения последствий // Арктика: экология и экономика. – 2017. – № 1 (25). – С. 32–46.
2. Васильев С.В. Экологическая опасность при эксплуатации линейных сооружений нефтегазовой отрасли (на примере Ковыктинского газового комплекса) // Экологический риск: мат-лы второй Всерос. конф. – Иркутск, 2001. – С. 223–224.
3. ГОСТ 17.2.4.02-81. Охрана природы (ССОП). Атмосфера. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. – URL: <http://gostrf.com/normadata/1/4294846/4294846785.pdf> (Дата обращения: 10.05.2022).
4. Основные технические решения по объекту «Станция экологического мониторинга (СЭМ) в п. Бердянка» / ЗАО Научно-производственная фирма «ДИЭМ». – 2018. – 108 с.
5. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности 2013 г. – URL: <https://lidermsk.ru/documents/237/pravila-bezopasnosti-v-neftyanoj-i-gazovoj-promyshlennosti-2013g/> (Дата обращения: 10.05.2022).

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ НА ВОСТОЧНОМ УЧАСТКЕ ОРЕНБУРГСКОГО НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Петрович Иван Леонидович, магистрант¹,
Гривко Елена Васильевна, канд. пед. наук, доцент²
¹Самарский государственный технический университет
²Оренбургский государственный университет,
ООО «Газпромнефть Оренбург»
E-mail: petrovich.056@mail.ru

Эксплуатация газоконденсатных месторождений часто сопровождаются аварийными ситуациями, нередко приводящими к катастрофическим последствиям для экосистемы и гибели людей. В статье обоснована необходимость в разработке новых подходов к обеспечению безопасности людей и природной среды с применением современных информационных технологий, в частности инвестиционного проекта «ЩИТ» на объектах восточного участка Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения.

Ключевые слова: современные информационные технологии, проект «ЩИТ», контрольные показатели эффективности, нефтегазоконденсатное месторождение, система мониторинга воздушной среды

ENVIRONMENTAL SUBSTANTIATION OF THE DEVELOPMENT OF THE AIR POLLUTION PREVENTION SYSTEM IN THE EASTERN SECTION OF THE ORENBURG OIL AND GAS CONDENSATE FIELD

Ivan L. Petrovich, master degree student¹,
Elena V. Grivko, Ph.D., Associate Professor²
¹Samara State Technical University
²Orenburg State University,
OOO Gazpromneft Orenburg
E-mail: petrovich.056@mail.ru

The operation of gas condensate fields is often accompanied by emergency situations, often leading to catastrophic consequences for the ecosystem and loss of life. The article substantiates the need to develop new approaches to ensuring the safety of people and the natural environment using modern information technologies, in particular the investment project "SHIELD" at the facilities of the Eastern Section of the Orenburg oil and gas condensate field.

Keywords: modern information technologies, the SHIELD project, performance benchmarks, oil and gas condensate field, air monitoring system

Развитие новых технологий, расширение сети транспортных систем и систем передачи энергии и энергоносителей сопровождаются ростом техногенной нагрузки на биосферу. Следствием этого являются возникающие чрезвычайные ситуации, аварии и катастрофы, характеризующиеся значительными матери-

альными, социальными и экологическими последствиями. Стала очевидной необходимость в разработке новых подходов к обеспечению безопасности людей и природной среды с применением современных информационных технологий, в частности на нефтегазоконденсатных месторождениях [1–3].

Работы и разработка нефтегазоконденсатных месторождений часто сопровождаются аварийными ситуациями, нередко приводящими к катастрофическим последствиям для экосистемы и гибели людей [4, 5].

Целью работы обосновать применение системы контроля безопасности объектов ВУ ОНГКМ на основе программного комплекса «ЩИТ».

В широком спектре угроз функционированию объектов нефтегазодобывающих предприятий особую опасность представляют неконтролируемые утечки и выбросы газа, газоконденсатной или нефтегазоконденсатной смесей (ГКС и НГКС).

Особенность транспортируемого продукта на газотранспортной системе Восточного участка ОНГКМ состоит в том, что содержание H_2S в нем составляет 6 % от объема. А так же, большой объем работ с открытым устьем скважины (ТКРС, бурение).

В области влияния объектов ВУ ОНГКМ на расстоянии от 2 до 10 км находится 16 населенных пунктов. Следовательно, по расчетным данным, время достижения газового облака до населенных пунктов составляет 5–30 мин.

Поэтому был разработан инвестиционный проект на базе объектов ВУ ОНГКМ. Проблематика и предпосылки к реализации проекта «ЩИТ» послужили следующие аспекты за период с 2017 по 2019 г:

- превышение предельно-допустимого содержания H_2S в воздухе поселка Самородово в 13,4 раза;
- зафиксировано 25 обращений за помощью в местный медицинский пункт с первичными признаками отравления сероводородом;
- 22 ребенка госпитализированы с легкой степенью отравления.

Протоколом № ПТ-ЗД-01/107 от 18.10.2017 совещания по рассмотрению результатов расследования крупного происшествия, под председательством Яковлева В.В., принято решение о проработке и представлении предложений по формированию программы обеспечения экологической безопасности на ВУ ОНГКМ в 2018–2020 гг.

Во исполнение решения Протокола, с целью повышения безопасности работ, проводимых на месторождении и защиты населения от сероводорода, разработана программа мероприятий для реализации системы «ЩИТ».

Данная система мероприятий для повышения ПБ включает в себя следующий комплекс дополнительных мероприятий: строительство и обустройство объектов, приобретение оборудования выполнено в соответствии с проектами, прошедшими главгосэкспертизу, дополнение существующих требований в действующих нормативных актах на основании полученных результатов мониторинга эффективности системы; предусмотреть меры по защите населения от воздействия сероводорода.

На рисунке 1 представлена ситуативная карта-схема объектов ВУ ОНГКМ по отношению к населенным пунктам.

В области влияния объектов ВУ ОНГКМ находится более 12 тыс. человек населения.



Рис. 1. Ситуативная карта-схема ВУ ОНГКМ

Проведенные анализы установленными датчиками загазованности были зафиксированы более 400 превышений ПДК_{мр} загрязняющих веществ атмосферного воздуха по причине контролируемых и неконтролируемых утечек на производственных объектах.



Рис. 2. Схема объектов, создаваемых в ходе реализации инвестиционного проекта «ЩИТ»

Пятнадцать населенных пунктов будут защищены от воздействия загазованности атмосферного воздуха при полной реализации данного проекта.

Достигнутые контрольные показатели эффективности реализации первого этапа проекта:

1. Создана система мониторинга воздушной среды за пределами ВУ ОНГКМ в 10 населенных пунктах.

2. Расширена система мониторинга воздушной среды за пределами ВУ ОНГКМ в 6 населенных.

3. Обеспечено создание системы беспроводного широкополосного доступа (БШПД) для повышения скорости обмена информацией между системами мониторинга.

4. Актуализирован Регламент взаимодействия структурных подразделений «Газпромнефть-Оренбург» при возникновении инцидентов, аварий и ЧС, связанных с утечками газа на объектах и увеличением концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с учетом реализации проектных решений.

Инвестиционный проект «(Оренбург) Проект "ЩИТ" Развитие системы предупреждения загрязнения воздушной среды на Восточном участке ОНГКМ в 2018–2023 гг. (доп.)», со сроком реализации с 2018 по 2024гг. с вложениями по проекту в объеме 2 597,836 млн руб. В том числе уже реализованы следующие объемы: в 2018 г. – 280,948 млн руб., в 2019 г. – 127,177 млн руб., в 2020 г. – 241,006 млн руб., в 2021 г. – 729,122 млн руб., в 2022 г. – 544,721 млн руб., текущий запрос инвестиций – 259,319 млн руб.

Финансирование инвестиций 2022–2024 гг. осуществляется за счет средств ООО ГПН-Оренбург, учтенных при формировании БП 2022–2024 гг.

Планируемые контрольные показатели эффективности внедрения проекта до 2024 г.:

1. Обеспечение установки датчиков контроля загазованности на скважинах «старого фонда» и газопроводе внешнего транспорта.

2. Рассмотрение технической возможности интеграции систем ПТК «ЩИТ» и АСУТП ВУ ОНГКМ.

3. Проведение оценки затрат на выполнение работ по интеграции, по итогам согласования с функциями (HSE, Автоматизация, Добыча, ГАЗ) вынести данный вопрос на УК/ИК.

Поскольку современные технологии позволяют быстро и качественно собирать и передавать информацию, в том числе о состоянии окружающей среды. Однако не недостаток экологической информации приводит к отрицательному воздействию на окружающую среду, а неправильное применение этой информации.

Список литературы

1. Богоявленский В.И., Перекалий С. О., Бойчук В.М., Богоявленский И.В., Каргина Т.Н., Катастрофа на Кумжинском газоконденсатном месторождении: причины, результаты, пути устранения последствий // Арктика: экология и экономика. – № 1 (25). – 2017. – С. 32–46.
2. Васильев С.В. Экологическая опасность при эксплуатации линейных сооружений нефтегазовой отрасли (на примере Ковыктинского газового комплекса) // Экологический риск: мат-лы второй Всерос. конф. – Иркутск, 2001. – С. 223–224.
3. Информационные технологии в управлении качеством среды обитания: учеб. пос. / В.Е. Гершензон, Е.В. Смирнова, В.В. Элиас; под ред. В.Е. Гершензона. М.: Академия, 2003. – 288 с.
4. Мазур И.И., Молдаванов О.И. Курс инженерной экологии. – М.: Высшая школа, 2001. – 509 с.
5. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности 2013 г. – URL: <https://lidermsk.ru/documents/237/pravila-bezopasnosti-v-neftyanoj-i-gazovoj-promyishlennosti-2013g/> (дата обращения: 10.05.2022).

ОПАСНЫЕ ЯВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ КОЛИЧЕСТВОМ ЧАСТИЦ РАЗЛИЧНЫХ РАЗМЕРОВ И ОПТИЧЕСКОЙ ПЛОТНОСТЬЮ СРЕДЫ ПРИ РАСПЫЛЕНИИ АЭРОЗОЛЕЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ДЫМОВЫХ ПОЖАРНЫХ ИЗВЕЩАТЕЛЕЙ

Васильев Михаил Александрович, д-р тех. наук,
Клочихин Илья Олегович,
Нечаева Юлия Евгеньевна

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
E-mail: y_nechaeva_98@mail.ru

В данной статье приведены результаты эксперимента по распылению в установке «Дымовой канал» тестовых аэрозолей, предназначенных для проверки дымовых пожарных извещателей, с целью регистрации оптической плотности среды.

Ключевые слова: пожар, дымовой пожарный извещатель, проверка дымовых пожарных извещателей, тестовый аэрозоль, оптическая плотность среды

DETECTION OF DEPENDENCES BETWEEN THE NUMBER OF PARTICLES OF DIFFERENT SIZES AND THE OPTICAL DENSITY OF THE MEDIUM WHEN SPRAYING AEROSOLS INTENDED TO CHECK SMOKE FIRE DETECTORS

Mikhail A. Vasiliev, D.Sc.,
Ilya O. Klochikhin,
Yulia E. Nechaeva

Peter the Great St.Petersburg Polytechnic University
E-mail: y_nechaeva_98@mail.ru

This article presents the results of an experiment on spraying test aerosols in the Smoke Channel installation, designed to test smoke fire detectors, in order to record the optical density of the medium.

Keywords: fire, smoke fire detector, testing of smoke fire detectors, test aerosol, optical density of the medium

В качестве технических средств, предназначенных для своевременной передачи информации о возникновении пожара, служат пожарные извещатели (ИП). Наиболее распространенными из них являются дымовые, которые реагируют на появление в воздухе таких продуктов горения, как твердые микрочастицы. И уже следствием наличия некоторой концентрации этих частиц является изменение оптической плотности среды [3, 6].

Безусловно, взаимосвязь между концентрацией продуктов горения и оптической плотностью среды имеется, но для каждого вида дыма в зависимости от природы его возникновения она разная. Определяется же эта взаимосвязь размерами самих частиц продуктов горения [4]. Для различных видов пожарной нагрузки частицы дыма могут иметь размеры от 0,1 до 0,5 мкм [4, 5].

При этом сам по себе состав атмосферного воздуха, в отсутствие горения, характеризуется постоянным наличием твердых частиц пыли, пара, аэрозолей. В целом, частицы пыли, паров и аэрозолей имеют геометрические размеры от 1 до 10 мкм.

Проверка работоспособности пожарной сигнализации осуществляется в обязательном порядке в процессе установки, а также при плановых техосмотрах. С 15 сентября 2021 г. вступил в силу ГОСТ Р 59638-2021 [2], который помимо стандартного хлопкового фитиля, активно дает ссылку на использование при проверках аэрозолей, инициирующих срабатывание извещателей пожарных, так называемых тестовых аэрозолей.

При этом возникает закономерный вопрос о допустимости подмены реального дыма от тления хлопкового фитиля на тестовый аэрозоль, который по своей сути является не дымом, а синтетическим составом. В данном исследовании была предпринята попытка ответить на этот вопрос путем проведения реальных экспериментов с тестовыми аэрозолями и анализа результатов.

Цель работы: подготовить испытательный стенд, состоящий из совокупности испытательного оборудования и измерительных датчиков, таким образом, чтобы он позволял проводить исследования оптической плотности среды, создаваемой тестовыми аэрозолями, и провести ряд реальных опытов.

Эксперимент состоял из серии опытов, для проведения которых, в качестве испытательного оборудования, использовался стенд «Дымовой канал». Общее устройство используемого стенда соответствует схеме, приведенной в ГОСТ Р 53325-2012 [1]. Помимо базовых элементов конструкции, предусмотренных ГОСТ, стенд оснащен программным обеспечением, позволяющим выводить данные испытаний в формат электронного Excel-файла.

Используемый стенд «Дымовой канал» модифицирован и дополнительно оснащен:

- счетчиком пылевых частиц СЕМ DT-9880М для определения массовой концентрации и размеров частиц от 0,3 мкм (ИКП),
- контрольным ИПДОТ (извещателем пожарным дымовым оптико-электронным точечным) с аналоговым выходом (КИПДОТ) для определения значения удельной оптической плотности m' , регистрируемого типовым пожарным извещателем дымовым.

Устанавливаемый в измерительную зону стенда радиоизотопный извещатель РИД-6М работает следующим образом. При попадании дыма в ионизационную измерительную камеру проводимость ее уменьшается, что ведет к увеличению напряжения и тока.

Эксперимент проведен с одним из тестовых аэрозолей, присутствующих в настоящий момент на рынке. В соответствии с инструкцией по применению, в каждом из опытов выполнялось распыление тестового аэрозоля в течение

0,5–1,0 с каждые 10 с. Спустя 30 с после начала каждого опыта выполнялась эмиссия аэрозоля описанным образом. На 180 с эмиссия прекращалась.

В начале эксперимента было проведено несколько первых установочных опытов, результаты которых не учитываются в итоговой оценке результатов. Первые два раза через аэродинамическую трубу дымового канала прогонялся воздух с нулевым фоном (без дыма и аэрозоля). Третий и четвертый опыты были осуществлены с исследуемым аэрозолем, но явились установочными и послужили для выработки техники и локации распыления.

На основе третьего и четвертого опытов были сделаны выводы о наиболее целесообразном способе проведения работ, когда распыление аэрозоля выполняется в нижнем отсеке дымового канала, за вентиляторами. Благодаря этому, распыленный аэрозоль, имитирующий дым, прежде чем попасть к датчику, проходил через линейаризаторы, тем самым равномерно распределяясь по сечению канала. ИКП был расположен в зоне остальных датчиков.

Пятый опыт были выполнен именно при таком месторасположении зоны эмиссии аэрозоля и ИКП, и явился зачетным. В ходе него получены данные, представленные в виде графиков (рис. 1–2).

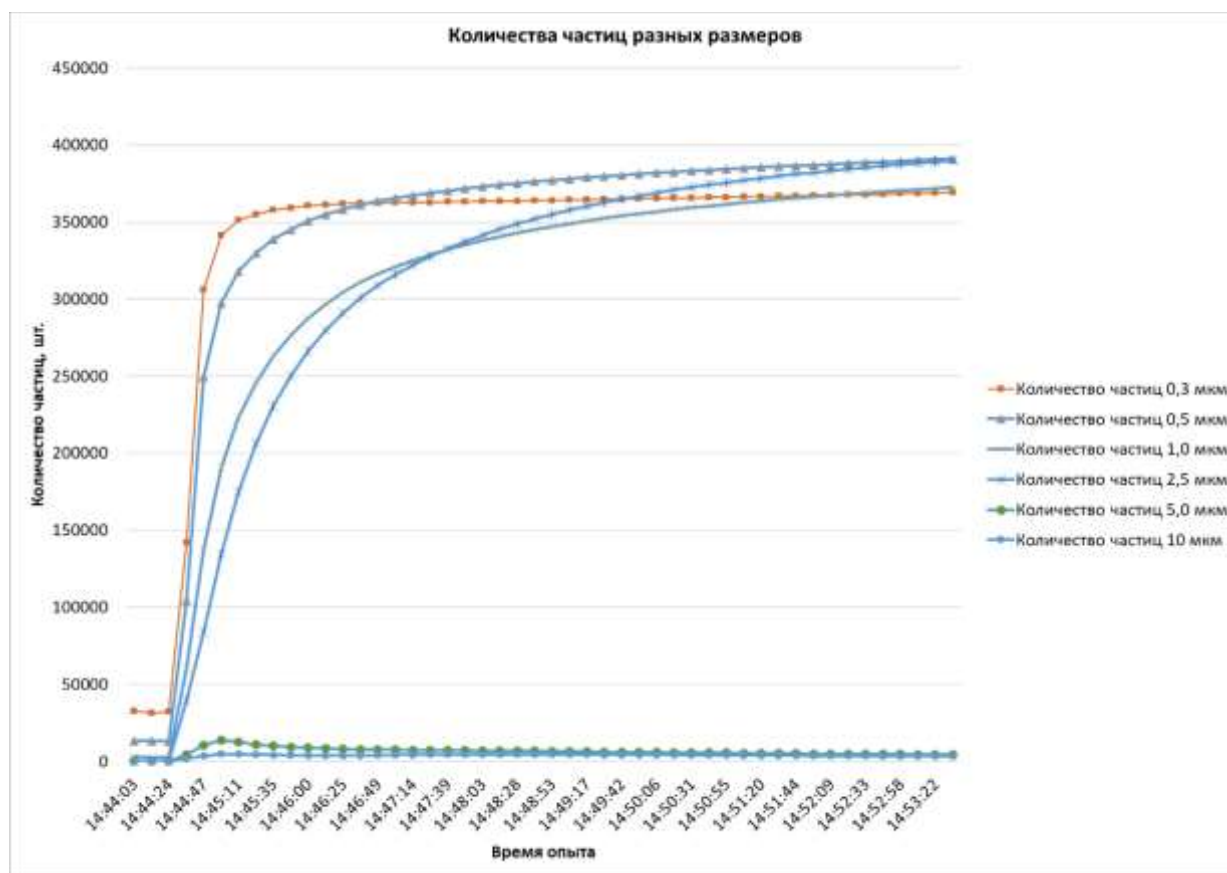


Рис. 1. Количество частиц разных размеров при тестировании аэрозоля № 1

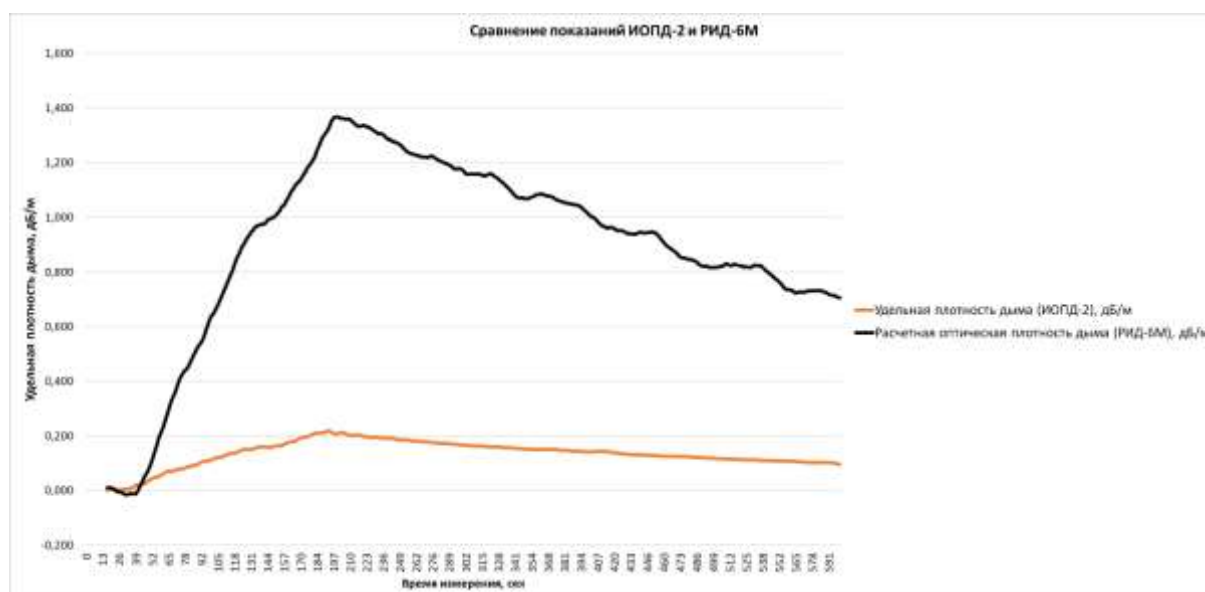


Рис. 2. Оптическая плотность среды при тестировании аэрозоля № 1

Получено распределение количества частиц разных размеров при тестировании аэрозоля и график удельной оптической плотности среды.

Подготовлен и опробован испытательный стенд, состоящий из совокупности испытательного оборудования и измерительных датчиков, позволяющий проводить исследования оптической плотности среды при распылении тестовых аэрозолей и учитывать при этом количественное распределение частиц аэрозоля по размерам.

Таким образом, на настоящий момент проведена подготовка к исследованию взаимосвязи количества частиц различных размеров в тестовых аэрозолях с создаваемой ими оптической плотностью среды. Результаты работы позволят провести ряд сравнительных экспериментов, выявить и проанализировать полученные зависимости и, возможно, предложить ряд улучшений методики проверки работоспособности дымовых пожарных извещателей.

Список литературы

1. ГОСТ Р 53325-2012. Техника пожарная. Технические средства пожарной автоматики. Общие технические требования и методы испытаний.
2. ГОСТ Р 59638-2021. Системы пожарной сигнализации. Руководство по проектированию, монтажу, техническому обслуживанию и ремонту. Методы испытаний на работоспособность.
3. Зайцев А.В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. — Ч. 1.
4. Зайцев А.В. Чувствительность пожарных извещателей к различным типам дыма, пыли, пару и аэрозолям. — Ч. 2.
5. Зайцев А.В. Размеры частиц дыма и корректность проведения огневых испытаний пожарных извещателей // Алгоритм безопасности. — 2014. — № 3.
6. Неплохов И.Г. Чувствительность дымового извещателя // Системы безопасности. — 2012. — № 2.

ОЦЕНКА НАИВЫСШИХ МАКСИМАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ ВЕСЕННЕГО ПОЛОВОДЬЯ НА РЕКЕ ТУРЕ У ГОРОДА ТЮМЕНИ

Переладова Лариса Владимировна, канд. геогр. наук, доцент
Тюменский государственный университет
E-mail: LORA-geograf@mail.ru

В статье изложены основные результаты исследований факторов формирования, особенностей режима максимальных уровней весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени за период наблюдений с 1896 по 2021 г. и приведена оценка наивысших уровней наиболее редкой повторяемости.

Ключевые слова: весеннее половодье, максимальные уровни, река Тура, вероятность превышения

EVALUATION OF THE HIGHEST MAXIMUM LEVELS OF THE SPRING FLOOD ON THE TURA RIVER NEAR THE CITY OF TYUMEN

Larisa V. Pereladova, Ph.D., Associate Professor
Tyumen State University
E-mail: LORA-geograf@mail.ru

The article presents the main results of studies of the factors of formation, features of the regime of maximum levels of spring floods on the Tura River near the city of Tyumen for the observation period from 1896 to 2021. and an estimate of the highest levels of the least frequent occurrence is given.

Keywords: spring flood, maximum levels, Tura river, exceedance probability.

Подъем максимального уровня воды в период весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени часто приводит к затоплению поймы и в некоторых случаях – уступа первой надпойменной террасы реки, нанося при этом ущерб городской инфраструктуре. В связи с этим, анализ и оценка наивысших максимальных уровней весеннего половодья реки у г. Тюмени остается до настоящего момента весьма актуальной задачей.

Исходными материалами о максимальных уровнях весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени послужили данные ОГХ, гидрологических ежегодников, системы АИС ГМВО и открытых источников за период наблюдений с 1896 по 2021 г. Для реализации исследования применены следующие методы: анализ и обобщение исходных материалов, математические расчетные, графических построений, статистические.

Главными факторами формирования высоты максимального уровня весеннего половодья на р. Туре являются: мощность снежного покрова, запасы воды в снеге и интенсивность снеготаяния. Равнинный рельеф бассейна реки в пределах г. Тюмени способствует формированию в период половодья значительных площадей затопления, а суглинистые грунты – увеличению продолжительности стояния воды на пойме. Среди техногенных факторов, косвенно

влияющих на высоту максимальных уровней половодья, наиболее важными являются: урбанизация, распашка, осушение торфяных массивов, вырубка лесов, создание водохранилищ.

Анализ режима максимальных уровней весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени показал, что наивысший уровень наблюдался 18 мая 1979 г. (9,15 м), низший – 3 мая 1907 г. (2,69 м). Амплитуда колебаний максимальных уровней за период наблюдений с 1896 по 2021 г. составила 6,46 м. Критический уровень, при котором вода р. Туры выходит на пойму в пределах г. Тюмени составляет 6,50 м. Такие превышения случались 63 раза из 125 лет фактических наблюдений, т.е. выход воды на пойму происходит в среднем каждые два года. Однако, перед наиболее высокими подъёмами уровня в 1957, 1970, 1979, 1987, 1998 и 2016 гг. интервал увеличивался до 5 лет.

В ходе исследования на р. Туре у г. Тюмени выявлен положительный тренд максимальных уровней весеннего половодья. За период наблюдений с 1896 по 2021 г. рост уровней оценен примерно в 1 м (0,8 см/год). Это объясняется, с одной стороны, небольшим увеличением количества осадков в бассейне реки за тот же период. С другой стороны – активной застройкой поймы в пределах города, созданием набережной, что снижает пропускную способность реки и, как следствие, провоцирует более высокий подъем уровней воды в период весеннего половодья.

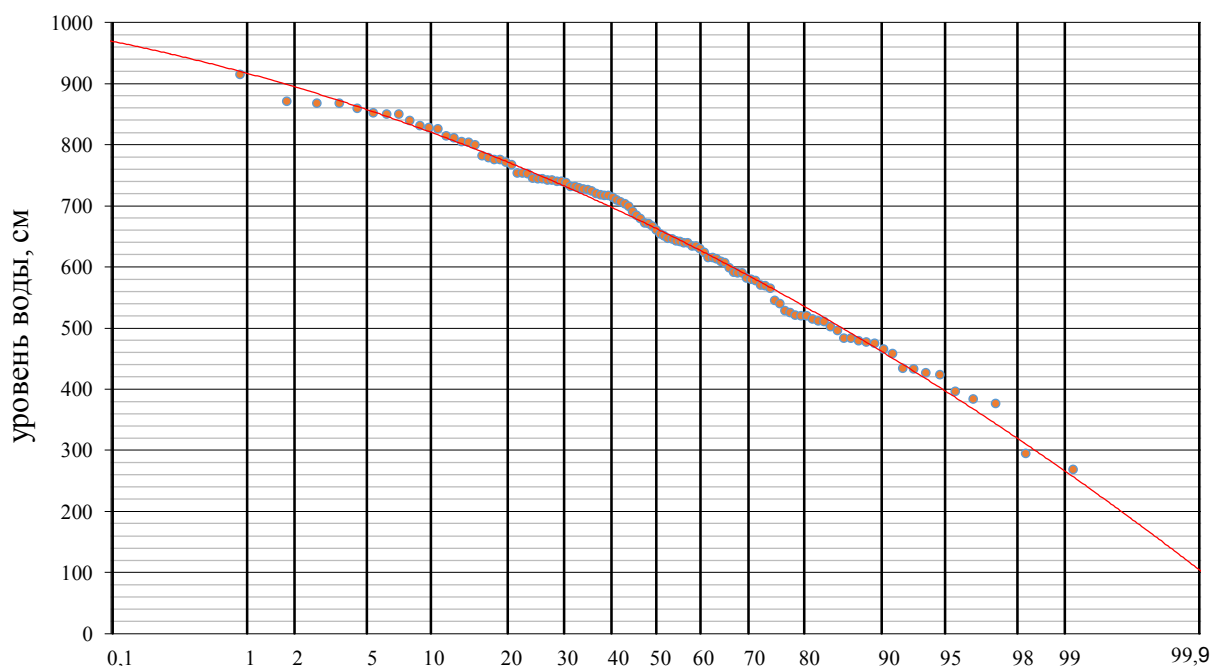
Для оценки среднего многолетнего максимального уровня весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени произведен анализ цикличности ряда данных наблюдений. Средняя продолжительность одного полного цикла водности составила 12 лет. По общей сумме лет преобладают маловодные фазы (70 лет из 125 лет наблюдений), в течение которых наблюдается систематическое снижение максимальных уровней. Однако, в многоводные годы происходит резкое и значительное поднятие уровней, что определяет их систематический рост за многолетний период.

Результаты проверки на однородность [2] показал, что ряд максимальных уровней весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени неоднороден, что можно связать с активным хозяйственным освоением бассейна реки Тура со второй половины XX в. и антропогенным вмешательством в ее водный режим. За этот период выше по течению реки от г. Тюмени были построены водохранилище и ГЭС, многочисленные мостовые переходы, в пределах населенных пунктов застраивалась пойма. На территории города Тюмени велись работы по строительству набережной, возведение б, так же застраивалась пойма.

Расчетный средний многолетний максимальный уровень весеннего половодья за период наблюдений составил 653 см над «0 – графика» поста р. Тура – г. Тюмень (48,52 м БС).

Согласно методическим рекомендациям [1], для расчёта наивысших обеспеченных максимальных уровней воды весеннего половодья построена кривая обеспеченности и проведена сглаженная эмпирическая кривая (рисунк), выделенная линией красного цвета. Полученная кривая описана уравнением:

$$y = -13,235x^2 - 139,95x + 663,06.$$



**Рис. Кривая обеспеченности максимальных уровней воды весеннего половодья
р. Туры у г. Тюмени за расчетный период (1896–2021 гг.)**

По уравнению получены значения наивысших максимальных уровней половодья в относительных и абсолютных отметках вероятностью превышения 0,1; 1,0; 5,0; 10,0 и 20,0 %. Результаты вычислений представлены в таблице.

Таблица

**Максимальные уровни воды весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени
заданной обеспеченности**

P, %	H, см	H, м БС
0,1	969,15	58,21
1	917,01	57,69
5	857,45	57,09
10	820,68	56,72
20	771,47	56,23

Наивысший максимальный уровень воды в период весеннего половодья на р. Туре у г. Тюмени, который наблюдался 18 мая 1979 г. и составил 915 см, соответствует уровню 1 % обеспеченности и повторяемостью 1 раз в 100 лет. Таким образом, особую опасность несут подъёмы уровней редкой повторяемости (5,0; 1,0 и 0,1 %-х обеспеченностей). В такие годы затопляется от 11 до 23 % территории города, повреждаются объекты инфраструктуры, возможны жертвы людей и животных.

Список литературы

1. Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений. – СПб, 2005. – 123 с.
2. Сикан А.В. Методы статистической обработки гидрометеорологической информации. – СПб: РГГМУ, 2007. – 279 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСКУССТВЕННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГЛИНИСТОГО ГРУНТА С ПОМОЩЬЮ БУРОСМЕСИТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Абрамова Тамара Тарасовна, канд. геол.-минерал. наук
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: attoma@mail.ru

Показано, что для глубинного закрепления слабых (глинистых) грунтов можно использовать отходы теплоэнергетики с помощью буросмесительной технологии. Опыты в лабораторных условиях проводились на суглинке и активной золе ($\text{CaO} = 29,3 \%$). Критериями качества закрепления служили прочность и водостойкость. Для улучшения структурирования зологрунта были добавлены 9 видов поверхностно-активных веществ (ПАВ). Выявлено, что эффективность этих добавок зависит от условий твердения зологрунта.

Ключевые слова: зольные отходы, закрепление, прочность, водостойкость, поверхностно-активные вещества

DETERMINATION OF THE POSSIBILITY OF ARTIFICIAL TRANSFORMATION OF CLAY SOIL USING DEEP SOIL MIXING

Tamara T. Abramova, Ph.D.
Lomonosov Moscow State University
E-mail: attoma@mail.ru

According to scientific research, it is necessary to use the waste of thermal energetic with the help of Deep Soil Mixing for plutonic stabilization of the soft clay soils. The experiments with loam and active ash were carried out in the laboratorial conditions ($\text{CaO} = 29,3 \%$). Compressive strength and water-resisting property served as a criterion for stabilization quality. 9 kinds of surfactant were added for improvement of ash-soil structurization. The efficacy of these admixtures depends on the ash-soil consolidation.

Keywords: ashwaste, stabilization, compressive strength, water-resisting property, superplasticizer

Взаимодействие инженерного сооружения с геологической средой представляет сложный процесс. Такое взаимодействие очень часто вызывает наиболее глубокие изменения геологической среды и нередко требует осуществления защитных мероприятий, обеспечивающих как надежность и устойчивость сооружения, так и ограничение негативных изменений геологической среды. В связи с этим актуальной и практически важной геотехнической задачей является целенаправленное управление реакцией грунтов с изменением их свойств.

Характер изменения свойств грунтов при этом сводится, в первую очередь, к значительному увеличению прочности, водо- и морозостойкости, уменьшению водопроницаемости в результате изменения состава и характера структурных связей. К настоящему времени разработано и предложено большое количество различных методов, способов и приемов, позволяющих с помощью искусственного воздействия на грунты решать разнообразные инженерные задачи как в качестве самостоятельных мер, так и в комплексе с другими видами мероприятий. Среди современных приемов управления качеством геологической среды выделяются разнообразные методы буросмесительной технологии. Их основные преимущества не только экономичность, экологичность (используется местный грунт без его выемки), но и отсутствие вибраций. Большой вклад в развитие технологии перемешивания грунтов внесли как зарубежные ученые (VanImpe, M. Topolnicki, B.N. Jasperse, Jacobson и др.), так и отечественные (В.М. Безрук, В.Е. Соколов, Э.В. Мокс, А.Н. Токин, А.В. Шапошников и др.). Определено, что степень пригодности грунтов для их упрочнения цементом зависит от состава, свойств грунтов и вяжущего. Для песчаных и супесчаных грунтов наиболее эффективно использовать цемент. Обширные исследования показали, что преобразование глинистых грунтов с помощью цемента представляет наибольшие трудности [2, 5].

Поэтому целью данных исследований явилась попытка определения возможности использования отходов теплоэлектростанций (зол) для упрочнения глинистых грунтов. Для интенсификации физико-химического взаимодействия вяжущего с грунтом и улучшения их перемешивания при создании однородной массы был опробован широкий спектр современных поверхностно-активных веществ (ПАВ).

При проведении эксперимента изменялось влияние:

- количества золы в зависимости от её доли в объеме зологрунта на показатели его прочности и водостойкости;
- типа ПАВ на интенсификацию физико-химических реакций при упрочнении грунта;
- содержания ПАВ на длительную прочность и водостойкость зологрунта.

Основной задачей данных исследований явилось определение возможности преобразования слабых грунтов золой уноса с помощью буросмесительной технологии, в результате которого за счёт глубинного перемешивания образуется однородная масса зологрунта.

Представленные в работе лабораторные исследования проводились на легком пылеватом суглинке (lgIIIbl), максимально залегающем в северной части Санкт-Петербурга, в гранулометрическом составе которого содержание частиц 0,05–0,01 мм – 40 %, < 0,01 мм – 26 %, < 0,001 мм – 11 %. Число пластичности составляет 8 %. Пористость в ненарушенном сложении – 45,4 %. Химический состав представлен: SiO₂ – 77,4 %, Al₂O₃ – 8,8 %, Fe₂O₃ – 2,9 %. В минеральном составе преобладают алюмосиликаты – 80 %.

В качестве вяжущего использовалась зола (после сжигания бурых углей) Ирша-Бородинского месторождения. Приурочено месторождение к Бородинской мульде, занимающей Северо-Восточную часть Рыбинского угленосного

района. Зола содержит большое количество CaO (29,3 %) и Fe_2O_3 (1,9 %). Кроме этого в её составе содержится SiO_2 – 52,1 %, Al_2O_3 – 6,0 %, MgO – 5,0 %, $\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O}$ – 1,1 % и SO_3 – 4,6 %.

Критерием качества зологрунтового материала были выбраны прочность на одноосное сжатие и водостойкость в зависимости от дозировки золы – грунта, условий и длительности его твердения. В связи с этим образцы грунта с золой готовились в соотношениях соответственно 30 : 70, 40 : 60 и 50 : 50 с добавлением воды до получения жидко-тягучей консистенции. Полученная зологрунтовая смесь заливалась в определенные формы, диаметр которых соответствовал высоте. Затем образцы из форм вынимались и помещались в условия воздушно-влажной среды ($W = 100$ %) на 1 сутки (1 схема испытаний) и 21 сутки (2 схема).

Анализ полученных результатов показал, что наиболее оптимальным является зологрунтовый материал с составом соответственно 40 : 60 (грунт : зола). Образцы данного состава после 1 суток твердения в воздушно-влажной среде приобретают незначительную прочность 0,05 МПа (образцы готовились без уплотнения), которая к 21 сут. возрастает до значений 1.5 МПа. Испытание образцов (см. табл. 1) в условиях длительного хранения (до 90 сут.) в водной среде практически не сказывается на прочностных характеристиках, однако они обладают высокой водоустойчивостью (99 %) (табл. 1). Структурирование зологрунта по 2 схеме испытаний продолжается и в водных условиях с возрастанием значений прочностных характеристик до значений 3.7 МПа (табл. 2).

Таблица 1

**Прочность на одноосное сжатие и водостойкость
закрепленных образцов (1 схема испытаний)**

группа	№ обр.	Состав, %			Прочность,МПа		Водостойкость, % сутки							
					среда									
					в/вл.	водная								
		грунт	зола	ПАВ	1 сут.	90 сут.	1	7	14	21	28	42	70	90
	0	40	60	–	0,05	0,05	100	100	100	99	99	99	99	99
I	1	40	60	0,1	–	0,70	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	60	0,5	–	0,05	100	100	100	100	100	100	100	100
II	3	40	60	0,5	0,05	0,50	100	100	100	100	100	100	100	100
	4	40	60	0,5	0,05	0,30	100	99	99	99	99	99	99	99
III	5	40	60	0,3	–	0,70	100	100	100	100	100	100	100	100
	6	40	60	0,1	–	0,70	100	99	99	98	98	98	98	98
	7	40	60	0,3	–	0,10	100	100	100	100	100	100	100	100
	8	40	60	0,3	–	0,05	100	100	100	100	100	100	100	100
	9	40	60	0,8	0,05	0,60	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание. ПАВы: 1 – «Прогресс» 0,1 %; 2 – «Прогресс» 0,5 %; 3 – «Фларинол Н» 0,5 %; 4 – «Фларинол Ф» 0,5 %; 5 – «LBS» 0,3 %; 6 – «Докпласт» 0,1 %; 7 – «M10+50» 0,3 %; 8 – «LDSPLUS 12» 0,3 %; 9 – «С-3» 0,8 %.

В практике современного строительства для получения прочных, водонепроницаемых и долговечных материалов на основе цемента и бетона широко используются разные добавки – поверхностно-активные вещества (ПАВ). Эти добавки влияют на скорость и направление процессов структурообразования,

происходящих при твердении материалов [3]. Если применение ПАВ для бетонов уже стало обязательным, то для зологрунтов такие исследования встречаются крайне редко. Анализ химических добавок, поступающих на строительный рынок России, позволил выделить и использовать в данной работе некоторые из них: I – пенообразователи; II – неионогенные ПАВ; III – суперпластификаторы.

Таблица 2

**Прочность на одноосное сжатие и водостойкость
закрепленных образцов (2 схема испытаний)**

группа	№ обр.	Состав, %			Прочность,МПа		Водостойкость, % сутки							
					среда									
					в/вл.	водная								
		грунт	зола	ПАВ	21 сут.	90 сут.	1	7	14	21	28	42	70	90
	0	40	60	–	1,5	3,7	100	100	100	100	100	100	100	100
I	1	40	60	0,1	1,7	4,0	100	100	100	100	100	100	100	100
	2	40	60	0,5	2,3	3,7	100	100	100	100	100	100	100	100
II	3	40	60	0,5	–	3,1	100	100	100	100	100	100	100	100
	4	40	60	0,5	–	3,7	100	100	100	100	100	100	100	100
III	5	40	60	0,3	2,4	4,1	100	100	100	100	100	100	100	100
	6	40	60	0,1	2,7	2,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	7	40	60	0,3	2,2	3,7	100	100	100	100	100	100	100	100
	8	40	60	0,3	1,9	4,4	100	100	100	100	100	100	100	100
	9	40	60	0,8	–	3,1	100	100	100	100	100	100	100	100

Примечание: номера в таблице 2 соответствуют номерам в таблице 1.

Вспененные растворы (I) представляют собой материалы, включающие твердую, жидкую и газообразные фазы. Эти водорастворимые сульфонаты – сильные ПАВ, широко применяются в качестве моющих средств («Прогресс»).

Хорошей растворимостью в водной среде и малым поверхностным натяжением характеризуются отобранные вещества (Фларинол Н, Фларинол Ф) за счет их неионогенных свойств (II).

Суперпластификаторы (III) существенно улучшают строительно-технологические свойства бетона, обеспечивая увеличение подвижности бетонной смеси без снижения его прочности. Их разделяют по видам в зависимости от химического состава. В данной работе использовались:

- «С-3» – смесь натриевых солей полиметиленафталинсульфокислот;
- «Докпласт» – комплекс на основе элементоорганических и (Ti, Al, Si...) соединений;
- «LBS», «M10+50», «LDSPLUS 12» – полиакрилаты.

Все отобранные ПАВ хорошо растворимы в воде и вводились в зологрунт (40 : 60) в смеси с водой в небольших количествах от 0,1 до 0,8 % (см. примечание к таблице).

Установлено, что улучшение реологических свойств дисперсных глинистых грунтов за счет добавок малых количеств ПАВ происходит по причине изменения характера гидратных оболочек глинистых частиц [4] и за счет адсорбции ПАВ на поверхности глинистых минералов [6].

Данные по прочности на одноосное сжатие и водостойкости закрепленных образцов с выбранными 9 добавками ПАВ представлены в таблицах 1, 2

по двум схемам испытаний. Введение всех выбранных добавок ПАВ к зологрунту показало улучшение его свойств при длительном хранении в водной среде. При 100 % водостойкости образцов прочность через 90 суток водонасыщения колеблется в пределах 0,05–0,7 МПа (1 схема испытаний) и до 2,7–4,4 МПа (2 схема) в зависимости от состава ПАВ (табл. 1 и 2). Испытание образцов с помощью первой схемы, однако, показало снижение их массы к 21 суткам хранения в воде до 1,4 %. Увеличение срока твердения зологрунта до 21 суток не приводит к снижению массы образцов при длительном нахождении в воде.

Длительное твердение образцов (1 схема испытаний) в течение 90 суток приводит к значительному возрастанию прочностных свойств почти в 14 раз со 100 % водостойкостью. Введение растворов «Прогресс» (0,5 %) и LDSPLUS 12 (0,3 %) в зологрунты не улучшают их прочностные показатели по сравнению с образцами, где концентрация этих растворов снижена до 0,1 %. Следовательно, использовать такие высокие концентрации ПАВ не требуется при данных условиях.

Увеличение сроков твердения образцов в водных условиях по 2 схеме испытаний позволяет отметить, что все выбранные ПАВ улучшают свойства золотогрунтового материала до 2,4 раза.

Проведенные ранее работы по использованию ПАВ для улучшения свойств связных грунтов с применением LBS, LDSPLUS 12, М 10+50 доказали высокую морозоустойчивость упрочненных грунтов [1].

Важным результатом работ явилась возможность применения активной золы для закрепления глинистых грунтов, что позволяет решить задачи, связанные с улучшением и сохранением качества геологической среды. Использование широкого спектра ПАВ в качестве химических добавок для улучшения процессов структурообразования зологрунта удовлетворяет всем требованиям поставленных задач.

Список литературы

1. Абрамова Т.Т., Босов А.И., Валиева К.Э. Использование стабилизаторов для улучшения свойств слабых грунтов // Геотехника. – 2012. – № 3. – С. 4–28.
2. Безрук В.М. Теоретические основы укрепления грунтов цементами. – М.: Автостройиздат, 1956. – 241 с.
3. Гончарова Л.В., Баранова В.И. Исследование процессов структурообразования в цементогрунтах на разных стадиях упрочнения в целях оценки их долговечности // Материалы VII Всесоюзного совещания по закреплению и упрочнению грунтов. – Л.: Энергия, 1971. – С. 16–21.
4. Кульчицкий Л.И. Физико-химические основы формирования свойств глинистых пород. – М.: Недра, 1981. – 178 с.
5. Ланько С.В., Конюшков В.В. Буромесительная технология закрепления грунтов: учеб. пос. – Б.м.: Лань, 2018. – 52 с.
6. Шаркина Э.В. Строение и свойства органоминеральных соединений. – Киев: Наукова думка, 1976. – 91 с.

ЭКОЛОГО-ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ К ТЯЖЁЛЫМ МЕТАЛЛАМ СОРНЫХ РАСТЕНИЙ

Архипова Наталья Степановна, канд. биол. наук, доцент
Казанский федеральный университет
E-mail: NSArhipova@kpfu.ru

В статье представлены результаты анализа содержания тяжелых металлов (Zn, Cu, Fe, Mn, Ni, Cr, Cd, Pb) в фитомассе *Chenopodium album* L. и *Amaranthus retroflexus* L., произрастающих в условиях городской среды, в соотношении с эдафическими условиями роста и биологическими особенностями растений. Определены аспекты накопления тяжелых металлов в растениях. Было оценено влияние тяжелых металлов на семенное потомство.

Ключевые слова: травянистые растения, тяжелые металлы, семенное потомство, ZnSO₄ и Cd(NO₃)₂

ECOLOGICAL-PHYSIOLOGICAL FEATURES OF FORMATION OF STABILITY TO HEAVY METALS OF WEEDS

Natalya S. Arkhipova, Ph.D., Associate Professor
Kazan (Volga region) Federal University
E-mail: NSArhipova@kpfu.ru

The article presents the results of heavy metals (Zn, Cu, Fe, Mn, Ni, Cr, Cd, Pb) content analysis in knot grass (*Chenopodium album* L.) and ginger plant (*Amaranthus retroflexus* L.) phytomass under urban environment conditions in correlation with edaphic conditions of growth and biological peculiarities of plants. The aspects of heavy metals' accumulation in plants were determined. The intensity of heavy metals' uptake seed offspring.

Keywords: herbaceous plants, heavy metals, seed offspring, ZnSO₄ и Cd(NO₃)₂

Источниками тяжелых металлов (ТМ) в городских участках являются промышленные и теплоэнергетические предприятия, а также автотранспорт. В выхлопных газах содержатся такие тяжелые металлы, как хром, кадмий, медь, кобальт, молибден, цинк. Растения поглощают ТМ как корнями из почвы, так и из атмосферы через листья. Избыток металлов в среде обитания приводит к их накоплению растительными организмами, при этом уровень и характер поглощения у разных видов растений имеет свою специфику [1, 5, 7]. Исследование устойчивости растений к действию тяжелых металлов тесно связано с оценкой возможности их использования с целью очистки и восстановления окружающей среды (фиторемедиации).

Материалы и методы исследования. Проведен комплекс экологических исследований на территории районов г.Казани и пригорода. Выбор участков обусловлен разной степенью техногенной нагрузки, которую оценивали по интенсивности автомобильного движения (ИАД) [2]. В качестве контроля был выбран участок с низкой ИАД, в 35 км от г. Казани (участок 1); участок 2 в Казани в исторической части города, ИАД средний уровень; участок 3

представляет низменную часть исторического центра, ИАД высокая; участок 4 в промышленном районе, ИАД очень высокая.

Определено содержание Ni, Cu, Pb, Cd, Mn, Zn, Cr и Fe в побегах и корнях растений мари белой (*Chenopodium album* L.) и амаранта, или щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) и их валовых и подвижных форм в почве [4, 7]. Элементный состав растительного сырья анализировали методом атомно-абсорбционной спектроскопии на приборе Aanalyst 400 (Perkin Elmer) по общепринятой методике [3] на базе аккредитованной лаборатории Института проблем экологии и недропользования АН РТ. Для сравнения полученных нами данных с предельным содержанием элементов мы взяли данные ОСТ 10242-2000 [6].

Оценка параметров семян и проростков. Семена подвергали холодовой стратификации в течение 3 месяцев, после чего проращивали в чашках Петри по 100 шт. на дистиллированной воде. В опытные варианты добавляли ионы ТМ (1 мМ) в виде солей: $\text{ZnSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2 \times 4\text{H}_2\text{O}$. Определяли энергию прорастания семян на 3 день, всхожесть на 7 день, длину корешка и длину проростка.

Статистический анализ. Статистическую обработку экспериментального материала проводили с использованием стандартных статистических методов и компьютерных программ MS EXCEL, STATISTICA 10. Значимые отличия между показателями определяли с помощью критерия Манна – Уитни при $p < 0,05$.

Результаты исследования. Аккумулирующую способность растений (I_A) оценивали по отношению концентрации элемента в воздушно-сухой массе органов растения (мг/кг) к концентрации подвижных форм соединений элемента в почве (мг/кг). Ранее нами было показано [4], что содержание ТМ в побегах (мг/кг) исследованных растений зависит от содержания подвижных форм металлов в почве. Отмечено интенсивное накопление ($I_A > 1$) Ni, Cr, Fe, Cu у двух видов исследуемых растений. Сравнение содержания ТМ в побегах с региональным фоном (растительность Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника) показало превышение почти по всем элементам (кроме Mn и Zn у двух видов и Cd у мари белой) на всех участках. Нами было отмечено превышение ПДК подвижных форм Mn и Zn в почве на всех участках, при этом индексы аккумуляции этих металлов были меньше единицы, следовательно, мари белая и щирица запрокинутая Mn и Zn практически не аккумулялировали. Также в побегах мари отмечено превышение регионального фона по Pb (в 2–4 раза), в побегах щирицы – Pb (в 3–4 раза) и Cd (незначительное).

Коэффициент транслокации (K_T) ТМ из корней в надземную часть за период наблюдения июнь–сентябрь показал следующую динамику: в первой половине вегетационного периода (июнь – июль) высокотоксичные металлы (Ni, Cr и Cu) накапливались преимущественно в корнях растений ($K_T < 1$), что, по-видимому, имеет адаптационное значение; во второй половине вегетационного периода (август–сентябрь) барьерная функция корней нарушалась ($K_T > 1$) и ТМ накапливались преимущественно в надземных органах. Нарушение барьерной функции особо отмечено для мари белой на участке 4, где K_T существенно

выше 1. Таким образом, можно предположить, что устойчивость двух рассмотренных видов к техногенному полиметаллическому загрязнению формируется благодаря барьерной функции корня. Учитывая, что к концу вегетационного периода большинство ТМ переходит в надземную массу, скашивание и удаление надземной массы этих растений будет способствовать очистке почв.

Анализ зависимости качества и жизнеспособности семян от условий произрастания материнских растений (а именно степени техногенного загрязнения) выявил, что исследуемые показатели были значимо ниже в варианте с очень высоким уровнем ИАД. Проращивание образцов семян на воде показало, что энергия прорастания семян, всхожесть, длина корешка и длина проростка снижались в зависимости от интенсивности автотранспортного потока на участках, где росли материнские растения амаранта и мари. У растений городских ценозов с высоким и очень высоким уровнем ИАД снижались показатели: энергия прорастания, длина корешка и проростка у *Chenopodium album* (соответственно на 35, 53 и 37 %) и *Amaranthus retroflexus* (на 27, 28 и 34 %), относительно показателей контрольного участка.

С целью выявления механизмов устойчивости у щирицы запрокинутой и мари белой были определены эффекты от воздействия поллютантов (Zn и Cd) на всхожесть семян, а также на морфометрические показатели (длина корешка) семенного потомства (рис.). Нами показано, что проращивание семян исследуемых видов на растворах ТМ привело к снижению всех параметров относительно контроля. Следует отметить, что наибольшему угнетению были подвержены семена амаранта, сформированные в условиях высокой и очень высокой автотранспортной нагрузки.

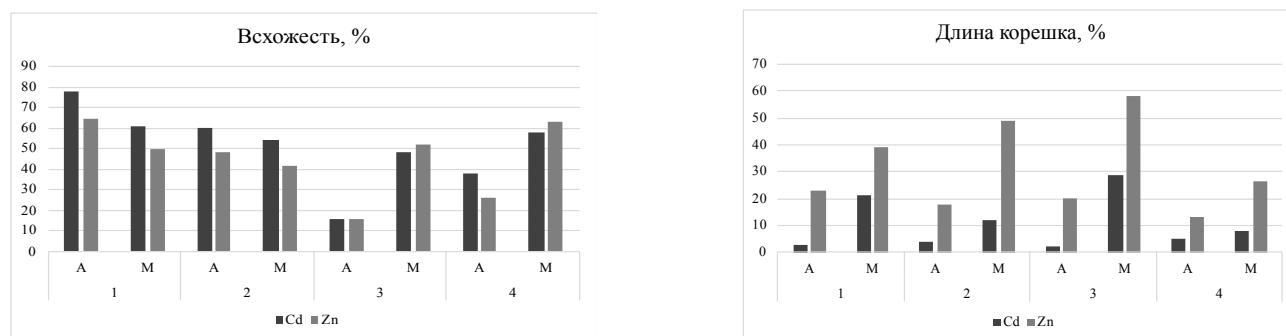


Рис. Всхожесть семян и длина корешка амаранта запрокинутого (А) и мари белой (М) на растворах $ZnSO_4$ и $Cd(NO_3)_2$ на участках исследования (1–4), % от контроля (вода)

Сравнение данных показывает, что в большей степени ингибирующее воздействие оказал нитрат кадмия на рост корневой системы. Можно предположить, что основная часть поглощенного кадмия аккумулировалась на уровне корешка. Длина корешка у амаранта на фоне Cd составляла всего 2–8 % от контрольного варианта (вода), а мари – 29–8 %. В целом, средние значения показателей физиологических характеристик семенного потомства амаранта запрокинутого и мари белой варьировали в широком диапазоне.

Выводы:

1. Для мари белой (*Chenopodium album* L.) и щирицы запрокинутой (*Amaranthus retroflexus* L.) выявлено, что устойчивость к техногенному полиметаллическому загрязнению формируется благодаря барьерной функции корня. Особенно эффективен этот механизм в первой половине вегетационного периода (июнь – июль).

2. Качество семян снижается при повышении уровня техногенной нагрузки: энергия прорастания семян, всхожесть, длина корешка и длина проростка снижались в зависимости от интенсивности автотранспортного потока на участках, где росли материнские растения амаранта и мари. Более чувствительными оказались растения *Amaranthus retroflexus*

3. Влияние $ZnSO_4$ и $Cd(NO_3)_2$ на семенное потомство растений *Chenopodium album* и *Amaranthus retroflexus* проявляется в значительном снижении всхожести семян и уменьшении биометрических показателей проростков, при этом выявить зависимость металлоустойчивости семян от места их сбора не удалось. По одним показателям более устойчивыми были семена из городских участков, а по другим – контрольного участка.

Список литературы

1. Башмаков Д.И., Лукаткин А.С. Эколого-физиологические аспекты аккумуляции и распределения тяжелых металлов у высших растений. – Саранск: Мордов. ун-т, 2009. – 236 с.
2. ГОСТ 32965–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Методы учета интенсивности движения транспортного потока. – М.: Стандартинформ, 2016. – 26 с.
3. ГОСТ 30692-2000. Межгосударственный стандарт. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Атомно-абсорбционный метод определения содержания меди, свинца, цинка и кадмия.
4. Елагина Д.С., Архипова Н.С., Сибгатуллина М.Ш., Рязанов С.С. Содержание тяжелых металлов в горце птичьем и пижме обыкновенной в условиях урбанизированных территорий // Вестник Воронежского государственного университета. – 2016. – № 1. – С. 57–66.
5. Кончина Т.А., Гусева М.В. Влияние техногенного загрязнения на некоторые биологические характеристики рудеральных растений. – URL: <https://moluch.ru/archive/103/24306/> (дата обращения: 27.01.2021).
6. ОСТ 10242-2000. Корма травяные искусственно высушенные. Технические условия.
7. Сибгатуллина М.Ш. [и др.]. Оценка биогеохимического состояния травянистых растений и почв Волжско-Камского заповедника // Ученые записки Казанского университета. Естественная серия. – 2014. – Т. 156, кн. 2. – С. 87–102.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ

Клевцова Марина Александровна, канд. геогр. наук, доцент
Михеев Алексей Александрович
Воронежский государственный университет
E-mail: klevtsova@geogr.vsu.ru

В статье рассмотрены вопросы оценки экологического состояния древесных растений на территории крупного промышленного центра – г. Липецка. Основным источником техногенного воздействия является Новолипецкий металлургический комбинат. Объектом исследования выступали насаждения тополя итальянского (*Populus italica* (Du Roi) Moench). Изменение жизненного состояния древесных растений происходит под влиянием как модифицированных абиотических факторов среды, так и антропогенных (в первую очередь, загрязнения воздуха и почвы). В зоне влияния комбината установлено ухудшение жизненного состояния древесных растений по сравнению с рекреационными зонами.

Ключевые слова: зеленые насаждения, урбанизированная среда, древесные растения, загрязнение, экологическая оценка

THE ASSESSMENT OF THE ECOLOGICAL STATE OF GREEN PLANTS IN INDUSTRIAL AREAS

Marina A. Klevtsova, Ph.D., Associate Professor
Mikheev A. Alexandrovich
Voronezh state University
E-mail: klevtsova@geogr.vsu.ru

The article deals with the issues of assessing the ecological state of woody plants in the territory of a large industrial center Lipetsk city. The main source of anthropogenic impact is the Novolipetsk metallurgical enterprise. The object of the study was the trees of *Populus italica* (Du Roi) Moench. The changes in the vital state of woody plants occur under the influence of both modified abiotic environmental factors and anthropogenic (primarily air and soil pollution). In the zone of influence of the plant, a deterioration in the vital condition of woody plants was established in comparison with recreational zones.

Keywords: green spaces, urban environment, trees, pollution, environmental assessment

Важной составной частью геоэкологического мониторинга окружающей среды является биологический мониторинг, проводимый с помощью методов биоиндикации. Живые организмы быстро реагирует на изменения тех или иных факторов среды, в частности растения являются чувствительными индикаторами состояния атмосферного воздуха и почвенного покрова. По совокупности ответных реакций можно судить о тех нарушениях, которые наблюдаются на той или иной территории [3, 5].

Зеленые насаждения являются основным компонентом урбозкосистем современных городов. Причем в последние годы наблюдается постепенная реконструкция и обновление существующих насаждений в российских городах. Это обусловлено старением ряда экземпляров, высаженных после Великой

Отечественной войны. Достигнув предельной продолжительности жизни, а для городской среды – это 60–80 лет, многие породы вступают в фазу активного старения. При этом значительно снижается их санитарно-гигиеническая функция и декоративность, вследствие усыхания большого количества ветвей. Данное явление характерно для районов старой застройки. Поэтому замена или санитарный уход ослабленных деревьев является неотъемлемой частью благоустройства крупных городов России.

В связи с этим проведение регулярных мониторинговых наблюдений за состоянием зеленых насаждений с целью выявления экземпляров, подлежащих замене, а также для разработки рекомендаций по снижению антропогенного прессинга, является актуальным направлением.

В течение летнего периода 2021 г. нами были проведены мониторинговые работы по инвентаризации породного состава зеленых насаждений г. Липецка. Среди произрастающих видов одним из преобладающих по встречаемости, является тополь итальянский. Именно его жизненное состояние в связи с условиями произрастания являлось предметом наших исследований.

Основным источником загрязнения окружающей среды в г. Липецке является ПАО «Новолипецкий металлургический комбинат» (НЛМК). Это крупнейший в России металлургический комбинат полного цикла, в выбросах которого присутствуют тяжелые металлы (железо, свинец, медь и др.), а также органические (фенол, формальдегид, бензол и др.) и неорганические соединения (диоксид серы, оксиды азота, оксиды углерода и др.). Большая часть примесей, поступающих в атмосферный воздух являются загрязнителями, а некоторые из них и ксенобиотиками.

Всего было обследовано 44 точки, причем в 37 из них произрастает вид-индикатор. Следует обратить внимание, что метеорологические показатели в летний период отличались от средних (температура выше, а количество осадков ниже нормы).

Все участки мы условно разделили на функциональные зоны в зависимости от преобладающего вида использования территории: промышленная, транспортная, жилая, рекреационная зона.

Для определения жизненного состояния насаждений тополя итальянского использовали методику, разработанную В.А. Алексеевым [1], В.П. Тарабриным с соавт. [6]. Экологическая оценка древостоев проводится по комплексу морфометрических параметров, к которым относятся: развитость кроны, степень изреженности, наличие и доля сухих ветвей, суховершинность, повреждение листового аппарата. Для статистической обработки использовали Microsoft Excel 2016 [4].

Относительное жизненное состояние насаждений определяли по следующей шкале: здоровое насаждение (L_n от 100 до 80 %), ослабленное (79–50 %), сильно ослабленное (49–20 %) и полностью разрушенное (менее 19 %) [1].

Полностью здоровые растения, обнаружены в основном в рекреационной и жилой зонах. В относительно удовлетворительном жизненном состоянии находились деревья, уровень повреждений которых относится ко второй кате-

гории – «ослабленные» (рис.). Имеются на обследовании территории Липецка и сухостойные экземпляры.



**Рис. Сильно ослабленные деревья – слева (точка 9, ул. Неделина, 4);
усыхающее дерево – справа (точка 36, ул. Ферросплавная, 2вл2) (фото М.А. Клевцовой)**

В результате оценки жизненного состояния тополя итальянского г. Липецка было установлено, что с увеличением интенсивности техногенного воздействия происходит снижение жизненного состояния древесных растений (табл.).

Таблица

Жизненное состояние насаждений тополя итальянского

Функциональная зона	Категория состояния, %					
	I	II	III	IV	V, VI	L_n
жилая	77,1	15,7	4,0	1,9	1,3	79,7
рекреационная	80,4	12,9	3,4	1,8	1,5	80,3
промышленная	45,4	28,2	10,3	9,7	6,4	48,6
транспортная	60,3	26,4	7,8	4,5	1,0	59,9
контроль (фон)	80,4	18,1	1,5	0	0	83,5

В зоне технологических эмиссий Новолипецкого металлургического комбината большая часть деревьев тополя итальянского отнесена к категории сильно ослабленных (L_n 49 %). Кроме того, ухудшение экологического состояния насаждений отмечено вблизи АО «Липецкцемент», который расположен на северо-востоке города. На этой территории деревья относятся к категории ослабленных.

На всех исследуемых пробных площадках присутствовали деревья с разными баллами жизненного состояния. Однако их соотношение различалось и напрямую зависело от наличия источников техногенного воздействия. Так, на расстоянии 200–250 м от НЛМК отмечено преобладание «усыхающих» деревьев, а также наличие «свежего сухостоя» при полном отсутствии «здоровых» деревьев. По мере удаления от источника загрязнения наблюдалось снижение количества усыхающих деревьев и увеличение доли ослабленных и здоровых деревьев.

Важным диагностическим признаком является степень дехромации листового аппарата. В зоне влияния стационарных источников загрязнения, а также в некоторых точках с повышенной интенсивностью движения автотранспорта (ул. Metallургов, ул. Катукoвa, ул. Зои Космoдемьянскoй и др.) листья тополя итальянского имеют более светлую окраску. Зафиксированы хлорозы листьев и верхушечные некрозы. В ряде точек имеются повреждения фитопатогенами и вредителями (в основном галлообразователями).

Основными диагностическими признаками, определяющими жизненное состояние отдельного дерева в пунктах мониторинга, являются: слабая степень развития кроны и высокий процент повреждения листьев [2]. Так, в жилой зоне большинство экземпляров (более 70 %) имеют хорошо развитую крону. Однако, повреждение насекомыми-вредителями фиксируется и на этой территории.

В парках представлены все категории жизненного состояния. Имеются и сухостойные экземпляры. В основном (более 80 % деревьев) преобладают здоровые особи, без визуально различимых признаков повреждения.

Рассмотрим в качестве примера две рекреационные территории. Так, Нижний парк располагается в исторической части г. Липецка (точка 20). Он ограничен с южной стороны ул. К. Маркса, с севера и северо-запада ул. Салтыкова-Щедрина, с востока примыкает к частному сектору, с юго-востока к пойме р. Воронеж. На его территории находится урочище Петровский пруд.

Состояние насаждений тополя итальянского в разных частях парка отличается. На участках, примыкающих к площади Петра Великого имеются сильно ослабленные экземпляры, в том числе и несколько сухостоев. Отмечается и суховершинность. Поэтому требуется их замена в ближайшее время. Кроме того, сухостой представляет угрозу для здоровья отдыхающих в парке. Древостой, расположенные на расстоянии от 40 м от дороги, относятся к категории здоровых, реже – ослабленных. Отмечается повреждение фотосинтезирующего аппарата листогрызущими насекомыми.

Парк «Быханов сад (точка 19) находится в Правобережном округе Липецка. Относится на сегодняшний день к особо охраняемым природным территориям местного значения. Городская рекреационная зона «Парк «Быханов сад» имеет разнообразный породный состав зеленых насаждений. Здесь произрастают как местные (береза повислая, липа сердцевидная, рябина обыкновенная, сосна обыкновенная и др.), так и интродуцированные виды растений – конский каштан обыкновенный, скумпия кожевенная, псевдотсуга Мензиса и другие. В 2018 г. проведена была реконструкция парка. В частности, была сделана обрезка тополей, причем более 30 % от объема кроны. В основном были удалены нижние

ветви до высоты 6-7 м. В целом это повлияло на жизненное состояние древостоев. В настоящее время деревья тополя итальянского относятся к категории ослабленных (более 70 %). Декоративность их утрачена, крона плохо развита. Имеются механические повреждения на стволах. Следует отметить, что парк «Быханов сад» расположен между улицами Гагарина, Балмочных и Тельмана. Те экземпляры, которые примыкают к ул. Балмочных имеют наихудшее жизненное состояние, это относится не только к тополи итальянскому, но и березе повислой. Возможно, это связано со строительством нового жилого комплекса, который непосредственно примыкает с западной стороны к парку и повреждением корневых систем во время прокладки инженерных коммуникаций.

Таким образом, преждевременное старение, которое наблюдается в городской среде, приводит к ухудшению жизненного состояния зеленых насаждений, снижению роста, развития деревьев, ухудшению декоративности, снижению санитарно-гигиенической функции. В особенности это наблюдается в зонах влияния промышленных выбросов НЛМК и АО «Липецкцемент», а также вдоль магистральных улиц.

Исследования проведены при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект 20-17-00172.

Список литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика жизненного состояния деревьев и древостоев // Лесоведение. – 1989. – №4. – С. 51–57.
2. Клевцова М.А. Оценка жизненного состояния древостоев как составная часть геоэкологического мониторинга урбанизированных территорий (на примере города Воронежа) // Экологические системы и приборы. – 2015. – № 6. – С. 17–27.
3. Особенности формирования ассимиляционного аппарата древесных растений в условиях Липецкого промышленного центра / О.А. Дубровина [и др.] // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2017. – № 128. – С. 319–329.
4. Практикум по информационным технологиям: учебное пособие для студ. вузов / С.А. Куролап [и др.]; Воронеж. гос. ун-т; под ред. В.С. Тикунова, С.А. Куролапа. – Воронеж: Воронеж. гос. ун-т, 2008. – 265 с.
5. Сергейчик С.А. Древесные растения и оптимизация промышленной среды. – Минск: Наука и техника, 1984. – 168 с.
6. Фитотоксичность органических и неорганических загрязнителей: (проблемы промышленной ботаники) / [В.П. Тарабрин и др.]; АН УССР. Донецкий ботан. сад; под общ. ред. Е.Н. Кондратюка. – Киев: Наукова думка, 1986. – 214 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ПРИРОДНОЙ И ТЕХНОГЕННОЙ СРЕД

ВЫСШИЕ ВОДНЫЕ РАСТЕНИЯ ДЕЛЬТЫ ВОЛГИ КАК БИОФИЛЬТР ДЛЯ ПОТОКОВ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ

Дубровская Татьяна Валерьевна,
Лычагин Михаил Юрьевич, канд. георг. наук, доцент
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова
E-mail: dtv97@yandex.ru

Проведены эколого-геохимические исследования в дельте Волги, направленные на получение информации о современном состоянии аквальных систем и их геохимической структуре. Особое внимание уделено высшим водным растениям (макрофитам), которые аккумулируют значительную часть веществ природного и антропогенного происхождения, поступающих в дельту Волги. Геохимическое опробование проводилось в протоках, ериках, каналах, култуках, на устьевом взморье, что позволило определить биогеохимическую специализацию основных видов макрофитов, охарактеризовать пространственное распределение тяжелых металлов и металлоидов (ТММ) в компонентах аквальных систем, выявить связи содержаний ТММ в макрофитах и среде их обитания. Показано, что особенности накопления химических элементов растениями во многом обусловлены их морфологическим строением. Получены данные о содержании ТММ в речной взвеси, осаждаемой макрофитами (эпифитовзвеси), подтверждающие важное значение данного процесса для осуществления барьерной функции дельтовых систем.

Ключевые слова: аквальные ландшафты, тяжелые металлы и металлоиды, биогеохимическая индикация, взвешенные наносы, пространственная изменчивость

HIGHER WATER PLANTS OF THE VOLGA DELTA AS A BIOFILTER FOR THE FLOWS OF HEAVY METALS AND METALLOIDS

Tatiana V. Dubrovskaya,
Mikhail Y. Lychagin, Ph.D., Associate Professor
Lomonosov Moscow State University
E-mail: dtv97@yandex.ru

Environmental geochemical studies have been carried out in the Volga Delta, aimed at obtaining information on the current state of aquatic systems and their geochemical structure. Special attention is paid to higher aquatic plants (macrophytes), which accumulate a significant part of substances of natural and anthropogenic origin entering the Volga delta. Geochemical sampling was carried out in main branches, smaller channels, cultuks, and the shallow near-shore zone. It allowed to determine the biogeochemical specialization of the main types of macrophytes, to characterize the spatial distribution of heavy metals and metalloids in the components of aquatic systems, to identify the relationship of heavy metals and metalloids contents in macrophytes and their habitat. It

is shown that the features of the accumulation of chemical elements by plants are largely due to their morphological structure. Data on the content of heavy metals and metalloids in the river suspension deposited by macrophytes (epiphytosuspension) were obtained, confirming the importance of this process for the barrier function of delta systems.

Keywords: aquatic systems, heavy metals and metalloids, biogeochemical indication, suspended sediments, spatial variability

Введение. Водные растения обитают в дельте Волги в разных условиях – на поверхности, в толще воды или в придонной части, вдоль берегов водоемов и водотоков. В зависимости от условий местообитаний их относят к разным экологическим группам: гидрофитам погруженным, гидрофитам плавающим, гидрофитам [2]. В число наиболее распространенных видов входят: *рдест пронзеннолистный* (*Potamogeton perfoliatus*), *роголистник погруженный* (*Ceratophyllum demersum*), *уруть сибирская* (*Myriophyllum sibiricum*), *рдест гребенчатый* (*Potamogeton pectinatus*), *сальвиния плавающая* (*Salvinia natans*), *чили́м (рогольник астраханский)* (*Trapa natans*), *кубышка желтая* (*Nuphar lutea*), *нимфейник щитовидный* (*Nymphoides peltata*), *ежеголовник прямой* (*Sparganium erectum*), *тростник южный* (*Phragmites australis*), *лотос орехоносный* (*Nelumbo nucifera*).

Водные растения могут накапливать различные вещества, находящиеся в растворенном состоянии в речных водах и илах, а также осаждают взвешенные наносы, в связи с чем их целесообразно использовать для геохимической индикации загрязнения водных объектов.

Работа основана на результатах комплексной гидролого-геохимической экспедиции географического факультета МГУ по проекту РГО-РФФИ «Геохимические барьерные зоны в пресноводных дельтах рек России» 2017–2018 гг. Она продолжает биогеохимические исследования, начатые в дельте Волги в середине 1990-х гг. [3]. Обработка данных проведена в рамках темы госзадания «Антропогенная геохимическая трансформация компонентов ландшафтов».

Методы. Полевые исследования в дельте Волги включали отбор проб воды, взвеси, донных отложений, водных растений и эпифитовзвеси в протоках, ериках, каналах, култуках, на устьевом взморье. Выбор точек опробования осуществлялся на основе результатов предшествующих исследований. Для получения эпифитовзвеси листья и стебли растений без корневой части отмывались дистиллированной водой и высушивались. Полученная при отмывании растений жидкость выпаривалась на песчаной бане до получения порошка сухого вещества. Химический состав всех компонентов аквальных ландшафтов определялся единым методом ICP-MS (ICP-AES), что позволило объективно оценить роль внешних факторов в формировании химического состава растений. При интерпретации результатов рассчитывались коэффициенты накопления (Кн), вариации (Cv), биологического поглощения (Ах), проводился корреляционный анализ содержания ТММ в высших водных растениях и среде их обитания. Для характеристики пространственной изменчивости содержаний ТММ в различных компонентах аквальных ландшафтов строились карты распределения поллютантов, использовался ГИС-пакет ArcGIS 10.3.

Результаты и обсуждение. Биогеохимическая специализация макрофитов была охарактеризована по эколого-морфологическим группам растений. В группе гидрофитов погруженных накопление ТММ растениями снижается в последовательности: *роголистник погруженный* → *уруть сибирская*, *рдест пронзеннолистный* → *рдест гребенчатый*. Вероятно, способность к концентрированию ТММ связана не только с эколого-морфологической группой растения, но и, в большей мере, с видовыми особенностями. Виды, относящиеся к семейству Рдестовые, накапливают поллютанты в гораздо большей степени, нежели остальные виды данной группы, исключая *роголистник погруженный*. Основными факторами, влияющими на распределение ТММ внутри растений группы гидрофитов погруженных, являются морфологические особенности видов, благодаря которым растения накапливают поллютанты из различных компонентов аквальных ландшафтов. Виды растений, прикрепленные к грунту (*роголистник погруженный*, *рдест гребенчатый*, *уруть сибирская*), получают химические элементы из донных отложений, плавающие макрофиты – из речной воды и взвеси. Наибольшим содержанием ТММ в группе гидрофитов погруженных характеризуется *роголистник погруженный*, что отмечалось и ранее [3]. *Роголистник* накапливает Ni, Co, V, Pb, Cu, Zn, Cd, W, Mo, As, Mn и другие химические элементы.

В группе гидрофитов плавающих наибольшим накоплением ТММ характеризуется *сальвиния плавающая*. Степень накопления ТММ в высших водных растениях группы гидрофитов плавающих снижается в последовательности: *сальвиния плавающая* → *рогольник астраханский* → *кубышка желтая*, *нимфейник щитовидный*. Концентрации ТММ в *сальвинии* сопоставимы с концентрациями в гидрофитах погруженных. Накопление ТММ в *сальвинии плавающей* происходит главным образом из речной воды за счет погруженного рассеченного листа.

Содержание ТММ в гидрофитах неодинаково, *лотос* – широколистный гидрофит – отличается значительно более интенсивным накоплением химических элементов, чем узколистные гидрофиты. Можно говорить о такой последовательности снижения ТММ в сухом веществе гидрофитов: *лотос орехоносный* → *тростник южный*; *ежеголовник прямой*.

Эпифитовзвесь на различных видах растений осаждается в разных количествах. Выявлена тенденция уменьшения содержания ТММ в эпифитовзвеси от погруженных к плавающим и прибрежным растениям. Накопление ТММ в эпифитовзвеси идет гораздо активнее, чем в самих растениях. Содержание V, Cr, Co, Ni, Cu и Zn в эпифитовзвеси значительно превышает содержание этих же ТММ в водных растениях. Такое же распределение характерно и для других тяжелых металлов.

В дельте Волги, как было показано ранее [1, 3], максимальные содержания ТММ отмечаются в водных растениях, обитающих в устьях протоков на морском крае дельты и в южной части протоки Грязнуха, где формируются комплексные геохимические барьерные зоны. Наиболее контрастным накоплением ТММ выделяются *чили́м*, *сальвиния* и в меньшей степени *роголистник*.

Роголистник погруженный отличается высоким содержанием целого ряда ТММ по сравнению с другими видами макрофитов, что обусловлено его способностью к групповому концентрированию химических элементов. Максимумы концентраций ТММ в роголистнике отмечались в южной части протоки Грязнуха, южной части Волго-Каспийского канала, в выходах ериков на устьевое взморье. В южной части протоки Грязнуха отмечено относительно высокое содержание Cd (0,91 мкг/г) и Cu (16,8–18,3 мкг/г). Наибольшее содержание Ni отмечено на выходе из ерика Постовой на устьевое взморье и в средней части протоки Грязнуха (41,4–45,3 мкг/г).

Максимальные концентрации Cd, Cr, Cu, Ni и Pb отмечены в высших водных растениях в р. Таболе ниже г. Камызяк, что можно связать с антропогенным воздействием этого города. Высокие концентрации металлов в макрофитах характерны для р. Прямой Болды в районе очистных сооружений г. Астрахани. Таким образом, содержание ТММ в высших водных растениях отражает загрязнение аквальных систем, поэтому они могут использоваться для биогеохимической индикации техногенного воздействия.

На устьевом взморье в дельте Волги происходит наиболее активное накопление ТММ в высших водных растениях характерно для устьевого взморья Волги, где растения играют роль естественного биофильтра, осаждая взвешенное вещество, приносимое водными потоками. Значительное влияние на распределение ТММ в растениях оказывают скорости течения: в крупных протоках с более быстрым течением накопление ТММ практически отсутствует, в отличие от спокойных протоков и заливов.

Заключение. Содержание тяжелых металлов и металлоидов в высших водных растениях дельты Волги возрастает в ряду от гидрофитов узколистных до гидрофитов погруженных, что обусловлено условиями произрастания растений. Среди растений группы гидрофитов плавающих особенно интенсивным накоплением ТММ отличаются сальвиния плавающая и чилим, что обусловлено морфологическими особенностями видов. Концентрации тяжелых металлов и металлоидов в высших водных растениях зависят от их концентраций в поверхностных водах, взвешенных наносах и донных отложениях. Накопление тяжелых металлов и металлоидов прикрепленными растениями зависит от состава донных отложений, неприкрепленных – от растворенного вещества в воде. Наиболее интенсивной аккумуляцией химических элементов характеризуются уруть сибирская, рдест пронзеннолистный, рдест гребенчатый, роголистник погруженный, элементный состав которых во многом зависит от состава донных отложений. Эпифитовзвесь играет значительную роль в осуществлении барьерной функции высших водных растений в дельтах рек. Содержание тяжелых металлов и металлоидов в ней зависит и от химического состава растений, и от химического состава приносимого взвешенного вещества. Накопление тяжелых металлов и металлоидов в эпифитовзвеси идет гораздо интенсивнее, чем в самих растениях, что определяет целесообразность ее использования для целей биоиндикации антропогенного воздействия на аквальные системы.

Список литературы

1. Касимов Н.С., Касатенкова М.С., Ткаченко А.Н., Лычагин М.Ю., Крооненберг С.Б. Геохимия лагунно-маршевых и дельтовых ландшафтов Прикаспия // 100 лет со дня рождения А.И. Перельмана / Н.С. Касимов [и др.]. – М.: Лига-Вент, 2016. – 244 с.
2. Катанская В.М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. – Л., 1981. – 187 с.
3. Лычагина Н.Ю., Касимов Н.С., Лычагин М.Ю. Биогеохимия макрофитов дельты Волги (Геоэкология Прикаспия. Вып. 4) / Географический факультет МГУ. – М., 1998. – 84 с.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ПОРОД ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ

Каширин Иван Сергеевич, аспирант
Северный (Арктический) федеральный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: i.s.kashirin@yandex.ru

В данной статье проведен анализ экзогенных процессов в геологической среде на прибрежной зоне Печорского моря, оценена устойчивость геологической среды в зависимости от распространения экзогенных процессов. Выделены зоны устойчивости в зависимости от распространения экзогенных процессов на прибрежной зоне Печорского моря.

Ключевые слова: прибрежная зона, устойчивость геологической среды, многолетнемерзлые породы, экзогенные процессы

EVALUATION OF THE STABILITY OF PERMAFROST ROCKS IN THE COASTAL ZONE OF THE PECHORA SEA

Kashirin Ivan Sergeevich, postgraduate student
Northern (Arctic) Federal University named after M. V. Lomonosov
E-mail: i.s.kashirin@yandex.ru

This article analyzes exogenous processes in the geological environment in the coastal zone of the Pechora Sea, assesses the stability of the geological environment depending on the distribution of exogenous processes. Stability zones have been identified depending on the distribution of exogenous processes in the coastal zone of the Pechora Sea.

Keywords: coastal zone, stability of the geological environment, permafrost, exogenous processes

Освоение территории в области развития криолитозоны всегда сопровождается существенными изменениями поверхностных условий в связи с уничтожением или преобразованием напочвенных теплоизолирующих покровов (растительного, снежного), замене грунта, создании насыпей и др. В то же время многолетнемерзлые породы (далее – ММП) формируются и существуют в результате теплообмена пород с внешней средой. Указанный теплообмен в значительной мере определяется совокупностью природных факторов, действующих именно на поверхности пород и в приповерхностных слоях пород. Техногенные изменения поверхностных условий сопровождаются изменением важных геокриологических параметров – среднегодовой температуры пород и мощности сезонно-талого слоя (далее – СТС) пород. Вследствие этих изменений сложным образом изменяются экзогенные геокриологические процессы и условия взаимодействия пород с фундаментами инженерных сооружений. Так, увеличение глубин сезонного оттаивания приводит к росту сезонного пучения пород, но может сопровождаться и процессами термокарста, т.е. осадками дневной поверхности в результате вытаивания подстилающих СТС подземных льдов.

Наиболее опасным является качественное изменение геокриологической обстановки, т.е. переход многолетнемерзлых пород в талое состояние. Много-

летнее оттаивание начинается при переходе среднегодовой температуры через 0 °С и сопровождается деградацией ММП сверху и снизу. При этом прочностные свойства пород скачкообразно снижаются, начинается развитие очень опасных процессов – прогрессирующего термокарста, термоэрозии и др. В связи с этим приобретает важность прогнозная оценка изменения геокриологической обстановки под влиянием техногенных изменений условий теплообмена пород с внешней средой.

Для северных природных комплексов многолетнемерзлые грунты являются одним из важнейших факторов, оказывающий влияние на устойчивость геологической среды. Инженерно-геокриологические условия верхнего горизонта криолитозоны севера Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (далее – ТПНГП) формировались на протяжении длительного периода: со среднего плейстоцена до настоящего времени.

Для основных геолого-генетических комплексов отложений севера ТПНГП выделены основные типовые разрезы и проанализирован литологический состав и физические свойства мерзлых, охлажденных и талых грунтов. Для исследуемой территории характерна выдержанность состава и специфика свойств грунтов в рамках геолого-генетических комплексов отложений:

- ледово-морские отложения – преимущественно суглинки, грунты талые и мерзлые слабодистые;
- озерно-аллювиальные отложения – переслаивание суглинков, супесей, песков, грунты талые и мерзлые льдистые;
- отложения казанцевской морской равнины и средних морских и аллювиально-морских террас – суглинки, пески, грунты талые и мерзлые слабодистые и льдистые;
- отложения низких морских и аллювиально-морских террас – преимущественно пески, грунты талые и мерзлые слабодистые, местами засоленные;
- озерно-болотные отложения – торф, оторфованные суглинки, супеси, пески, грунты талые и мерзлые льдистые и сильнольдистые.

Геокриологические условия севера Тимано-Печорской НГП в целом подчинены широтной зональности. Сжатость ландшафтно-климатических зон в направлении с севера на юг, нечеткие их границы, частое чередование ландшафтов предопределили неоднородность и сложность геокриологических условий верхнего горизонта криолитозоны по сравнению со всей ее толщиной. В его пределах границы переходов между геокриологическими зонами весьма размыты и условны, что связано со значительной дифференциацией природных (ландшафтных) условий. Неоднородность геокриологических условий выражается в частом чередовании участков, сложенных мерзлыми породами с поверхности (под слоем сезонного оттаивания), участков с заглубленной кровлей ММП и талыми породами.

Средние годовые температуры мерзлых пород изменяется от 0 до –4,5 °С. Глубины годовых колебаний температур варьируют от 9,0 до 15 м, сокращаясь в массивах торфяников до 6,0 м. Основными факторами, влияющими на дифференциацию температур мерзлых пород, являются климат, рельеф, раститель-

ность, дренированность поверхности. При этом ведущим фактором, как было установлено многочисленными предшествующими исследованиями, являются условия снегонакопления, связанные с особенностями мезо- и микрорельефа и высотой растительного покрова, обуславливающие глубину залегания кровли ММП [2].

Можно считать, что устойчивость геологической среды к техногенным воздействиям сопоставима с ее устойчивостью к экзогенным геологическим процессам [1]. Чем выше потенциальная возможность возникновения таких геологических явлений, тем ниже устойчивость геологической среды к техногенным нагрузкам. Поэтому при оценке устойчивости геологической среды на территории развития криолитозоны в качестве устойчивости можно использовать степень пораженности криогенными геологическими процессами.

Прибрежная зона Печорского моря повсеместно представлена многолетнемерзлыми грунтами, и характеризуется широким распространением таких экзогенных геологических процессов, как криогенное растрескивание, рост повторных жильных льдов, эрозия по берегам рек, солифлюкция (вязкопластичное течение почвы по верхней границе льдистой мерзлоты), термокарст и термоэрозия.

Важно отметить, что среди доминирующих криогенных процессов негативное воздействие на инженерные сооружения при нефтегазовом освоении особенно могут оказать термокарст и термоэрозия; для легконагруженных фундаментов и линейных сооружений – сезонное и многолетнее пучение пылеватых влажных грунтов слоя сезонного протаивания, преобладающее в южной части региона – в зоне развития прерывистых мерзлых пород.

Контурные на карте представлены в виде эллипсов, тем самым температурное влияние в них будет достаточно высоким. Также на основании данных геологических фондов Архангельской области, подтверждены зоны устойчивости в зависимости от степени устойчивости геологической среды по криогенным процессам.

Эрозия является одним из самых распространенных экзогенных геологических процессов, развитых повсеместно [4]. Основная причина эрозии в тундровой зоне – избыточное увлажнение и тундрово-глеевые почвы, обладающие слабой устойчивостью к эрозии. Поскольку растительный покров тундры возобновляется очень медленно, то в тундровой зоне эрозия развивается очень интенсивно, причем не только на склонах возвышенностей, но и на плоских участках. Карта-схема распространения основных экзогенных геологических процессов на территории прибрежной части Печорского моря представлена на рисунке 1.

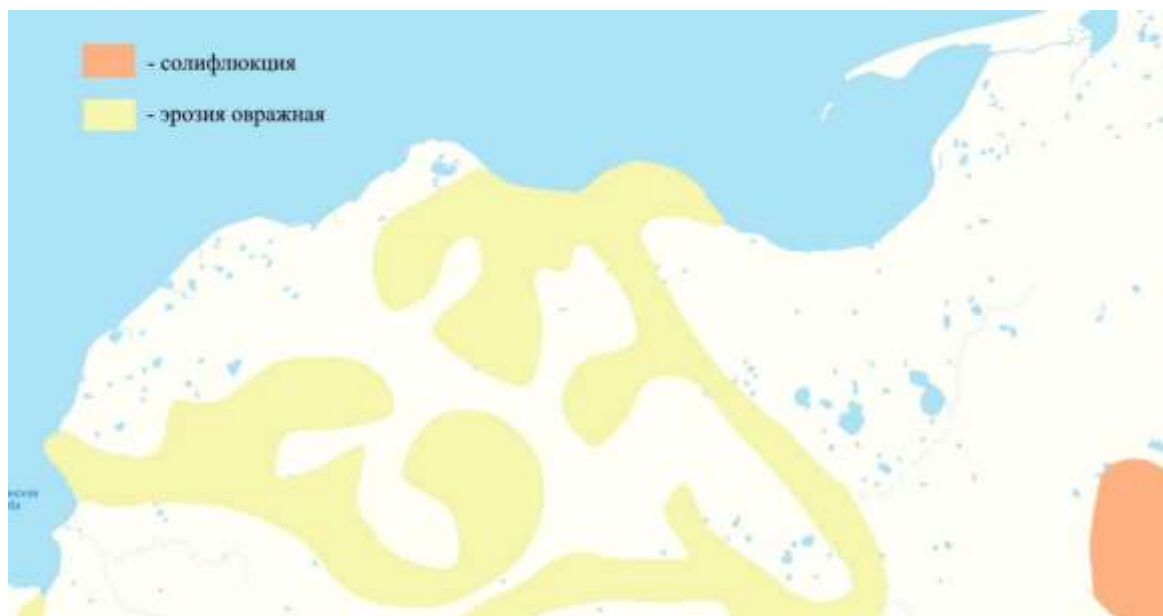


Рис. 1. Карта-схема распространения основных экзогенных процессов на территории севера ТПНГП

Важно отметить, что среди доминирующих криогенных процессов негативное воздействие на инженерные сооружения при нефтегазовом освоении могут оказать термокарст и термоэрозия; для легконагруженных фундаментов и линейных сооружений – сезонное и многолетнее пучение пылеватых влажных грунтов слоя сезонного протаивания, преобладающее в части региона – в зоне развития прерывистых мерзлых пород [5].

Анализируя карту пораженности верхней части разреза криогенными геологическими процессами (рис. 1), исследуемую территорию авторами [3] предложено разделить на 3 типа: с сильной, средней и слабой степенью проявления криогенных процессов (табл.).

Таблица

Степень проявления криогенных процессов

Степень проявления	Поражённость территории %
Слабая	0–30
Средняя	30–50
Сильная	Более 50

Тогда с учетом значений усредненной величины пораженности криогенными процессами в пределах рассматриваемой территории можно выделить зоны, характеризующиеся устойчивым, умеренно устойчивым и слабо устойчивым состоянием верхней части геологического разреза.

К устойчивому состоянию можно отнести зоны, в которых экзогенные процессы проявлены слабо или отсутствуют совсем (площадь распространения составляет менее 20 %). На исследуемой территории таких зон не выявлено.

К умеренно устойчивому состоянию можно отнести зоны, в которых процессы имеют среднюю степень проявления (пораженность измеряется в пределах 20–40 %). К таким площадям можно отнести зоны I и III.

К слабоустойчивому состоянию верхней части геологического разреза можно отнести площади, пораженность которых более 40 %, что соответствует сильной интенсивности проявления экзогенных процессов. К такой площади можно отнести зону II.



Рис. 2. Карта-схема устойчивости геологической среды в зависимости от распространения экзогенных процессов на территории севера ТПНГП

Список литературы

1. Иванов Р.С. Анализ свойств нефтей северной части Тимано-Печорской провинции // Геодинамика и геологические изменения в окружающей среде северных регионов: мат-лы Всерос. конф.: в 2 т. – Архангельск, ИЭПС УрО РАН, 2004. – С. 337–341.
2. Губайдуллин М.Г. Геоэкологические условия освоения минерально-сырьевых ресурсов Европейского Севера России: монография. – Архангельск: Помор. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, 2002. – 308 с.
3. Губайдуллин М.Г., Балашов Д.А. Анализ факторов геоэкологического риска при транспорте попутного нефтяного газа в прибрежной зоне Печорского моря // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2018. – № 4. – С. 37–42.
4. Губайдуллин М.Г., Калашников А.В., Колосов Д.Ф., Бурков Д.В. Оценка воздействия нефтегазовых объектов на почвы и растительность юго-восточной части Большеземельской тундры: монография. – Архангельск: САФУ, 2017. – 188 с.
5. Гасанова А.В., Губайдуллин М.Г. Влияние многолетнемерзлых пород на устойчивость верхней части геологической среды при нефтегазовом освоении прибрежной зоны печорского моря. – Архангельск: САФУ, 2019. – Т. 2. – С. 84–87.

**СОВРЕМЕННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА
НА СЕВЕРЕ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ И ЕГО ВЛИЯНИЕ
НА ЛАНДШАФТЫ И СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ
(НА ПРИМЕРЕ САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

Макаров Владимир Зиновьевич, д-р геогр. наук, профессор,
Чумаченко Алексей Николаевич, д-р геогр. наук, профессор,
Пряхина Софья Ивановна д-р с.-х. наук, профессор,
Гусев Виктор Александрович канд. с.-х. наук, доцент,
Данилов Владимир Анатольевич, канд. геогр. наук,
Червяков Максим Юрьевич, канд. геогр. наук, доцент,
Пичугина Наталья Валентиновна, канд. геогр. наук, доцент,
Морозова Светлана Владимировна, канд. геогр. наук, доцент,
Федоров Алексей Васильевич, Шлапак Павел Александрович,
Неврюев Александр Михайлович, Хворостухин Дмитрий Павлович
Саратовский национальный исследовательский государственный университет
им. Н.Г. Чернышевского
E-mail: makarovvz@rambler.ru

В статье приведены результаты оценки влияния глобальных климатических изменений на ландшафты разных климатических зон и подзон Саратовской области. Даются рекомендации по оптимизации природопользования в регионе в условиях разнообразно проявляющегося глобального потепления.

Ключевые слова: геоэкологическое состояние, семиаридные ландшафты, климатические изменения, оптимизация природопользования, Нижнее Поволжье, Саратовская область

**MODERN CLIMATE CHANGE IN THE NORTH
OF THE LOWER VOLGA REGION AND ITS IMPACT ON LANDSCAPES
AND SOCIO-ECONOMIC ACTIVITY OF THE POPULATION
(ON THE EXAMPLE OF THE SARATOV REGION)**

Vladimir Z. Makarov, D.Sc., Professor,
Alexey N. Chumachenko, D.Sc., Professor,
Sofia I. Pryakhina, D.Sc., Viktor A. Gusev, Ph.D., Associate Professor,
Vladimir A. Danilov, Ph.D., Maxim Y. Chervyakov, Ph.D., Associate Professor,
Natalia V. Pichugina, Ph.D., Associate Professor,
Svetlana V. Morozova, Ph.D., Associate Professor,
Alexey V. Fedorov, Pavel A. Shlapak, Alexander M. Nevryuev,
Dmitry P. Khvorostukhin
Saratov National Research State University named after N.G. Chernyshevsky
E-mail: makarovvz@rambler.ru

The article presents the results of assessing the impact of global climate change on the landscapes of different climatic zones and subzones of the Saratov region. Recommendations are

given for optimizing nature management in the region under the conditions of diverse manifestations of global warming.

Keywords: geoecological state, semiarid landscapes, climate change, optimization of nature management, Lower Volga region, Saratov region

Саратовская область находится в 5 геоморфологических провинциях, 3 ландшафтных зонах и 5 ландшафтных подзонах. В пределах ландшафтных зон, подзон и геоморфологических провинций выделяются 22 ландшафтных района, отличающихся характером горных пород и рельефа, почвенно-растительными группировками, гидрологическими особенностями и климатом [1, 2].

В целом территория Саратовской области располагается в семиаридной и аридной областях Европейской части России. Это южная лесостепь, северная, типичная и сухая подзоны степи и подзона северной полупустыни. Обширная – более 100 тыс. км², территория региона представляет научный и практический интерес в изучении проявления глобальных климатических изменений на ландшафты, население и хозяйство.

Для оценки особенностей этого проявления на территории Саратовской области был собран, обработан и проанализирован материал:

- срочных метеорологических наблюдений на метеостанциях области;
- данные, опубликованные в климатических и агроклиматических справочниках за разные временные интервалы;
- данные, размещенные на сайте ВНИИГМИ-МЦД [3];
- данные спутниковых измерений температуры подстилающей поверхности на основе регистрации инфракрасного излучения с орбитальных платформ Тепа и Aqua (система MODIS) и других спутниковых платформ (с локацией на территорию Саратовской области).

В результате выполненной работы были получены следующие результаты климатического анализа. Режим температуры и осадков в Саратовской области рассматривался за два временных периода. Первый период включает промежуток с 1881 по 1960 г. Он объединяет два естественных климатических отрезка состояния земной климатической системы – так называемую, первую волну глобального потепления и период стабилизации. Второй период охватывает годы с 1966 по 2019 г. и соответствует второй волне глобального потепления [4].

В климатических характеристиках территории Саратовской области обнаружили ощутимые изменения сезонной и среднегодовой температуры воздуха. Сравнивая средние годовые температуры воздуха (табл. 1), отметим, что средние годовые температуры в Правобережье и Левобережье Саратовской области (за исключением крайнего юго-востока) во вторую волну глобального потепления климата выросли примерно на одну и ту же величину – 1,25 °С. Самый сильный рост средних годовых температур от одного периода к другому наблюдается в Вольско-Хвалынском Приволжье, в южной лесостепи. Самый слабый рост температуры зафиксирован на крайнем юго-востоке области в северной полупустыне – с. Александров Гай – 0,7 °С.

Таблица 1

**Средние годовые температуры воздуха (°С) по некоторым метеостанциям
в различные временные периоды**

Станции. Ландшафтный район	Периоды, гг.		Δt
	1881–1960	1966–2019	
Балашов. Донская равнина. Северная степь	5,0	6,3	1,3
Октябрьский городок Приволжская возвышенность. Северная степь	4,2	5,4	1,2
Хвалынский. Приволжская возвышенность. Южная лесостепь	3,8	6,9	3,1
Саратов. Приволжская возвышенность. Северная степь	4,3	6,8	2,5
Ершов. Низкая Сыртовая равнина. Типичная степь	4,8	6,0	1,2
Новоузенск. Прикаспийская низменность. Сухая степь	6,0	7,3	1,3
Александров Гай. Прикаспийская низменность. Северная полупустыня	6,6	7,2	0,7

Таким образом, на территории Саратовской области подтвердилась одна из особенностей потепления, заключающаяся в том, что скорость роста температур увеличивается от низких широт к высоким.

В большинстве районов области проявляется тенденция, идентичная глобальной: рост температур холодной части года. Температуры месяцев теплого периода практически не изменяются, или обнаруживается очень небольшое увеличение. Такая тенденция имеет место на всех рассматриваемых метеостанциях Правобережья Саратовской области.

Проявление второй волны глобального потепления на территории Саратовской области крайне неоднородно и несколько отличается от глобального.

Во вторую волну глобального потепления наиболее сильный рост средних годовых температур наблюдается на севере области в южной лесостепи и степном Заволжье. Самый слабый рост среднегодовых температур отмечен в северной полупустыне.

Исследования температурного режима позволяют сделать заключение об изменении продолжительности сезонов года.

Весенние даты перехода сместились на более ранние сроки, а осенние – на более поздние. Особенно сильное смещение имеют весенняя дата перехода через 0 °С и осенняя дата перехода через 10 °С (пять и четыре дня, соответственно). Можно констатировать существенное сокращение метеорологических зимнего и весеннего сезонов, некоторое удлинение летнего и неизменную продолжительность осеннего сезона в Саратовской области.

Выявилось изменение режима увлажнения и циркуляционного режима. Режим увлажнения.

Анализ данных увлажнения в разных ландшафтных зонах Саратовской области в первую и вторую волны глобального потепления обнаружил уменьшение суммы годовых осадков.

Во вторую волну глобального потепления на территории области стало выпадать меньше осадков, чем в период с 1881 по 1966 г. [5] (табл. 2).

Таблица 2

**Суммы осадков (мм) за теплое и холодное полугодия по метеостанциям
Саратовской области**

Станции	Теплое полугодие (VI–X)			Холодное полугодие (XI–III)		
	Периоды, гг.		Изменения сумм осадков мм	Периоды, гг.		Изменения сумм осадков, мм
	1881– 1960	1966– 2019		1881– 1960	1966– 2019	
Балашов	333	323	–10	226	201	–24
Октябрьский го- родок	293	283	–10	208	155	–53
Хвалынский	329	293	–36	240	207	–33
Саратов	295	277	–18	201	186	–15
Ершов	240	244	+4	201	149	–52
Новоузенск	197	203	+6	167	130	–37
Александров Гай	193	191	–2	180	136	–44

На крайнем юго-востоке области (метеостанция Александров Гай) количество осадков, выпадающих в теплое полугодие, практически не обнаруживает климатической изменчивости.

В Саратове, на границе степи и лесостепи изменения месячных сумм осадков от периода к периоду довольно хаотичны. Во вторую волну глобального потепления по сравнению с предыдущим периодом существенно уменьшились осадки в феврале, марте, мае, августе и октябре. Характерно увеличение месячных сумм осадков в сентябре во вторую волну глобального потепления по отношению к более раннему. В Хвалынске, в южной лесостепи, во вторую волну глобального потепления осадков стало выпадать меньше практически во все месяцы за исключением апреля и июня.

В Заволжье в некоторые месяцы теплого полугодия осадков стало выпадать больше, чем в предыдущий климатический период. Такая тенденция проявилась в Ершове и Новоузенске. На крайнем юго-востоке области (метеостанция Александров Гай) в июне количество осадков также увеличилось во вторую волну глобального потепления. Замечено увеличение повторяемости ливневых дождей на всей территории Саратовской области.

В ходе «разгоняющегося» глобального потепления средний балл облачности в Саратовском регионе сначала растет, а потом начинает уменьшаться [6].

Рост частоты проникновения в Нижне-Волжский регион холодных арктических воздушных масс летом приводит к формированию жарких и сухих условий за счет интенсивной трансформации воздушных масс. В связи с этим можно предположить, что в дальнейшем - при развитии потепления, вклад летних сезонов в наблюдаемый рост температур может стать более значимым.

Для оценки ландшафтных изменений в условиях глобального потепления на территории Саратовской области авторами проекта на основе выявленных результатов климатического анализа и ранее проведенных исследований были выбраны 15 ключевых территорий площадью от нескольких до десятков квадратных километров [7, 8].

Ключевые территории были предварительно изучены камеральным способом с использованием данных дистанционного зондирования Земли. Были отобраны и дешифрованы космические снимки высокого разрешения на одноименные участки за 1999 и 2020 г. с орбитальных платформ «Ресурс-Ф1 М» КФ1А-1000 и «Канопус-В №1» IRS ОАО «Российские космические системы».

На камеральном этапе широко использовались методы сравнительно-картографического анализа, математико-картографического моделирования, математико-статистической обработки метеоданных с использованием ГИС-технологий, методы дешифрирования данных дистанционного зондирования Земли.

Накопленный опыт в изучении реакции ландшафтов на глобальный рост температуры позволяет сделать определённые выводы:

- обнаружено большое разнообразие реакции ландшафтной среды на глобальное потепление. Картина ландшафтного отклика на изменение климата мозаична и отражает сложную стохастическую систему многообразных, зачастую малоизученных и не до конца ясных связей между глобальным повышением температуры воздуха на планете и, к примеру, увеличением количества ливневых осадков в лесостепной зоне саратовского Предволжья;

- в Северном полушарии глобальное потепление более заметно в Субарктике и Арктике. Оно менее отчётливо в зонах тайги и смешанных лесов. Ещё менее ощутимо в степной и полупустынной зонах умеренного, субтропического и тропического поясов. При переходе к лесостепным, степным и полупустынным геосистемам фактор увеличивающихся глобальных температур воздуха перестает быть критическим, как в годовом цикле, так и в отдельные сезоны;

- в семиаридных и аридных геосистемах главным фактором изменений их функционирования выступает количество и режим осадков. Устойчивость степных и полупустынных геосистем к климатическим флуктуациям зависит от темпов иссушения климата, а не от повышения фоновых температур воздуха. Важно устанавливать при анализе режима увлажнения не только количество и режим осадков, но и их сезонные вариации и даты сдвига температур, благоприятных для вегетации растений;

- каждому ландшафтному компоненту и отдельным его элементам присуще своё «характерное время», то есть скорость реагирования на изменение климатических показателей. Наиболее лабильны (изменчивы), то есть быстро откликаются на климатические флуктуации биотические компоненты ландшафта – структура и состав фитоценоза и зооценоза, микробоценоза. Довольно отчетливо реагируют на изменения климата глубина залегания грунтовых вод, формы микрорельефа, химизм почвогрунтов, поверхностных и подземных вод.

Оценить последствия климатических изменений на малом временном отрезке (первые десятилетия) возможно, лишь изучая элементы, компоненты и свойства геосистем с малыми характерными временами. Это структура зооценозов (особенно изменения ареалов и видов насекомых), изменения морфологии эрозионной сети на водосборах малых порядков, уровень залегания грунтовых вод, глубина промачивания деятельного слоя почво-грунтов, инвазии

новых видов растений. Перечисленные свойства и признаки геосистем являются наиболее заметными климатическими индикаторами при изучении климатического отклика степных и лесостепных геосистем.

Авторы, выполняя работы в семиаридной полосе Европейской России на территории Саратовской области, искали последствия климатических флуктуаций последних десятилетий в изменениях растительных группировок, в явлениях животного мира, в изменениях структуры землепользования и видах культивируемых сельскохозяйственных растений, их урожайности в разных ландшафтных зонах [9].

В полевых условиях использовались методы комплексного ландшафтного описания, методы аэрофотосъёмки с беспилотного летательного аппарата. Анализ данных на основе геоинформационного картографирования и дистанционного зондирования, объединенных в единую геоинформационную систему на территорию Саратовской области показал, что отчётливого отклика на глобальное потепление в геосистемах южной лесостепи и луговой степи Приволжской возвышенности и Донской равнины не обнаружено. Заметно обозначилось зарастание заброшенных сельскохозяйственных угодий древесной и кустарниковой растительностью, сорняковыми травами. Зарастание лесом и кустарником сельскохозяйственных полей обусловлено сукцессионным процессом возвращения некогда лесных участков в их естественное состояние.

Было выявлено много заброшенных сельскохозяйственных полей в Заволжье, в подзоне сухой степи и северной полупустыне. Однако данный факт связан с кардинальным изменением социально-экономического уклада в аграрном секторе страны и конкретного региона, а не ростом глобальных температур.

Стоит остановиться на изучении динамики водно-эрозионных процессов на ключевых территориях по результатам дешифрирования космических снимков за 1999 и 2019 г..

Наиболее заметное увеличение длины линейных эрозионных форм рельефа наблюдается на Донской равнине в подзонах луговой и северной степи и в Хвалынском Предволжье в южной лесостепи [10]. В степной зоне Левобережья и на юге Правобережья отмечены низкие показатели развития линейной эрозии.

Из общих особенностей, наблюдаемых на большинстве исследуемых участков, стоит отметить следующие:

- развитие мелких эрозионных форм: промоин, борозд и др.;
- увеличение интенсивности линейной эрозии на сильно покатых и крутых склонах и плоскостного смыва на приводораздельных склонах;
- незначительные темпы развития донной и боковой эрозии в крупных балках и оврагах;
- наибольшая скорость эрозии отмечена на распаханых склонах.

Увеличение температур воздуха в период снеготаяния является одной из причин активного образования малых эрозионных форм на склонах.

В качестве одной из ключевых территорий авторами рассматривался и изучался пустынно-степной комплекс в Багырдайско-Большеузенском ландшафте на Приузенской равнине, комплексные ландшафтные полевые исследования которого проводились с 2000-х гг. Для изучения динамики почвенно-

растительного покрова использовались разновременные ортофотопланы с наложенными на них данными полевых исследований с ГСП привязкой. Создание ландшафтной карты участка, картометрические расчеты площадей и длин, а также аналитические операции проводились с использованием инструментария ГИС программы MapInfo Pro.

За 10 лет произошли сильные изменения и в структуре растительного покрова, и на поверхности почвенного покрова. Причиной деградации почвенно-растительного покрова полупустынных геосистем в Саратовском Заволжье стала чрезмерная пастбищная нагрузка, обусловленная более ранним выгоном скота на пастбища [11, 12].

Климатические изменения, наблюдающиеся в разных ландшафтных зонах и геоморфологических провинциях на территории Саратовской области заметно не отразились на структуре землепользования в регионе. Отметим лишь некоторые особенности, обусловленные сменой социально-экономических условий хозяйствования в аграрном секторе экономики.

В луговой и северной степи Донской равнины отмечено небольшое перераспределение пахотных земель. Оставляются малопродуктивные участки на плакорах и вдоль лесных полос с тяжелыми древнеморенными суглинками и глинами. Распахиваются залежные и целинные угодья, прилегающие к пологим и покатым склонам балок и крупных оврагов.

В южной лесостепи Приволжской возвышенности отмечено значительное уменьшение распаханых земель на щебнистых приводораздельных и присетевых склонах со слаборазвитыми смытыми почвами. Заброшенные пахотные участки в процессе естественной сукцессионной смены растительных сообществ зарастают древесно-кустарниковой растительностью. В процессе самосева на оставленных сельскохозяйственных землях восстанавливаются насаждения сосны обыкновенной, плодовых деревьев (груша, яблоня), на речных террасах появляются куртины лоха серебристого.

В сухой степи и северной полупустыне саратовского Заволжья перестали распахиваться около 150 тыс. га солонцеватых суглинистых малопродуктивных земель с каштановыми и светлокаштановыми почвами. Эти земли перешли в разряд экстенсивных пастбищ.

В северной полупустыне на пастбищах наблюдаются процессы антропогенного опустынивания из-за перевыпаса скота.

Общие выводы:

1. Анализ камерального и полевого материала по 15 ключевым территориям Саратовской области выявил пока незначительную реакцию лесостепных, степных и полупустынных геосистем региона на глобальное потепление. Наиболее отчетливо климатические изменения в сторону уменьшения количества осадков и повышения среднегодовых и сезонных температур воздуха проявились в южной лесостепи Приволжской возвышенности. В степной и полупустынной зонах Саратовского Заволжья они не велики. В наименьшей степени изменения климата выявлены в северной полупустыни Прикаспийской низменности.

2. В социально-экономической сфере хозяйственного комплекса Саратовской области и демографических процессах на её территории фактор глобального

потепления практически незаметен. Отток населения из городов и сельской местности Саратовской области, закрытие или заметное ослабление ряда отраслей промышленного сектора связаны со сложившейся структурой экономики современной России и политикой отраслевого и территориального управления на федеральном и региональном уровнях.

3. Фитосукцессионные и водно-эрозионные процессы активизировались на Приволжской возвышенности в южной лесостепи.

4. Наблюдается активное зарастание древесно-кустарниковой растительностью заброшенной пашни в южной лесостепи Саратовского Предволжья.

5. Теплые и относительно короткие зимы, резкое увеличение весенних температур приводит к интенсивному снеготаянию и активизации водной эрозии на склонах Приволжской возвышенности и Донской равнины.

6. Структура землепользования в разных ландшафтных зонах и геоморфологических провинциях существенно не изменилась.

7. На Приволжской возвышенности в южной лесостепи обнаружился вывод пашни из оборота на малопродуктивных участках водосборов крупных балок и малых речных долин.

8. Усилилась пастбищная нагрузка на заброшенной малопродуктивной пашне на солонцеватых каштановых почвах в северной полупустыне и сухой степи в Заволжье.

Некоторые **рекомендации** для аграрного сектора экономики региона [13].

1. Увеличить площадь посевов озимой пшеницы в степной зоне Правобережья и на волжских террасах Заволжья.

2. Нормировать долю посевов подсолнечника не более 12–13 % от общей площади пашни.

3. Увеличить площадь плодовых и косточковых в южной лесостепи на Приволжской возвышенности.

4. Строго нормировать выпас крупного рогатого скота, овец и лошадей на экстенсивных пастбищах в северной полупустыне и сухой степи в Заволжье.

Список литературы

1. Учебно-краеведческий атлас Саратовской области / Аникин В.В., Акифьева Е.В., Афанасьева А.Н. и [др.]; гл. ред. А.Н. Чумаченко, отв. ред. В.З. Макаров. – Саратов: Саратовский ун-т, 2013. – 144 с.

2. Ландшафтное районирование Саратовской области / Макаров В.З., Пичугина Н.В., Чумаченко А.Н., Молочко А.В., Гусев В.А., Затонский В.А., Безверщенко Л.С., Волков Ю.В., Данилов В.А., Неврюев А.М., Федоров А.В., Хворостухин Д.П. – Саратов, 2019. – 77 с.

3. Специализированные массивы для климатических исследований / Веселов В.М. Прибыльская И.Р., Мирзеабасов О.А. – URL: <http://aisori-m.meteo.ru/waisori/> (дата обращения: 19.05.2022).

4. Морозова, С.В. Роль планетарных объектов циркуляции в глобальных климатических процессах. – Саратов, 2019. – 132 с.

5. Морозова С.В. Аномальные явления погоды на фоне второй волны глобального потепления // Современная экология: образование, наука, практика: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. – 2017. – С. 445–449.

6. Сравнительный анализ режима облачности в Нижнем Поволжье и Южном Предуралье на фоне меняющегося климата / Морозова С.В., Полянская Е.А., Кононова Н.К. // Степи Северной Евразии: мат-лы девятого Междунар. симп. – Оренбург, 2021. – С. 580–584.

7. Макаров, В.З., Пичугина, Н.В., Полупустынное Саратовское Приузенье: структура почвенного покрова, ландшафты и проблемы природопользования / Пичугина Н.В., Макаров В.З. Саратов, 2015. – 193 с., ил.

8. Саратовское Предволжье. Ландшафтная структура. История освоения. Проблемы природопользования / Макаров В.З., Чумаченко А.Н., Гусев В.А., Пичугина Н.В., Волков Ю.В., Затонский В.А., Данилов В.А., Проказов М.Ю., Федоров А.В., Молочко А.В., Хворостухин Д.П., Шлапак П.А., Анисимов В.И., Чумаченко Н.А., Суровцева О.В., Кочеткова Е.С., Печкина Ю.А.; под ред. В.З. Макарова. – Саратов, 2014. – 180 с.

9. Макаров В.З., Пичугина Н.В. Ландшафтное планирование как основа оптимизации природопользования в семиаридных регионах Европейской России (на примере Саратовской области) // Ландшафтные измерения устойчивого развития: исследование – планирование – управление. – 2017. – С. 408–417.

10. Федоров А.В., Шлапак П.А., Муженский Д.А. Исследование линейной эрозии путем создания уточненной цифровой модели рельефа на основе srtm (на примере территории Хвалынского района Саратовской области) // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. – 2020. – Т. 20, № 1. – С. 36–40.

11. Structural changes of the three-segment desert and steppe complex in Saratov priuzenie area (based on earth remote sensing data and ground-based observations) / Makarov V.Z., Pichugina N.V., Chumachenko A.N., Gusev V.A., Danilov V.A., Fedorov A.V., Nevryuev A.M. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 9. Сер. "9th International Symposium "Steppes of Northern Eurasia"". – 2021. – С. 012063.

12. Волков Ю.В., Ильченко И.А., Неврюев А.М. Пастбищная нагрузка на элементы природно-экологического каркаса саратовского заволжья // Степи Северной Евразии: мат-лы девятого Междунар. симп. – Оренбург, 2021. – С. 184–190.

ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД В СОВРЕМЕННЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Недбаев Иван Сергеевич^{1,2}, Пожарская Олеся Дмитриевна³

¹Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства,

²Санкт-Петербургский государственный университет,

³Санкт-Петербургский научный центр РАН

E-mail: olesyapozharskaya@yandex.ru

В статье поднят вопрос об использовании ландшафтного подхода в современных экологических исследованиях на примере определения научно-обоснованных местоположений пробных площадей. Рассмотрены практические проблемы по оценке антропогенного воздействия на окружающую природную среду. Предложен алгоритм действий при планировании пробных площадей для экологического мониторинга.

Ключевые слова: ландшафтный подход, ландшафт, фация, экологический мониторинг

LAND.SC.APE APPROACH IN MODERN ECOLOGICAL RESEARCH

Ivan S. Nedbaev^{1,2}, Olesya D. Pozharskaya³

¹Saint-Petersburg Forestry Research Institute,

²Saint-Petersburg State University,

³Saint Petersburg Scientific Center of the Russian Academy of Sciences

E-mail: olesyapozharskaya@yandex.ru

The article raises the issue of using the lanD.Sc.ape approach in modern environmental studies on the example of determining scientifically based locations of trial plots. Practical problems in assessing the anthropogenic impact on the environment are considered. The algorithm of actions is proposed for planning trial plots for environmental monitoring.

Keywords: lanD.Sc.ape approach, lanD.Sc.ape, facie, environmental monitoring

В современных экологических исследованиях массового характера (таких как экологический мониторинг и инженерно-экологические изыскания) зачастую опускается такой важный аспект как ландшафтный подход. Местоположение пробных площадей определяется, в основном, расстоянием до объекта воздействия и розой ветров. При этом природная территория, прилегающая к антропогенному объекту, признаётся однородной. Настоящая публикация призвана сфокусировать внимание на данной проблеме.

В рамках настоящей публикации, ландшафтный подход в экологических исследованиях – это метод, учитывающий природные особенности территории при планировании месторасположения пробных площадей и при оценке воздействия источника антропогенного воздействия. В формулировках зарубежных авторов подчёркивается институциональный аспект данного метода: ландшафтный подход – это многогранная интегрированная стратегия, направленная на объединение множества заинтересованных сторон из разных секторов для предоставления решений в разных масштабах [4]; основа для решения все более распространенных и сложных экологических, экономических, социальных

и политических проблем, которые обычно выходят за рамки традиционного управления [3].

Отдельные исследователи настаивают на том, что не существует единого ландшафтного подхода, а есть множество ландшафтных подходов, применимых в рамках различных дисциплин [1]. И при планировании экологических исследований необходимым условием является понимание ландшафтного подхода как географического метода. Однако стоит отметить, что данный метод применяется в ряде других направлений науки и промышленности: в лесном хозяйстве (идея градации ландшафтных условий для лучшей приживаемости лесных культур [2]), в сельском хозяйстве (зависимость величины урожая от различных ландшафтных условий [8]), в болотоведении (учет территориальных сочетаний компонентов природных комплексов для решения проблем рационального природопользования и прогноза дальнейшего развития [7]), в градостроительстве (принципы формирования урбанизированных ландшафтов [9]) и в экономических исследованиях (территориальная дифференциация экономических ландшафтов [5]).

Распространена в российской практике экологического мониторинга (преимущественно производственного) следующая схема. Расположение пробных опытных площадей при оценке воздействия антропогенного объекта определяют на сравнительно малом расстоянии от объекта (например, 50 м), помещая площади по четырём сторонам света, показывая тем самым всеохватность направлений. А фоновые пробные площади располагают на сравнительно большом расстоянии (например, 500 м, 1 или 3 км). Таким образом, отсутствие превышения по показателям качества компонентов природной среды на опытных пробных площадях в сравнении с фоновыми площадями и в сравнении с нормативными показателями признают за отсутствие антропогенного воздействия или за незначительный уровень его воздействия на окружающую природную среду. Однако данная методология будет работать только в том случае, если все наши пробные площади (и опытные, и фоновые) располагаются в одном однородном пространстве. Возьмём, к примеру, такой показатель качества среды как химический состав почвенного покрова. Если мы допускаем однородность пространства, то, безусловно, химический состав почв будет иметь существенные различия только из-за присутствия или отсутствия антропогенной компоненты. Но в реальных природных условиях химический состав почв зависит от целого комплекса факторов: химического состава подстилающих пород, климатических особенностей территории, орографического фактора, гидрологического режима, растительного покрова, деятельности животных и, конечно, антропогенного фактора. Именно для учёта всех природных факторов в экологических исследованиях и используется ландшафтный подход.

Ландшафт является цельным природным образованием, которое включает в себя все компоненты экосистемы (геосистемы, биогеоценоза). Подробно образование, распространения и классификацию ландшафтов описал выдающийся советский географ А.Г. Исаченко в своих трудах [6]. Для экологических исследований, ориентированных на оценку воздействия конкретных предприятий на окружающую среду, что подразумевает исследование сравнительно

небольших участков земной поверхности, вполне целесообразно использовать понятие не «ландшафт», а «фация» или «группа фаций». Фация – это предельная категория геосистемной иерархии, характеризующаяся полной однородностью; элементарная морфологическая единица географического ландшафта. И в данном случае, обоснованным будет выглядеть сравнение между собой фаций, однородных по геологическому строению подстилающих пород, по климатическим условиям, по рельефу, по гидрологическим условиям и по почвенно-растительному покрову, различаясь лишь в наличии или отсутствии (или степени интенсивности) антропогенного воздействия.

Поэтому при планировании пробных площадей для экологического мониторинга мы предлагаем следующий алгоритм действий:

1. Определить точную территорию, на которой располагается антропогенный источник воздействия.

2. Выявить в границах выделенной территории все разновидности подстилающих пород (как четвертичных, так и дочетвертичных). Для этого может быть использована цифровая геологическая карта, которую разрабатывает Всероссийский геологический институт. Следует понять, однородна ли территория по геологическому строению, насколько велико разнообразие горных пород на ней. С точки зрения экологических исследований, интересен в первую очередь химический состав подстилающих пород.

3. Обозначить имеющиеся на территории исследования формы рельефа, отметить перепады высот. Разные формы мезорельефа (к примеру, склоны, вершины, понижения) будут относиться к разным фациям.

4. Найти на территории исследования гидрологические объекты (водоёмы, водотоки, болота, заболоченные территории). Природные комплексы, прилегающие к водным объектам, являются интразональными ландшафтами и выделяются в отдельные фации.

5. Уточнить распространение почвенно-растительного покрова на территории. Фации с различными доминантными видами будут различаться.

6. Указать целевое использование земельных участков. В российском законодательстве признаются различные требования к землям различных категорий.

7. Составить из полученных сведений список фаций, которые располагаются на выделенной территории, непосредственно являющейся антропогенным объектом или прилегающей к нему, и найти возможные фоновые площади, являющиеся теми же фациями, но расположенными на удалении от объекта воздействия (если похожих фаций много, то целесообразно выбрать фоновые с помощью розы ветров).

Предложенный алгоритм позволит избежать ошибок при выборе пробных площадей в экологических исследованиях, позволит учесть все природные особенности территории и будет способствовать более полноценному изучению территории.

Список литературы

1. Arts B., Buizer M., Horlings L., Ingram V., van Oosten C., Opdam P. LanD.Sc.ape Approaches: A State-of-the-Art Review // *Annual Review of Environment and Resources*. – 2017. – Vol. 42. – P. 439–463.
2. Seeing the oakscape beyond the forest: a lanD.Sc.ape approach to the oak regeneration in Europe / A. Bobiec, A. Reif, K. Öllerer // *LanD.Sc.ape Ecology*. – 2018. – Vol. 33, № 4. – P. 513–528. – DOI 10.1007/s10980-018-0619-y. – EDN VDQNUL.
3. Reed J., Deakin L., Sunderland T. What are ‘Integrated LanD.Sc.ape Approaches’ and how effectively have they been implemented in the tropics: a systematic map protocol // *Environmental Evidence*. – 2015. – Т. 4, №. 1. – С. 1–7.
4. Reed J. et al. Integrated lanD.Sc.ape approaches to managing social and environmental issues in the tropics: learning from the past to guide the future // *Global change biology*. – 2016. – Т. 22, № 7. – С. 2540–2554.
5. Дегтярев П.Я. Проблема структурирования экономического пространства (ландшафтный подход) // *Региональная экономика: теория и практика*. – Апрель, 2013. – № 14 (293). – С. 55–59.
6. Исаченко А.Г. Ландшафтоведение и физико-географическое районирование. – М.: Высшая школа, 1991. – 366 с.
7. Калаева А.А., Седнев И.С. Ландшафтный подход при изучении заболоченной территории Томской области // *Вестник Томского государственного университета*. – 2011. – № 347. – С. 181–184. – EDN NUXLOX.
8. Капустянчик С.Ю. Ландшафтный подход в оценке агроценоза яровой пшеницы // *Пермский аграрный вестник*. – 2014. – № 2 (6). – С. 18–23.
9. Кочуров Б.И., Хазиахметова Ю.А., Ивашкина И.В., Сукманова Е.А. Ландшафтный подход в градостроительном проектировании // *Юг России: экология, развитие*. – 2018. – Т. 13, № 3. – С. 71–82.

**СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПО ДАННЫМ СТАЦИОНАРНЫХ
ПОСТОВ И ИНТЕРНЕТ-ИСТОЧНИКОВ
(НА ПРИМЕРЕ КРАСНОГВАРДЕЙСКОГО РАЙОНА
САНКТ-ПЕТЕРБУРГА)**

Стурман Владимир Ицхакович, д-р геогр. наук, профессор,
Волкова Виктория Юрьевна
Санкт-Петербургский государственный университет
телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
E-mail: st@izh.com

Представлены результаты исследований загрязнения атмосферного воздуха по данным стационарных постов и интернет-источников. Выполнено сравнение показателей. Оценено влияние метеорологических условий и разницы между рабочими и выходными днями. Построены карты загрязнения по отдельным веществам и обобщающие.

Ключевые слова: атмосферное загрязнение, мониторинг, картографирование

**COMPARATIVE ASSESSMENT OF ATMOSPHERIC AIR POLLUTION
BY MONITORING STATIONS AND INTERNET SOURCES DATA
(ON THE EXAMPLE OF KRASNOGVARDEISKY DISTRICT
OF ST. PETERSBURG)**

Vladimir I. Sturman, D.Sc., Professor; Victoria Yu. Volkova
The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications
E-mail: st@izh.com

Results of researches of pollution of atmospheric air according to monitoring stations and Internet sources are presented. Comparison of indicators is executed. Influence of weather conditions and a difference between workers and the days off is estimated. Maps of pollution on separate substances and generalizing are constructed.

Keywords: atmospheric pollution, monitoring, mapping

Атмосферный воздух – компонент среды, наиболее сильно воздействующий на здоровье человека. Динамичность воздушной среды делает возможным контроль ее состояния только в режиме мониторинга, на основе постоянно обновляемых данных. Развитие дистанционных методов получения информации и телекоммуникационных технологий её передачи делает актуальным координацию традиционных и новых приемов ведения мониторинга [1]. В этой связи предпринят эксперимент по сопоставлению результатов контроля воздушной среды на постах наблюдения за загрязнением (ПНЗ), и доступных в Интернете данных глобального мониторинга.

Объектом является воздушный бассейн Красногвардейского района Санкт-Петербурга, расположенного в северо-восточной части города и включающего ряд промышленных зон, крупных жилых массивов и автомагистралей. Сеть воздушного мониторинга в пределах района представлена автоматически-

ми станциями (ПНЗ № 13 и 14), типа УС-КВ-1, подведомственными Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности правительства Санкт-Петербурга. Результаты контроля доступны на Экологическом портале Санкт-Петербурга [2], в виде графиков концентраций контролируемых веществ. В целом, наблюдательная сеть Санкт-Петербурга включает 34 ПНЗ, что соответствует всем нормативам, но недостаточно для отслеживания конкретных деталей постоянно меняющейся картины загрязнения. В то же время в Интернете имеются специализированные сайты, позволяющие в режиме реального времени отслеживать распределение концентраций загрязняющих веществ, с достаточно высокой разрешающей способностью, в частности израильский сайт breezometer и чешский сайт ventusky.

Для сайта breezometer [3] пространственное разрешение составляет 5 м (фактически порядка 250 м). Имеется возможность почти мгновенного получения данных о загрязнении воздуха для любой заданной точки ($PM_{2,5}$, PM_{10} , CO , NO_2 , O_3 , SO_2), прогноза динамики в течении суток и данных о пыльце растений – аллергенном факторе. Рассчитывается обобщающий индекса: до 20 «очень плохо», 20–40 «плохо», 40–60 «умеренно», 60–80 «хорошо», 80–100 «очень хорошо», причем реально влияют на результат только $PM_{2,5}$ и отчасти PM_{10} , т.к. для остальных веществ нормативы существенно превышают наблюдаемые значения. Информация об исходных данных на сайте отсутствует, но судя по пространственному разрешению это могут быть только данные лидаров, установленных на спутниках.

Для сайта ventusky [4] пространственное разрешение измеряется первыми километрами. Имеется возможность получения данных о загрязнении воздуха оксидами азота, серы, углерода, озонном, и твердыми частицами – $PM_{2,5}$ и PM_{10} . И так же, как и в предыдущем случае, нет информации об исходных данных.

При лидарных методах для обнаружения примесей используют лазерные импульсы с незначительно отличающейся длиной волны, так чтобы один импульс соответствовал наиболее сильно поглощающей части линии поглощения, а другой – дальней (краевой) части этой же линии, с 40 последующим сравнением степени ослабления двух импульсов при прохождении через атмосферу [5]. Открытым остается вопрос о высотной интерпретации данных, полученных посредством лидаров: вероятнее всего, они относятся ко всей толще атмосферы, тогда как данные ПНЗ фиксированы по высоте расположения мест пробоотбора. Поэтому данные дистанционных и наземных измерений не могут быть идентичны, и едва ли первые смогут в обозримой перспективе полностью заменить вторые.

В рамках исследования в пределах района было выбрано 20 равномерно распределенных точек (2 совпали с ПНЗ), для которых в течение 45 дней, с 1 ноября по 15 декабря 2021 г. ежедневно определялись концентрации оксидов азота, серы, углерода и взвешенных частиц $PM_{2,5}$ и PM_{10} . Для единообразия условий, значения снимались в вечернее время – 19–20 ч. Одновременно при помощи сайта gr5.ru [6] определялись метеорологические характеристики.

Основные результаты исследования сводятся к следующему. Превышения гигиенических нормативов (ПДКсс согласно СанПиН 1.2.3685-21) были

отмечены единично, в отдельные дни, только по диоксиду азота. Выявлены слабые и средней силы зависимости концентраций от метеоусловий. Как по данным ПНЗ, так по интернет-сервисам наблюдается прямая зависимость концентраций всех веществ от давления (отражает накопление загрязняющих веществ при антициклональных условиях), а также обратная зависимость от скорости ветра (отражает интенсивность перемешивания воздуха), температуры (тоже отражает накопление загрязняющих веществ при антициклональных условиях в зимний сезон) и осадков (отражает роль осадков в процессах самоочищения). Менее однозначно проявилось влияние влажности. Во всех случаях также было отмечено снижение концентраций в выходные дни: по данным BreezoMeter – в среднем в 1,5 раза, Ventusky – 1,9 раза, ПНЗ – в 1,7 раза (табл.).

Таблица

Средние концентрации для рабочих и выходных дней

Период времени	Средние концентрации веществ, мг/м ³												
	PM _{2,5}		PM ₁₀			SO ₂		NO ₂			CO		
	В	V	В	V	П	В	V	В	V	П	В	V	П
ПНЗ 13 (Уткин проспект, д. 16)													
Рабочие дни	0,014	0,012	0,018	0,014	0,005	0,011	0,008	0,036	0,021	0,040	0,362	0,284	0,420
Выход- ные дни	0,009	0,006	0,013	0,007	0,002	0,005	0,004	0,026	0,014	0,033	0,253	0,217	0,288
ПНЗ 14 (шоссе Революции, д. 84)													
Рабочие дни	0,014	0,012	0,016	0,015	0,016	0,010	0,007	0,030	0,022	0,063	0,366	0,302	0,554
Выход- ные дни	0,009	0,005	0,011	0,007	0,008	0,005	0,003	0,023	0,012	0,041	0,248	0,213	0,323

Примечание: В – BreezoMeter; V – Ventusky; П – ПНЗ.

Сопоставляя значения, полученные по интернет-источникам, с данными ПНЗ, можно отметить, что для ПНЗ-13 концентрации PM₁₀ отличаются в 3,5 раза, NO₂ – в 1,5 раза, CO – в 1,3 раза; для ПНЗ-14 средние концентрации PM₁₀ практически равны, NO₂ отличаются в 2,5 раза, CO – в 1,5 раза. При этом концентрации по данным ПНЗ могут быть как выше, так и ниже, чем по интернет-источникам. Расхождения значений с наибольшей вероятностью объясняются разными высотными интервалами привязки данных.

Построены изолинейные карты средних значений концентраций отдельных веществ и комплексных индексов загрязнения атмосферы (рис.). Как видно из них, уровни загрязнения снижаются в направлении от центра города к его окраинам и от автомагистралей и жилым и зеленым зонам.

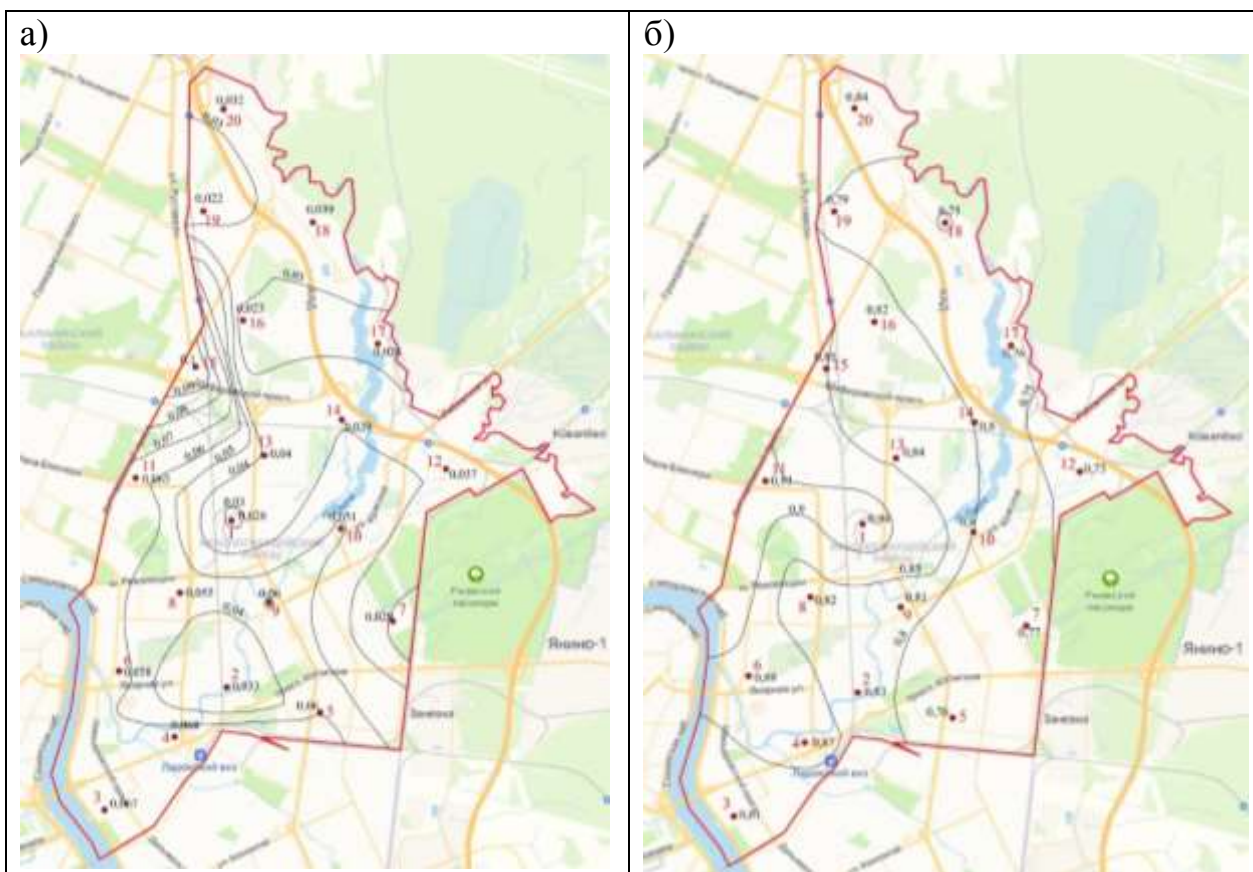


Рис. Карты средних значений по данным сайта BreezoMeter: а) диоксид азота (мг/м^3) по данным сайта BreezoMeter; б) комплексный индекс загрязнения атмосферы по данным сайта Ventusky

Таким образом, несмотря на расхождение значений, использование интернет-источников позволяет существенно повысить детальность картографирования уровней загрязнения воздушного бассейна.

Список литературы

1. Стурман В.И., Семакина А.В. Современные подходы к картографированию загрязнения атмосферного воздуха за рубежом и в России // Известия РГО. – 2014. – № 2. – С. 28–37.
2. Экологический портал Санкт-Петербурга. – URL: <http://kpoos.gov.spb.ru/> (дата обращения: 14.05.2022).
3. URL: <https://breezometer.com/air-quality-map/> (дата обращения 14.05.2022).
4. URL: <https://www.ventusky.com/> (дата обращения 14.05.2022).
5. Сутырина Е.Н. Дистанционное зондирование Земли. – Иркутск: ИГУ, 2013. – 165 с.
6. Интернет-сервис Погода в Санкт-Петербурге. – URL: https://rp5.ru/Погода_в_Санкт-Петербурге (дата обращения 14.05.2022).

ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АКТИВНОСТЬ ЧЕРНОЗЕМА ОБЫКНОВЕННОГО ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АССОЦИАТИВНЫХ ПРЕПАРАТОВ

Чевердин Александр Юрьевич, канд. с-х. наук
Воронежский Федеральный аграрный научный центр
E-mail: cheverdin@bk.ru

Проведены исследования активности почвенных ферментов в посевах ярового ячменя. Применения ассоциативных микробных штаммов служит существенным фактором изменения биохимических процессов в почве. Отмечено увеличение активности фосфатазы, уреазы и инвертазы.

Ключевые слова: чернозем, ячмень яровой, ассоциативные штаммы, почвенные ферменты

ENZYMATIC ACTIVITY OF ORDINARY CHERNOZEM WHEN USING ASSOCIATIVE PREPARATIONS

Alexander I. Cheverdin, Ph.D.
Voronezh Federal Agricultural Research Center
E-mail: cheverdin@bk.ru

The activity of soil enzymes in spring barley crops has been studied. The use of associative microbial strains is a significant factor in changing biochemical processes in the soil. An increase in the activity of phosphatase, urease and invertase was noted.

Keywords: chernozem, spring barley, associative strains, soil enzymes

В научных кругах постоянно ведется поиск путей улучшения условий корневого питания сельскохозяйственных культур [2]. Одним из важных направлений в этом отношении является применение микробных штаммов для предпосевной инокуляции семян. Ассоциативные препараты, изменяя микробиологическую активность в прикорневой зоне, способствуют изменению также и биохимических процессов [3].

Цель наших исследований – изучение изменения ферментативной активности чернозема обыкновенного при применении ассоциативных микробных штаммов.

Методика исследований. Исследования проведены в Воронежском ФАНЦ в 2015–2017 гг.. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный (сегрегационный) среднемощный среднегумусный. Культура – яровой ячмень. Сорт Таловский 9. Микробные препараты – ВНИИСХмикробиологии. Перед посевом семена обрабатывались штаммами препаратов в день посева. Фон удобренности – без удобрений и N₃₀.

Результаты исследований. Почвенные ферменты являются важным показателем направленности почвенных процессов. Их активность отражает изменение многих важных показателей плодородия почвы активности [1, 4].

Широкое распространение имеет инвертаза, она имеется у многих микроорганизмов, встречается почти во всех типах почв. Ее активность является характерным показателем типов почв и их биологической активности. Разложение органических азотистых соединений в основном осуществляется при непосредственном участии внеклеточных ферментов.

Несмотря на незначительные варьирования инвертазы в почве под посевами ярового ячменя все же можно отметить достоверное увеличение активности данного фермента под воздействием ассоциативных микробных препаратов. Это свидетельствует о положительном их влиянии на биологическую активность и плодородие почвы. Для доказательства этого утверждения можно привести довольно высокие коэффициенты корреляции активности инвертазы и содержания элементов минерального питания. Коэффициент парной корреляции между активностью инвертазы и нитратным азотом в фазу трубкования составил $r=0,70\pm0,12$ при $t_{\text{факт}}=5,83>t_{\text{теор}}=2,68$; для фазы колошения $r=0,66\pm0,13$ при $t_{\text{факт}}=5,08>t_{\text{теор}}=2,68$. Для варианта без удобрений эти коэффициенты соответственно равнялись $r=0,28\pm0,16$ при $t_{\text{факт}}=1,75<t_{\text{теор}}=2,68$ и $r=0,56\pm0,14$ при $t_{\text{факт}}=4,0>t_{\text{теор}}=2,68$. Также установлена средняя корреляционная зависимость инвертазной активности с количеством колоний азотобактера – $r=0,50\pm0,14$ при $t_{\text{факт}}=3,57>t_{\text{теор}}=2,68$ (без удобрений). При использовании азотного удобрения коэффициент корреляции в этом случае имел значение – $r=0,83\pm0,10$ при $t_{\text{факт}}=8,3>t_{\text{теор}}=2,68$. Отмечена отрицательная зависимость с количеством нитрификаторов на этом фоне удобренности – $r=-0,73\pm0,12$ при $t_{\text{факт}}=6,1>t_{\text{теор}}=2,68$.

Несмотря на то, что для вариантов с внесением минерального азота характерно усиление уреазной активности, отмечается обратная корреляционная зависимость с содержанием нитратного азота в почве. Коэффициент парной корреляции составил для фазы кущения $r=-0,73\pm0,12$ при $t_{\text{факт}}=6,1>t_{\text{теор}}=2,68$; для фазы колошения $r=-0,65\pm0,13$ при $t_{\text{факт}}=5,0>t_{\text{теор}}=2,68$. К фазе полной спелости корреляционная зависимость меняла знак на положительное значение – $r=0,57\pm0,14$ при $t_{\text{факт}}=4,1>t_{\text{теор}}=2,68$. На неудобренном варианте не выявлено существенной связи активности уреазы с обеспеченностью растений нитратным азотом. Эти данные подтверждают результаты других исследователей, отмеченных нами выше, о негативном влиянии азотных удобрений на уреазную активность.

Вместе с тем, повышение активности уреазы на вариантах с инокулянтами может быть обусловлено увеличением численности бактерий аммонификаторов. Возможно, продуценты жизнедеятельности ризобактерий и/или корневой системы растений ячменя формируют субстрат, благотворно влияющий на уреазную активность почвы.

В этой системе также осуществляется круговорот фосфора. Важную функцию в обеспечении реакций круговорота фосфора в биогеоценозах выполняют фосфогидролазы, осуществляющие мобилизацию закрепленного в органическом веществе фосфора. Статистический анализ позволил выявить

корреляционную зависимость обеспеченности чернозема подвижным фосфором с активностью фосфатазы. Наиболее тесную связь можно отметить для варианта с азотным удобрением. Коэффициент парной корреляции для фазы трубкования имел отрицательное значение и равнялся $r = -0,61 \pm 0,13$ при $t_{\text{факт}} = 4,69 > t_{\text{теор}} = 2,68$. К концу вегетации корреляция имела положительное значение и $r = 0,61 \pm 0,14$ при $t_{\text{факт}} = 4,36 > t_{\text{теор}} = 2,68$.

Отрицательный коэффициент корреляции между количеством подвижного фосфора и активностью фосфатазы указывает на переключение почвенного микробного сообщества при высоком содержании фосфора на потребление подвижных форм фосфора, что ведет к уменьшению его содержания в почве. К концу вегетации характер этого влияния меняется, и корреляция имеет положительный знак.

В наших исследованиях мы определяли активность каталазы. Проведенные исследования ферментативной активности почв позволили установить достаточно существенное ее изменение под влиянием ассоциативных микроорганизмов. Установлена тесная корреляционная зависимость каталазной активности с обеспеченностью растений нитратным азотом. Снижение активности каталазы, участвующей в азотном цикле почвы, может быть связано с уменьшением содержания доступной азотной пищи в интенсивную фазу роста растений. Подтверждением этого предположения служат высокие корреляционные отношения между активностью каталазы и содержанием нитратного азота в корнеобитаемом слое почвы. В фазу кущения $r = 0,736 \pm 0,011$ и в фазу колошения $r = 0,644 \pm 0,014$.

Таким образом, установлена довольно тесная корреляционная зависимость ферментативной активности почвы с показателями эффективного плодородия чернозема обыкновенного. В агроценозах существует серьезная дилемма о регулировании ферментативной активности почв, целесообразности и необходимости повышения или понижения активности составных частей почвенных ферментов. В решении этой проблемы необходим строгий подход конкретно для каждой группы ферментов и почвенных условий. Например, если высокая активность уреазы неопасна в кислых почвах, то в нейтральных и щелочных высокая ее активность способствует улетучиванию азота из почв в форме аммиака (особенно в условиях применения в качестве удобрения мочевины).

Список литературы

1. Гарбуз С.А., Ярославцева Н.В., Холодов В.А. Ферментативная активность внутри и снаружи водоустойчивых агрегатов в почвах разного вида использования // Почвоведение. – 2016. – № 3. – С. 398–407.
2. Агротехнологические основы создания усовершенствованных форм микробных биопрепаратов для земледелия / А.П. Кожемяков, Ю.В. Лактионов, Т.А. Попова, А.Г. Орлова, А.Л. Кокорина, О.Б. Вайшла, Е.В. Агафонов, С.А. Гужвин, А.А. Чураков, М.Т. Яковлева // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – № 3. – Т. 50. – С. 369–376.
3. Чевердин Ю.И., Чевердин А.Ю., Сауткина М.Ю. Микробные препараты в посевах зерновых культур Центрального Черноземья: монография. – Воронеж: Истоки, 2021. – 279 с.
4. Soil enzymes in a changing environment: Current knowledge and future directions / R.G. Burns, J.L. DeForest, J. Marxsen, R.L. Sinsabaugh, M.E. Stromberger, M.D. Wallenstein, M.N. Weintraub, A. Zoppini // Soil Biol. Biochem. – 2013. – Vol. 58. – P. 216–234.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ КАРТОГРАФИЯ И ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ. ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ НА ПРИМЕРЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Кондрашин Руслан Вениаминович, канд. геогр. наук, доцент,
Крыжановская Галина Викторовна, канд. геогр. наук, доцент
Астраханский государственный университет
E-mail: georus71@mail.ru

В статье рассмотрены методы геоинформационного водного картографирования, отражающего пространственно-временные аспекты взаимодействия в системе «водные объекты – водосборные бассейны – водные ресурсы – антропогенное воздействие – водно-экологические проблемы».

Ключевые слова: водное картографирование, геоинформационное эколого-географическое картографирование, аквальный комплекс, водный объект, урбосреда, водотоки, геоэкологическая характеристика водотоков

GEOINFORMATION ECOLOGICAL AND GEOGRAPHICAL MAPPING ON THE EXAMPLE OF WATER BODIES OF THE ASTRAKHAN REGION

Ruslan V. Kondrashin, Ph.D., Associate Professor,
Galina.V. Kryzhanovskaya, Ph.D., Associate Professor
Astrakhan State University
E-mail: georus71@mail.ru

The article considers the methods of geoinformation water mapping reflecting the spatial and temporal aspects of interaction in the system "water bodies - catchment basins – water resources – anthropogenic impact – water and environmental problems".

Keywords: water mapping, geoinformation ecological and geographical mapping, aquatic complex, water body, urban environment, intracity watercourses, geoecological characteristics of watercourses

Геоэкологическая обстановка какой-либо территории аквальных комплексов часто анализируется и оценивается в границах водосборного бассейна гидрологического объекта с применением картографического метода исследований. Картографическое моделирование позволяет выявлять, производить анализ и визуализировать взаимосвязи ландшафтов и гидрографической сети, взаимообусловленность источников загрязнения и качества воды, определять достоверность информации по источникам загрязнения, выполнять районирование по совокупности различных факторов и т.д. Водное картографирование

относится к активно развивающимся и характеризующимся разнопланованностью сюжетно-тематического контента направлениям. Для составления карт водной тематики используются различные методики, которые применяются в зависимости от цели, задач и сюжетов карт. Активное использование геоинформационных методов позволяет осуществлять ввод, хранение, обработку, интегрированное представление и анализ пространственных данных и соотнесенных с ними атрибутивных данных о гидрологических объектах и основных факторах, влияющих на их качественное и количественное состояние.

Водное геоэкологическое картографирование имеет свою методическую специфику, заключающуюся, прежде всего, в различии основных приемов картографирования гидрографической сети (вдоль-русловое картографирование) и ландшафтов основного русла и бассейна в целом.

Геоинформационное водно-бассейновое картографирование, отражающее пространственно-временные аспекты взаимодействия в системе «водные объекты – водосборные бассейны – водные ресурсы – антропогенное воздействие – водно-экологические проблемы», образует самостоятельное направление в тематическом картографировании, позволяющее на основе создания взаимоувязанной серии карт инвентаризационно-оценочного содержания производить анализ водно-ресурсной и водно-экологической ситуации территории на разных уровнях пространственного охвата.

За основу построения карт аномалий стока, к которым относятся перемерзание и пересыхание водотоков, положена методика по картографированию опасности и риска маловодья на реках. На картах отображаются ареалы (участки водосборов) с различной эпизодичностью перемерзания и пересыхания аквальных комплексов. В качестве единиц картографирования принимаются водосборы водных объектов в пределах ВХУ. Перемерзание и пересыхание рек отображается на основе расчета средних месячных расходов воды для лет с различной обеспеченностью (маловодных, средних и многоводных). На картах также показываются гидрографы, характеризующие внутригодовое распределение стока для опорных гидрологических створов, которые использовались для оценки территории. Карты составляются на бассейны водных объектов, для которых характерны данные процессы и ведутся регулярные наблюдения за ними.

Карты антропогенной нагрузки на водотоки и их водосборные бассейны включают инвентаризационные и оценочные слои. Инвентаризационные слои отображают количественные аналитические показатели, по которым, в дальнейшем, строятся оценочные слои и которые позволяют избежать излишней формализации комплексной оценки. Оценочные слои отображают ранжирование территории по показателям антропогенной нагрузки на водные объекты и их водосборные бассейны и потенциалу выноса загрязняющих веществ в водные объекты [7, 8].

На картах техногенного загрязнения отображаются две основные взаимосвязанные характеристики: источники загрязнения поверхностных вод (их локализация и количественная характеристика) и качество воды по показателю удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) согласно данным Гидрометеослужбы. В основу отображения источников воздействия

положена их классификация по особенностям поступления загрязняющих веществ в водные объекты [2, 3]. Комплексная карта ранжирования водных объектов и их водосборных бассейнов по уровню антропогенной нагрузки и загрязнению поверхностных вод обобщает содержание частных оценочных карт на качественно новом уровне. В основе построения данной карты лежит группа показателей, отображающих прямую и опосредованную антропогенную нагрузку на поверхностные воды, природные условия выноса загрязняющих веществ с территорий водосборов и самоочищения поверхностных вод. На основе комплекса показателей выделяются кластерные группы водных объектов и их водосборных бассейнов, которые ранжируются по уровню антропогенной нагрузки. При ранжировании учитывается неравнозначность факторов антропогенной нагрузки по их водно-экологической опасности. Ранжированные кластерные группы приводятся к пятиинтервальной шкале оценки антропогенной нагрузки [1, 4, 5]. Карты качества поверхностных вод отображают уровень загрязнения поверхностных вод по ИЗВ и кратность превышения нормативов по основным показателям, характеризующим уровень загрязнения водных объектов. В качестве условных знаков используются локализованные нарастающие значки и локализованные столбчатые диаграммы. Карты условий самоочищения поверхностных вод включают два слоя: слой, отображающий условия самоочищения поверхностных вод за счет трансформации загрязняющих веществ, и слой интегральных условий самоочищения рек (с учетом трансформации и разбавляющей способности). Условия самоочищения отображаются с помощью локализованных значков. Актуальность применения геоинформационно-картографического метода в комплексной экодиагностике крупной речной бассейновой системы обусловлена необходимостью обеспечения единства и непрерывности информационной и нормативно-методической поддержки в сфере использования, охраны и управления водными объектами. В основу геоинформационнокартографического обеспечения положены единый методологический подход к созданию карт, объектно-картографическая структура организации пространственных данных, тематический концепт блоков локальных ГИС [6–8].

Список литературы

1. Ловцкая О.В., Марусин К.В., Балдаков Н.А. ГИС «Реестр водных объектов ОбьИртышского бассейна» // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: мат-лы Третьей Всерос. конференции с междунар. участием. – Барнаул: А.Р.Т., 2010. – С. 527–529.
2. Об утверждении методических указаний по разработке схем комплексного использования и охраны водных объектов. Приказ МПР РФ. 04.07.07 № 169.
3. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 декабря 2006 г. N 883 «О порядке разработки, утверждения и реализации схем комплексного использования и охраны водных объектов, внесения изменений в эти схемы» // Собрание законодательства Российской Федерации. – 2007. – № 5. – Ст. 651.
4. Ротанова И.Н. Водно-экологическое картографирование и его реализация (на примере объектов бассейна Верхней Оби) // Фундаментальные проблемы изучения и использования воды и водных ресурсов: мат-лы науч. конф. / Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН. – 2005. – С. 201–203.

5. Ротанова И.Н., Ведухина В.Г., Кузник Я.Э. Геоинформационно-картографический гидроэкологический анализ бассейна Оби: проблемы и подходы // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: мат-лы третьей Всерос. конф. с междунар. участием (г. Барнаул, 24–28 августа 2010 г.). – 2010. – С. 45–52.
6. Ротанова И.Н., Ведухина В.Г., Ловцкая О.В., Курепина Н.Ю. Геоинформационные системы для решения проблем водно-экологической безопасности: опыт на примере ОбьИртышского бассейна // Гео-Сибирь-2011: сб. мат-лов VII Междунар. науч. конгресса, 19–29 апреля 2011 г. – Новосибирск: СГГА, 2011. – Т. 1. Геодезия, геоинформатика, картография, маркшейдерия, ч. 2. – С. 129–133.
7. Ротанова И.Н., Ловцкая О.В., Ведухина В.Г. Опыт создания гидроэкологической геоинформационно-аналитической системы бассейна Оби // Информационный бюллетень ГИСАссоциации. – 2011. – № 1 (78). – С. 22–26.
8. Ротанова И.Н., Ловцкая О.В., Ведухина В.Г. Геоинформационно-картографическое обеспечение воднобассейновых исследований реки Оби // Водные ресурсы Центральной Азии и их использование: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф., посвященной подведению итогов объявленного ООН десятилетия «Вода для жизни» (22–24.09.2016). – Алматы: Институт географии, 2016. – Кн. 1. – С. 161–169.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛОТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ЛЕНИНСКОГО РАЙОНА ГОРОДА САРАНСКА)

Долгачева Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, доцент¹,
Аникин Вячеслав Владимирович, канд. геогр. наук, доцент¹,
Вавилин Никита Алексеевич, студент¹,
Долгачева Александра Сергеевна, студентка²

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва,

²Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»

E-mail: tdolgacheva@yandex.ru

В данной статье использовали различные подходы при моделировании плотности населения для создания карты плотности населения на примере Ленинского района г. Саранска. Результаты проведенных исследований могут быть использованы органами муниципального управления при оценке состояния инфраструктуры города.

Ключевые слова: геоинформационные системы, плотность населения, городская среда, инфраструктура города

APPLICATION OF GIS TECHNOLOGIES FOR POPULATION DENSITY MODELING (USING THE EXAMPLE OF THE LENINSKY DISTRICT OF SARANSK)

Tatiana A. Dolgacheva, Ph.D., Associate Professor¹,
Vyacheslav V. Anikin, Ph.D., Associate Professor¹,
Nikita A. Vavilin, student¹,
Alexandra S. Dolgacheva, student².

¹National Research Mordovian State University named after N. P. Ogarev

²National Research University "Moscow Power Engineering Institute"

E-mail: tdolgacheva@yandex.ru

In this article, various approaches were used in population density modeling to create a population density map using the example of the Leninsky district of the city of Saransk. The results of the conducted research can be used by municipal authorities in assessing the state of the city's infrastructure.

Keywords: geoinformation systems, population density, urban environment, city infrastructure

Население – общественный организм, представляющий собой совокупность людей, объединяемых в пределах географических пунктов и территорий в процессе общественного производства и потребления. Население образует основную производительную, силу общества и одновременно является потребителем создаваемых им материальных и духовных ценностей. В нем в сложных взаимосвязях проявляются социальные и биологические стороны. В социально-экономическом отношении население тесно взаимодействует с экономи-

кой и сферой общественного обслуживания, а через них – и с природными условиями и ресурсами. Биологические свойства связывают население с природными условиями через условия обитания людей в конкретной природно-экономической обстановке. Население как объект исследования изучается рядом наук: географией населения, демографией, этнографией, экономикой труда и потребления и др. К основным характеристикам относятся, прежде всего, численность и размещение населения, образующие базу для всех прочих его характеристик [6].

Математические методы позволяют создавать особые образы географических явлений и процессов – их математические модели. Суть математического моделирования заключается в абстрагированном и упрощенном отображении действительности логико-математическими формулами, передающими в концентрированном виде сведения о структуре, взаимосвязях и динамике исследуемых географических явлений [7].

Моделирование проводилось с целью построения карт плотности населения, позволяющих изучать закономерности географического распределения такого показателя, как плотность населения, что часто является необходимым в экономической географии [4].

В нашей работе мы использовали различные подходы при моделировании плотности населения для создания карты плотности населения на примере Ленинского района города Саранска. В качестве исходных картографических данных послужили цифровые слои границ кварталов, жилых строений на территории Ленинского района города Саранска, создавалась атрибутивная база данных для жилых строений, для каждого объекта (жилого дома) вводилась информация о числе жителей.

При картографировании плотности населения применялись три подхода:

1. Вычисление плотности населения на основе стандартной функции Spatial Analyst – Вычислить плотность.

2. Вычисление плотности населения по полигонам Тиссена (зонам влияния каждого отдельного населенного пункта), созданным с использованием стандартной функции Spatial Analyst – Определить близость, и дальнейшим сглаживанием полученных значений средним в окрестности каждой ячейки растра.

3. Вычисление плотности населения по регулярной сетке, каждая ячейка которой представляет квадрат, с заданным размером.

Так как исходные объекты (отдельные жилые строения) дискретны по своей природе, то в этом случае на них распространяется концепция поля с целью отобразить тенденции (общие закономерности) с той или иной степенью условности и воображения. Поле плотности населения рассматривается как упрощенная модель явления и может служить методом изучения закономерностей пространственного распределения явления [3]. Непрерывность распределения плотностей получается благодаря тому, что объекты рассматриваются не сами по себе, а относятся к территориальным частям (окрестностям ячеек растра) непрерывного пространства. Объекты благодаря полям плотности как бы "размазываются" по площадям, становятся неотъемлемой частью территории.

Хотя поля плотности и олицетворяют собой непрерывность, распределения плотностных характеристик носит определенные черты дискретности, выражающиеся в нередко наблюдаемой резкой смене плотностей [1].

Функция Spatial Analyst в ГИС ArcGIS 10.0 – Вычислить плотность, аналогична методу скользящего кружка, основанному на понятии поля плотности, строит непрерывные статистические поверхности плотности населения. Исследовались различные методы вычисления плотности: простого среднего и взвешенного среднего. И разные области осреднения (зависящие от заданного радиуса) – окрестности, по которым рассчитывается плотность, а также размер ячейки.

При анализе созданных статистических поверхностей, построенных методом простого среднего, были обнаружены некоторые особенности реализации метода: вокруг обособленных жилых строений в пределах заданного радиуса появлялись участки с одинаковой плотностью, далее она сразу же переходила в нулевую; между двумя близко расположенными домами (расстояние между ними меньше двух радиусов) получается аномальная область повышенной плотности населения, хотя в ней вовсе нет конкретного объекта. В связи с этим не следует забывать, что построенные модели на самом деле характеризуют плотность населения в заданной окрестности каждой ячейки регулярной сетки, а не в самой ячейке [2].

Метод взвешенного среднего строит более сглаженную поверхность, так как при суммировании численности населения исходных жилых строений учитывается удаленность каждого из них от центра рассматриваемой ячейки растра. Построенные этим методом статистические поверхности воспроизводят непрерывное распределение плотностей. Исследования показали, что размер области осреднения оказывает влияние на детальность карт полей плотности. Меньший радиус обычно отображает более локальные изменения. Но, если он настолько мал, что большинство ячеек имеет нулевое значение плотности, общие закономерности в распределении плотности населения могут не обнаружиться.

Использование большего радиуса ведет к более обобщенному отображению поверхности плотности, варьирование плотностей уменьшается, снижается детальность отображения распределения плотности. Заметим, что значение плотности всегда рассчитывается в пределах кружка заданного радиуса, причем на границе исследуемой области из него не исключаются прилегающие соседние строения, поэтому суммарная численность населения в пределах исследуемой территории не сохраняется.

Предложенный в работе второй подход, базируется на вычислении плотности населения по полигонам Тиссена (зонам влияния каждого населенного пункта), включает в себя несколько этапов:

1. По исходным точечным объектам (жилым застройкам) на основе выполнения функции «Определить близость» строят грид-тему с зонами влияния каждого отдельного жилого строения. В таблицу атрибутов созданной грид-темы автоматически добавляется поле Count с числом ячеек растра в каждой отдельной зоне (области Вороного). По числу ячеек и заданному размеру одной ячейки позже определяется площадь каждой выделенной зоны влияния.

2. Используя ту же функцию «Определить близость» и тот же исходный точечный слой, создают грид-тему, в которой содержимым ячеек в зоне влияния каждого населенного пункта есть его людность.

3. В картографическом калькуляторе вычисляют плотность населения путем деления значений второй грид-темы на значения поля Count первой грид-темы, умноженные на площадь одной ячейки.

При реализации третьего подхода на основе ГИС-технологий была рассчитана плотность населения по регулярной сетке (рис.). Были проведены небольшие экспериментальные исследования, со сторонами квадратов 100, 200, 300, 400 м. Естественно, имелись значительные отличия между построенными картами. Исследования показали, что размер квадрата оказывает сильное влияние на детальность полученного явления. Меньший размер квадрата отображает более локальные изменения, но он может оказаться настолько мал, что большинство ячеек сетки будет иметь нулевое значение. Использование большого шага ведет к более обобщенному отображению явления.

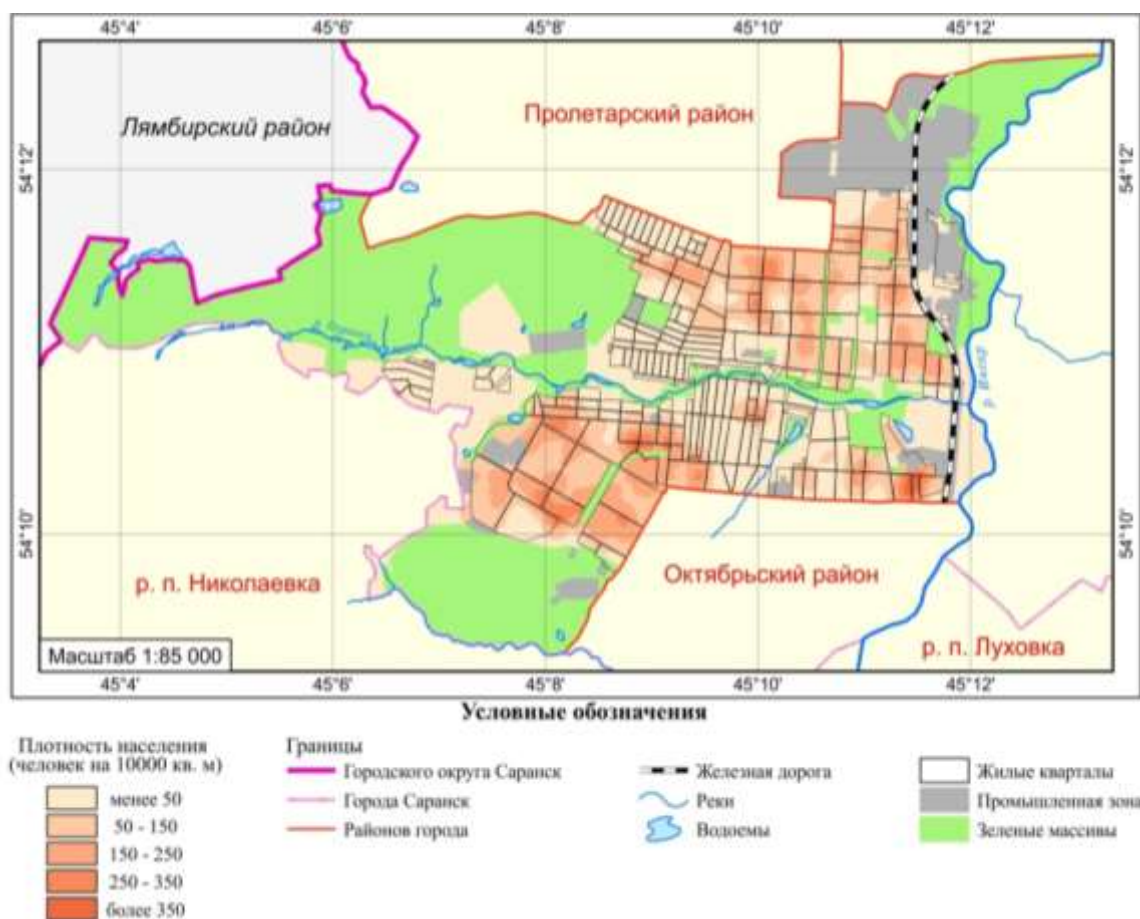


Рис. Плотность населения Ленинского района г. Саранска

Для подтверждения точности полученных результатов были вычислены средние квадратические отклонения. Как и следовало ожидать, с увеличением размеров ячеек регулярной сетки наблюдается увеличение среднего квадратического отклонения, следовательно, карта становится более детальной. При другом наложении той же сетки квадратов картина распределения плотностей

оказывается несколько отличной. Это объясняется, прежде всего тем, что квадрат в отличие от круга не может однозначно определить плотность в точке местности, различная ориентировка квадрата приводит к различным величинам плотностей в одной и той же точке.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы органами муниципального управления при оценке состояния инфраструктуры города [5].

Список литературы

1. Анализ статистических показателей для оценки жилищных условий населения / В.В. Аникин, Т.А. Долгачева, А.С. Долгачева, Х.Б. Гараджаев // Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж, 2020. – С. 17–22.
2. Долгачева Т.А. Оценка комфортности проживания населения в городе (на примере г. Саранска): автореф. дис. ... канд. геогр. наук. – Саранск, 2006. – 22 с.
3. Картографирование плотности застройки Пролетарского района городского округа Саранск / Т.А. Долгачева, В.В. Аникин, В.Ф. Манухов // Русский инженер. – 2018. – № 2. – С. 36–39.
4. Применение методов математической статистики для оценки жилищных условий населения / Т.А. Долгачева, В.В. Аникин, А.С. Долгачева, Х.Б. Гараджаев // Сборник статей XI Всероссийской научно-практической конференции. – Воронеж, 2020. – С. 129–135.
5. Картографирование обеспеченности населения детскими дошкольными учреждениями Ленинского района города Саранска / Т.А. Долгачева, В.В. Аникин, В.Ф. Манухов, А.С. Долгачева // Геодезия и картография. – 2020. – Т. 81, № 5. – С. 11–17.
6. Исследование инфраструктуры городов с использованием ГИС-технологий / Л. Г. Калашникова, Т. А. Долгачева, В. В. Аникин // Современная наука: теоретический и практический взгляд: сб. ст. Междунар. науч.-практич. конф.: в 4 ч. – Уфа: АЭТЕРНА, 2016. – Ч. 1. – С. 297–300.
7. Проблемно-ориентированный междисциплинарный подход в обучении географов-картографов / В. Ф. Манухов, Н. Г. Ивлиева, В. Н. Пресняков, Е. И. Примаченко // Геодезия и картография. – 2008. – № 11. – С. 61–64.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РЕКРЕАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ КАМСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ НА ТЕРРИТОРИИ УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

Николаев Дмитрий Борисович, магистрант
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск
E-mail: nikolaevdb23@gmail.com

В данной статье рассматривается принцип картографирования рекреационных ресурсов Камского побережья на территории Удмуртской Республики. На территории обширно развивается туристско-рекреационная сфера и для её системного изучения необходимо составить наглядную тематическую карту. Для картографирования необходимо изучить природные и культурные ресурсы побережья. Также следует представить результаты исследования использованием картографического метода.

Ключевые слова: Камское побережье, Удмуртская Республика, тематическое картографирование, рекреационные ресурсы

MAPPING OF RECREATIONAL RESOURCES OF THE KAMA COAST ON THE UDMURT REPUBLIC

Dmitriy B. Nikolaev, master degree student
Udmurt State University, Izhevsk
E-mail: nikolaevdb23@gmail.com

This article discusses the principle of mapping recreational resources of the Kama coast on the territory of the Udmurt Republic. The tourist and recreational sphere is developing extensively on the territory. For its systematic study it is necessary to make a visual thematic map. For mapping, it is necessary to study the natural and cultural resources of the coast. It is also necessary to present the results of the study using the cartographic method.

Keywords: Kama coast, Udmurt Republic, thematic mapping, recreational resources

За последние несколько лет в Удмуртии индустрия туризма побережья Камы интенсивно развивается. Ежегодно растет конкуренция между разными представителями сферы отдыха. Главным фактором, привлекающим туристов являются природные ресурсы. Правительство республики, в свою очередь, так же разрабатывает проекты для развития территории, такие как туристско-рекреационный кластер «Камский берег» и «Камский берег 2.0».

Одним из системных и наглядных вариантов изучения данного быстро-развивающегося района является картографирование территории.

Река Кама представляет собой широкую реку с живописными берегами, на одном из которых находится второй по численности город Удмуртии – Сарапул. Так же выше по течению на Каме расположена Воткинская ГЭС, которая образует Воткинское водохранилище [6]. Многочисленные базы отдыха, расположенные на берегах водохранилища, предлагают туристические услуги круглый год. В Удмуртии на берегах Камы расположено немало интересных объектов, самым знаменитым из которых является Нечкинский национальный парк.

Культурные и природные достопримечательности представляют интерес для тех, кто интересуется природой, историей и культурой республики [2].

Туристско-рекреационный кластер (ТРК) «Камский берег» представляет собой сконцентрированную группу организаций, предоставляющих востребованный на рынке по цене и качеству комплекс взаимодополняющих и усиливающих друг друга услуг, ориентированный на несколько видов туризма: культурно-познавательный, речной (круизный), рекреационный (и лечебно-рекреационный), событийный и деловой [3].

Выше было указано, что природные ресурсы являются главными туристическими достоинствами территории. Следовательно, стоит уделить особое внимание картографированию природной составляющей рекреационного потенциала.

Выбор показателей для картографирования природных рекреационных возможностей территории определяется двумя требованиями: 1) необходимостью отбора элементов природной среды, обладающих свойствами по удовлетворению рекреационных потребностей, и 2) необходимостью отображения свойств этих элементов в нужных аспектах (интенсивность, распространение во времени и пространстве). Большинство элементов природной среды можно рассматривать как рекреационные ресурсы, поскольку в их выборе на первый план выступает «субъект», обладающий большой избирательностью к природным условиям [5].

Учитывая физико-географические характеристики территории, очень важной составляющей работы является ландшафтное картографирование. Ландшафтная карта описывает размещение природных комплексов. Что позволяет провести рекреационное зонирование территории [1].

Основой тематической карты является рекреационный кластер, обеспечивающих организацию отдыха населения. В данной части работы описывается совокупность предприятий (туристских и поставщиков услуг и товаров), функционирующих для удовлетворения потребностей туристов и сконцентрированных на территории, обладающей определенными туристско-рекреационными ресурсами [4].

Итогом картографирования может являться создание тематической карты рекреационных ресурсов Камского побережья. Картографическая информация будет содержать территориальное зонирование с отображением рекреационной деятельности по видам отдыха в разное время года. Учитывая обширность территории, требуется выбрать оптимальный масштаб. В данном случае это будет 1:200 000. Для наглядности следует правильно разместить и генерализировать информацию природной и социально экономической составляющих карты.

Картографирование рекреационных ресурсов является важной частью изучения территории. Результаты работ по картографированию поспособствуют поддержанию экологического баланса и ведению продуктивного природопользования. Так же тематические карты с отображением рекреационных зон берегов Камы будут полезны для органов местного самоуправления, студентов, туристических организаций и местных отдыхающих.

Список литературы

1. Исаченко А.Г. Физико-географическое картирование. – Л.: Ленинградский ун-т, 1961. – 267 с.
2. Ларионова Е.Л., Шапран И.Г. Объекты историко-культурного наследия Завьяловского района Удмуртской Республики как источник по истории края. – Ижевск: Удмуртский ун-т, 2010. – 141 с.
3. Мерзлякова Г.В., Баталова Л.В. Создание туристско-рекреационного кластера "Камский берег" в Удмуртской Республике // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2016. – Т. 10, № 1. – С. 135–141.
4. Попова О.Б., Подосенова И.А. Территориальная туристско-рекреационная система как форма пространственной организации туристско-рекреационной деятельности // Наука. Инновации. Технологии. – 2015. – С. 137–149.
5. Солпина Н.Г. Картографирование рекреационного потенциала территории // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Науки о Земле. – 2017. – С. 124–134.
6. Старкова Н.Ю. Кама – река движения // Прикамское собрание: мат-лы III Всерос. открытого науч.-практич. форума (Сарапул, 27–28 сентября 2019 г.). – Сарапул: Сарапульское полиграфическое предприятие, 2019. – С. 273–278.

РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И ВОСПИТАНИЯ В ОБЛАСТИ ГЕОГРАФИИ, ЭКОЛОГИИ И БЕЗОПАСНОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

ЭКСКУРСИЯ «ВЕСНА В ЖИЗНИ РАСТЕНИЙ ЗАБАЙКАЛЬЯ»

Попова Ольга Александровна, д-р биол. наук, профессор
Забайкальский государственный университет, г. Чита
E-mail: olga.popova-54@yandex.ru

Разработана экскурсия для знакомства студентов с весенними явлениями в жизни растений Забайкалья. Установлено, что экскурсию следует проводить в сосновом лесу в период с 10 по 20 мая. Определены виды растений (*Pinus silvestris*, *Betula platyphylla*, *Rhododendron dauricum*, *Vaccinium vitis idaeae*, *Pulsatilla patens*, *Pyrola asarifolia*, *Polygonatum odoratum*, *Fragaria orientalis*) на примере которых можно показать различный характер подготовки к росту и развитию в весенний период.

Ключевые слова: весенняя экскурсия, раннецветущие растения, сосновый лес, Забайкалье

EXCURSION "SPRING IN THE LIFE OF PLANTS OF TRANSBAIKALIA"

Olga A. Popova, D.Sc., Professor
Transbaikal State University, Chita
E-mail: olga.popova-54@yandex.ru

An excursion has been developed to acquaint students with spring phenomena in the life of plants of Transbaikalia. It is established that the excursion should be held in a pine forest in the period from 10 to 20 May. Plant species (*Pinus silvestris*, *Betula platyphylla*, *Rhododendron dauricum*, *Vaccinium vitis idaeae*, *Pulsatilla patens*, *Pyrola asarifolia*, *Polygonatum odoratum*, *Fragaria orientalis*) have been identified, using the example of which it is possible to show the different nature of preparation for growth and development in the spring.

Keywords: spring excursion, early flowering plants, pine forest, Transbaikalia

Программа рассредоточенной Учебной практики (Научно-исследовательская работа) для студентов направления подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование» профиль «Биология и химия» предусматривает проведение экскурсии по знакомству с осенними, зимними и весенними явлениями в жизни растений [1, 3]. Согласно программе первая экскурсия и экологические исследования по изучению приспособлений растений к зимнему периоду проводится осенью в период с 15 по 25 сентября [6]. На экскурсии студенты знакомятся с осенними явлениями в жизни растений Забайкалья на примере типичных для соснового леса видов растений, таких как *Pinus silvestris* L.,

Betula platyphylla Sukacz., *Rhododendron dauricum* L., *Vaccinium vitis idaeae* L., *Pulsatilla patens* (L.) Mill., *Pyrola asarifolia* Michaux., *Polygonatum odoratum* (Mill.) Druce, *Fragaria orientalis* Losinsk.

В горнолесостепном поясе Забайкалья наиболее удобны для изучения весенних явлений горные степи и горные остепненные сосняки южных склонов. Они отличаются наиболее теплыми в пределах региона легкими каменистыми почвами. В корнеобитаемом слое этих почв уже в марте начинает усиливаться положительный радиационный баланс в связи с ранним испарением снега и преобладанием прямой солнечной радиации [5]. В последней декаде апреля он становится устойчивым, и появляются условия для ростовых процессов, несмотря на еще довольно частые ночные заморозки.

Исследования, проведенные Б.И. Дулеповой [2] и О.А. Поповой [3, 4] показали, что весной в развитии растительных сообществ Восточного Забайкалья, можно выделить следующие периоды.

Предвесенний период (15–25.IV). В это время только у таких видов как *Pulsatilla turczaninovii* Kril., *P. multifida* (G. Pritzel) Juz. *Rhododendron dauricum* L., *Populus tremula* L. начинается возобновление роста цветочных почек.

Ранневесенний период, начало весны или голая весна (25.IV–10.V) отличается в нашем регионе очень резкой сменой температурных условий в течение суток и в разные дни. Оттепели с дневной температурой +15...+18 °С сменяются холодной погодой с ночными заморозками до минус 10 °С. Развитие начинается в этот неблагоприятный период лишь у раннецветущих видов – *Pulsatilla turczaninovii* Kril. и *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb и у зимне-зеленых растений, сохраняющих с осени зеленые побеги и листовые розетки.

Участки горной степи выглядят в этот период почти безжизненными. Преобладают бурые и желтые тона прошлогодней травы, но если внимательно присмотреться, раздвинув ветошь, то можно заметить, что кое-где зеленеют основания длинных узких листьев степных осок – *Carex pediformis* С.А. Mey., *Carex korshinskyi* Kom., листья зимнезеленых злаков – *Poa attenuate* Trin. и *Koeleria cristata* (L.) Pers., зимующие розетки *Chamaerhodos*, *Artemisia scoparia* Waldst. & Kit., *Orostachys spinosa* (L.) С.А. Mey. Местами встречаются синеватые или серо-зеленые перезимовавшие побеги *Alyssum lenense* Adams., *Artemisia frigida* Willd. Они распластаны на поверхности почвы и в таком состоянии лучше согреваются ее теплом. Зацветают (начинают цвести) в это время лишь *Pulsatilla turczaninovii*, да эфемероиды – *Gagea pauciflora* (Turcz. ex Trautv.) Ledeb., *Physochlaina physaloides* (L.) G. Don, В отдельные благоприятные годы начинают зацветать *Alyssum lenense*, *Euphorbia fischeriana* L., *Euphorbia karoï* Freyn

Зеленая весна или разгар весны наступает 10–15 мая, когда осуществляется переход среднесуточных температур через +5° – нижний термический предел для развития большинства видов умеренного климата. После 20 мая осуществляется переход среднесуточных температур через +10° и устанавливаются дневные температуры воздуха +15...+20 °С, а в корнеобитаемом слое – +25–30°. Ночные температуры еще невысокие +1...+5 °С, но заморозки стано-

вятся более редкими. Появляются условия для интенсивного роста растений, не боящихся ночных заморозков.

Вестником разгара весны в степях является массовое цветение *Pulsatilla turczaninowii* и начало зацветания большинства весенних видов: *Carex duriuscula* C. A. Mey, *Arctogeron gramineum* (L.) DC., *Androsace incana* Lam., *Viola dissecta* Ledeb., *Taraxacum collinum* DC. и др.

Начинается вегетация большинства растений, и внешний вид степи становится зеленовато-пестрым. Заканчивается весна в горной степи отцветанием *Pulsatilla* и других раннецветущих видов и началом цветения раннелетних видов: *Papaver rubro-aurantiacum* Fischer, *Haplophyllum dauricum* (L.) A. Juss., *Arenaria capillaris* Poiret., *Iris uniflora* Pall., *Lathyrus humilis* (Ser.) Spreng. Происходит это обычно в первой декаде июня, когда осуществляется переход среднесуточной температуры через +15°.

Разгар весны (10–25.V) самое лучшее время для проведения весенних экскурсий со студентами.

Весенняя экскурсия в сосновый лес

Задачи экскурсии: Научиться определять признаки ботанической весны в Забайкалье по наступающим в природе и у растений изменениям. Познакомиться с развитием весеннецветущих растений, изучить их приспособление к раннему развитию.

Время проведения экскурсии: 10–20 мая.

Оборудование: дневник наблюдений с данными осенней экскурсии копалка, лупа, целлофановый мешок, папка для сбора гербария, фотоаппарат.

Объекты наблюдений: те же, что и на осенней экскурсии (*Pinus silvestris*, *Betula pendula*, *Populus tremula* L., *Rhododendron dauricum*, *Salix bebbiana* Sarg., *Spiraea media* Schmidt, *Rosa davurica* Pall., *Vaccinium vitis idaeae*, *Pulsatilla patens*, *Pyrola asarifolia*, *Polygonatum odoratum*, *Fragaria orientalis*, *Carex pediformis* C. A. Mey.) [6].

Содержание экскурсии: Беседуя со студентами, преподаватель выясняет отличительные признаки погодных условий весны: увеличение длины светового дня, повышение температуры воздуха и почвы, таяние снега и льда, потемнение воды в реках, прилет птиц. У растений также происходят весенние изменения: начинается сокодвижение у древесных растений, набухают почки на ветках деревьев и кустарников, зеленеет хвоя сосны, зацветают раннецветущие растения: *Pulsatilla patens*, *Viola gmeliniana*, *Potentilla fragonoides* L., появляются «барашки» (бутоны) ив.

Разгар весны или зеленая весна начинается с зацветания *Rhododendron dauricum*, а также *Alnus fruticosa*, *Betula pendula*, появления зеленой дымки у берез и лиственниц; полного зеленения хвои сосны и массового цветения весенних травянистых растений.

На подросте *Pinus silvestris* можно показать студентам расположение почек возобновления на верхушке побега и пояснить, как из них развиваются верхушечные и боковые ветви, последние образуют мутовку. Можно выбрать растения одновозрастные, но развитые неодинаково и на этом примере пояснить

значение внутривидовой борьбы за существование. На взрослых деревьях можно найти и показать мужские и женские шишки.

На примере *Betula platyphylla* или *Alnus fruticosa* познакомить студентов с весенними ветроопыляемыми древесными растениями.

На концах боковых побегов, березы необходимо найти и показать мужские и женские соцветия. Объяснить, что это растение является раздельнополым однодомным. Показать тычиночные сережки, которые закладываются с осени и всю зиму висят на деревьях – невзрачные темно-бурые, покрытые смолой и слизями. С наступлением весны ось мужской сережки быстро вытягивается, становится гибкой, чешуи раздвигаются, обнажая пыльники. Сережки становятся крупными, желтоватыми. Они образуют большое количество пыльцы, которая разносится ветром. Во время дождя она образует светло-желтые разводы в лужах.

Рассмотреть женские сережки березы. Они маленькие, зеленые расположены ниже мужских сережек. В отличие от мужских сережек они формируются в почках весной. Найти и показать в женском цветке мохнатые рыльца пестиков. Антоциановая окраска рылец и волосяная шуба на молодых побегах берез – защитные приспособления от весенних заморозков. После опыления и оплодотворения женские сережки разрастаются и увеличиваются в размерах. В конце лета они буреют, зимой плоды созревают и рассеиваются по снежному покрову.

Встряхнув ветки, необходимо показать студентам, некоторые признаки ветроопыляемого растения (легкая, мелкая, сыпучая пыльца, в сережках ее образуется много).

У *Alnus fruticosa*, так же как у берез на концах веточек развиваются мужские и женские соцветия. Мужские (тычиночные) соцветия во много раз длиннее женских (пестичных). Тут же на ветке располагаются коричневатые-черные шишечки. Они прошлогодние: лишь к началу нового цветения закапчивается высыпание семян из шишечек ольхи.

На примере ивы можно пояснить студентам, явление двудомности, когда тычиночные и пестичные соцветия развиваются на разных растениях. Белые барашки соцветий появляются у ив уже зимой. Белые волоски «волосяной шубы», защищают от морозов будущую сережку. Весной мужская сережка трогается в рост: ее стержень становится длиннее и толще, а из каждого невзрачного цветка далеко выступают тычинки. На концах тычинок заметны два пыльника, набитые желтой пылью. Изменяются соцветия и на женских кустах. Они также вытягиваются в длину, но женская сережка не выглядит мохнатой. Пестики похожи на длинные узкие бутылочки. Завязи у них зеленые, рыльца – желтые. Женская сережка не так ярка, как мужская, но и она хорошо заметна.

Толкните ивовую ветку мужского куста, потрясите ее. Облака желтой пыльцы вы не увидите. Проведите ладонью по мужским сережкам. Ладонь испачкается в пыльце. Попробуйте сдуть этот желтый порошок: пыльца прилипла к коже. Ива не пылит: пыльца клейкая. Цветки ив пахнут и богаты нектаром. У них нет больших ярких лепестков, но мохнато-желтые мужские сережки и зеленые в желтых точках женские издали видны на голых ветках. И насекомые

летят к цветущей иве. Ранней весной соперников у нее почти нет: лишь немногие растения цветут в это время и большинство из них опыляются ветром. На цветущей иве можно увидеть мух, бабочек, пчел, ос.

Среди кустарников и кустарничков следует обратить внимание на окраску и форму листьев *Rhododendron dauricum* и *Vaccinium vitis idaeae*. У рододендрона необходимо рассмотреть и сравнить цветочные и листовые почки.

Также как и на осенней экскурсии [6], весной следует остановиться на представителях трех различных по характеру зимовки групп растений: а) летне-зеленых (купена душистая, прострел раскрытый); б) зимнезеленых (осока стоповидная, земляника восточная); в) вечнозеленых (грушанка копытенелистная).

После вводной беседы учащиеся выполняют индивидуальные задания по инструктивным карточкам.

Объекты для самостоятельной работы и задания к ним

Задание 1

Рассмотрите внешний вид *Pinus silvestris* и *Alnus fruticosa* (или *Betula pendula*).

1. У сосны обыкновенной обратите внимание на изменение окраски хвои. Почему это произошло? Сравните с осенней и зимней окраской.

2. На подросте сосны найдите верхушечные почки. Посчитайте их число. Посмотрите, что из них развивается.

3. На взрослых деревьях найдите мужские и женские шишки. Соберите коллекцию для занятий. В опавших шишках третьего года найдите семена.

4. У ольхи на верхушках боковых побегов найдите тычиночные и пестичные соцветия. Измерьте их величину. Отметьте, как они располагаются относительно друг друга. Зарисуйте веточку.

5. Рассмотрите строение соцветий. В цветках женского соцветия найдите пестики, в мужских – тычинки.

6. Вскройте пыльники. Посмотрите, какая пыльца по размерам, цвету, весу. Определите, как у ольхи происходит опыление?

7. Найдите листовые почки. Измерьте их величину. Почему листовые почки вскрываются позже цветочных почек.

Задание 2

Пронаблюдайте весенние изменения, происходящие у зимнезеленого кустарника – *Rhododendron dauricum* и летнезеленого на выбор учителя (*Spiraea media*, *Salix bebbiana*, *Rosa davurica*).

1. У рододендрона рассмотрите прошлогодние листья. Опишите их цвет, форму, расположение.

2. В пазухах листьев найдите листовые почки. Обратите внимание на мелкие ярко-зеленые листочки, появляющиеся из этих почек.

3. Найдите более крупные цветочные почки. Измерьте их величину. Вскройте одну из почек. Что там находится. Измерьте величину цветка и сравните эти измерения с осенними.

4. У ивы (растение является двудомным) найдите растения с женскими и мужскими соцветиями. Мужские (тычиночные) соцветия мохнаты состоят из тычинок, женские соцветия почти без волосков состоят из зеленых пестиков.

Имеют ли соцветия запах? Чем характеризуется пыльца? (цвет, сыпучесть)? Как они опыляются?

5. На ветках найдите более мелкие листовые почки. Измерьте их размеры. Что находится внутри почки?

Задание 3

Объектом наблюдения является вечнозеленый кустарничек – *Vaccinium vitis idaeae*.

1. Сравните зимнее и весеннее состояние листьев *Vaccinium vitis idaeae*:

а) как изменилась форма листьев;

б) как меняется цвет листьев;

в) посмотрите и сравните все ли листья на одном и том же побеге имеют одинаковый цвет.

2. Внимательно просмотрите все кустики. Найдите цветочные почки.

3. Посмотрите, на скольких кустиках, и в каком количестве развиваются цветочные почки. Чем это можно объяснить?

Задание 4

Объектом наблюдения является *Pyrola asarifolia*. Это травянистый вечнозеленый многолетник.

Сравнить внешний вид грушанки копытнелистной зимой и весной.

1. Рассмотрите листья грушанки. Как изменились их цвет и консистенция по сравнению с зимой.

2. Все ли листья в прикорневой розетке окрашены одинаково.

3. Обратите внимание, как выглядят нижние и верхние листья в прикорневой розетке. Образуются ли весной новые листья?

4. Найдите цветочную почку. Аккуратно раздвиньте почечные чешуйки. Что находится между ними? Зарисуйте.

Задание 5

Сравните зимнее и весеннее состояние зимнезеленого растения *Fragaria orientalis*.

1. Выберите несколько растений разной величины и посчитайте, сколько зеленых листьев зимовало в прикорневой розетке.

2. Как изменяется цвет перезимовавших листьев? Отметьте, меняется ли цвет одновременно или постепенно.

3. В верхней части прикорневой розетки найдите зачатки новых весной развивающихся листьев.

4. В центре прикорневой розетки найдите верхушечную почку. Измерьте ее величину. Аккуратно раздвиньте почечные чешуи. Что находится внутри?

5. Зарисуйте почку возобновления. Сравните размеры и степень развития весенних, осенних и зимних почек.

Задание 6

Объектом изучения является *Polygonatum odoratum*. Этот вид является летнезеленым растением с хорошо развитым корневищем (видоизмененным побегом). В корневище находится запас питательных веществ.

1. Рассмотрите, как выглядит надземная часть весной. Развиваются ли у растения в мае молодые надземные побеги?

2. Если развились, измерьте их высоту, посчитайте количество листьев.
3. Аккуратно выкопайте кусочек корневища. Рассмотрите его. Найдите па нем почки возобновления. Что из них развивается?
4. Раствором йода проверьте изменение окраски вещества корневища. Для чего растение накопило летом запас питательных веществ и куда его расходует?

Задание 7

Сравнить осеннее, зимнее и весеннее состояние *Pulsatilla patens*.

1. Рассмотрите цветок. Найдите венчик, тычинки, пестики. Опишите строение цветка. Зарисуйте его строение. Как опыляются цветки прострела?
2. Найдите на цветоносе стеблевые листья. Как они располагаются? Сравните степень опушения этих листьев осенью и весной.
3. Развиваются ли у прострела весной листья прикорневой розетки? Как вы думаете, почему это происходит?
4. Найдите у основания цветоносного побега зачатки листьев, прикорневой розетки.

Студенты выполняют задания под контролем преподавателя и затем дома весь материал оформляют в тетради для наблюдений.

Работа в лаборатории

Учитывая то, что весной почки растений хорошо развиты и намного крупнее, чем осенью, учащиеся могут изучить и зарисовать их строение во время экскурсии.

В лаборатории после экскурсии по уже известной методике [6] следует проверить содержание запасных веществ в органах перезимовавших растений (стебле древесных растений, корневище купены, корне прострела, листьях и корне земляники).

Контрольные вопросы к весенней экскурсии и лабораторной работе:

1. По каким признакам можно определить весеннее пробуждение растений?
2. Почему прострел раскрытый зацветает одним из первых среди травянистых растений?
3. Какие приспособления к опылению имеют ветроопыляемые растения?
4. Почему у молодых листьев весной наблюдается сине-фиолетовая окраска?
5. Почему большинство весенних травянистых растений имеет розеточную форму роста?

Таким образом, в течение осеннего, зимнего и весеннего периода студенты проводят наблюдения и сравнительные исследования за развитием одних и тех же видов растений, что позволяет им детально изучить адаптивные возможности растений Забайкалья.

Список литературы

1. Дулепова Б.И., Попова О.А. Изучение сезонных явлений в жизни растений: Методические рекомендации. – Чита: Читинская областная типография, 1989. – 43 с.
2. Дулепова Б.И. Степи горной лесостепи Даурии и их динамика. – Чита: Читинский пед. ин-т, 1993. – 395 с.
3. Попова О.А. Организация и программа фенологических наблюдений в Забайкалье // Проблемы комплексного изучения человека в условиях Забайкалья. – Чита, 1996. – С. 336–370.
4. Попова О.А. Биоразнообразие и особенности адаптогенеза раннецветущих растений Байкальской Сибири (Восточное Забайкалье). – Чита: ЗабГПУ, 2005. – 243 с.
5. Попова О.А. Использование результатов фенологических исследований в организации экскурсий по знакомству с раннецветущими степными растениями Восточного Забайкалья // Климатические изменения и сезонная динамика ландшафтов: мат-лы Всерос. науч.-практич. конф. – Екатеринбург, 2021. – С. 358–366.
6. Попова О.А. Организация и проведение осенней экскурсии студентов в сосновый лес // Состояние окружающей среды: проблемы экологии и пути их решения: мат-лы Всерос. науч.-практич. конф. (20–21 декабря 2021). – Усть-Илимск, 2021.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ РЕСУРСОВ В ЭКОЛОГИЧЕСКОМ ОБРАЗОВАНИИ

Воронова Татьяна Сергеевна, канд. геогр. наук, доцент
Московский городской педагогический университет
E-mail: tatianavoronova@yandex.ru

В статье рассмотрены некоторые виды электронных ресурсов, целесообразные для использования в экологическом образовании на различных его ступенях. Все ресурсы были разделены на две группы: программное обеспечение и собственно электронные ресурсы. Выделены ресурсы непосредственно для экологического образования и более широкого охвата. Для каждой группы приведены примеры и дана их краткая характеристика.

Ключевые слова: экологическое образование, информационные технологии, электронные ресурсы, программное обеспечение, информационные ресурсы

INFORMATION ELECTRONIC RESOURCES IN THE ECOLOGICAL EDUCATION AND POSSIBILITIES FOR THEIR APPLICATION

Tatiana S. Voronova, Ph.D, Associate Professor
Moscow City Pedagogical University
E-mail: tatianavoronova@yandex.ru

The article discusses some types of electronic resources. All of them are appropriate for application in every level of the environmental education. All resources were divided into two groups. The first group is software and the second one is electronic resources. Some of the resources can be used directly in the environmental education and some of them have wider coverage. For each group examples and brief description are given.

Keywords: environmental education, information technologies, electronic resources, software, information resources.

Информационные технологии прочно вошли в современный учебно-воспитательный процесс на всех его ступенях. Наиболее активно как педагогами, так и учащимися используются разнообразные электронные ресурсы. Однако их виды и степень применения в рамках различных дисциплин неодинакова.

Рассмотрим возможности применения электронных ресурсов на примере экологического образования. На основе анализа различных источников [4, 5] и собственного опыта [2, 3] все многообразие электронных ресурсов экологической направленности можно разделить объединить две группы: программное обеспечение: специальное, либо широкого применения с возможностью использования в экологическом образовании и разнообразные информационные ресурсы: электронные учебные пособия, интернет-порталы и т.д. На схеме, рис.1, представлены примеры электронных ресурсов, целесообразных для использования в экологическом образовании.



Рис. 1. Виды электронных ресурсов для экологического образования

Рассмотрим каждую из представленных групп более подробно.

Среди программ, созданных непосредственно для визуального представления информации, а также отработки умений и навыков по экологии, стоит остановиться на виртуальных лабораториях и виртуальных практикумах. Виртуальные лаборатории позволяют наблюдать за процессами или явлениями, а также проводить практические и лабораторные работы, используя компьютер и специальное программное обеспечение [2]. Есть виртуальные лаборатории, размещенные в свободном доступе [1], но большая часть программ распространяется на коммерческой основе.

Виртуальные практикумы предназначены для отработки практических навыков, составлять алгоритм действий по тем или иным изученным темам [5]. Таким программным обеспечением может быть оснащено учебное заведение в централизованном порядке.

Среди программ, не предназначенных непосредственно для экологического образования, но активно используемых для этой цели, можно выделить географические информационные системы (ГИС). С их помощью можно создавать тематические карты, в том числе экологические. Использование ГИС можно рассматривать с двух позиций: ГИС, устанавливаемые на локальный компьютер (профессиональные или настольные, например, MapInfo Professional, Пандора и т.д.) и интернет-ГИС (например, Google Earth).

В первом случае происходит работа с базами данных, по которым строятся экологические карты [2].

Во втором случае можно использовать только ту информацию, которая уже заложена в программе. Единственными дополнительными возможностями является построение полигонов (например, территорию, расположенную в районе воздействия экологических производств) и расстановка меток (например, указание размещения экологически опасных производств или объектов).

Кроме этого, в сети интернет размещено большое количество интерактивных карт, демонстрирующих экологическую обстановку в целом или по отдельным компонентам в режиме реального времени, например Экологическая карта России (<http://greenpatrol.ru/ru>) и т.д.

Среди информационных ресурсов для экологического образования можно выделить учебные пособия и дополнительные материалы, источники, содержащие иллюстративный материал и интернет-ресурсы.

Группа электронных пособий достаточно разнообразна. Она включает в себя как приложения к учебникам в виде электронных уроков и тестов, дополнительные материалы, энциклопедии, обучающие программы, т.д. В качестве примера можно привести электронное пособие «Экология. Подготовка к экзамену. Семинары. Рефераты. Презентации» [4]. В них, как правило, содержится теоретический материал по основным разделам экологии, информация об известных ученых, словарь терминов, рекомендуемая литература, проверочный блок, иллюстративный материал.

Электронные ресурсы, основное содержание которых – иллюстративный материал в основном представлены электронными или интерактивными плакатами, охватывающими различные разделы экологии. Например, «Презентации и плакаты. Общая экология», электронные плакаты «Общая экология» [5], содержащие рисунки, схемы, таблицы и т.д. Как правило, учебные пособия и электронные плакаты содержатся на электронных носителях.



Рис. 2. Пример электронного плаката по экологии [5]

Еще одним электронным ресурсом можно считать многочисленные интернет-порталы. На сегодняшний день их имеется значительное количество. В качестве примера приведем три портала, содержащие разнообразную информацию по экологии (табл.).

Таблица 1

Примеры образовательных интернет-порталы по экологии

Название	Электронный адрес	Содержание	Использование в экологическом образовании
Экологический раздел сайта ГПНТБ России	http://ecology.gpntb.ru/usefullinks/rosorganization/ejournal/	Электронные журналы по экологии	Учащимся: для подготовки исследовательских проектов, рефератов, докладов, поиск дополнительной информации. Педагогам: подготовка к занятиям, дополнительная информация
Экологический портал	http://www.ecology-portal.ru/	Информация по различным разделам экологии	Учащимся: для подготовки докладов, рефератов и презентаций Педагогам: использование видео и фото на занятиях
Естественно-научный образовательный портал	http://www.en.edu.ru	Материалы по естественно-научным дисциплинам	Учащимся: для подготовки исследовательских проектов, рефератов, докладов. Педагогам: подготовка к занятиям

Список литературы

1. Виртуальные образовательные лаборатории. URL: http://www.virtulab.net/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=41&Itemid=101 (дата обращения: 16.05.2022).
2. Воронова Т.С. Создание тематических карт в программе Mapinto Professional // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. – 2009. – № 1. – С. 82–87.
3. Воронова Т.С. Виртуальные технологии в обучении географии и в образовательном туризме // Вестник МГПУ. Серия: Естественные науки. – 2016. – № 1 (21). – С. 98–103.
4. УчМаг. – URL: https://www.uchmag.ru/estore/s10982/?f_set=1&f_p_TAG_SUBJ%5B%5D=ecology (дата обращения: 16.05.2022).
5. Электронные плакаты и ВЛР. – URL: <https://profistend.info/catalog/elektronnye-plakaty-vlr/> (дата обращения: 16.05.2022).

ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ГЕОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Абрамова Тамара Тарасовна, канд. геол.-минерал. наук
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: attoma@mail.ru

Для осуществления контроля качества закрепленных дисперсных грунтов можно использовать неразрушающие геофизические методы, основанные на изучении распространения поверхностных (упругих) волн. В работе для этой цели рассмотрены следующие методы: ультразвук, сейсмоакустика, сейсморазведка. Показано, что изменение скорости распространения продольных волн дает возможность судить о механизме взаимодействия вяжущего с грунтом, установить продолжительность процесса упрочнения грунтов. Контроль прочности и модуля деформации грунтоцемента осуществляется путем установления корреляционных связей между механическими характеристиками и значениями скоростей прохождения продольных волн.

Ключевые слова: ультразвук, сейсмоакустика, сейсморазведка, продольные волны, прочность грунтов, модуль деформации

GEOTECHNICAL SYSTEM STABILITY ASSESSMENT

Tamara T. Abramova, Ph.D.
Lomonosov Moscow State University
E-mail: attoma@mail.ru

Non-destructive geophysical methods, based on examining the propagation of surface (elastic) waves, can be used for the quality control of stabilized dispersed soils. These methods are considered in this work: ultrasound, seismic acoustics, seismic exploration. It is shown that a change in the velocity of longitudinal waves propagation allows to judge about the interaction of the binder with the soil. This establishes the duration of the soil stabilization. Strength and modulus of soil-cement deformation are controlled by establishing correlations between the mechanical characteristics of the longitudinal waves and the values of their propagation velocity.

Keywords: ultrasound, seismic acoustics, seismic exploration, longitudinal waves, soil strength, deformation modulus

Одной из особенностей современного развития геофизических методов является возможность их использования для исследования дисперсных грунтов, искусственно преобразованных различными способами. Для этого используются в первую очередь волновые методы: сейсморазведка, сейсмоакустика, ультразвук. Отличительной особенностью применения этих методов является необходимость учета поверхностных волновых явлений, резонанса и наличие свободных поверхностей.

Ультразвуковые методы широко применяются при исследовании различных конструкций. Эти методы обладают высокой разрешающей способностью,

позволяют оценивать деформационные и прочностные характеристики материалов. В 70-е годы прошлого столетия С.В. Аксеновым, Э.А. Бочко, В.С. Дубровиным, П.И. Логиновой, В.Н. Никитиным, В.С. Ямщиковым и др. были проведены работы по использованию ультразвука для изучения особенностей распространения продольных волн V_p в искусственно закрепленных песках в зависимости от их структуры и упругих свойств. В качестве объектов исследований был представлен широкий спектр вяжущих (цемент, зола уноса, силикат натрия, карбамидная смола, полиэтиленмин и др.) и грунтов (мелко- и среднезернистые пески, супеси тяжелые, суглинки). Получение закономерности изменения скорости распространения продольных волн дает возможность судить о механизме взаимодействия компонентов вяжущего с грунтом. Например, для песков, обработанных цементом, наиболее интенсивный рост скорости продольных волн (V_p) отмечается в первые сутки, а при использовании золы уноса происходит замедленное их нарастание. Чем выше основность минералов, входящих в состав песков, закрепленных силикатом натрия, тем больше скорость V_p . Однако эта закономерность не сохраняется при закреплении песков карбамидными смолами [2, 3]. Скорость распространения продольных волн возрастает с уменьшением размеров минеральных зерен в образцах закрепленного песка. Это обусловлено тем, что повышение дисперсности песка приводит к увеличению внутренней энергии в образцах. Следует отметить, что при одном и том же составе образцов закрепленного грунта скорость V_p растет с увеличением содержания в системе отвердителя, и тем интенсивнее, чем его больше [2]. Выявлено, что изменение V_p тесно связано с такими инженерно-геологическими характеристиками закрепленного грунта, как прочность, статический модуль упругости, открытая пористость и влажность.

Существенным ограничением вышеописанного метода является быстрое поглощение энергии ультразвуковых волн, что не позволяет просвечивать объекты на глубине более 1 м. В настоящее время для проверки качества грунтоцементного массива А.Г. Малининым и Д.А. Малининым [5] был усовершенствован этот способ при условии испытания грунтов через 3–4 недели после закрепления.

Акустический метод использует длины волн от первых метров. При испытании грунтоцементных свай этим методом используются продольные волны, в которых преобладают продольные смещения частиц. В.В. Капустин, А.Ю. Хмельницкий [4] отмечают, что поверхностные акустические методы неприменимы для свай, изготавливаемых методом струйной цементации (из-за непостоянства скорости распространения продольной волны вдоль сваи), свай, созданных по разрядно-импульсной технологии (из-за непостоянства сечения) и др., доступ к которым с поверхности закрыт. Для неразрушающего контроля подобных объектов могут использоваться методы, основанные на наблюдении в скважине, расположенной внутри объекта или рядом с ним во вмещающем грунте. Для проведения акустических наблюдений в массивах, искусственно закрепленных методом струйной цементации (Jet), могут быть использованы технологические скважины, пробуренные в ходе проведения струйной цементации, которые обсаживаются пластиковыми трубами сразу же после оконча-

ния изготовления свай. В зависимости от соотношения длины волны λ и диаметра скважины d выделяются два: длинноволновой ($\lambda/d \gg 1$) и коротковолновой ($\lambda/d < 1$). В связи с этим в акустических скважинных измерениях используются упругие волны двух диапазонов частот: звуковые (до 20 кГц) и ультразвуковые (> 20 кГц).

Эксперименты, проведенные различными строительными организациями Санкт-Петербурга для контроля состояния грунтоцементных массивов с помощью Jet цементации, показали преимущество сейсмоакустических скважинных методов [1]. Это обусловлено возможностью максимально приблизиться к объекту исследований и исключить потерю информации в поверхностном слое земли. Кроме этого, многочисленные исследования доказали существование зависимости между параметрами упругих волн, прочностными и упругими свойствами материалов. В предлагаемом методе измеряемыми параметрами являются: время распространения, амплитуда и спектр импульса упругих волн. Основной диагностический параметр – скорость продольной упругой волны V_p . Определение скорости V_p м/с производится по измеренным значениям расстояния L между точками возбуждения и приема и времени распространения упругой волны t по формуле $V_p = L/t$. Контроль прочности модуля деформации (упругости) грунтоцемента производится на основе градуировочных зависимостей «скорость упругой волны – прочность на одноосное сжатие» и «скорость упругой волны – модуль деформации (упругости)». Например, исследования по проверке результатов струйной цементации грунтов в районе площади Мужества (г. Санкт-Петербург) показали в 6 скважинах до глубины 20 м, что скорость упругой волны колеблется в пределах от 1 000 до 2 800 м/с (глубина 1–3 м) и 1 575–3 000 м/с (20 м).

Сейсморазведочный метод поверхностных волн (CW) был выбран для исследований закрепленного грунта по технологии Jet цементации в ходе строительства транспортной развязки Ленинградского и Волоколамского шоссе Москвы. Он основан на зависимости фазовой скорости поверхностных волн от частоты (глубина проникновения волны определяется частотой сигнала) и применяется для получения скоростных разрезов поперечных волн. Наиболее полно методика проведения геофизических работ представлена в работе В.В. Петриченко [6]. Работы по методике поверхностных волн на данном участке позволили провести мониторинг изменений физико-механических свойств искусственно закрепленных грунтов. Были рассчитаны: 1) скоростные разрезы для поперечных волн; 2) модуль Юнга; 3) модуль деформации.

А.В. Черняков, О.В. Богомоллова, В.В. Капустин и др. [7] считают, что для большей достоверности и полноты получаемой информации необходимо использовать комплекс методов, включающий: скважинную акустику, скважинную георадиолокацию, радиоволновое просвечивание, скважинную электротомографию, гамма-каротаж, радиоволновое профилирование скважины, индукционный каротаж. Особенностью данного комплекса является то, что при проведении работ могут быть использованы одни и те же наблюдательные скважины. Такие исследования позволяют на разных этапах проведения работ наблю-

дать динамику изменения удельного сопротивления по мере набора прочности грунтоцементного массива.

Таким образом, из вышесказанного следует, что:

- показатели интегральной скорости распространения продольных волн могут служить критерием для установления оптимальной дозировки вяжущего при укреплении грунтов;
- характер изменения скорости продольных волн во времени дает возможность установить продолжительность процесса упрочнения грунтов;
- связь между пределом прочности и скоростью продольных волн является многофакторной, зависящей от типа грунтов, их дисперсности, пористости, влажности и других факторов.

Список литературы

1. Архипов А.Г. Струйная цементация грунтов и контроль качества грунтоцементных массивов. – URL: <https://geodiagnosics.ru> (дата обращения: 07.04.2020).
2. Бочко Э.А., Дубровин В.С. Геофизические методы контроля качества закрепления рыхлых грунтов. – М.: Недра, 1976. – 87 с.
3. Изучение некоторых физико-механических свойств песков, закрепленных карбамидными смолами / В.С. Дубровин, Ю.А. Лаухин, Н.Т. Фатеев // Материалы VII Всесоюзного совещания по укреплению и уплотнению грунтов. – Л.: Энергия, 1971. – С. 345.
4. Капустин В.В., Хмельницкий А.Ю. Проблемы глубинной сейсморазведки и георадиолокации в составе инженерно-геологических изысканий: применение волновых методов для неразрушающего контроля фундаментальных конструкций: учеб. пос. – М.: Университетская книга, 2013. – 115 с.
5. Малинин А.Г., Малинин Д.А. Способ контроля сплошности ограждений из грунтоцементных свай вокруг глубоких котлованов // Жилищное строительство. – 2013. – № 2. – С. 21–24.
6. Петриченко В.В. Сейсморазведочные работы методом поверхностных волн в железобетонной штольне строящегося Алабяно-Балтийского тоннеля // Геотехника. – 2011. – № 8. – С. 68–70.
7. Применение комплексных геофизических и геотехнических методов для организации контроля качества «скрытых» работ и мониторинга при крупном городском строительстве / А.В. Черняков, О.В. Богомолова, В.В. Капустин и др. // Геотехника. – 2013. – № 1. – С. 4–21.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИИ И ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

СОДЕРЖАНИЕ ФТОРА В РАЗНЫХ ТИПАХ ГРУНТОВЫХ И АРТЕЗИАНСКИХ ВОД РЕСПУБЛИКИ МОРДОВИИ

Аникин Вячеслав Владимирович, канд. геогр. наук, доцент¹,
Долгачева Татьяна Александровна, канд. геогр. наук, доцент¹,
Вавилин Никита Алексеевич, студент¹,
Долгачева Александра Сергеевна, студентка²

¹Национальный исследовательский Мордовский государственный университет
им. Н. П. Огарёва, г. Ижевск,

²Национальный исследовательский университет
«Московский энергетический институт»
E-mail: anikin.vva@yandex.ru

В данной статье приведены основные результаты исследований по содержанию фтора в разных типах грунтовых и артезианских вод Республики Мордовии. Исследования по содержанию фтора в разных типах грунтовых и артезианских вод Республики Мордовии проведены на базе геохимической лаборатории ФГБОУ ВО «МГУ им. Н.П. Огарева».

Ключевые слова: фтор, ландшафт, грунтовые и артезианские воды

FLUORINE CONTENT IN DIFFERENT TYPES OF GROUNDWATER AND ARTESIAN WATERS OF THE REPUBLIC OF MORDOVIA

Vyacheslav V. Anikin, Ph.D., Associate Professor¹,
Tatiana A. Dolgacheva, Ph.D., Associate Professor¹,
Nikita A. Vavilin, student¹,
Alexandra S. Dolgacheva, student²

¹National Research Mordovian State University
named after N. P. Ogareva, Izhevsk,

²National Research University "Moscow Power Engineering Institute"
E-mail: anikin.vva@yandex.ru

This article presents the main results of research on the content of fluorine in different types of groundwater and artesian waters of the Republic of Mordovia. Studies on the content of fluorine in different types of groundwater and artesian waters of the Republic of Mordovia were conducted on the basis of the geochemical laboratory of the Ogarev Moscow State University.

Keywords: fluorine, landscape, ground and artesian waters

Фтор – постоянный компонент практически всех типов природных вод, среди которых особое значение имеют подземные фтороносные воды, т.е. воды, содержащие более 1,5 мг/л фтора. Гидрогеохимические провинции фторонос-

ных вод широко распространены в мире, в том числе на территории России. Указанные воды достаточно активно используются в хозяйственно-питьевом водоснабжении.

Содержание фтора в подземных водах различных по возрасту и составу горных пород колеблется от 0,3 до 10,0 и более мг/л и находится в зависимости от характера породы образующих водоносный горизонт, о чем свидетельствует таблица 1.

Таблица 1.

Содержание фтора в водах Мордовии

Эксплуатируемый водоносный горизонт	Число проб	Число скважин с концентрацией фтора, мг/л					
		До 0,5	0,6–1	1,1–2	2,1–3	3,1–4	4,1–5
Девонский	80	61	12	5	2	–	–
Нижнекаменноугольный	48	20	8	3	5	12	–
Среднекаменноугольный	179	21	26	54	47	23	8
Верхнекаменноугольный	62	55	3	3	1	–	–
Пермский	42	39	3	–	–	–	–
Юрский	19	15	3	1	–	–	–
Меловой	62	43	17	2	–	–	–
Палеогеновый и неогеновый	52	47	4	1	–	–	–
Четвертичный	58	56	2	–	–	–	–

Среди фтороносных вод выделяют два основных типа, имеющих региональное распространение и являющихся носителями типичных свойств таких вод. Первый тип представлен пластовыми водами структур, сложенный осадочными породами. В частности, они известны во многих артезианских бассейнах Русской платформы. Второй тип представлен трещино-жильным гидрокарбонатными натриевыми и сульфатными натриевыми водами зон тектонической активизации в пределах массивов магматических и метаморфических пород. Типичными являются воды разломных зон кристаллических массивов (азотные термальные воды). В этих водах содержание фтора достигает значений до нескольких сотен мг/л.

Высокие концентрации фтора в водах Мордовии, чаще встречаются в водах артезианских скважин, реже в грунтовых водах, а в поверхностных водах содержание фтора незначительно.

Современное перераспределение тепла, влаги, внутригодовой режим тепло- и влагообеспеченности оказывают влияние на содержание фтора в сформировавшихся в разных геолого-геоморфологических условиях ландшафтов смешанных лесов водноледниковых равнин, широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных и эрозионных равнин, а также долинных ландшафтов. Характеристика содержания фтора в артскважинах представлена по населенным пунктам районов Мордовии на карте (рис.).

Для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения Мордовии используются подземные воды верхне- и среднекаменноугольного возраста карбонатных отложений Саранского артезианского бассейна. Водоносные комплексы указанных отложений находятся в зоне активного водообмена и представляют собой типичные трещинно-пластовые и трещинно-карстовые во-

ды. Производительность водоносных горизонтов обусловлена степенью разрушенности водовмещающих пород. Они характеризуются значениями удельного дебита скважин от десятых долей и до нескольких литров в секунду. Важнейшей гидрогеологической особенностью вод является сильная трещиноватость и закарстованность карбонатных пород, что определяет условия интенсивного питания водоносных горизонтов и активную гидравлическую связь подземных и поверхностных вод.



Рис. Содержание фторидов в артезианских водах Мордовии

Химический состав подземных вод центральной части Саранского бассейна довольно неоднороден в пространстве. Для вод каменноугольных отложений характерен преимущественно гидрокарбонатный кальциевый состав и минерализация в пределах 310–2 088 мг/л. В связи с интенсивной эксплуатацией карбонатных вод и загрязнением верхних водоносных горизонтов, гидрологический режим и химический состав их за последние десятилетие заметно изменился.

Наблюдается сильное снижение уровня подземных вод и формирование депрессионной воронки с центром в городе Саранске. Срезка уровня подземных вод составила не менее 80 м, а скважины достигли водоносных горизонтов с повышенной минерализацией и с высоким содержанием фтора. Химический состав наиболее долго эксплуатируемых вод трансформировался из гидрокарбонатно-кальциевого в хлоридно-натриевый [1].

Активно формирующаяся депрессионная воронка способствует значительному ухудшению качества вод – повышению содержания хлоридов, суль-

фатов натрия, аммонийного азота. Сезонное различие в химическом составе грунтовых подземных вод во многом связано с типичным для данных напорных вод гидрогеологическим режимом. Несмотря на то, что в целом количество фтора в подземных водах в сумме общей минерализации не превышает 1 %, характерной их особенностью с гигиенических позиций является именно повышенный уровень этого элемента. Причем, если проследить в динамике процесс эксплуатации водоносных горизонтов, то выявляется явная тенденция роста содержания фтора в подземных и соответственно в питьевых водах.

Современное перераспределение тепла, влаги, внутригодовой режим тепло- и влагообеспеченности оказывают влияние на содержание фтора в сформировавшихся геолого-геоморфологических условиях.

Для хозяйственно-питьевого и производственного водоснабжения Мордовии используются подземные воды верхне- и среднекаменноугольного возраста карбонатных отложений Саранского артезианского бассейна. Водоносные комплексы указанных отложений находятся в зоне активного водообмена и представляют собой типичные трещинно-пластовые и трещинно-карстовые воды. Производительность водоносных горизонтов обусловлена степенью разрушенности водовмещающих пород. Они характеризуются значениями удельного дебита скважин от десятых долей и до нескольких литров в секунду. Важнейшей гидрогеологической особенностью вод является сильная трещиноватость и закарстованность карбонатных пород, что определяет условия интенсивного питания водоносных горизонтов и активную гидравлическую связь подземных и поверхностных вод [2].

Химический состав подземных вод центральной части Саранского бассейна довольно неоднороден в пространстве. Для вод каменноугольных отложений характерен преимущественно гидрокарбонатный кальциевый состав и минерализация в пределах 310–2 088 мг/л. В связи с интенсивной эксплуатацией карбонатных вод и загрязнением верхних водоносных горизонтов, гидрологический режим и химический состав их за последние десятилетие заметно изменился.

Наблюдается сильное снижение уровня подземных вод и формирование депрессионной воронки с центром в г. Саранске. Срезка уровня подземных вод составила не менее 80 м, а скважины достигли водоносных горизонтов с повышенной минерализацией и с высоким содержанием фтора. Химический состав наиболее долго эксплуатируемых вод трансформировался из гидрокарбонатно-кальциевого в хлоридно-натриевый.

Активно формирующаяся депрессионная воронка способствует значительному ухудшению качества вод – повышению содержания хлоридов, сульфатов натрия, аммонийного азота.

Сезонное различие в химическом составе грунтовых подземных вод во многом связано с типичным для данных напорных вод гидрогеологическим режимом. Несмотря на то, что в целом количество фтора в подземных водах в сумме общей минерализации не превышает 1 %, характерной их особенностью с гигиенических позиций является именно повышенный уровень этого элемента. Причем, если проследить в динамике процесс эксплуатации водонос-

ных горизонтов, то выявляется явная тенденция роста содержания фтора в подземных и соответственно в питьевых водах (табл. 2).

Наиболее богатые фтором воды отличаются сравнительно невысоким содержанием кальция и магния и повышенными концентрациями натрия.

Таблица 2

Содержание фтора в разных типах грунтовых вод Республики Мордовии

Физико-географические районы	По Л.Л. Щегловой, 1970 г.		За период исследований 2019–2020 гг.			
	Содержание фтора, мг/л	Среднее отклонение	Минерализация, мг/л	Содержание фтора, мг/л	Среднее отклонение	Коэффициент водной миграции, K_x
Ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин						
1 Вадский	0,32	±0,30	1153	0,30	±0,43	6,0
2 Шокшинский	0,35	±0,26	854	0,50	±0,26	4,5
3 Мокша-Алатырский	0,30	±0,20	750	0,30	±0,20	3,1
4 Варма-Кивчейский	0,32	±0,22	1726	0,42	±0,22	1,9
5 Мокша-Сивинский	0,39	±0,02	1640	0,50	±0,02	2,3
6 Заалатырский	0,48	±0,26	2150	0,90	±0,5	3,2
Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин						
7 Мокша-Вадский	0,60	±0,36	2500	0,70	±0,37	2,2
8 Приурднинский	0,32	±0,22	1726	0,70	±0,22	3,1
9 Исса-Инсарский	0,80	±0,37	2500	0,90	±0,42	2,8
10 Мокша-Иссинский	0,80	±0,37	2500	0,85	±0,44	2,6
11 Инсаро-Нуйский	0,60	±0,17	2650	0,70	±0,28	2,0
12 Игнатово-Алатырский	0,18	±0,26	2150	0,90	±0,36	3,2
Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин						
13 Сарко-Инсарский	0,60	±0,17	2650	0,3	±0,28	0,9
14 Присурский	0,67	±0,31	1996	1,7	±0,82	6,5
15 Меня-Игнатовский	0,48	±0,26	2150	1,1	±0,36	3,9
Долинные ландшафты						
16 Вышанский	0,70	±0,28	341	1,1	±0,48	24,8
17 Вадский	0,90	±0,28	1264	1,3	±0,48	7,9
18 Мокшанский	1,00	±0,26	854	1,3	±0,26	11,7
19 Верхнесивинский	1,10	±0,26	854	1,3	±0,26	11,7
20 Руднинский	1,00	±0,22	1726	1,2	±0,22	5,3
21 Иссинский	0,80	±0,37	2500	0,9	±0,42	2,7
22 Инсарский	1,10	±0,10	1398	1,6	±0,32	8,8
23 Алатырский	0,70	±0,17	2176	1,1	±0,32	3,9
24 Сурский	1,00	±0,31	1996	1,7	±0,82	6,5

В зависимости от содержания фтора в артезианских водах ландшафты Мордовии объединяются в три группы:

1) предельно допустимые уровни фтора (1,0–1,5 мг/л) характерны для четырех ландшафтных районов (Заалатырский ландшафт смешанных лесов водно-ледниковых равнин, Игнатово-Алатырский ландшафт широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин, Меня-Игнатовский ландшафт широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин, Мокшанский долинный ландшафт);

2) повышенные концентрации фтора (1,6–2,5 мг/л) фиксируются в восьми ландшафтных районах (ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин: Мокша-Алатырский, Варма-Кивчейский, Шокшинский; ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин: Приуруднинский, Мокша-Сивинский; долинные ландшафты: Инсарский, Алатырский, Руднинский, Верхнесивинский);

3) в остальных 12 ландшафтных районах отмечаются концентрации фтора выше 2,5 мг/л (табл. 3).

Таблица 3

Содержание фтора в разных типах артезианских вод Республики Мордовии

Физико-географические районы	По Щегловой Л.Л., 1970 г.		За период исследований 2019–2020 гг.			
	Содержание фтора, мг/л	Среднее отклонение	Минерализация, мг/л	Содержание фтора, мг/л	Среднее отклонение	Коэффициент водной миграции, K_x
Ландшафты смешанных лесов водно-ледниковых равнин						
1. Вадский	2,86	±1,64	381	3,9	±1,64	31,0
2. Шокшинский	1,00	±0,50	340	1,7	±0,58	15,1
3. Мокша-Алатырский	0,92	±0,74	310	1,9	±0,74	18,6
4. Варма-Кивчейский	0,90	±0,57	435	1,6	±0,57	11,4
5. Мокша-Сивинский	2,57	±1,85	493	4,4	±1,86	27,1
6. Заалатырский	1,02	±0,63	2088	1,3	±0,68	1,8
Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей вторичных моренных равнин						
7. Мокша-Вадский	4,00	±0,50	446	5,2	±0,50	35,3
8. Приуруднинский	0,90	±0,57	550	1,6	±0,57	8,8
9. Исса-Инсарский	3,10	±0,20	493	4,6	±0,12	28,3
10. Мокша-Иссинский	3,10	±0,20	493	4,7	±0,12	28,3
11. Инсаро-Нуйский	2,60	±0,69	1214	2,6	±0,68	6,5
12. Игнатово-	1,02	±0,63	2088	1,3	±0,68	1,8
Ландшафты широколиственных лесов и лесостепей эрозионно-денудационных равнин						
13. Сарко-Инсарский	1,60	±0,69	1016	2,6	±0,68	7,7
14. Присурский	2,5	±0,64	950	2,8	±0,44	8,9
15. Меня-Игнатовский	1,02	±0,63	2088	1,5	±0,68	2,7
Долинные ландшафты						
16. Вышанский	3,40	±1,64	552	3,9	±1,64	21,4
17. Вадский	2,86	±1,64	552	3,9	±1,64	21,4
18. Мокшанский	1,0	±0,50	502	1,5	±0,50	9,1
19. Верхнесивинский	1,5	±0,50	550	1,7	±0,50	9,4
20. Руднинский	1,5	±0,57	550	1,8	±0,57	9,9
21. Иссинский	3,1	±0,20	493	4,7	±0,12	28,9
22. Инсарский	1,9	±0,81	690	2,5	±0,82	10,1
23. Алатырский	1,4	±0,650	2036	1,64	±0,42	2,4
24. Сурский	2,50	±0,64	1533	2,60	±0,44	5,14

Примечание: среднее содержание фтора в карбонатной породе 330 мг/кг [4].

В общем случае, как показали наши исследования, степень концентрирования фтора в подземных водах определяется литолого-геохимическими особенностями водовмещающих горных пород. Поскольку содержания этого эле-

мента в водах всегда гораздо меньше его кларковых уровней в породах, то любые водовмещающие толщи служат «неисчерпаемым источником» фтора для подземных вод. При благоприятных гидрогеохимических условиях практически любой существующий в конкретном бассейне тип воды может перейти в категорию фтороносных вод, что согласуется с литературными данными С. Р. Крайнева и Н. Г. Петровой [5].

Анализ материалов наших исследований показывает, что в условиях Русской равнины важнейшими факторами, определяющими вероятность формирования фтороносных подземных вод, являются:

- наличие пород, особенно среднекарбонového возраста, характеризующихся относительно повышенными концентрациями фтора;
- разнообразие форм закрепления этого элемента в породах и присутствие определенных его количеств в легкорастворимых соединениях;
- миграционные особенности фтора и способность последнего проникать из отложений в воду, в широком спектре геохимических условий;
- общая недонасыщенность фтором подземных вод и высокая выщелачивающая способность последних в отношении этого галогена;
- благоприятные гидрогеологические и гидрогеохимические условия, определяемые высокой скоростью водообмена и химическими типами вод;
- интенсивная эксплуатация подземных вод, что обуславливает активное взаимодействие различных водоносных горизонтов, усиливает скорость водообмена и меняет степень физико-химического взаимодействия в системе «вода-порода» [3].

Список литературы

1. Аникин В.В. Содержание и распределение фтора в природных и антропогенных ландшафтах и зонах загрязнения урбанизированных территории Мордовии: дис. канд. географ. наук. – Ярославль, 2004. – 178 с.
2. Аникин В.В. Экологическое состояние лесных насаждений в зоне влияния фторсодержащих промышленных выбросов // Проблемы региональной экологии. – 2005. – № 5. – С. 77-80.
3. Картографирование содержание фтора в питьевых артезианских водах / В.В. Аникин, Т.А. Долгачева, А.С. Долгачева. – URL: <http://journal.mrsu.ru/arts/kartografirovanie-soderzhaniya-ftora-v-pitevyx-artezianskix-vodax>.
4. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. – М.: Мир, 1989. – 439 с.
5. Крайнев С.Р., Петрова Н.Г. Геохимический анализ подземных вод: учеб. пос. – М.: Наука, 1976. – 143 с.

АНТРОПОГЕННЫЕ РУСЛОВЫЕ ДЕФОРМАЦИИ РУСЕЛ МАЛЫХ РЕК КОТЛОВИН ТУНКИНСКОЙ СИСТЕМЫ

Безгодова Ольга Витальевна, аспирантка
Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск
E-mail: ola.bezgodova.23@yandex.ru

В статье проведён анализ русловых деформаций русел малых рек котловин Тункинской системы на примере рек Ихе-Ухгунь, Енгарга, Тунка (левые притоки р. Иркут) и рек северного макросклона хр. Хамар-Дабан (правые притоки р. Иркут). С помощью разновременных космических снимков и полевых исследований выявлены основные типы антропогенного преобразования русел и пойм, отмечены динамичные участки русел. Наиболее подверженные антропогенному воздействию русла расположены в центральных частях Хойтогольской и Тункинской котловин; наибольшая русловая динамика выявлена для русла р. Ихе-Ухгунь в среднем течении.

Ключевые слова: антропогенное воздействие, малые речные бассейны, русловая динамика, Тункинская система котловин

ANTHROPOGENIC CHANNEL DEFORMATIONS OF THE COURTS OF SMALL RIVERS IN THE TUNKA SYSTEM

Bezgodova Olga Vitalievna, post-graduate student
Institute of Geography SB RAS, Irkutsk
E-mail: ola.bezgodova.23@yandex.ru

The article analyzes the deformations of small rivers channels in the depressions of the Tunka system on the example of the Ihe-Ukhgun, Engarga, Tunka rivers (left tributaries of the Irkut River) and the rivers of the northern macroslope of the Hamar-Daban ridge (right tributaries of the Irkut River). The main types of anthropogenic transformation of channels and floodplains were identified, and dynamic sections of channels were noted using multi-temporal satellite images and field studies. The channels most subject to anthropogenic impact are located in the central parts of the Hoytogol and Tunka depressions; the greatest channel dynamics was revealed for the channel of the Ihe-Ukhgun River in the middle reaches.

Keywords: anthropogenic impact, channel dynamics, small river basins, Tunka basin system

В настоящее время территория котловин Тункинской системы (бассейн р. Иркут) всё больше подвергается преобразованию со стороны хозяйственной деятельности, в особенности долины и русла малых рек. Малые реки по сравнению со средними и крупными реками сильнее всего реагируют на динамику природных и антропогенных факторов на водосборах. Это связано с низкой скоростью самоочищения для восстановления естественного условия развития, процесс загрязнения на малых реках протекает быстрее. Состояние малых рек во многом говорит об эколого-геоморфологических обстановках рассматриваемой территории, а изучение русловых деформаций в пределах антропогенных комплексов необходимо в целях рационального природопользования малых речных бассейнов. В настоящее время в пределах территории Тункинской системы котловин изучение малых речных бассейнов производится редко [1, 2].

Цель данного исследования – анализ антропогенных русловых деформаций русел малых речных бассейнов котловин Тункинской системы. Автором решались следующие задачи: 1) собрать разновременные космические снимки Maxar Technologies за 2010–2021 гг. на территорию исследования; 2) провести анализ космических снимков, данных полевых исследований за 2018–2021 гг. и выявить наиболее динамичные участки малых речных русел; 3) установить степень антропогенного преобразования русел. В качестве примеров рассмотрены наиболее антропогенно преобразованные бассейны малых рек левобережья р. Иркут – реки Ихе-Ухгунь, Енгарга и Тунка; правобережья – малые реки северного макросклона хребта Хамар-Дабан.

Бассейны малых рек левобережья р. Иркут – Ихе-Ухгунь, Енгарга и Тунка находятся в пределах Хойтогольской и Тункинской котловин, которые входят в Тункинскую систему впадин Байкальской рифтовой зоны. С севера общим водоразделом является хребет Тункинские Гольцы с абсолютными высотами до 2800–3000 м, сложенный саянским комплексом верхнепротерозойских интрузий. Бассейн р. Ихе-Ухгунь с юга ограничен комплексом неогеновых вулканогенных образований Ниловской перемычки с высотами до 1 700 м; бассейны рек Енгарга и Тунка с востока и запада граничат со 150-метровым инверсионным поднятием четвертичных отложений массива Бадар. Протяженность рек Ихе-Ухгунь, Енгарга и Тунка – 76, 27 и 48 км, падение – 1 207, 1 538 и 1 488 м. Площади бассейнов – 836, 494,7 и 811 км². Густота речной сети бассейнов составляет 0,58, 0,79 и 0,88 км/км². Все три бассейна левобережья характеризуются асимметричностью рисунка речной сети, при этом у рек Ихе-Ухгунь и Тунка не развито правобережье, а у р. Енгарга – левобережье. Долины малых рек чаще всего приурочены к системе тектонических разломов в пределах Тункинских Гольцов. Центральные части всех трёх бассейнов заболочены, а среднее течение рек Тунка и Енгарга заняты озёрными расширениями русел. Это связано в первую очередь с опущенными участками фундамента в днищах котловин.

Малые реки правобережья бассейна р. Иркут берут начало с северного макросклона хребта Хамар-Дабан, который является южной границей Тункинской системы котловин. Общая площадь изучаемых бассейнов, берущих начало с хребта Хамар-Дабан – 2 755 км². Из 24 речных бассейнов 23 принадлежат к малым рекам. Средняя протяжённость изучаемых малых рек 22,7 км с максимумом у р. Харагун – 54,4 км, с минимумом у ручья Будунский – 6,9 км. Средний показатель падения малых рек равен 1 074 м, средняя площади бассейнов – 119,8 км², а густота эрозионной сети – 0,57 км/км². По геолого-геоморфологическим условиям изучаемый бассейн можно разделить на три части: саянский комплекс верхнепротерозойских интрузий в среднегорной части хребта Хамар-Дабан, неогеновые вулканогенные образования и среднелейстоценовый-голоценовый комплекс четвертичной системы в низовьях малых рек. Питание рек изучаемой территории дождевое и снеговое. Летние (июль-август) дождевые паводки превышают весеннее половодье. Реки замерзают в октябре – начале ноября, ледоход приходится на конец апреля – начало мая. На изучаемой территории расположены населённые пункты Монды, Туран, Хойто-Гол,

Нилова Пустынь, Кырен, Зактуй, Жемчуг, Аршан, Тунка, Зун-Мурино, Торы, Шулута, Тибельти и Быстрая и др.

Хозяйственная деятельность выступает как фактор русловых процессов при непосредственном механическом воздействии на русло и способна за короткий срок воздействовать как на русло реки, так и на русловые процессы (сток воды и наносов), чаще всего приводя к изменениям, которые за счет естественной эволюции водного потока не приводят к восстановлению его со временем. Это воздействие неодинаково по масштабу, измененное русло начинает трансформироваться, приспособляясь к новым условиям. В основе исследования лежат отечественные труды Р.С. Чалова [3] и А.В. Чернова [4] по русловедению и антропогенным факторам формирования русловых комплексов.

В пределах изучаемой территории среди перечисленных выше факторов антропогенного преобразования выделяются: частичная урбанизация рек в пределах населенных пунктов, например, в пределах посёлков Кырен, Аршан, Тунка. В поселке Аршан были отсыпаны селевым материалом берега р. Кынгарга во избежание повторного затопления прилегающих хозяйственных и населенных территорий во время прохождения селевых паводков. В пределах п. Кырен и Тунка – берегоукрепление, застройка жилыми домами. Это сказалось на площади стариц и интенсивности затопляемости поймы, русловые деформации в плане оказались относительно стабильными.

Добыча в русле и на поймах нерудных строительных материалов выявлена в пределах бассейнов рек Харимта, Малая Харимта, Кынгарга, Хайрым и др. На р. Хайрым исчезло русло после строительства карьера, на месте которого затем образовалось озеро. На р. Харимта произошло нивелирование русла с поймой после добычи, наблюдается частичное обрушение береговых уступов в русло. При добыче чаще всего происходит выравнивание русловых форм рельефа (побочней, осередков и т.д.), поймы и террас. Данный тип антропогенного преобразования изменил сток наносов и воды перечисленных рек, в основном снизив динамику русловых процессов. Изъятие речного аллювия на р. Кынгарга в районе устья р. Харимта привело к образованию разветвленно-извилистого русла и к активному размыву борта террасы. Добыча полезных ископаемых в речном аллювии – р. Обо-Горхон, предположительно добыча золота (наличие драги). Полностью произошло видоизменение поймы, уничтожено прежнее русло реки, поверхностный сток перешел в подземный (кроме периода весенне-летних паводков).

Осушительная мелиорация представлена в пределах днищ Тункинской и Хойтогорьской котловин на реках Ихе-Ухгунь, Ихе-Булнай, Тунка, Кынгарга, Хобок, Харангин-Гол, Харибяты, Могой-Горхон, Енгарга и Харагунь. Наиболее обширная сеть осушительных каналов преобразовала пойму р. Тунка, которая претерпевает процессы заболачивания, собирая сток со всех притоков и аккумулируя его в пределах озерно-аллювиальной равнины (из-за опускания блока фундамента). Основные площади осушенных земель используются для сенозаготовки, а также для выпаса крупного рогатого скота. Вместе с этим на русла и пойму оказывается двойное влияние антропогенных факторов, в результате чего: спрямленные русла сильно врезаются и в каналах имеют повышенную

скорость течения, а ниже по течению усилились процессы аккумуляции наносов. Анализ космических снимков Maxar Technologies 2021 г. показал отмирание стариц, пересыхание разветвленных русел. Местами на «поворотах» каналов наблюдаются четковидные расширения. Спрямоленное русло р. Харибьаты активно врезается в ложе долины, образуя небольшие излучины с крутыми обвально-осыпными берегами высотой до 3,5 м. Ниже по течению наблюдаются четковидные расширения.

Площадь пашен в пределах водосборов изучаемых рек невелика, сельскохозяйственные угодья составляют 5,4 % всех земель, а пашня – 2,4. Преобразованию подверглись поймы рек Средняя Тибельти, Еловка, Тунка, Хобок, Хабухай, Ибогай, Харибьаты, Туран и т.д. Более значительное воздействие оказывает сведение лесов в пределах бассейнов рек Кхер, Хубыты, Хаюрта, Эхэ-Гэр, Хонголкой, Харибьаты и т.д. на многих участках наблюдается сукцессия. Данные процессы усиливают поступление наносов в русла рек, тем самым создавая профицит наносов. Это приводит к увеличению площади русловых форм, снижению интенсивности водного потока, т.е. к развитию заболоченных участков. При летних дождевых паводках расходы воды повышаются и русло находит путь через русловые формы, образуя широкопойменный тип русла. Для такого типа русла характерно формирование излучин свободного меандрирования.

Воздействие мостов и дорог на русла малых рек выявлено в пределах рек Большая Быстрая, Нижняя Тибельти, Тунка, Кынгарга, Харимта, Бухота, Харагун, Харибьаты, Малый Зангисан, Обо-Горхон и др. В пределах русла р. Большая Быстрая наблюдается аккумуляция аллювия до опор моста и углубление русла после; на пойме р. Нижняя Тибельти в нижнем течении произошло усиление процессов заболачивания; для р. Тунка стало характерно углубление русла, подтопление хозяйственных участков, обваливание насыпного дорожного полотна вдоль реки; на р. Кынгарга автомобильный мост и дорожное полотно способствовали аккумуляции селевых наносов после прохождения водокаменного селя в 2014 г.; в русле р. Харимта наблюдается аккумуляция песчаных наносов ниже по течению от моста. Русло р. Бухота используется в качестве брода для автотранспорта и воздействие на русло привело к его разветвлению на рукава; на р. Харагун строительство моста и автодороги привело к расширению русла и образованию обвальных берегов; на р. Харибьаты русло перешло в подземный сток после моста в районе с. Харибьаты; русло р. Малый Зангисан раздвоилось на 2 рукава в районе моста; автодорога на р. Обо-Горхон привела к усилению аккумуляции галечных наносов и т.д.

Среднее течение р. Ихе-Ухгунь наиболее претерпело изменения со стороны антропогенных факторов: вместе с осушительной мелиорацией здесь наблюдаются следы спрямления русла в районе улуса Хойто-Гол, урбанизация поймы, строительство мостов и дорог, ведение сельского хозяйства в бассейне р. Ихе-Ухгунь и Ихе-Булнай (левый приток р. Ихе-Ухгунь). Это привело к осушению поймы, снижению площади старичных озер, отмиранию проток и излучин, снижению извилистости речного русла. Наличие наледей выше по течению на реках Ехе-Гер, Хаюрта, Хубыты и др. указывают на влияние строительства мостов на аккумуляцию стока.

Выводы. Проведен анализ антропогенных русловых деформаций бассейнов малых рек Тункинской системы котловин. С помощью разновременных космических снимков Maxar Technologies за 2010–2021 гг. выявлены основные динамичные участки русел малых рек, определены факторы антропогенного преобразования русел и пойм. В результате основными факторами антропогенного преобразования русел и пойм малых рек стали строительство мостов и автомобильных дорог, осушительная мелиорация, добыча нерудных и рудных полезных ископаемых, урбанизация в пределах долин малых рек. Наиболее преобразованы малые реки центральных частей Хойтогорьской и Тункинской котловин – Ихе-Ухгунь, Кырен, Тунка, Харагун и т.д.

Список литературы

1. Безгодова О.В. Структурно-морфометрический анализ малого речного бассейна реки Ихе-Ухгунь (бассейн реки Иркут). – URL: <https://doi.org/10.26516/2073-3402.2021.37.3>
2. Безгодова О.В. Применение морфометрического анализа для бассейнов малых рек котловин Байкальской рифтовой зоны // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. – 2021. – Т. 31, № 3. – С. 290–300. – DOI: 10.35634/2412-9518-2021-31-3-290-300.
3. Чалов Р.С. Русловые процессы (русловедение): учеб. пос. – М.: ИНФРА-М, 2016. – 565 с.
4. Чернов А.В. География и геоэкологическое состояние русел и пойм рек Северной Евразии. – М.: Крона, 2009. – 684 с.

БИОИНДИКАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ РЕК МЕЛЕНКОВСКОГО РАЙОНА ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Борисова Татьяна Евгеньевна, Ростунов Алексей Олегович
Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых
E-mail: chelovek-is@yandex.ru

Исследование посвящено изучению экологического состояния водотоков Меленковского района Владимирской области. Гидробиологическим методом были исследованы реки Унжа, Райна, Мокрая, Дубровка, Черничка, Салка. По результатам исследования была дана характеристика рек по индексам Вудивиса, Майера и Пантле-Букка в модификации Чертопруда. По полученным данным воду рек Меленковского района можно отнести к умеренно загрязненным.

Ключевые слова: биоиндикация, макрозообентос, малые реки, экология водных объектов, Владимирская область

BIOINDICATION OF ECOLOGICAL CONDITION OF MELENKOVSKY DISTRICT RIVERS IN VLADIMIR REGION

Tatyana E. Borisova, Alexey O. Rostunov
Vladimir State University A.G. and N.G. Stoletovs
E-mail: chelovek-is@yandex.ru

The study is devoted to the study of the ecological state of the streams of the Melenkovsky district of the Vladimir region. The rivers Unzha, Raina, Mokraya, Dubrovka, Chernichka, Salka were investigated by the hydrobiological method. According to the results of the reaserch, the characteristics of the rivers were given according to the indices of Woodivis, Mayer and Pantle-Bukk in the Chertoprud modification. According to the data obtained, the water of the rivers of the Melenkovsky district can be classified as “moderately polluted”.

Keywords: bioindication, macrozoobenthos, small rivers, ecology of waterbodies, Vladimir region

Антропогенное загрязнение и эвтрофикация водных объектов – одна из важнейших экологических проблем настоящего времени. Она усугубляется за счет постоянного увеличения численности населения и мировой индустриализации и урбанизации [11].

Загрязнение гидроэкосистем может происходить в результате автомобильных и промышленных выбросов, стока вод с сельхозугодий во время таяния снега, а также попадания бытовых сточных вод и по другим причинам.

В последнее время идет процесс глобального потепления, влияющий на процессы самоочищения и эвтрофикации водных объектов [12]. Увеличение температуры воды может приводить к снижению в ней концентрации кислорода, что ведет к гибели некоторых групп живых организмов и заморам. Низкая концентрация кислорода пагубно влияет на живые организмы, которые участвуют в самоочищении водных объектов. Потепление климата ведет к прогреву нижних слоев воды и растворению осевших там поллютантов, что приводит

к вторичному загрязнению водных объектов. Наиболее подвержены загрязнению малые реки.

Согласно Государственному докладу «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году» [5] экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод наблюдались в 578 случаях на 130 водных объектах, а высокие уровни загрязнения на 331 водном объекте. Динамика загрязнения показывает, что количество водных объектов с экстремально высоким загрязнением и высоким загрязнением почти не снизилась. Владимирская область относится к регионам с высоким и экстремально высоким загрязнением поверхностных вод.

Данная работа посвящена биоиндикации рек Меленковского района, информации о проведенной ранее биоиндикации этих рек найти не удалось. Выбранные реки протекают по территориям занятым населенными пунктами, рядом с автомобильными дорогами и сельхозугодиями, поэтому могут нести загрязненные органическими и минеральными веществами воды.

Как известно, малые реки не только формируют водосборный бассейн определенной территории, но также оказывают влияние на более крупные водотоки, с которыми они связаны: они могут приносить как чистую воду, так и загрязненную.

Все исследованные водотоки относятся к бассейну р. Оки. Есть сведения о степени загрязненности ее вод. В пределах Московской области состояние притоков Оки оценивается как удовлетворительное [1], в пределах городов Дзержинск и Нижний Новгород на 2014 г. класс качества оценивался как очень загрязненная [8], в районе г. Муром и в Рязанской области состояние вод оценивается как грязные [3]. Исследование малых рек Меленковского района может помочь спрогнозировать их воздействие на формирования режима Оки.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили гидробионты, собранные в июле – августе 2021 г. из 6 водных объектов Меленковского района Владимирской области (см. рис. 1): р. Унжа, р. Райна, р. Мокрая, р. Дубровка, р. Черничка, р. Салка. На р. Унжа были выбраны 10 точек сбора проб.

Пробы были взяты по стандартной методике сбора количественных бентосных проб с помощью гидробиологического скребка площадью $0,031 \text{ м}^2$ в пятикратной повторности на глубине не более 1 м на каждой станции, длина хода составляла 1 м [2]. Исключением является р. Райна, на которой была взята только одна проба в связи с высыханием водотока. Весь материал, кроме пустых раковин, фиксировался 4 % нейтрализованным нашатырным спиртом формалином. Гидробионтов идентифицировали по морфологическим и морфометрическим признакам, используя определители [6].

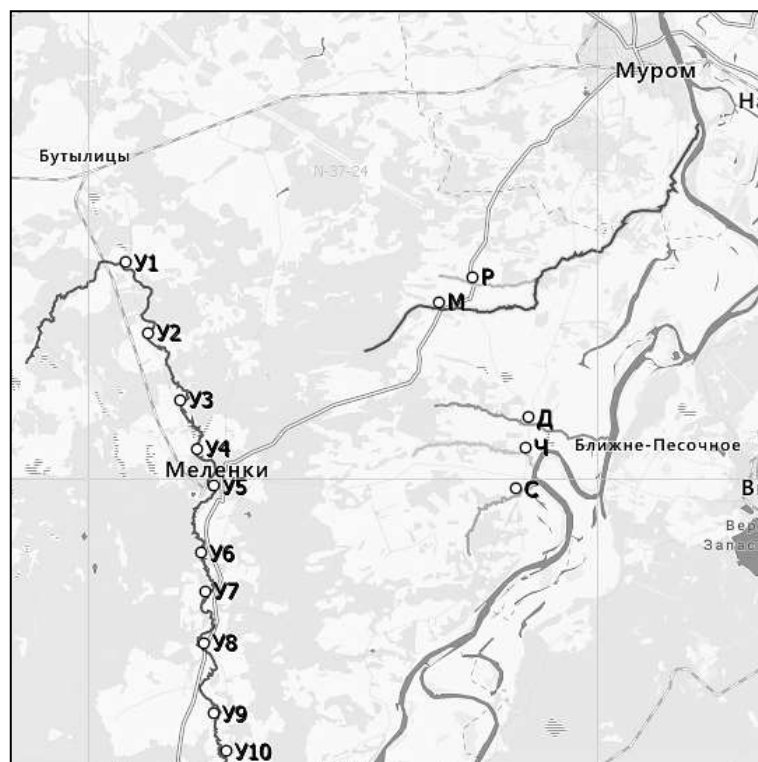


Рис. 1. Карта-схема расположения точек отбора проб: У1-У10 – точки сбора зообентоса на р. Унжа, Р – на р. Райна, М – на р. Мокрой, Д – на р. Дубровке, Ч – на р. Черничке, С – на р. Салке

Биоиндикация проводилась методами Вудивиса [7], Майера [4], Пантле-Букка в модификации Чертопруда [9]. Для определения категории чистоты воды по индексу сапробности Чертопруда использовалась шкала Росгидромета [10].

Результаты и их обсуждение. В ходе исследования были собраны представители следующих типов беспозвоночных зообентоса: *Odonata*, *Ephemeroptera*, *Plecoptera*, *Heteroptera*, *Trichoptera*, *Coleoptera*, *Diptera*, *Sialidae*, *Mollusca*, *Annelida*.

На основе данных, полученных в результате таксономического определения макрозообентоса, были рассчитаны индексы для определения класса качества воды (см. рис. 2).

Анализ данных по индексу Вудивиса (см. рис. 2) показал, что в выбранных точках р. Унжа вода относится к категории «чистая». Вода рек Мокрой, Дубровки, Чернички, Салки также относятся к категории чистых. Вода р. Райны относится к категории «умеренно загрязненная».

По индексу Майера к створам с очень чистой водой относится только створ № 4 на р. Унже. К створам с чистой водой относится створ №8 р. Унжа. К умеренно загрязненной можно отнести воду в створах, располагающихся в следующих точках У1, У3, У5, У6, У7, У9, У10, Д. Вода в остальных створах характеризуется как грязная.

По индексу Пантле-Букка в модификации Чертопруда вода во всех створах относится к β -мезосапробной, то есть к категории «умеренно загрязненной». Такие значения являются характерными для малых рек средней полосы России [9]. Исследования показали, что высокие значения сапробности харак-

терны, как правило, для створов, собранных в местах с медленным течением. На общем фоне выделяется створ № 2 р. Унжа: несмотря на быстрое течение вода имеет высокие показатели сапробности.

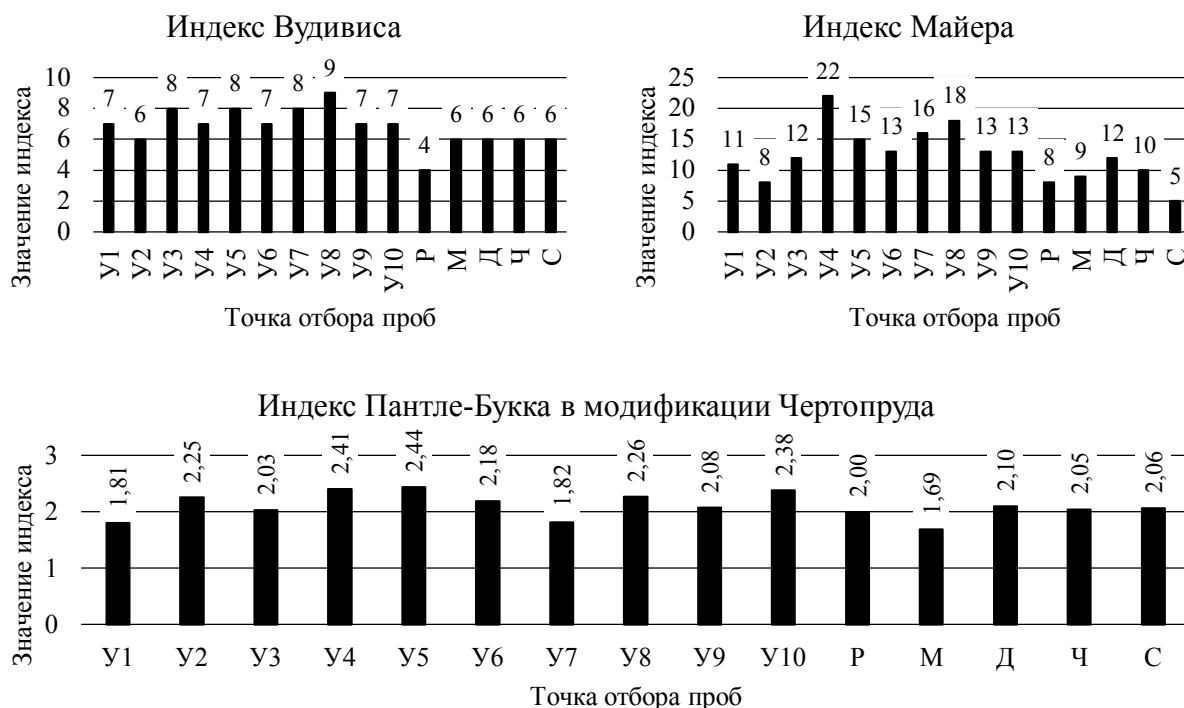


Рис. 2. Индексы качества воды

Для проведения итоговой оценки загрязнения исследуемых створов было проведено сравнение результатов индексов Вудивиса, Майера и Пантле-Букка в модификации Чертопруды. Для этого указанные в методиках расчета индексов классы качества воды были разделены на «чистые», «умеренно загрязненные» и «загрязненные».

Значения, полученные при вычислении индексов Вудивиса и Пантле-Букка в модификации Чертопруды показали, что в большинстве створов вода относится к одному классу чистоты: по Вудивису «чистые», а по Чертопруду «умеренно загрязненные». Значения по индексу Майера сильно разнятся с другими индексами. Ввиду этого обстоятельства, а также небольшой точности индекса, для итоговой оценки он не использовался.

Сравнивая значения индексов Вудивиса и Пантле-Букка в модификации Чертопруды, можно сказать, что вода во всех створах относится к «умеренно загрязненной» близкой к «чистой», не считая створа на р. Райна, вода которого относится к «умеренно загрязненной».

Заключение. В ходе исследований была определена степень сапробности вод шести рек Меленковского района (Унжа, Райна, Мокрая, Черничка, Дубовка, Салка).

Исследование проводилось на основе подсчета особей бентосных организмов, являющихся индикаторами загрязненности водотока органическими веществами.

Анализ собранных данных показал, что воды всех шести рек относятся к категории «умеренно загрязненных». В соответствии с индексом Вудивиса воды рек Унжа, Мокрая, Черничка, Дубровка, Салка являются «чистыми», воды реки Райна – «умеренно загрязненными». При подсчете индекса Пантле-Букка в модификации Чертопруда было установлено, что воды исследуемых рек относятся к категории «умеренно загрязненных». Результаты, полученные при определении индекса Майера, сильно отличаются от остальных, что связано с неточностью данной методики. По этой причине индекс Майера не учитывался при проведении комплексной оценки чистоты водотока.

Список литературы

1. Абрамова Е.А. Оценка уровня антропогенной нагрузки на бассейн реки Оки в пределах Московской области // Вестник Московского государственного областного университета. – 2011. – № 2. – С. 20–26.
2. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. – М.: Высшая школа, 1960. – 189 с.
3. Иванова В.М., Захарова М.В. Состояние загрязнения реки Оки на территории деятельности ФГБУ «Центральное управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды» // Реализация целей устойчивого развития ООН в сфере экологии на примере Калужской области: мат-лы межрегион. науч.-практич. конф. (Калуга, 04–16 апреля 2019 г.). – Калуга: Политоп, 2020. – С. 112–125.
4. Могильнер А.А. Определение качества воды в полевых условиях. – М.: Центр охраны дикой природы, 2013. – 32 с.
5. О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2020 году: Государственный доклад. – М.: Минприроды России; МГУ им. М.В. Ломоносова, 2021. – 864 с.
6. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб: Наука, 1995–2004. – Т. 2.
7. Практическое руководство по оценке экологического состояния малых рек: учеб. пос. / под ред. д-р биол. наук В.В. Скворцова. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – СПб: Крисмас+, 2006. – 176 с.
8. Уразгулова М.М., Ксандров Н.В. Оценка роли влияния местных загрязнений на состояние поверхностных вод в Нижнем течении реки Ока // Фундаментальные исследования. – 2016. – № 3–2. – С. 305–309.
9. Чертопруд М.В. Модификация индекса сапробности Пантле-Букка для водоемов европейской России // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем: мат-лы Междунар. конф. – СПб: ЛЕМА, 2007. – С. 298–302.
10. Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. – М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2010. – 185 с.
11. Chen J. Analysis of water environment in the Xinjiang arid region // Arid Environ Monit. – 2002. – Т. 16, №. 4. – С. 223–227.
12. Sources of water pollution and evolution of water quality in the Wuwei basin of Shiyang river, Northwest China / J. Ma, Z. Ding, G. Wei, H. Zhao, T. Huang // Journal of environmental management. – 2009. – Т. 90, № 2. – С. 1168–1177.

ФИТОИНДИКАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННО-ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ЛАНДШАФТОВ ДОНБАССА

Сафонов Андрей Иванович, канд. биол. наук, доцент
Донецкий национальный университет
E-mail: a.safonov@donnu.ru

Представлены результаты фитоиндикационных исследований по структурной ботанике в условиях разных категорий промышленно-индустриальных ландшафтов Донбасса. Выделены признаки состояния растений, по которым рекомендовано проводить фитомониторинг и мероприятия экологической квантификации региона для отслеживания неблагоприятных тенденций в геосистемах. Использована классификация техногенных ландшафтов М.Л. Ревы с целевой программой рекультивации нарушенных территорий.

Ключевые слова: фитоиндикация, мониторинг, техногенные ландшафты, М.Л. Рева, Донбасс

PHYTOINDICATION OF INDUSTRIAL LANDSCAPES OF DONBASS

Andrey I. Safonov, Ph.D., Associate Professor
Donetsk National University
E-mail: a.safonov@donnu.ru

The results of phytoindication studies on structural botany under conditions of different categories of industrial landscapes of Donbass are presented. The signs of the state of plants are identified, according to which it is recommended to carry out phytomonitoring and ecological quantification of the region in order to track unfavorable trends in geosystems. The classification of technogenic landscapes by M.L. Reva with a targeted program for the reclamation of disturbed areas.

Keywords: phytoindication, monitoring, technogenic landscapes, M.L. Reva, Donbass

Система природно-территориальных комплексов Донбасса разнообразна и в последние десятилетия испытывает существенные антропогенные трансформации [2, 8]. Для донецкой научной школы ориентиром ландшафтно-экологических исследований является классификация техногенных ландшафтов (в связи с необходимостью их рекультивации), разработанная с учетом геоботанического районирования региона профессором Михаилом Лукичем Ревой [5, 6], которому в 2022 г. отмечается 100 лет со дня рождения. Коллектив кафедры ботаники и экологии Донецкого национального университета с глубоким уважением чтит основателей научных школ в донецком регионе [1, 4].

Цель работы – обобщив накопленный опыт по фитоиндикационному мониторингу в Северном Приазовье [7–9], рекомендовать разные критерии и методические приемы для оценки отдельных категорий ландшафтных систем. Для урбанизированных и техногенно загрязненных территорий методы экологического мониторинга считаются актуальными и необходимы в постоянном контроле состояния открытых опытных участков [3, 10]. Была использована классификация типов техногенных ландшафтов Донбасса, для которых подобраны

аддитивные ботанико-экологические способы получения информации о состоянии (или динамике) локальных экотопов.

Установлено, что карьерно-отвальными ландшафты могут быть оценены с помощью аут- и демографофитоиндикационных методов, поскольку данные о структуре популяции видов разных стратегий захвата территории и способов выживания в токсически неблагоприятной среде дают информацию о стадиях сукцессионных процессов и эффективности зарастания террикона, что важно в квантификации рекультивационных работ. В категории карьерно-отвальных ландшафтов выделены четыре группы: 1) отвалы и обнажения горных вскрышных пород – в этом случае можно использовать данные геоботанических описаний, индексы по соотношению жизненных форм доминантов и ассектаторов, учет частоты встречаемости заносных (адвентивных) видов с эксплерентной системой реализации жизненной стратегии; 2) гидроотвалы индицируются по ключевым бриобионтам региона, среди которых также существует ранжированный ряд по выносливости к особо опасным и техногенно загрязненным средам, преимущество по сбору информации отдается видам мохообразных с широкой экологической амплитудой, высокой аккумулятивной способностью к токсикантам и стресс-устойчивой стратегией выживания; 3) промышленный карст анализируется по фитоиндикационным критериям в группе видов сорно-рудеральной фракции местной флоры, в числе доминирующих семейств отмечены мятликовые (до 20 %), астровые (до 36 %) и капустные (до 28 %), что также существенным образом подчеркивает важность альфа-разнообразия фитосистем при ландшафтно-экологическом анализе, когда таксономический ряд также является информационным ресурсом в обработке информации о состоянии экотопа; 4) карьеры открытой разработки ископаемых оценены по данным обилия видов рудеральной стратегии, использование которых формирует тренд токсической нагрузки и позволяет выявить участки повышенной техногенной нагрузки.

Для типа аккумулятивно-отвальных ландшафтов наиболее приемлемы методы структурной диагностики в ботанических стационарах (датирование поверхностей с помощью лихенизированных грибов, дендро- и палиноиндикация, учет наличия тератоморф среди видов местной флоры). В этой категории проведена дифференциация фитоиндикационных методов для породных отвалов шахт и обогатительных фабрик, шлаковых отвалов металлургических производств, золоотвалов и шлаковых полей, а также шламонакопителей. Для промышленных и городских пустырей аддитивной формой структурной фитоиндикации является шкалообразование по 10-балльным диапазонам гетерогенного строения, наиболее часты методы фолио- и карпологического фитомониторинга. Полигоны складирования бытовых и промышленных отходов преимущественно анализируются по эмбриональным данным растений. Методы структурной фитоиндикации используются для экотопов путей сообщений, коммуникационно-силовых ландшафтов.

Таким образом, оценка ландшафтов разного генезиса в промышленно напряженном регионе может быть основана на фитоиндикационных данных дифференцированного инструментально-аналитического контроля, что позво-

ляет целенаправленно изучать отдельные локалитеты по доказано коррелятивным информационным критериям.

Список литературы

1. К 115-летию выдающегося биолога Фёдора Львовича Щепотьева (1906–2000) / О. С. Горецкий, Т. П. Столярова, А. И. Сафонов // Историко-биологические исследования. – 2021. – Т. 13, № 4. – С. 169–183.
2. Калинина А.В. Фитоиндикационный мониторинг на отвалах угольных шахт г. Макеевки, внедрение данных в образовательную программу // Донецкие чтения 2017: Русский мир как цивилизационная основа научно-образовательного и культурного развития Донбасса: мат-лы Междунар. науч. конф. (Донецк, 17–20 октября 2017 г.). – Донецк: ДонНУ, 2017. – С. 80–82.
3. Ландшафтоведение и природный дизайн: учеб. / А.И. Сафонов, Ю.С. Калинина. – Донецк: ДонНУ, 2021. – 440 с.
4. Мурашкин В.В. Ландшафтная фитоиндикация в Донбассе: ретроспективный и перспективный анализ // Вестник студенческого научного общества / Донецкий национальный университет. – 2022. – Т. 1, № 14. – С. 82–86.
5. Рева М.Л. Возобновления растительного покрова в специфических условиях техногенных ландшафтов Донбасса // Программа и методика изучения техногенных биогеоценозов. – М.: Наука, 1978. – С. 136–147.
6. Рева М.Л., Хархота А.И. Растительность техногенных земель в Донбассе // Растения и промышленная среда. – Свердловск: УрГУ, 1978. – С. 33–34.
7. Сафонов А.И. Структурные аспекты оптимизации и фитоиндикации ландшафтов Донбасса (к 100-летию профессора М.Л. Ревы) // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2022. – № 1. – С. 75–82.
8. Сафонов А.И., Гермонова Е.А. Комплексный показатель нарушенности экотопов по фитоиндикационному критерию в г. Донецке // Вестник Донецкого национального университета. Серия А: Естественные науки. – 2019. – № 3–4. – С. 171–175.
9. Сафонов А.И., Глухов А.З. Экологический фитомониторинг в Донбассе с использованием геостратегического картографирования // Проблемы промышленной ботаники индустриально развитых регионов: мат-лы докл. VI Междунар. конф. (Кемерово, 06–07 октября 2021 г.). – Кемерово: Федеральный исследовательский центр угля и углехимии Сибирского отделения Российской академии наук, 2021. – С. 77–79.
10. Technologies for creating geographic information resources for monitoring the socio-ecological conditions of cities / S.A. Yeprintsev, S.V. Shekoyan, L.A. Lepeshkina, A.A. Voronin, M.A. Klevtsova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. – 2019. – P. 012012.

МОНИТОРИНГ СВОЙСТВ ПОЧВ ЗАЛЕЖЕЙ КАМЕННОЙ СТЕПИ

Чевердин Юрий Иванович, д-р биол. наук,
Титова Татьяна Витальевна, канд. биол. наук,
Беспалов Владимир Алексеевич, канд. биол. наук
Воронежский федеральный аграрный научный центр
им. В.В. Докучаева, Каменная Степь
E-mail: cheverdin62@mail.ru

Проведенные исследования (2022 г.) позволили выявить, что за длительный промежуток времени (60 лет) произошло изменение структурного состава чернозема обыкновенного залежи 1882 г. Содержание глыбистой, мелкоглыбистой, а также фракции размером 5–3 мм увеличилось. В более мелких фракциях (1–0,5 мм, 0,5–0,25 мм) и пылеватой фракции наблюдалось значительное снижение. Коэффициент структурности за это время увеличился незначительно.

Ключевые слова: мониторинг, залежи, структурный состав, заповедные зоны

MONITORING OF SOIL PROPERTIES OF ZALEZHES OF STONE STEPPE

Yuri I. Cheverdin, D.Sc., Tatiana V. Titova, Ph.D.,
Vladimir A. Bepalov, Ph.D.
Voronezh Federal Agrarian Scientific Center
named after V.V. Dokuchaev, Kamennaya Steppe
E-mail: cheverdin62@mail.ru

The conducted studies (2022) revealed that over a long period of time (60 years) there was a change in the structural composition of the chernozem of the ordinary deposit of 1882. The content of lumpy, small-lumpy, as well as fractions of 5–3 mm in size increased. A significant decrease was observed in the smaller fractions (1–0.5 mm, 0.5–0.25 mm) and the dusty fraction. The structural coefficient has increased slightly during this time.

Keywords: monitoring, zalez, structural composition, protected areas

Введение. Каменная Степь является одним из уникальных научных объектов, интерес к которому не ослабевает и находится под пристальным вниманием российских и зарубежных специалистов разного профиля на протяжении уже более века [7]. Каменная Степь является примером местности, в которой длительное взаимодействие человека и природы создало специфические условия, содержащие особые эстетические, экологические и культурные ценности, сочетающиеся с высоким уровнем биологического разнообразия [3].

История залежей восходит к 1911 г., когда на Хреновском участке Особой экспедиции проф. В.В. Докучаева была организована Каменно-Степная опытная станция имени В.В. Докучаева. На ее территории имелись «участки под залежью с 1882, 1885, 1890, 1895, 1900, 1908 гг.», т.е. участки пашни, которые не обрабатывались после указанных дат [6]. До наших дней сохранились неко-

симые и косимые залежи. Залежи, на которых пасли скот, были распаханы в 40-е гг. XX в. И.М. Карашуком.

В настоящее время уделяется большое внимание особо охраняемым природным территориям. В условиях Каменной Степи таковыми являются многолетние участки залежей.

В последнее время отмечается сокращение длительных мониторинговых исследований, проводимых в различных почвенно-климатических зонах страны. Отмечается снижение, как качества, так и количества получаемой информации. В связи с этим, возрастает актуальность и необходимость проведения детальных наблюдений за изменением свойств черноземных почв [8]. Поэтому мониторинговые исследования, проводимые в Каменной Степи, в этой связи являются своевременными и актуальными.

Объекты и методы. Объектами исследования были почвы Каменной Степи – залежи косимой 1882 г. (естественно сохранившегося биоценоза). Почвы залежи 1882 г. представлены черноземами обыкновенными (автоморфными). Участок расположен между лесополосой № 40 (на западе) и заросшей деревьями и кустарником некосимой залежью (на востоке). По классификации почв 1977 года эти почвы относятся к черноземам обыкновенным среднесиловым среднегумусным легкоглинистым на лессовидных глинах, подстилаемых коричнево-бурыми покровными глинами; по классификации 2004 г. они относятся к черноземам сегрегационным [9].

Структурный состав почв определялся по Н.И. Саввинову [1].

Результаты и обсуждение. Представляет интерес изучение такой важнейшей физической характеристики почв залежей, как структурный состав.

Нам удалось найти данные исследований почв Каменной Степи, которые проводились в 1947–1949 гг. Задачей этих исследований было выяснение изменений физических условий в почвах Каменной Степи в связи с действием защитных полос и травопольных севооборотов [2]. Интересно было сравнить данные по структурному составу в почвах залежных участков.

Так, можно констатировать, что за обширный промежуток времени исследований в структурном составе почвы залежи 1882 г. произошли изменения. В верхнем слое почвы увеличилась доля глыбистой фракции. Если в 1947 г. (по данным Вершинина П.В., Ревута И.Б.) доля глыбистой фракции составляла 8 %, то в 1974 г. увеличилась до 10,6 %, в 2006 г. (по данным Титовой Т.В.) осталась на том же уровне (табл.).

За длительный промежуток времени доля фракции 10–5 мм увеличилась. В 1947 г. – 9,5 %, в 1974 г. – 20,4 %, в 2006 г. – 28,8 %. Так, за 60 лет произошло увеличение доли фракции 10–5 мм в 3 раза. Доля фракции 5–3 мм также увеличилась за 60 лет в 1,8 раза.

Таблица

**Структурный состав почвы залежи 1882 г. Каменной Степи
в разные годы исследований (1947, 1974 и 2006 гг.)**

Год	Глубина, см	Содержание фракций, %; размер, мм								Σ 10–0,25	Σ >10+<0,25	Кс
		>10	10–5	5–3	3–2	2–1	1,0–0,5	0,5–0,25	<0,25			
1947	0–10	8,0	9,5	11,8	20,0	17,2	14,8	15,0	3,7	88,3	11,7	7,5
1974	0–10	10,6	20,4	18,7	23,2	17,0	3,3	2,2	3,1	84,8	13,7	6,2
2006	0–10	10,6	28,8	21,0	14,8	19,2	3,0	1,9	0,7	88,7	11,3	7,9

Примечание: 1947 г. – данные П.В. Вершинина, И.Б. Ревута [2, с. 18–19]; 1974 г. – данные из книги «Разнообразие почв Каменной Степи» [4]; 2006 г. – данные Т.В. Титовой [5].

Но следует отметить, что большее увеличение произошло в промежуток с 1947 по 1974 г. – с 9,5 до 20,4 % (в 2 раза). Доля фракции 3–2 мм в 1947 г. составляла 20 %, а в 1974 г. – 23,2 %, т.е. увеличилась не столь заметно, а в 2006 г. довольно заметно уменьшилась – до 14,8 %. Доля фракции 2–1 мм в 1947 и 1974 гг. оставалась в пределах 17 %, в 2006 г. произошло незначительное ее увеличение до 19,2 %. Содержание фракции 1,0–0,5 мм, напротив, снизилось значительно – за 60 лет в 4,9 раза (1947 г. – 14,8 %, 1974 г. – 3,3 %, 2006 г. – 3,0 %). Такая же тенденция отмечается по фракции 0,50–0,25 мм – ее доля снизилась с 1947 по 2006 г. в 7,9 раз (с 15 до 1,9 %). Также наиболее значительное изменение произошло в промежутке с 1947 по 1974 г. (с 15 до 2,2 %). Тенденция уменьшения прослеживается и по пылевой фракции (незначительное уменьшение с 1947 по 1974 г. – с 3,7 до 3,1 %), а в промежутке с 1974 по 2006 г. – наиболее значительное – с 3,1 до 0,7 % (4,4 раза). Таким образом, доля агрономически ценных агрегатов изменилась незначительно (1947 г. – 88,3 %, 1974 г. – 84,8 %, 2006 г. – 88,7 %) – уменьшение произошло в промежутке с 1947 по 1974 г. на 3,5 %, по сравнению с 1947 по 2006 г. изменилось всего на 0,4 % в сторону увеличения. Коэффициент структурности по рассматриваемым годам составил: в 1947 г. – 7,5, в 1974 г. – 6,2, в 2006 г. – 7,9. Так, можно констатировать незначительное увеличение коэффициента структурности за 60 лет с 7,5 до 7,9. Уменьшение коэффициента структурности произошло в промежутке с 1947 по 1974 г. с 7,5 до 6,2.

Таким образом, за длительный промежуток времени (60 лет) произошло изменение структурного состава чернозема обыкновенного залежи 1882 г. Содержание глыбистой (>10 мм), мелкоглыбистой (10–5 мм), а также фракции размером 5–3 мм увеличилось. В более же мелких фракциях (1,0–0,5 и 0,50–0,25 мм) и пылевой фракции (<0,25 мм) наблюдалось значительное снижение. Коэффициент структурности за это время увеличился незначительно.

Выводы. Мониторинговые исследования структурного состава почв залежей позволили констатировать, что за длительный промежуток времени (60 лет) произошло изменение структурного состава чернозема обыкновенного залежи 1882 г. Содержание глыбистой, мелкоглыбистой, а также фракции размером 5–3 мм увеличилось. В более мелких фракциях (1,0–0,5 и 0,50–0,25 мм)

и пылевой фракции наблюдалось значительное снижение. Коэффициент структурности за это время увеличился незначительно.

Список литературы

1. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. – М.: Агропромиздат, 1986. – 416 с.
2. Вершинин П.В., Ревут И.Б. Структура и физические условия в почвах Каменной Степи // Сборник трудов по агрономической физике. – М. – Л.: Сельхозгиз, 1953. – Вып. 6. – С. 5–56, 18–19.
3. Флора Каменной Степи (Воронежская область): биогеографический, исторический, природоохранный аспекты: монография / А.Я. Григорьевская, Е.С. Гамаскова, А.И. Пашенко. – Тольятти: Кассандра, 2016. – 284 с.
4. Пашенко А.И., Годунов И.Б. Характеристика черноземов многолетних залежей Каменной Степи // Разнообразие почв Каменной Степи: науч. тр. – М.: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2009. – С. 263–264, 281–282.
5. Титова Т.В. Трансформация физических и физико-химических свойств почв Каменной Степи в условиях сезонного переувлажнения: дис. ... канд. биол. наук: 3.02.13 / Воронежский гос. ун-т; науч. рук. Ю.И. Чевердин. – Каменная Степь, 2011. – 162 с.
6. Труды Каменно-Степной станции имени В.В. Докучаева (Воронежской губернии, Бобровского уезда). – Саратов: Типолитограф. Т-ва Г.Х. Шельгорн и Ко, 1914. – С. 30.
7. Каменная Степь – колыбель разноплановых исследований (прошлое, настоящее и будущее) (обзор) / В.И. Турусов, Т.В. Титова, Ю.И. Чевердин, В.А. Беспалов, Л.В. Гармашова // Итоги и перспективы развития агропромышленного комплекса: сб. мат-лов Междунар. науч.- практич. конф. / сост. Н.А. Щербакова, А.П. Селиверстова. – 2018. – С. 254–259.
8. Чевердин Ю.И. Изменение свойств почв юго-востока Центрального Черноземья под влиянием антропогенного воздействия: монография. – Воронеж: Истоки, 2013. – С. 7, 9.
9. Чевердин Ю.И., Титова Т.В. Гидроморфные почвы Каменной Степи: монография. – Воронеж: Истоки, 2020. – С. 191, 192, 203–205.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЗОННО ПЕРЕУВЛАЖНЕННЫХ ПОЧВ КАМЕННОЙ СТЕПИ

Чевердин Юрий Иванович, д-р биол. наук
Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева
E-mail: cheverdin62@mail.ru

Приведены результаты мониторинга сезонно переувлажненных почв Каменной Степи. В последние годы отмечается снижение количества ареалов переувлажненных черноземов. При уровне грунтовых вод ниже 3,0 м продуктивности агроценозов определяется характером и интенсивностью выпадающих атмосферных осадков.

Ключевые слова: мониторинг, чернозем, гидроморфизм, продуктивность

THE CURRENT STATE OF SEASONALLY WATERLOGGED SOILS OF THE KAMENNAYA STEPPE

Yuri I. Cheverdin, D.Sc. in Biological
Voronezh Federal Agrarian Scientific Center
named after V.V. Dokuchaev, Voronezh region
E-mail: cheverdin62@mail.ru

The results of monitoring of seasonally waterlogged soils of the Stone Steppe are presented. In recent years, there has been a decrease in the number of areas of waterlogged chernozems. When the groundwater level is below 3.0 m, the productivity of agroecosystems is determined by the nature and intensity of precipitation.

Keywords: monitoring, chernozem, hydromorphism, productivity

Одним из основных факторов воздействия на природные ландшафты в исходно степных районах Европейской части России в течение прошлого – начале текущего столетия явилась, с одной стороны, их трансформация в агролесомелиоративные ландшафтные комплексы, обусловленная посадкой лесных полос. С другой, в течение прошлого столетия шел прогрессирующий процесс увеличения антропогенной нагрузки в многогранном ее проявлении на компоненты природной среды. Эти факторы стали мощным инструментом, наложившим свой отпечаток на трансформацию почвенного покрова и водные свойства черноземных почв.

Одним из результатов этих влияний явилось изменение увлажненности агроландшафтов и увеличение площади гидроморфных почв. Проводимые нами ежегодные мониторинговые исследования по картированию очагов сезонно-переувлажненных почв Каменной Степи, в общем, подтвердили ранее выявленные закономерности. Наибольшее число ареалов временно-переувлажненных участков отмечено на склоновых участках – по ложбинообразным понижениям и лощинам. Особенно критические условия складываются при наличии в ландшафте лесных полос посаженных поперек склона и врезанных в него верховий балок. Вследствие развития эрозионных процессов во многих местах отмечается смыл верхнего гумусового горизонта и выход на поверх-

ность красно-бурых глин материнской породы, обладающих хорошими водопорными характеристиками. В результате этих факторов происходят процессы накопления влаги в этих элементах агроландшафта и появление ареалов переувлажненных почв [1].

Проводимыми нами исследованиями по картированию черноземных почв в начале этого столетия было установлено наличие большого количества сезонно-переувлажненных участков на водораздельных плато в блюдцеобразных понижениях. В настоящее время их количество резко сократилось, практически до полного отсутствия. Очаги временного сезонного характера переувлажнения сохранились лишь на склоновых участках расположенных вдоль балки Таловая. Особенно характерен в этом отношении участок угодий расположенный западнее лесной полосы № 131. Почвенный покров водораздельных участков характеризуется большой мощностью гумусового горизонта и оптимальными физическими свойствами. Талые воды в ранневесенний период благодаря высокой водопоглощающей способности хорошо впитываются в почвенную толщу и верхний пахотный горизонт.

Отмеченное нами в 2006–2007 гг. наибольшее количество пятен поверхностно переувлажненных почв в районе «Сурчинного заповедника» к 2019–2021 гг. практически не сохранилось. Характерных для гидроморфных почв признаков переувлажнения к настоящему моменту исследований на поверхности почв нами не отмечено. В то же время наблюдения за уровнем грунтовых вод позволяют утверждать о близком стоянии их к поверхности почвы. В первой половине апреля 2019 г. уровень грунтовых вод был отмечен в пределах первого полуметра. В дальнейшем в течение всего летнего периода вследствие иссушения почвенной толщи он несколько снизился, и уровень грунтовых вод отмечен в пределах 1,5–2,5 м.

Условия увлажнения 2019–2021 гг. не способствовали повышению грунтового увлажнения до критических значений. В результате проводимых нами ежегодных мониторинговых исследований на территории Каменной Степи не выявлено ни одного ареала сезонно-переувлажненных почв. Отмечен процесс резкого снижения уровня грунтовых вод на всех компонентах агроландшафта.

Несмотря на это, судя по характеру увлажнения и уровню грунтовых вод (в летний период) черноземные почвы в настоящее время находятся в полугидроморфном режиме функционирования. УГВ колеблется в интервале 1,5–3,0 м. Можно утверждать, что исходно автоморфные черноземные почвы эволюционируют в направлении активизации процессов гидроморфизма и усиления увлажненности агроландшафтов. Эту закономерность можно отнести к одному из решающих факторов, объясняющих повышение продуктивности современных агроценозов за последние 15–20 лет.

Нами на протяжении длительного периода, с 90-х годов прошлого столетия, ведутся исследования связи УГВ с продуктивностью сельскохозяйственных культур. Обобщение многолетних исследований показывает следующие:

1. Критическим уровнем стояния грунтовых вод можно считать глубину подъема к дневной поверхности 0,6–0,8 м в ранневесенний период. При более высоком уровне грунтовых вод поверхность пашни всегда переувлажнена,

отмечаются выцветы солей, на ней практически невозможно проводить технологические операции по обработке.

2. При снижении уровня грунтовых вод в конце летнего сезона ниже этой отметки возможно проведение посев озимых культур. Но в ранневесенний период в большинстве лет отмечается полная гибель растений. Остаются отдельные локальные участки сохранившихся посевов на относительных возвышениях. Их доля, как правило, не превышает 25 % от общей площади поля.

3. Повышение продуктивности пашни начинает отмечаться при снижении УГВ ниже 2,0–2,5 м (см. рис.). Статистический анализ свидетельствует о тесной взаимосвязи урожайности растений от уровня грунтовых вод. Существенное повышение урожайности отмечается при их снижении ниже 2,0–2,5 м. При УГВ 3,0–3,5 м и ниже характерно получение максимальной продуктивности пашни независящее от варьирования глубины залегания грунтовых вод в нижележащих горизонтах.

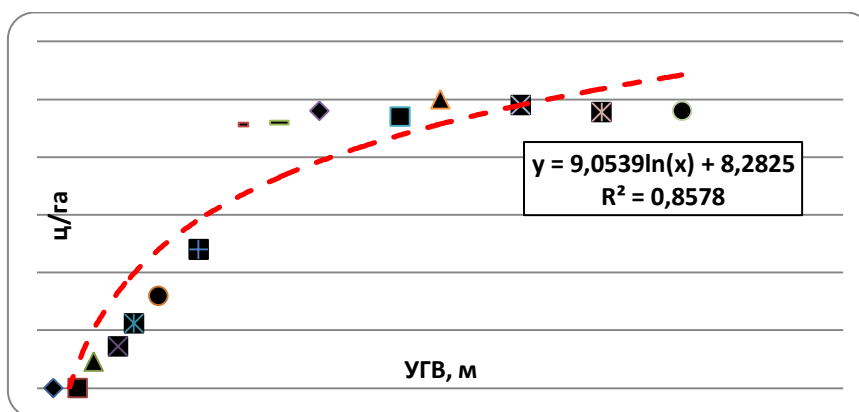


Рис. Взаимосвязь продуктивности культур от уровня грунтовых вод, 1996–2021 гг.

4. Наблюдения за динамикой влажности почв в верхнем метровом корнеобитаемом слое (0–100 см) в последние годы связана с выпадающими атмосферными осадками. В нижележащих горизонтах (100–200 см) в течение 2020–2021 гг. увлажненность почв стабильно низкая. Эта закономерность может свидетельствовать о разрыве капиллярной связи с грунтовыми водами. Влагообеспеченность культурных растений при уровне грунтовых вод 6–8 м осуществляется только за счет атмосферных осадков.

5. Подземные воды при уровне 3,0–3,5 м и ниже не оказывают существенного влияния на урожайность сельскохозяйственных культур. Рост и их развитие во многом определяются характером и интенсивностью выпадающих осадков. При этом, конечная продуктивность, несомненно, зависит и от других факторов плодородия – обеспеченностью элементами минерального питания, температурным режимом и т.д.

Список литературы

1. Хитров Н.Б., Чевердин Ю.И. Проявление гидроморфизма на черноземных почвах Докучаевского стационара в Каменной степи // Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России: колл. монография / под ред. А.Л. Иванова и В.И. Кирюшина. – М.: Россельхозакадемия, 2009. – С. 382–402.

ОСОБЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОБЪЕМАМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РАЗРАБОТОК НЕБОЛЬШИХ НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Власова Наталья Валерьевна, канд. биол. наук, доцент,
Плис Виктория Вячеславовна, студентка
Самарский национальный исследовательский университет
им. академика С.П. Королева
E-mail: viktoriyaplisysaaa@mail.ru

Для создания любого проекта разработки нефтяных месторождений необходимо сделать определенные выводы, получить максимально развернутую информацию о залежах в части геологии. Так как данная тема представляет собой актуальность и на сегодняшний день, то и для небольших месторождений необходимо обращать внимание на проблему обоснования оптимального уровня геологической изученности залежей, вносить предложения по нормированию уровня для данной категории месторождений.

Ключевые слова: небольшие нефтяные месторождения, нефть, нормативы геологической изученности залежей, проектная разработка месторождений, залежи нефти

SPECIAL REQUIREMENTS FOR VOLUME IN THE DESIGN OF DEVELOPMENTS OF SMALL OIL FIELDS

Natalia V. Vlasova, Ph.D., Associate Professor,
Victoria V. Plis, student
Samara National Research University Academician S.P. Korolev
E-mail: viktoriyaplisysaaa@mail.ru

To create any project for the development of oil fields, it is necessary to draw certain conclusions, obtain the most detailed information about deposits in terms of geology. Since this topic is still relevant today, then for small, including small deposits, it is necessary to pay attention to the problem of substantiating the optimal level of geological exploration of deposits, to make proposals for normalizing the level for this category of deposits.

Keywords: small oil fields, oil, standards of geological knowledge of deposits, project development of deposits, oil deposits

Введение. В настоящее время одним из наиболее значимых направлений при изучении нефтяных месторождений, является создание рациональной разработки, которая включала бы в себя технологическую и техническую установку. Цель такой установки полная и экономически целесообразная выборка запасов нефти из недр с соблюдением основных требований по рациональному использованию недр, а также их охране. Среди законодательства, регулирующего рациональность использования недр, можно выделить Федеральный закон «О недрах» от 21.02.1992 № 2395-1, Административный регламент Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по исполнению государственной функции по осуществлению федерального государственного надзора за геологическим изучением, рациональным использованием и охраной недр, Постановление Правительства РФ от 11.02.2005 N 69 (ред. от 12.11.2020) «О государственной экспертизе запасов полезных ископаемых и подземных вод, геоло-

гической информации о предоставляемых в пользование участках недр, размере и порядке взимания платы за ее проведение» [4, 5].

Во многом выполнение такого рода требований связано с нуждаемостью людей иметь полный комплект достоверной информации о горно-геологических условиях применительно к каждому выбранному участку месторождения.

Характеристика объекта исследования. В то же время большинство задач при проектировании разработки месторождения и дальнейшего контроля в первую очередь затрагивают обоснование нормативов исследования и программ геологоразведочных работ. Например, методические рекомендации для геологоразведочных работ» (2003), Методические указания по составлению геологических проектов глубокого бурения при геологоразведочных работах на нефть и газ (1996). Одной из главных проблем геологов и разработчиков для наилучшего изучения залежей, является отсутствие конкретных закрепленных государством требований разведки и разработки месторождений. Ранее стандарты по подготовке технических проектов излагались в Распоряжении Министерства от 18 мая 2016 г. № 12-р, но они содержали очень ограниченную программу доразведки. В 2019 г. происходит изменения, и вступают в силу Приказ Минприроды России от 20.09.2019 № 639 «Об утверждении Правил подготовки технических проектов разработки месторождений углеводородного сырья», в котором появляется раздел «уточнение геологического строения» в части проведения разведочных работ. Доразведка месторождений стала включать в себя сейморазведочные работы, испытание скважин, углубление старых скважин и бурение новых [1, 3]. Добавился раздел «Изучение фильтрационно-емкостных свойств» о пористости, проницаемости, водонасыщенности. Конкретизированы стали виды исследований, проводимых, в том числе на керновых образцах. Добавлены исследования литолого-петрофизических свойств кернов. В рамках программы исследования описываются лишь первые пять лет действия действующего проектного документа. Но и прежние нормативы, и нормативы, принятые в 2019 г. не регламентируют количество исследований, что в свою очередь показало бы геологическую изученность залежей. Если обратиться к прежним стандартам, то можно отметить, что вышеуказанные требования не выдвигались и в более содержательных разработках, например, в «Методических рекомендациях по подсчету геологических запасов нефти...» от 2003 г.

Материалы и методы. В целях рационального исследования изученности залежей недр на стадии разведывания и в дальнейшем разработки месторождений должны быть описаны в каждом проектном документе согласно определенной схеме. Эта схема включает в себя:

- 1) на этапе разведки и разработки месторождений - суммарное количество исследований;
- 2) количество исследований, которые были проведены в рамках написания на этой стадии проектного документа;
- 3) то количество исследований, которое предстоит осуществить.

Стоит отметить, что в границах Российской Федерации, такая схема не используется, а значит, существует необходимость разработки документальной обязанности.

Обращаясь к истокам истории недропользования советского времени, мы видим, что все комплексные работы по изучению месторождений и корректного расчета запасов нефти проходили под чутким руководством государства. Но до развала Советского Союза наблюдалась тенденция развития достойных разработок требований по изучению и разведки нефтяных месторождений. Эти разработки так и не воплотились в реальность в виде обязательного документа, этого не произошло и на сегодняшний день.

В работах многих геологов и на сегодняшний день можно встретить острую необходимость в достижении оптимальной изученности нефтяных залежей [2, 6].

А.Я. Фурсов в книге «Оптимизация изученности нефтяных месторождений», а В.Е. Гавур в научной статье предлагали нормативы для оптимальной изученности залежей месторождений, которые были бы установлены в соответствии с количеством необходимых для бурения скважин.

В данных работах было отмечено, что главной задачей при проектировании поискоразведочных мероприятий самой главной характеристикой является площадь залежей. И в дальнейшем благодаря этому параметру и, беря в расчет другие показатели определения, сложности геологического строения залежей стала определяемой точность запасов.

Обобщая все вышесказанное, стоит отметить, что основные параметры для необходимого количества исследовательских работ стали площадь этих залежей и степень сложности строения геологического.

Рассмотрим площади залежей, так в одной из работ В.Е. Гавура в зависимости от площади существует 7 групп залежей (табл. 1).

Существуют степени сложности геологического строения согласно действующей классификации запасов, например, выделены две категории залежей, они в свою очередь делятся на степени сложности внутреннего строения: 1) первый «простой», 2) сложного и очень сложного строения.

При расчетах достаточного количества разведочных скважин критерий площади нефтеносности залежи является рациональным и обоснованным. Однако обращаясь ко всем геологическим исследованиям (в том числе в лабораториях отборов) недостаточно, и приходит время более сложных (объемных) характеристик залежей. Такой характеристикой может выступить объем нефтенасыщенных пород залежи, а в случае нормирования работ количество геологических запасов нефти в залежах [3].

Таблица 1

Классификатор залежей в зависимости от площади

Номер группы	Площадь залежей в км ²
1	1–2
2	2–6
3	6–14
4	14–39
5	39–74
6	74–139
7	139–399

Площадь - это такой параметр, который наиболее точно и полно воспроизводит геометрические и количественные характеристики залежей. Именно поэтому, данный показатель является самым важным и учитывается в качестве задания нормативов оптимальной геологической изученности залежей при проектировании разработок месторождений.

Самым первым человеком, предпринявшим попытки совершенствования изучения нефтяных залежей, стал А.Н. Янин специалист по разработке нефтяных месторождений, а также газовых. Рассмотрев модель методики, определения оптимальной изученности месторождения этот специалист выдвинул ряд предложений, которые в последующих исследованиях стали бы целесообразными.

1. Предложил определять первостепенным критерием не площадь, как считали до этого времени все в качестве основополагающего, а количество начальных геологических запасов. Это объяснимо, так как в момент исследования залежей, при отборе проб керна площадь нефтеносности может никак не меняться, при этом количество начальных геологических запасов может постоянно варьироваться. В случае использования нормативов из работы В.Е. Гавуры и его соавторов, если основной является площадьнефтеносности, то объем исследования залежей с различной насыщенностью толщины пласта станет одинаковым. Стоит отметить, что информация, полученная из такой работы, не может соответствовать принципу оптимальной изученности объекта.

2. При определении сложности геологического строения необходимо выделять именно три группы залежей вместо двух – это простая, сложная и особо сложного строения.

3. Так как введены небольшие месторождения, то согласно новой классификации современные требования определения количества запасов нефти для небольших месторождений с нефтью менее 501 тыс.т., в ближайшем будущем будут активно развиваться, и станут ресурсной базой потенциала наращивания [2; 5].

4. Стоит не забывать и про крупные нефтяные месторождения, необходимо детально проработать нормативы геологического изучения залежей, так как они слегка занижены. Чтобы создать полное представление о месторождении и достичь большего извлечения нефти, стимулированием менее рентабельных, следует внести изменения, в норматив, увеличив его.

5. Необходима разработка аналитических зависимостей для того, чтобы определить нужное количество исследовательской работы.

Из приведенных выше направлений, многие были рассмотрены и другими выдающимися специалистами, в том числе направление, в котором конечное значение параметров считалось исходя из площади нефтеносности конкретной залежи.

На сегодняшний день нефтегазовая отрасль представляет собой сниженное количество разведанных запасов нефти и газа, так как для них характерны низкие темпы воспроизводства. Постоянное увеличение объемов добычи нефти не дает никаких шансов компенсировать объем геологоразведочными работами. Исходя из данной ситуации, вполне можно говорить о том, что в будущем

на внутреннем и внешнем рынках нефтепродуктов возникнут большие проблемы в данном направлении [1, 6].

Среди главных причин описанной ранее ситуации можно назвать ухудшение способов для разведки запасов нефти. Связано это с тем что, разрабатываются в большей степени крупные месторождения, а базируются в дальнейшем в средних или мелких месторождениях, для которых характерна трудноизвлекаемость. Интересным наблюдением является факт того, что трудноизвлекаемые запасы составляют на сегодняшний день 70 %.

Всем давно понятно, что открытие новых крупных нефтяных месторождений на давно изведанных и освоенных территориях практически невозможно. Примечательно, что запасы обнаруженных ранее месторождений в большинстве своем выработаны, а процесс дальнейшей разработки требует огромных финансовых вложений, что не является выгодным вложением. Но так как насчитывается большое количество именно мелких месторождений или, же остаточных в научных кругах это представляет особый интерес, так как дает возможность дальнейшего развития нефтегазовой отрасли.

Самый главный интерес в разработке мелких и особо мелких месторождений является не столь крупные эксплуатационные затраты, которых для крупных месторождений значительно больше. Также представляет большой интерес для мелких инвесторов, обладающих не столь большими финансовыми ресурсами. [1;5]. Третьей особенностью является регулирование добычи в регионе в соответствии с ростом потребления и уменьшением количества извлечения нефтяных запасов в крупных месторождениях. Такой фактор позволяет достичь большего извлечения запасов нефти, а также рост деловой жизни мелких инвесторов и решение уже имеющихся социальных задач.

Заключение. Стоит отметить, что регионы добывающие большее количество нефти, с каждым днем увеличивают разработку именно мелких и особо мелких месторождений. Это отмечается в регионах: Самарской области, Оренбургской области, Ханты-Мансийский автономный округ, Республики Башкортостан, Татарстан, Коми и многих других. Связано это в первую очередь с достаточным уровнем геологической изученности таких объектов, не большой площадью, а также стимулированием со стороны государства в части применения налоговых льгот, именно такие преимущества позволяют недропользователю разработать большее количество активов.

Информация по подсчету запасов и проектирования разработки условно делится на две категории параметров. Одна из категорий характеризует формы и объемы залежей, в том числе и неоднородность пласта, ее качество находится в прямой зависимости от числа скважин и их расположения. В этой категории содержится информация об отметках кровли и подошвы результативных пластов, характер и степень неоднородности коллектора, и многое другое. Так как нас интересуют мелкие и небольшие месторождения, необходимо отметить, что главными критериями, на которые мы ориентируемся, является количество скважин и расстояние между ними. Так на небольших месторождениях с извлечением нефтяных запасов от 39 до 410 тыс. т количество скважин обычно варьируется от 1 до 3. В данных месторождениях бурение скважин происходит

обычно точно с небольшой площадью нефтеносности, а это в свою очередь уменьшает возможность менять количество скважин и расстояние между ними.

Обратимся ко второй категории, она, в свою очередь, определяет внутреннее строение залежи, все фильтрационные свойства в скважинах, производят измерения количества и качества этих самых измерений. Это своего рода коллекторские свойства пород, так как происходит оценка свойств газа, воды, нефти, то, как вытесняется нефть пластовой водой, либо другими агентами. Такая информация дает возможность повторного замера в скважинах в том случае, если возникли, какие-либо сомнения в результатах замеров. Рассматривая специфику двух таких категорий для изучения небольших и мелких месторождений, необходима именно вторая категория параметров.

Подытоживая вышесказанное, отметим, что на законодательном уровне на сегодняшний день не предусмотрено законодательно на государственном уровне каких-либо обязательных требований для оптимальной геологической изученности на стадии разработки и разведки месторождения. Стоит отметить, что в дальнейшем это создает большие сложности согласования проектных документов, также наблюдается недостоверность подсчетов запасов, что в дальнейшем увеличивает риск реализации недостоверных проектных решений.

Для того чтобы осуществить нормирование количества исследований, специалисты должны использовать объемные характеристики залежей вместо плоских (например площадь нефтеносности). Поэтому для осуществления подобного проекта разработки месторождений залежей необходима комплексная работа и профильных специалистов, и разработчиков, и геологов, даже экономистов.

Список литературы

1. Шафраник Ю.К., Крюков В.А. Нефть в пространстве и «пространство в нефти» // Российское энергетическое агентство. – 2018. – № 3. – С. 69–73.
2. Жуков И.Ф., Коровин Э.В. Современное состояние Российского нефтегазового комплекса // Санкт-Петербургский ГТИ. – 2020. – № 1. – С. 51–57.
3. Ахунов Р.Р., Трофимчук Т.С. Вклад добычи и первичной переработки нефти в развитие экономики регионов // Уфимский государственный нефтяной технический университет. – 2019. – № 3. – С. 7–16.
4. Курносова Е.А. Оценка эффективности функционирования нефтяной промышленности Самарской области // Волжский университет имени В. Н. Татищева. – 2017. – № 2. – С. 7–16.
5. Подборнова Е.С., Манукян М.М. Состояние нефтехимической промышленности в Самарской области // Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва. – 2018. – № 1. – С. 18–23.
6. Kavelenova L.M., Kuzovenko O.A., Ruzaeva I.V., Rozno S.A., Pomogaybin A.V., Fedoseev V.A., Yankov N.V. Rare species of natural steppe flora – On prospects for their conservation in Samara region in situ and ex situ // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2021. – Vol. 817, iss. 1. – P. 1–7. – DOI: 10.1088/1755-1315/817/1/012043.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ КОМПОНЕНТОВ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ СОЕДИНЕНИЯМИ АЗОТА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Козловская Инна Юрьевна, канд. тех. наук, старший преподаватель¹,

Борисевич Вера Юрьевна, учащаяся²,

Сущик Михаил Вячеславович, учащийся²

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск,

²Национальный детский технопарк, г. Минск

E-mail: kozlowskaya.inna@yandex.ru

В данной статье приведены результаты анализа информации о загрязнении компонентов природной среды соединениями азота, полученные при проведении мониторинга в Республике Беларусь.

Ключевые слова: загрязнение, поверхностные воды, подземные воды, почвы, нитраты, аммоний, нитриты, соединения азота, мониторинг

MONITORING OF POLLUTION OF ENVIRONMENTAL COMPONENTS BY NITROGEN COMPOUNDS IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Inna Y. Kozlovskaya, Ph.D., Senior Lecturer¹,

Vera Y. Borisevich, student²,

Mikhail V. Sushchik, student²

¹Belarusian State Technological University, Minsk,

²National Children's Technopark, Minsk

E-mail: kozlowskaya.inna@yandex.ru

This article presents the analysis of environmental monitoring of nitrogen. The results have been obtained during the monitoring of natural resources in the Republic of Belarus.

Keywords: pollution, surface water, groundwater, soil, nitrates, ammonium, nitrites, nitrogen compounds, monitoring

Проблема загрязнения компонентов природной среды соединениями азота является актуальной для Республики Беларусь в связи с интенсивным ведением сельского хозяйства, животноводческой деятельностью. В структуре земельных ресурсов Республики Беларусь доля сельскохозяйственных земель составляет 39,9 % [1]. Поверхностные сточные воды с сельхозугодий и территорий животноводческих комплексов приводят к росту содержания в водных объектах и подземных водах соединений азота (азото-аммонийный, азотонитратный, азотонитритный). Также соединения азота интенсивно поступают в окружающую среду с производственными сточными водами.

Контроль содержания соединений азота является неотъемлемой частью Национальной системы мониторинга окружающей среды. Контроль проводится в почве, поверхностных и подземных водах.

Сеть контроля почв включает 90 пунктов наблюдений, равномерно распределенных по территории страны. Периодичность наблюдений составляет 1 раз в 6 лет, контролируемый показатель – концентрация нитратов. Ежегодно

обследования проводятся на части пунктов таким образом, чтобы за шестилетний период были охвачены все 90 точек. Наблюдения за химическим загрязнением земель в населенных пунктах проводятся в 34 городах с периодичностью 1 раз в 5 лет [1].

Мониторинг поверхностных вод на территории Республики Беларусь проводится в 297 пунктах наблюдений. Регулярные наблюдения осуществляют на 160 водных объектах, из них 86 водотоков (176 пунктов наблюдений) и 74 водоема (121 пункт наблюдений). Контролируются такие показатели, как концентрация азота аммонийного, азота нитратного, азота нитритного [3].

Наблюдения за качеством подземных вод проводится на 95 гидрогеологических постах. Наиболее высокая плотность сети наблюдательных скважин характерна для бассейнов рек Западный Буг и Неман. Это обусловлено тем, что на территории данных речных бассейнов располагаются заповедные и природоохранные территории (Беловежская Пуща, Налибокская Пуща, курортная зона Нарочь и др.). В подземных водах контролируют концентрацию аммония, нитратов и нитритов [4].

Фоновое содержание нитрат-ионов в почвах республики составляет от 2,8 до 17,4 мг/кг. Среднее содержание нитратов в почве в городах составляет 0,03–0,15 ПДК (ПДК нитратов в почве – 130 мг/кг). Максимальное наблюдаемое в последние годы значение соответствовало 0,4 ПДК [1].

Результаты мониторинга поверхностных вод объединены в таблицу 2.

Таблица 2

Концентрация соединений азота в реках и грунтовых водах

Вещество	Западная Двина	Неман	Днепр	Западный Буг	Припять
Концентрация в поверхностных водах рек, мгN/дм ³ [3]					
Аммоний-ион	0,09–0,275	0,015–0,35	0,229–0,446	0,010–0,045	0,27–0,39
Нитрит-ион	0,005–0,025	0,029–0,11	0,013–0,023	0,022–0,041	0,021–0,12
Нитрат-ион (в притоках)	–	0,022–3,71	–	3,1 (max)	–
Концентрация в грунтовых водах в районе бассейна рек, мгN/дм ³ [4]					
Аммоний-ион	0,1–1,2	менее 0,1	0,1–0,4	0,1	1,0
Нитрит-ион	–	–	0,01–0,6	0,01–0,6	менее 0,01
Нитрат-ион	0,1–1,2	0,5–22,6	менее 0,1	0,72–11,0	0,4

В р. Западная Двина не выявлено фактических превышений по концентрации нитрит-ионов, но намечается тенденция к росту их содержания. Максимальное содержание нитрит-иона составило 1,2 ПДК и отмечено в притоке реки [3].

Содержание аммоний-иона в воде р. Неман на протяжении всего года соответствовало нормативу качества воды, кроме участка реки ниже г. Гродно, в воде которого наблюдалось превышение норматива качества воды в 1,4 раза. Наибольшее содержание аммоний-иона характерно для верховьев реки, вниз по течению происходит снижение [3].

Случаи превышения ПДК по нитрит-иону отмечались в большей части года в воде р. Неман ниже г. Гродно и н.п. Привалка и достигали 1,9 ПДК. В притоках повышенное содержание нитрит-иона отмечено в 20 % отобранных проб воды. Концентрации нитритов в девяти реках-притоках составляют 1,1–4,2 ПДК [3].

Содержание нитрит-иона в воде р. Западный Буг снизилось на участке реки у г. Брест. Однако, его концентрации все еще выше норматива качества, максимальное значение составило 3,7 ПДК. В 2020 г. увеличился процент проб с превышением норматива качества воды по аммоний-иону до 9,68 % проб (в 2019 г. – 1,36 % проб) [3].

В р. Днепр среднегодовые концентрации аммоний-иона удовлетворяли нормативу качества воды. Максимальная зафиксированная концентрация биогена составила 1,14 ПДК. В некоторых местах в 100 % отобранных проб наблюдалось превышение ПДК. Максимальные значения концентрации нитрит-иона были отмечены в воде р. Свислочь – 4,6 ПДК) [3].

Динамика среднегодовых концентраций аммоний-иона в воде реки Припять свидетельствует о снижении антропогенной нагрузки. Однако, зафиксированы концентрации аммоний-иона (5,2 ПДК), нитрит-иона (3,6 ПДК) [3].

Концентрация азота в грунтовых и артезианских водах в бассейнах рассматриваемых рек не превышает значений ПДК.

Таким образом, можно отметить, что в Республике Беларусь существует проблема загрязнения компонентов природной среды соединениями азота. Наибольшую нагрузку испытывают поверхностные воды, которые являются приемниками производственных и хозяйственно-бытовых сточных вод, а также поверхностного стока. Как видно из данных мониторинга, наибольшую антропогенную нагрузку по азоту испытывают участки рек вблизи населенных пунктов. Качество почв и подземных вод по содержанию азота в основном соответствует установленным нормативам.

Список литературы

1. Мониторинг земель (почв). – URL: <https://www.nsmos.by/content/164.html> (дата обращения: 10.05.2022).
2. Государственный водный кадастр. Водные ресурсы, их использование и качество вод (за 2018 год). – URL: <http://www.cricuwr.by/static/files/2019cadastr.pdf> (дата обращения: 10.05.2022).
3. Мониторинг поверхностных вод. – URL: <https://www.nsmos.by/content/174.html> (дата обращения: 10.05.2022).
4. Мониторинг подземных. – URL: <https://www.nsmos.by/content/175.html> (дата обращения: 10.05.2022).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ И АНАЛИЗ СОПУТСТВУЮЩИХ ЭКЗОГЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛАНДШАФТАХ ГОРНОЙ КРИОЛИТОЗОНЫ СЕВЕРНОГО ЗАБАЙКАЛЬЯ

Кулаков Артем Павлович, младший научный сотрудник
Институт геоэкологии РАН им. Е.М. Сергеева, г. Москва
E-mail: cryolithozone@mail.ru

В настоящей работе проведена геоэкологическая оценка по определению основной антропогенной нагрузки в мерзлотных ландшафтах горной криолитозоны Северного Забайкалья. Выявлены основные факторы антропогенного воздействия в регионе. Проанализированы экзогенные процессы, вызванные в результате прошлой и современной хозяйственной деятельности. Результаты исследования могут быть использованы при планировании хозяйственной деятельности с учетом региональных особенностей мерзлотных ландшафтов и происходящих в них процессов.

Ключевые слова: геоэкологическая оценка, антропогенные и природные ландшафты, экзогенные процессы, горная криолитозона, Северное Забайкалье, хребет Кодар, хребет Удокан, Верхнебайкальская котловина

DETERMINATION OF ANTHROPOGENIC IMPACT AND ANALYSIS OF ACCOMPANYING EXOGENOUS PROCESSES IN THE LANDSCAPES OF THE MOUNTAIN CRYOLITHOZONE OF NORTHERN TRANSBAIKALIA

Artem P. Kulakov, Junior Researcher
Sergeev Institute of Environmental Geoscience RAS, Moscow
E-mail: cryolithozone@mail.ru

In this article, a geoecological assessment was carried out to determine the main anthropogenic impact in the permafrost landscapes of the mountain cryolithozone of Northern Transbaikalia. The main factors of anthropogenic impact in the region have been identified. The exogenous processes caused as a result of past and modern economic activity are analyzed. The results of the study can be used in the planning of economic activities, taking into account the regional characteristics of permafrost landscapes and the processes occurring in them.

Keywords: geoecological assessment, anthropogenic and natural landscapes, exogenous processes, mountain cryolithozone, Northern Transbaikalia, Kodar ridge, Udokan ridge, Verkhnechayarskaya basin

Теория. Для определения антропогенной нагрузки на мерзлотные ландшафты горной криолитозоны Северного Забайкалья помимо природных условий важно оценить социально-экономические предпосылки, имеющиеся ресурсы и факторы, способные отрицательно или положительно влиять на возможные геоэкологические последствия в регионе.

Геоэкологическая оценка подразумевает собой геосистемный подход к исследованию территории, как комплекс природных и социальных образований во всех ее связях и проявлениях.

Полученные данные представляют сведения о современном состоянии мерзлотных ландшафтов территории региона и дают возможность выявить соотношение между уязвимыми природно-территориальными комплексами и местами повышенной антропогенной локализации, что в итоге позволяет предсказывать возможные неблагоприятные экзогенные процессы в их пределах и охарактеризовать геоэкологические последствия.

Выделение основных антропогенных очагов необходимо для представления об основной геоэкологической нагрузке в пределах существующих ландшафтов, соотношения с уязвимыми мерзлотными комплексами с высоким риском активизации неблагоприятных экзогенных процессов, а также успешного планирования необходимых мероприятий в будущем.

Наряду с природными комплексами важно выделить участки с преобразованными ландшафтами, где изменились направления, скорости и специфика экзогенных процессов в результате былой или существующей хозяйственной деятельности.

Материалы, методы и территория исследования. Анализ современной нагрузки проводился на основе собранных в полевых условиях ландшафтно-геоэкологических данных, визуального и дистанционного наблюдения, фоновых и опубликованных источников, а также опроса местного населения.

В полевых исследованиях были собраны основные данные по ландшафтному разнообразию региона и геоэкологическим проблемам в пределах трех районов и нескольких репрезентативных внутренних ключевых участков Кодарского и Удоканского хребтов, а также Верхнечарской котловины.

Помимо этого был проведен опрос проживающего населения крупнейших населенных пунктов региона с целью установления основных геоэкологических проблем и месторасположения неблагоприятных экзогенных процессов за разный период времени.

Важными данными стали результаты полевого визуального наблюдения (включая ландшафтную индикацию неблагоприятных явлений) на территории исследования и дешифрирование космических снимков и аэрофотоснимков (в том числе изучение динамики отдельных неблагоприятных экзогенных процессов), а также анализ открытых геоэкологических и других отраслевых данных (печатных и электронных версий) в стационарных условиях.

Результаты исследования и их обсуждение. Верхнечарская котловина является наиболее обжитой территорией Северного Забайкалья. Основная антропогенная нагрузка ложится на поселок городского типа Новая Чара, который является основным связующим промышленным, транспортным и социальным центром района между различной хозяйственной деятельностью не только в котловине и окружающих хребтах, но и во всем регионе. Там же расположены малые промышленные (угольные, железорудные, железнодорожные) предприятия, которые способны представлять риски дестабилизации геоэкологической обстановки, особенно это связано с котловинным эффектом территории и пространственными уязвимыми мерзлотными комплексами придолинных и озерно-болотных ландшафтов.

Железнодорожный участок Байкало-Амурской магистрали пересекает практически всю центральную часть котловины и располагается в основном на мерзлотных слабоустойчивых (наиболее быстро меняющих свои структурные особенности) аллювиальных и озерно-аллювиальных равнинах. Это вызывает нарушение природно-техногенных комплексов и активизацию, в первую очередь, мерзлотных процессов в виде заболачивания прилегающих территорий, подтопления, развития термокарстовых процессов и значительных просадок. Тот же механизм присутствует и на автомобильных дорогах, в первую очередь грунтовых, в связи с широким распространением произвольных дорог, созданных различной механизированной техникой. Выявлено, что сеть проселочных грунтовых дорог и зимников наиболее характерна для котловинного участка исследования и занимает одно из ведущих мест по общей площади механического воздействия в виде прогрессирующих линейных и пересекающихся участков.

Полевые наблюдения на ключевых участках показали, что часто по произвольным грунтовым дорогам проходят крупные средства передвижения в виде грузовиков и внедорожников, а также гусеничная техника и квадроциклы. Отмечено, что нарушение почвенного и растительного покрова часто приводит к обводнению самих дорог, а на особо уязвимых природных комплексах к термокарстовым процессам и ручейковой эрозии на колеях, что выражается в дальнейшем протаивании поверхностного близкорасположенного слоя мерзлоты, заболачиванию территории и образованию эрозионных борозд, промоин и оврагов (рис.). На крестовинах пересечения нередко могут появляться временные озера.



Рис. Обводненные колеи грунтовых дорог и наклонное положение древостоя, образованные в результате постоянного воздействия механизированной техники, спровоцировавшей протаивание приповерхностного слоя мерзлоты и подтопление просевших участков дороги [ArcGIS.Imagery, сайт «Яндекс.Фотки»]

Условные обозначения к карте. Значительные по площади территории хребта Кодар наряду с котловинной частью с запада и северо-запада образуют северный кластер Национального парка Кодар, рассчитанный на охрану горно-таежных, горно-тундровых и нивально-гляциальных ландшафтов Северного Забайкалья, в том числе памятника природы федерального значения Ледники

Кодара и геологического памятника природы Чарские пески. Именно южная часть северного кластера (в первую очередь бассейн реки Средний Сакукан) является наиболее доступной и посещаемой туристами и принимает на себя основную туристско-рекреационную нагрузку в регионе, в большей степени имеющую линейный характер. В условиях горно-тундровых ландшафтов, формирующихся в холодных избыточно увлажненных условиях и характеризующихся слаборазвитыми почвами и уязвимым травяно-кустарничковым покровом с крайне низкой восстанавливаемостью нарушенной структуры и значительной изменчивостью внутренних свойств, при нарушении происходит утрата стабилизирующих функций мерзлотных комплексов и активизация солифлюкционных, десерпционных и эрозионных процессов на склонах в ускоренном режиме [1].

Благодаря невнимательным действиям посетителей (туристов) и местных жителей (охотников, браконьеров, отдыхающих), раз в несколько лет происходят антропогенные пожары, приводящие к уничтожению верхнего напочвенного кустарничкового и мохово-лишайникового слоя наряду с древесными видами (в большей степени сосны и лиственницы) и дальнейшему обводнению и заболачиванию низинных территорий при термической деградации верхнего многолетнемерзлого слоя. Водно-ледниковые и озерно-ледниковые возвышенные песчаные валы и гряды, имеющие хороший дренаж и пониженную влажность, при уничтожении растительного покрова во время пожаров часто в дальнейшем подвергаются процессам дефляции и развеиванию приповерхностных песков, что приводит к опустыниванию данных территорий и исчезновению сосновых древесных пород.

В результате освоения уранового сырья (1949–1951 гг.) в районе бассейна р. Средний Сакукан хребта Кодар, в значительной степени были преобразованы пологие и приречные участки склона южной экспозиции троговой долины. Многие коренные лиственницы вдоль низовьев склона были сведены для хозяйственных нужд, где сейчас отмечается старая сплошная заросшая вырубка. Из-за вырубки происходили оползневые (криогенные сплывания и оползания) и гравитационные (обвальное-осыпные) процессы, а скорость существовавших мерзлотно-склоновых процессов значительно увеличилась, что в итоге отразилось на современном строении ландшафта территории и скорости экзогенных процессов, в первую очередь криогенной десерпции, солифлюкции, линейной эрозии и заболачивания.

Северо-восточнее котловины в троговой долине реки Быйики хребта Кодар с 2008 г. эксплуатируется Апсатское месторождение каменного угля. Уничтожения почвенно-растительного покрова и преобразования рельефа на склонах и днищах речных долин повлияли на активизацию гравитационно-склоновых и мерзлотно-склоновых процессов в условиях резко расчлененного рельефа горно-таежного и высокогорного поясов. Установлено, что в пределах горно-таежного пояса на крутых склонах южной экспозиции происходит наибольшее увеличение скорости смещения поверхностных отложений при сведении почвенно-растительного покрова и террасировании склонов долины. Отмечается высокая опасность возникновения лавинных, селевых и эрозионных процессов на всем протяжении преобразованных склонов в пределах

устьевых ступеней и ложбинных понижений троговых долин ниже денудационных воронок.

На юго-западе от котловины в районе хребта Удокан располагаются промышленные объекты крупного медного месторождения, где в настоящее время уже существуют две линии электропередач, основная автомобильная дорога и мост через реку Нирунгнакан, а также другие крупные объекты (отвалы, карьеры, электроподстанция), в том числе почти введенный в эксплуатацию горно-металлургический комбинат. Появление участков автомобильных дорог на склонах спровоцировало активизацию гравитационно-склоновых процессов (обвальнo-осыпных процессов, отседания отдельных глыб, обрушений и камнепадов, курумо-десерпции), что вызвано подрезкой склонов при их строительстве. Также отмечается размыв дорог в связи с выходом надмерзлотных вод, формирующихся из-за таяния гольцового льда в крупнообломочных десерпционных накоплениях. В целом вдоль созданных объектов наблюдаются временные водопрооявления и микрооползни на преобразованных склонах, а также концентрированный вынос мелкозема и небольшие суффозионные просадки. Высокую геоэкологическую опасность в будущем для ландшафтов горного района могут представлять крупные хвостохранилища, особенно в пределах внутригорных впадин с большой мощностью многолетнемерзлых пород.

Созданная в 2001 г. железная дорога Чара-Чина, проходящая преимущественно вдоль склонов хребта Удокан, за время своего существования также спровоцировала некоторые экзогенные процессы. На протяжении железной дороги отмечаются суффозионные и термокарстовые просадки, осыпные конуса и обвальные шлейфы, селевые выносы и оползневые явления.

Выводы. В пределах котловины основное антропогенное воздействие на мерзлотные ландшафты связано с линейными объектами инфраструктуры в виде автомобильных (в большей степени грунтовых), железнодорожных дорог и линий электропередач, а также малыми промышленными производствами и объектами технического обслуживания. Наиболее распространенные экзогенные процессы, вызванные в результате хозяйственной деятельности, являются термокарстовые просадки, подтопления и заболачивания, эрозионные процессы и дефляция.

В пределах горных районов значительное преобразование ландшафтов происходит в результате горнопромышленного освоения. Широко распространены гравитационно-склоновые и мерзлотно-склоновые процессы, вызванные строительством и эксплуатацией объектов горнопромышленной инфраструктуры в горных условиях (особенно на склонах).

Список литературы

1. Тумель Н.В., Зотова Л.И. Геоэкология криолитозоны. – М.: Географический факультет МГУ, 2014. – 244 с.

ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОЛЛЮСКОВ РЕКИ УНЖИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ

Ростунов Алексей Олегович

Владимирский государственный университет им. А.Г. и Н.Г. Столетовых

E-mail: chelovek-is@yandex.ru

Работа посвящена изучению фауны моллюсков верхнего течения р. Унжи (Владимирская обл.). В течение лета 2019 г. было исследовано 10 створов по стандартной гидробиологической методике. В результате исследования было выявлено 24 вида водных моллюсков, 21 из которых относится к брюхоногим, а 3 – к двустворчатым. Впервые выявлены 7 видов для бассейна р. Оки и водоемов Владимирской области, из них 3 встречаются на территории соседних областей, 4 распространены северо-восточнее (Удмуртская и Мордовская области). Среди выявленных видов было обнаружено 4 вида представляющих эпидемиологическое значение.

Ключевые слова: малакофауна, брюхоногие моллюски, двустворчатые моллюски, река Унжа, Владимирская область

SPECIES DIVERSITY MOLLUSCS OF THE RIVER UNZHA IN VLADIMIR REGION

Alexey O. Rostunov

Vladimir State University A.G. and N.G. Stoletovs

E-mail: chelovek-is@yandex.ru

This research is devoted to the study of the mollusk fauna of the upper reaches of the Unzha River in Vladimir region. During the summer of 2019, 10 stations were examined using a standard hydrobiological method. As a result of the study, 24 species of aquatic mollusks were identified, 21 of which belong to gastropods, and 3 to bivalves. For the first time, 7 species were identified for the Oka River basin and reservoirs of the Vladimir region, of which 3 are found on the territory of neighboring regions, 4 are distributed to the northeast (Udmurt and Mordovian regions). Among the identified species, 4 species of epidemiological significance were found.

Keywords: malacofauna, gastropods, bivalves, Unzha river, Vladimir region

Моллюски важный компонент водных экосистем. Они участвуют в биогеохимических циклах водоемов, способствуют самоочищению водных объектов, так, например, двустворчатые моллюски фильтруют воду, что способствует снижению в ней концентраций поллютантов [14].

В цепях питания моллюски являются консументами и детритофагами. Такое плотное взаимодействие с компонентами водных экосистем позволяет использовать моллюсков в качестве биоиндикаторов [12] загрязнения водоемов и водотоков. В настоящее время во всем мире ведутся исследования по изучению биоиндикаторных свойств моллюсков [15].

Велико и эпидемиологическое значение моллюсков – некоторые из них являются промежуточными хозяевами паразитирующих у человека и животных плоских червей. Есть сведения о наличии очагов описторхоза, промежуточные

ми хозяевами возбудителя которого являются моллюски рода битинии (*Bithyniidae*), в пределах Окского бассейна [4, 11].

Процесс изменения климата способствует расселению южных видов на северные территории [8], что способствует изменению видового состава. Данные процессы можно наблюдать и на примере малакофауны [5].

Влиянию климатических изменений существенно подвержены малые гидроэкосистемы [28], которые подвергаются пересыханию. Здесь, за счет гибели не приспособленных к пересыханию организмов, к которым относится большинство пресноводных моллюсков, наблюдается снижение биоразнообразия [9].

Опубликованных данных по исследованию малакофауны реки Унжа (Владимирская область) найти не удалось. Известны исследования, посвященные изучению фауны реки Ока, в которую впадает Унжа, первой половины [6] и 80-х гг. XX в. [1, 10, 17]. Суммарное количество видов, упомянутых в данных исследованиях составляет около 16 (в некоторых указанных статьях приводится список, включающий не только виды, но и другие систематические группы). Также есть информация [9] о водной малакофауне региона, которая включает 14 видов, однако здесь отсутствуют географические привязки.

В настоящее время появляется все больше данных о сокращении как общего биоразнообразия, так и видового разнообразия отдельных групп живых организмов [26, 27]. Изучение биоразнообразия малых рек имеет большую значимость, поскольку они являются притоками более крупных рек и оказывают влияние на формирование биологического разнообразия последних.

Материалы и методы. Настоящее исследование было направлено на изучение видового состава малакофауны р. Унжи Владимирской области. Для этого было решено отобрать пробы грунта с гидробионтами, определить видовой состав моллюсков исследуемых створов.

Полевые исследования были проведены в августе 2019 г. В верхнем течении р. Унжи (Владимирская область) на расстоянии около 5 км друг от друга были выбраны 10 реперных участка (см. рис. 1).

Пробы были взяты по стандартной методике сбора количественных бентосных проб с помощью гидробиологического скребка площадью 0,031 м² в пятикратной повторности на глубине не более 1 м на каждой станции, длина хода составляла 1 м [12]. Фиксация гидробионтов производилась 2%-м раствором нейтрализованного формалина.

Определение видов осуществлялось с помощью определителей [13, 23].

Результаты и их обсуждение. В результате исследования был отобран 2 051 экземпляр водных моллюсков. Среди них было установлено 24 вида, которые относятся к двум классам: Gastropoda и Bivalvia. Gastropoda включают 21 вид, относящиеся к 7 семействам: Viviparidae, Bithyniidae, Valvatidae, Lymnaeidae, Physidae, Planorbidae, Ancyliidae; Bivalvia включают 3 вида, относящихся к 3 семействам: Unionidae, Sphaeriidae, Pisidiidae (см. табл.).

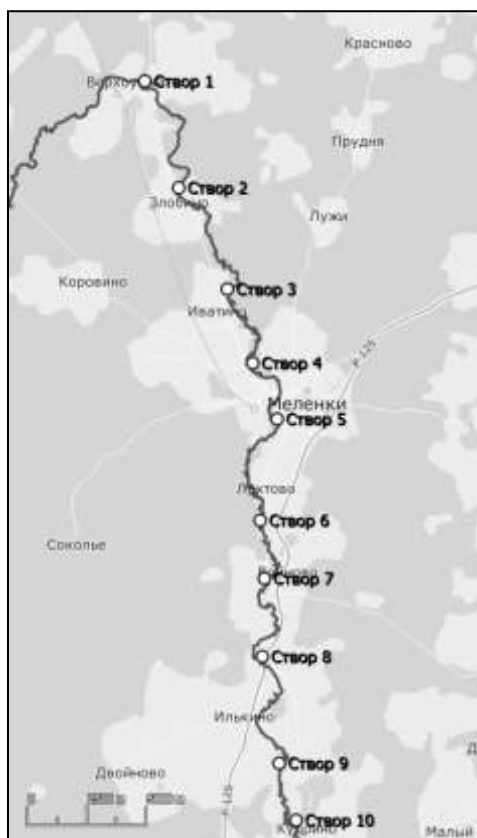


Рис. 1. Карта точек сбора моллюсков

Изучение работ, проводившихся во Владимирской области [9], в соседних регионах [2, 3, 5, 10, 16, 18, 19, 21] и по Волжскому бассейну [13], показывают, что среди найденных нами видов встречаются все. Виды *Anisus spirorbis*, *Bithynia leachi*, *Planorbis carinatus*, *Segmentina nitida* для Волжского бассейна описаны только в работе В.И. Жадина 1933 г. [13]. По современным данным [8, 22, 24] эти моллюски распространены восточнее Владимирской области (Мордовская и Удмуртская области).

Установлено, что виды *Bithynia leachi*, *Lymnaea peregra*, *Planorbis carinatus*, *Anisus contortus*, *Anisus spirorbis*, *Segmentina nitida*, *Ancylus fluviatilis* были выявлены здесь впервые.

Преимущественно, малакофауна исследуемого участка реки представлена видами, предпочитающими медленные реки с заболоченной поймой, что совпадает с гидрологическими и экологическими характеристиками р. Унжи.

Наибольшей численностью характеризуется *Sphaerium corneum* – 41,4 % от общего числа. Данный вид отмечается на всем протяжении исследуемого участка реки. Также во всех створах была выявлена *Pisidium amnicum*, численность которой составляет 24,1 %. Повсеместное распространение этих видов вероятно связано с их относительной эврибонтностью.

Segmentina nitida и *Unio pictorum* были выявлены в единичном количестве. *Segmentina nitida* – возможно является случайной находкой, а *Unio pictorum* – ее распространение вероятно продиктовано глубиной створов, т.к. единственный ее экземпляр был обнаружен в створе с глубиной 1 м.

Таблица

Видовой состав моллюсков р. Унжи

Вид	№ створа										Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
GASTROPODA											
<i>Ancylus fluviatilis</i>	—	4	1	—	—	—	—	—	—	—	5
<i>Anisus contortus</i>	—	—	1	2	1	6	1	—	—	—	11
<i>Anisus spirorbis</i>	14	—	—	—	—	1	—	—	—	—	15
<i>Anisus vortex</i>	—	—	2	3	6	3	—	—	—	4	18
<i>Bithynialeachi</i>	—	—	—	2	22	—	—	—	—	—	24
<i>Bithyniatentaculata</i>	—	—	1	70	54	8	8	5	—	10	156
<i>Lymnaeaauricularia</i>	9	21	16	43	24	35	6	4	15	5	178
<i>Lymnaeaovalata</i>	13	—	—	1	—	—	—	—	—	—	14
<i>Lymnaeapalustris</i>	—	—	3	2	2	—	—	—	—	—	7
<i>Lymnaeaperegrina</i>	—	—	6	1	—	35	1	—	1	—	44
<i>Lymnaeastagnalis</i>	—	—	—	1	1	—	—	—	1	—	3
<i>Lymnaeatruncatula</i>	—	—	—	10	5	—	—	—	—	—	15
<i>Physa fontinalis</i>	—	1	9	1	4	3	—	—	1	1	20
<i>Planorbarius corneus</i>	—	—	—	20	1	—	—	—	—	—	21
<i>Planorbis carinatus</i>	—	—	—	—	1	2	5	—	3	4	15
<i>Planorbis planorbis</i>	6	—	3	1	3	—	—	—	—	2	15
<i>Segmentina nitida</i>	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1
<i>Valvata piscinalis</i>	3	—	4	38	18	15	7	6	—	—	91
<i>Valvata pulchella</i>	—	2	23	2	2	1	1	—	1	—	32
<i>Viviparuscontectus</i>	5	—	—	1	2	—	1	—	—	4	13
<i>Viviparusviviparus</i>	5	—	—	1	—	1	—	—	—	—	7
BIVALVIA											
<i>Pisidium amnicum</i>	8	82	5	16	22	141	97	22	56	46	495
<i>Sphaerium corneum</i>	82	509	22	51	101	3	13	57	1	11	850
<i>Unio pictorum</i>	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	1
Всего экземпляров	145	619	96	267	269	254	140	95	79	87	2051
Общее количество видов	9	6	13	20	17	13	10	6	8	9	

Наибольшее количество видов было выявлено для четвертого створа – 20. Минимальное количество видов характерно для 2 и 8 створов – по 6 в каждом (см. рис. 2). Различие в видовом разнообразии моллюсков вероятно связано с загрязненностью исследуемых створов и наличием достаточной кормовой базы.

По количеству найденных экземпляров максимальное число характерно для створа 2, где обнаружено 619 экз. (или 30,2 % от общего числа); минимальное число характерно для 9 створа – 79 экз. (3,9 %) (см. рис. 2). Во створе 2 большую часть (82 %) составляют *Sphaerium corneum*. Вероятно, такое большое количество *S. corneum* связано с небольшой глубиной (0,3 м) и аэрацией воды на данном участке реки (в 10 м от места сбора находится запруда, из-за которой происходит перемешивание водных масс). В остальном данные по количеству моллюсков соотносятся с данными по количеству особей.

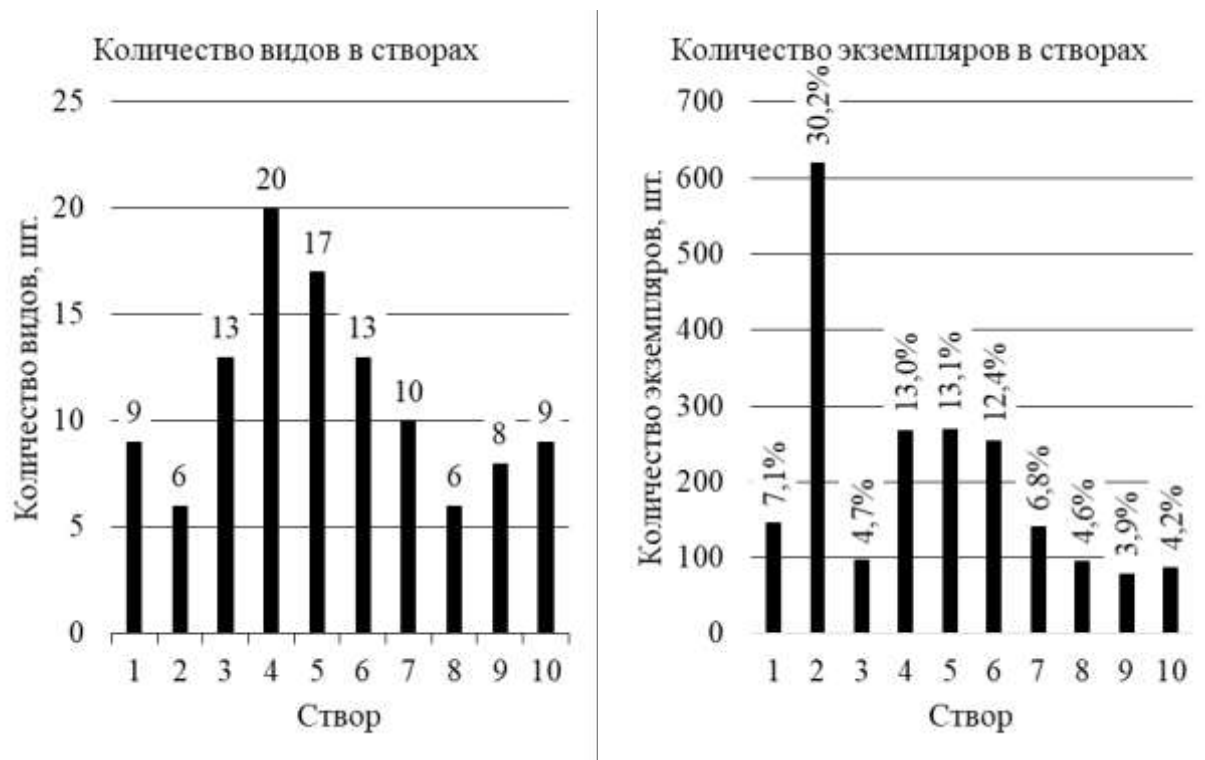


Рис. 2. Количественные показатели малакофаун разных створов

Среди найденных моллюсков обнаружены виды представляющие эпидемиологическое значение: *Lymnaea truncatula* и *L. auricularia* как промежуточные хозяева *Fasciola hepatica*; *Bithynia leachi* и *B. tentaculata* - как промежуточные хозяева *Opisthorchis felinus*. Фасциоз на территории Владимирской и сопредельных областей среди населения не установлен. Что касается описторхоза, то в бассейне реки Ока среди населения данное заболевание регистрируется [4, 11]. Поэтому последние два вида могут быть использованы при проведении паразитологического обследования эндемичных территорий.

Заключение. В ходе исследования впервые получены данные о малакофауне реки Унжа (Владимирская область). Было выявлено 24 вида (21 – брюхоногие, 3 – двустворчатые), впервые выявлены для бассейна реки Ока виды *Bithynia leachi*, *Lymnaea peregra*, *Planorbis carinatus*, *Anisus contortus*, *Anisus spirorbis*, *Segmentina nitida*, *Ancylus fluviatilis*.

Распространение найденных видов можно связать с загрязненностью исследуемых створов и наличием достаточной кормовой базы.

Выявлены виды моллюсков, которые представляют эпидемиологическое значение, как потенциальные промежуточные хозяева паразитических плоских червей.

Список литературы

1. Баканов А.И. Мониторинг состояния р. Оки по зообентосу // Экология. – 1996. – № 2. – С. 156–160.
2. Бондарева А.В. Видовое разнообразие зообентоса в Серпуховском районе Московской области // Наука на благо человечества – 2016: мат-лы ежегодной Всерос. науч.-практич. конф. преподавателей, аспирантов и студентов, посвященной 85-летию МГОУ: Биолого-химический факультет (Москва, 01–29 апреля 2016). – М.: Московский гос. обл. ун-т, 2016. – С. 20–24.

3. Василевич Ф.И., Шемякова С.А. Распространение фасциолеза крупного рогатого скота в зависимости от природно-климатических условий Московской области // Российский ветеринарный журнал. – 2016. – № 4. – С. 17–19.
4. Возбудитель описторхоза *Opisthorchis felinus* на территории Рязанской области / О.Н. Андреянов [и др.] // Российский паразитологический журнал. – 2013. – № 2. – С. 6–9.
5. Воробьева Л.П. Видовой состав макрозообентоса некоторых малых рек Рязанской области // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. – 2012. – № 27. – С. 336–349.
6. Жадин В.И. Очерк жизни водоемов Муромского края // Материалы по изучению Муромского края. – 1927. – Т. 2. – С. 3–26.
7. Жадин В.И. Методы гидробиологического исследования. – М.: Высшая школа, 1960. – 189 с.
8. Видовой состав трематод Серебряного карася *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) в дельте Волги / А.П. Калмыков, К.В. Литвинов, В.М. Иванов // Астраханский вестник экологического образования. – 2013. – № 4 (26). – С. 113–119.
9. Каталог беспозвоночных животных (Invertebrata: Protozoa et Animalia) Владимирской области / Веселкин Г.А., Георгиев Н.Д. и др., Усков М.В. и др.; под ред. Веселкина Г.А. – Владимир: Владимиринформэкоцентр, 2003. – 128 с.
10. Малова И.В. Фауна водных моллюсков на особо охраняемых природных территориях Рязанской области // Сетевой научный журнал. – 2016. – С. 62–64.
11. Марцев А.А., Рудакова В.М. Ретроспективный анализ эпидемиологической обстановки по паразитарным заболеваниям во Владимирской области // Гигиена и санитария. – 2018. – Т. 97, № 9. – С. 825–830. – DOI 10.18821/0016-9900-2018-97-9-825-830.
12. Машкин П.В. Методика определения численности популяций двустворчатых моллюсков для дополнительной (школьной) сети мониторинга водных экосистем. – Пушкино: Пушкинский гос. ун-т, 1999. – 45 с.
13. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб: Наука, 1995–2004. – Т. 2.
14. Остроумов С.А. Биологический механизм самоочищения в природных водоемах и водотоках: теория и приложения // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124, № 5. – С. 429–442.
15. Очерет Н.П. Биоиндикация качества воды по видовому составу гидробионтов // Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. (Майкоп, 16–20 мая 2011 г.). – Майкоп: Издатель: Магарин Олег Григорьевич, 2011. – С. 168–172.
16. Результаты гидробиологических исследований в среднем течении р. Оки / Д.М. Палатов, А.А. Новичкова, А.Д. Быков // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. – 2019. – № 38. – С. 267–292.
17. Пухнаревич Д.А. Зообентос нижнего течения реки Оки // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2013. – № 1–1. – С. 128–135.
18. Пухнаревич Д.А., Есипёнок А.Ю. Таксономический состав и структурные характеристики зообентоса Чебоксарского водохранилища // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. – 2014. – № 4–1. – С. 233–240.
19. Семерной В.П. Зообентос водоемов Некрасовской поймы Ярославской области // Экология и рациональное природопользование: мат-лы Всерос. науч.-практич. конф. (Ярославль 12–16 сентября 2017 г.). – Ярославль: Ярославский гос. ун-т им. П.Г. Демидова, 2017. – С. 141–145.
20. Вплив антропогенної трансформації навколишнього середовища на стан прісноводної малакофауни України / А.П. Стадниченко, А.М. Богачева, Ю.В. Шубрат // Вісник ЖНАБУ. – 2008. – № 1. – С. 139–147.

21. Фролова Е.А., Баянов Н.Г. Обзор фауны водных беспозвоночных (бентоса, мейобентоса и нейстона) Нижегородской области и сопредельных регионов // Инженерные технологии и системы. – 2010. – № 1. – С. 33–41.
22. Гельминты бесхвостых земноводных (Amphibia, Anura) мордовского заповедника / И.В. Чихляев, А.Б. Ручин, А.И. Файзулин // Труды Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича. – 2015. – № 14. – С. 376–388.
23. Шалапенко Е. С. Краткий определитель водных беспозвоночных животных: учеб. пос. / Е.С. Шалопенок, Ж.Е. Мелешко. – Мнинск: БГУ, 2005. – 243 с.
24. Шихова Т.Г. Моллюски – промежуточные хозяева гельминтов промысловых млекопитающих Вятского региона // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства: мат-лы Междунар. науч.-прак. конф. – Киров: ВНИИОЗ, 2007. – С. 483–485.
25. Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Pachauri R.K. [et al.] // Ipcc. – 2014. – P. 384–392.
26. Clustered versus catastrophic global vertebrate declines / B. Leung [et al.] // Nature. – 2020. – Vol. 588, № 7837. – P. 267–271.
27. Complex long-term biodiversity change among invertebrates, bryophytes and lichens / C. L. Outhwaite [et al.] // Nature Ecology & Evolution. – 2020. – Vol. 4, № 3. – P. 384–392.
28. Leigh C., Datry T. Drying as a primary hydrological determinant of biodiversity in river systems: A broad-scale analysis // Ecography. – 2017. – Vol. 40, № 4. – P. 487–499.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ЮГА РОССИИ

Богачева Анастасия Ивановна, Коханистая Наталия Валерьевна
Южный федеральный университет, г. Ростов-на-Дону
E-mail: nbogacheva2013@mail.ru

Рассмотрены экологические особенности европейского Юга России. Проведен анализ минеральных, земельных, водных, рекреационных и рыбных ресурсов исследуемой территории с целью выявления экологических проблем. Изучены экологические проблемы городов и урбанизированных территорий. Предложены основные направления решения выявленных проблем на Юге России.

Ключевые слова: минеральные ресурсы, земельные ресурсы, водные ресурсы, экологическая обстановка, рекреационные ресурсы, рыбные ресурсы, природные ресурсы, экологические проблемы

ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF THE SOUTH OF RUSSIA

Anastasia I. Bogacheva, Natalia V. Kokhanistaya
South Federal University, Rostov-on-Don
E-mail: nbogacheva2013@mail.ru

The ecological features of the European South of Russia are considered. The analysis of mineral, land, water, recreational and fish resources of the study area was carried out in order to identify environmental problems. The ecological problems of cities and urbanized territories have been studied. The main directions for solving the identified problems in the South of Russia are proposed.

Keywords: mineral resources, land resources, water resources, ecological situation, recreational resources, fish resources, natural resources, environmental problems

Экологические проблемы Юга отличаются большой сложностью и многообразием, что обусловлено практически полным вовлечением в хозяйственный оборот всех известных видов природных ресурсов, распространенных на территории Юга России. В связи с развитием производительных сил, ростом экономического потенциала региона, появлением новых видов производства и деятельности возникли и возникают новые проблемы, которые следует решать.

Минеральные ресурсы. На всех стадиях изучения месторождений полезных ископаемых, от поисков до стадии детальной разработки наблюдается активное загрязнение почв вблизи горных выработок (буровые скважины, шурфы, канавы), в связи с прокладкой дорог особо крупные нарушения природной среды связаны с эксплуатацией нефтяных, газовых и угольных месторождений. Для Ростовской части угольного Донбасса характерным элементом пейзажа являются терриконы (города Шахты, Новошахтинск). Сильное воздействие на окружающую природную среду оказывают отвалы горнодобывающих комбинатов в районах действующих рудников (Садон, Бурон, Тырныауз, Уруп и другие), отвалы химических (г. Невинномысск) и металлургических (г. Таганрог) комбинатов. Особую сложность вызвало открытие карьера по добыче вольфрамовых руд в районе Тырныаузского месторождения в Кабардино-Балкарии. Карьер был открыт на высоте 2 300 м, на склоне хребта Унау-Тырныауз-Тау.

Пылевые частицы от взрывов поднимались на значительную высоту и рассеивались над ледниками и альпийскими лугами уникального рекреационного комплекса Приэльбрусья. Существенные экологические проблемы характерны для района Кавказских Минеральных вод, подвергнутому в 1950–1960-е гг. крупномасштабному горно-геологическому воздействию.

Земельные ресурсы в регионе деградируют, в основном, по двум причинам. Первая обусловлена продолжающимся изъятием сельхозугодий в связи с ростом городских агломераций, строительством линейных сооружений, нефтегазопроводов, дорог и пр. Вторая причина связана с продолжающейся эрозией и дефляцией почв, приводящее к их дегумификации. В последние годы особенно возросло загрязнение почв тяжелыми металлами вблизи городов, промышленных предприятий, прежде всего металлургических заводов. Шлейфы газовых выбросов, как показали исследования [1], распространяются на сотни километров. Так, выбросы Невинномысского химкомбината, перемещаясь на расстояние 100–200 км, оседают, в основном, в районе Кавказских Минеральных вод, снижая продуктивность сельхозугодий почти на 30 %. Особый вред приносит слабоконтролируемое выращивание овощей частными производителями, активно применяющими чрезмерные количества химических ингредиентов.

Водные ресурсы продолжают активно загрязняться на всей территории региона. В ряде случаев в речных водах (рек Дон, Кубань, горные реки) отмечено в последние годы уменьшение содержания ряда металлов, но эта тенденция связана с временным спадом производства. Особую тревогу вызывает сложная экологическая обстановка, сложившаяся в устьевых частях рек и береговой зоне морей.

Рекреационные ресурсы, составляют второй, после земельных, стратегический резерв развития хозяйственного комплекса Юга России. Тем не менее, практически, во всех основных курортных районах округа из-за попустительства местных руководителей продолжается чрезмерная застройка склонов, нарушающих ландшафтную эстетику (районы КМВ, Большие Сочи и пр.). Загрязнение морских акваторий приняло угрожающий характер из-за строительства новых портов, расширения старых (г. Новороссийск), увеличения танкерных перевозок нефти, развития морского бурения, строительства подводных нефтегазопроводов [2].

Нерациональная вырубка лесов, загрязнение воздушной среды усиливает дефляционные процессы в курортных зонах, отрицательно воздействует на уникальную фауну и флору.

Особенную тревогу вызывает загрязнение воздушной среды в районе Большие Сочи, Новороссийска и других городов Черноморского побережья. Строительство объездной дороги в районе Большие Сочи чрезвычайно затянулось, а количество транспорта увеличилось в последние три года почти в два раза.

Рыбные ресурсы в регионе значительно уменьшились в связи с существенным загрязнением вод. Отрицательным фактором явилась зарегулированность стока основных водных артерий региона – Волги, Дона, Кубани, нерационального отлова и браконьерства.

Другие природные ресурсы – лесные, пастбища и сенокосы, ресурсы живой фауны также подверглись существенной деградации и требуют принятия неотложных мер по рекультивации.

Особое значение в регионе в последние годы получили экологические проблемы городов и урбанизированных территорий. Эти проблемы имеют застаревший характер и требуют принятия радикальных мер. К ним относится закрытие вредных производств, расположенных в пределах городов или вынос этих производств за черту городов. В ряде городов такой процесс начинает получать значительное развитие. Так, в Ростове-на-Дону за черту города вынесены цеха химического предприятия «Эмпилс», в настоящее время из центральной части города в отдаленную зону левобережья Дона перемещается производство известного в стране АО «Донской Табак».

В целом в связи с интенсивным развитием социально-экономической инфраструктуры ЮФО экологические проблемы требуют постоянного внимания и вложения средств в их решение. Снижение масштабов загрязнения благотворно скажется на здоровье людей, производстве высококонъюнктурных экологически чистых продуктов питания, существенно расширит привлекательность региона как самой крупной в стране курортно-рекреационной системы [3].

Основные направления решения экологических проблем Юга России:

1. Усиление требований экологической экспертизы с целью получения всесторонней информации о возможных экологических последствиях.
2. Увеличение штрафных санкций к предприятиям, загрязняющих природную среду, особенно в рекреационных районах (Большие Сочи, Приэльбрусье, КМВ и пр.).
3. Перевод предприятий региона на газовое обеспечение.
4. Модернизация и строительство новых современных очистных сооружений.
5. Получение предприятиями и организациями международных сертификатов качества и соответствия нормам охраны окружающей среды И-900 и И-1400 или проведение работ по подготовке предприятия к их получению.
6. Усиление экологического контроля автотранспорта, трубопроводного и железнодорожного транспорта.
7. Сдерживание от проникновения на территорию ЮФО потенциальных крупномасштабных источников загрязнения (АЭС, нефте- и газопроводы и пр.) [2].

Список литературы

1. Орёлкина Д.И., Петелин А.Л., Дмитриев И.Э., Подгородецкий Г.С., Юсфин Ю.С. Газовые выбросы металлургических предприятий. Зоны влияния в приземных слоях атмосферы // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4–6. – С. 1062–1068. – URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=9133> (дата обращения: 04.04.2022).
2. Хованский А.Д., Богачев И.В., Баян Е.М. Экологическая безопасность (методы оценки и обеспечения): учебное пособие / А.Д. Хованский, И.В. Богачев, Е.М. Баян – Ростов н/Д: ЮФУ, 2015. – 162 с.
3. Экологическая безопасность и охрана окружающей среды в регионах России: теория и практика: мат-лы II Всерос. науч.-практ. конф. (г. Волгоград, 17–18 нояб. 2016 г.) / редкол.: Е. А. Иванцова (отв. ред.); Волгоградский гос. ун-т, Обществ. орг. «Волгогр. гор. клуб д-ров наук». – Волгоград: ВолГУ, 2016. – 686 с.

ТУРИЗМ И КРАЕВЕДЕНИЕ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ

О ЕДИНЕНИИ ГЕОГРАФИИ

Голубчиков Юрий Николаевич, канд. геогр. наук,
ведущий научный сотрудник
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова
E-mail: golubchikov@list.ru

Статья посвящена туристско-краеведческому потенциалу преодоления разобщенности географии на физическую и экономическую. Рассматриваются возможности интеграции на основе ландшафтотерапии, руссиеведения, антропоного принципа. Туристическая география выдвигается как наука об аксиологических (ценностных) и образовательно-оздоровительных ресурсах географической среды.

Ключевые слова: география, туризм, краеведение, ландшафтотерапия, руссиеведение, философия

ON THE UNITY OF GEOGRAPHY

Yuri N. Golubchikov, Ph.D., Leading Researcher
Lomonosov Moscow State University
E-mail: golubchikov@list.ru

The article is devoted to the tourism and local lore potential of overcoming the separation of geography into physical and economic. The possibilities of integration on the basis of landscape therapy, Russian studies and anthropic principle are considered. Tourism geography is introduced as the science of axiological (value) and educational and recreational resources of the geographical environment.

Keywords: geography, tourism, local history, landscape therapy, Russian studies, philosophy

Введение. География важнейшая и универсальная дисциплина университетского образования, поскольку пребывает и в естественных, и гуманитарных науках. К сожалению, в отечественном образовании есть курс физической географии и курс экономической географии. Это два разных курса, изучать их возможно совершенно порознь, они никак не следуют друг из друга. Нет на географических факультетах аналогов курсов «общей геологии» или «региональной геологии», как на геологических факультетах.

Привычное со школьной скамьи деление географии на физическую экономическую сложилось у нас в стране с тридцатых годов прошлого века. Тогда в основу естественных наук, к каким была причислена физическая география, выдвигался диалектический материализм. В основу общественных дисциплин, включая географию человека были поставлены принципы исторического материализма и политэкономии. Все науки, те, что не вписывались в эту схему, были причислены к нежелательным [1].

Исчезли такие естественно-гуманитарные дисциплины как антропогеография, краеведение, россияведение. Из многомерной географии человека выжила только экономическая география, но в ней не осталось природы, есть только природные ресурсы. В физической географии на месте человека остался лишь антропогенный фактор.

Постановка задачи. Ставится задача преодоления разобщенности физической и экономической географии посредством гуманитарной географии и ее части туристической географии. Гуманитарная география включает обширное поле дисциплин, которые не соотносятся ни с той, ни с другой ветвями географии. В физической географии гуманитарного географа интересует человек, а в экономической и социальной географии – природа. Чем ближе исследование к естественно-гуманитарной оси географической науки, тем больше оно приобретает гуманитарно-географический характер [2]. Ниже рассмотрим главные, на наш взгляд, из оснований единения географии.

О единение географии в походе. В ходьбе ум, тело и мир сливаются в единое целое. Ничуть не хуже руль велосипеда, скольжение лыж, весло в руке. И уж подавно преодолевает путешествие разобщённость физической и экономической географии. Более того, оно наиболее полным образом включает в ландшафт человека с его опытом и эмоциональной наполненностью.

Пандемия усилила значение того, что рядом с домом, и краеведение может теперь составить душу и сердце школьного образования. Однако, ныне оно уходит из географии в сферу исторической науки. При этом волей-неволей исследует не столько день сегодняшней, сколько прошлое, нередко достаточно отдаленное. Чтобы сохранить краеведение в лоне географической науки его необходимо соотнести оздоровлением.

К ландшафтотерапевтической интеграции. С пандемией обучение на свежем воздухе приобретает особое значение. В нем стерилизуются все инфекции и укрепляется иммунитет. Все вредное и выдыхаемое вбирают в себя растения, преобразуя в целительный кислород. Таким же образом перенимают они и болезни.

Такое обучение не синоним лечения. С лечением связан медицинский туризм, санаторно-курортное оздоровление. «Лечение ландшафтом» наиболее полно воплощает ландшафтотерапия. Целью ландшафтотерапии, как туризма в целом, можно считать повышение качества жизни даже если идет оно наперекор болезням и недугам.

Ландшафтотерапия как средство исцеления доступно каждому, поскольку каждый живет в той или иной географической среде или ландшафте. Есть разные трактовки ландшафта. Применительно к ландшафтотерапии будем использовать самую старинную и устойчивую из них, как синоним пейзажа, или внешнего вида местности. Ей следовали Ю.К. Ефремов, В.П. Семенов-Тянь-Шанский, А. Гумбольдт.

Доверяя своим ощущениям, опыту и интуиции, каждый может установить для себя целительную силу тех или иных ландшафтов. Ведь сколько людей, столько и болезней, а лечат их всех по стандартным схемам. «Собственные

наблюдения человека над тем, от чего ему польза и от чего вред, – вот вернейшее средство сберечь здоровье», – писал Френсис Бэкон [3].

Об аксиологии красоты. Следование природе и есть здоровье, а законы природы – это законы красоты. Отсюда вытекает, что целебны наиболее красивые места. Природа «проявляет себя в своих прекрасных продуктах как искусство не только случайно, но как бы преднамеренно» для нас «поскольку мы нигде вне нас эту цель не обнаруживаем», замечал И. Кант [4, с. 174].

Географическая среда переполнена ресурсами красоты. А красота важнейшая ценность любой страны, не меньшая богатства ее недр. Однако, среди значимых географических характеристик территории она нигде не фигурирует, в российской географии ее как бы нет, она нигде не учитывается.

В условиях пандемии самое время осознать целебное значение красивых ландшафтов. «Прекрасный ландшафт есть дело государственной важности. Он должен охраняться законом» – утверждал К.Г. Паустовский [5, с. 295].

Самые живописные, монументальные и широкопанорамные виды природы обычно приурочены к местам былых сокрушительных катастроф. «Лучшие красоты природы создались на месте бывших потрясений Земли. Вы знаете восторг перед скалами, пропастями, живописными путями старой лавы. Изумляетесь кристаллам и морщинам каменных цветных наслоений. Бесконечную красоту дают конвульсии космоса» [6, с. 55]. Красивы и формы рельефа, относимые к древнеледниковым, которые мы рассматриваем как возникшие в результате волнового воздействия мегацунами, о чем и повествуют предания народов всего мира.

Как науку об аксиологических (ценностных) и образовательно-оздоровительных ресурсах географической среды мы выдвигаем туристическую географию [7]. Если в природопользовании в центре внимания находится воздействие человека на географическую среду, в фокусе гуманитарной географии (географии человека/ антропогеографии) лежит воздействие географической среды на человека, то в туристической географии центр смещается на восприятие человеком географической среды. Вновь обращается внимание на исходную близость географии и эстетики [8].

О россияведении. Для авторитета любого государства конструирование притягательного портрета своей страны и ее ландшафтов сегодня становится поважнее военно-экономического могущества. На этот заказ ежегодно выделяются средства, входящие в число приоритетных расходных статей государственного бюджета. Из всех отраслей экономики больше всех заинтересована в возвышении своей страны ориентированная на внутренний въезд туриндустрия. Одной из главных ее задач является имиджевое продвижение России в мировом информационном пространстве. Прививать любовь к своей стране и ее красоте – это также кратчайший путь к социализации и оздоровлению людей. И главную задачу россияведения усматриваем в повышении качества жизни россиян.

В советской и постсоветской географии россияведение, как и многие другие антропогеографические и страноведческие направления, оказалось уступленным социологам, историкам, журналистам-международникам. В МГУ рос-

сиеведение преподается на факультете иностранных языков, а должно составлять фокус географического образования. Это тоже следствие дуализма отечественной географии.

В отечественной географии исчез человек. Остались лишь население и антропогенный фактор. «Человека забыли!!!» – восклицал Н.Н. Баранский [9, с. 21]. Не нашлось в географии места для «географии человека». Во всей науке не нашлось. Нет в ней такой науки человековедения. «Специальные науки, занимающиеся человеком и все возрастающие в своем числе, скорее скрывают сущность человека, чем раскрывают ее», – подмечает философ И.А. Пфаненштиль [10, с. 5].

Из географических отечественных изданий выпали живые описания природы и человека. Но в текущем мире на место эволюционных фаз развития на первый план все более выходят различия региональные, страновые и континентальные. Возрастает значение туристско-географических описаний. От физико-географических и экономико-географических характеристик они отличаются наполнением информацией из повседневности (рекламой, путеводителями), публицистичностью и журнализмом.

Современный туристо-географ напоминает чем-то философа. А «современный философ уже не может работать так, как работали в XIX–XX вв. Он не имеет право писать огромные тексты с пустыми смысловыми воронками и с чудовищно развитой терминологией. Хотя бы потому, что такие тексты никто никогда не прочтет в силу того простого факта, что ни у кого более не будет времени на чтение. Философские тексты должны быть компактны, с плотной смысловой упакованностью и при этом они должны быть литературными текстами, т. е. они должны радовать, смешить, огорчать и очаровывать» [11, с. 6].

Антропный принцип. Физическая и экономическая географии традиционно близки к материальному осмыслению мира и материального производства. Лежащее в основе прилагательного «гуманитарной географии» духовное начало вооружает её более тонкой когнитивной оптикой. Отсюда нагляднее вытекает единство человеческого и земного. В ее основе отчетливее прослеживается «антропный принцип», утверждающий слитность природы и человека. Нужно также иметь в виду и то, что гносеологически география в своей истории, так или иначе, следовала канонам физических наук. Каковой была физика, таковой становилась и физическая география, а за нею и вся география в целом.

В XX веке в основу физики были положены фундаментальные догматы о случайности и механистичности мироздания («мир-автомат», «вселенная – заведенные часы»). Картина мира аппроксимировалась простейшими законами природы (законы Кеплера – Ньютона, закон Ома), эволюцией и актуализмом. Открывшаяся невероятная антропность мира аппроксимируется скорее компьютером с его программами, настроенными на пользователя. Издревле такие программы именовались молитвами.

Антропный принцип ввел субъекта в макромир Вселенной. Туризм же внедряет субъекта в окружающий нас мезомир, мир географии. Смысл знаний вновь становится субъекто-(человеко-)мерным. Вся наука, а вслед за ней и вся культура должны, следуя развитию современной физики, отказаться от фунда-

ментального догмата о случайности, положенного в основу современной научной идеологии.

Вопросы устойчивости земной биосферы волнуют нас не только из любознательности. В зависимости от даваемых ответов на ее причины получаем не только различную картину мироздания, но и по-разному видим мир. Или мы – хаотическая песчинка на краю бездушной Вселенной, или все вращается ради нас. От этих представлений выстраивается не только мораль, но и само счастье человечества.

Философской основой гуманитарной географии выдвигается приложение антропоцентричного принципа к Земле, биосфере и человеку [12]. Мир уже не может быть истолкован с позиции редукционизма, эмпиризма, актуализма, атеизма, позитивизма, механистического материализма. Нужна новая методологическая перевооруженность наук о Земле.

Выводы. Туристическая и гуманитарная география интегрируют постдисциплинарный процесс переориентации географии и экологии от преобразования природы и ее охраны к преобразованию человека и его спасению.

Список литературы

1. Баранский Н.Н. Страноведение и география физическая и экономическая // Н.Н. Баранский. Избранные труды. Научные принципы географии. – М.: Мысль, 1980. – С. 18–51.
2. Бэкон Ф. Опыты // Ф. Бэкон. Сочинения: в 2 т. – М.: Мысль (Философское наследие), 1978. – Т. 2. – 575 с.
3. Гиренок Ф.Г. Фигуры и складки. – 2-е изд. – М.: Академический Проект, 2014. – 244 с. (Философские технологии: hic et nunc).
4. Голубчиков Ю.Н. Основы гуманитарной географии. – М. Инфра-М, 2011, переиздания 2013, 2015, 2017. – 364 с. – URL: https://studref.com/364640/geografiya/osnovy_gumanitarnoy_geografii.
5. Голубчиков Ю.Н. Гуманитарно-географические основы образования, оздоровления и туризма. – М.: Диалог культур, 2021. – 352 с.
6. Голубчиков Ю.Н. Антропоцентричный принцип в возвращении телеологии // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы: мат-лы IV Междунар. науч.-практич. конф. (г. Астрахань, 26 ноября 2021 г.) / сост.: Е.А. Колчин, Н.С. Шуваев. – Астрахань: Астраханский государственный университет, 2021. – С. 7–11.
7. Дронин Н.М. Эволюция ландшафтной концепции в русской и советской физической географии. – М.: ГЕОС, 1999. – 232 с.
8. Кант И. Критика способности суждения. – М.: Искусство, 1994. – 367 с. (Серия История эстетики в памятниках и документах).
9. Николаев В.А. Ландшафтоведение: Эстетика и дизайн: учеб. пособие. – М.: Аспект Пресс, 2005. – 176 с.
10. Паустовский К.Г. Письма из Тарусы / К.Г. Паустовский. Собр. соч. Литературные портреты, Очерки. Заметки. – 1970. – 447 с. – URL: <http://paustovskiy-lit.ru/paustovskiy/mesta/tarusa/pisma.htm>.
11. Пфаненштиль И.А. Геополитические аспекты глобализации в контексте цивилизационных перспектив человечества // Профессиональное образование в современном мире. – 2016. – Т. 6, № 1. – С. 40–47. – DOI: 10.15372/PEMW20160106.
12. Рерих Н.К. Цветы Мории. Пути Благословения. Сердце Азии. – Рига: Виеда, 1992. – 261 с.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ В МЕНЕДЖМЕНТЕ ТУРИЗМА: ОРГАНИЗАЦИЯ ОНЛАЙН МЕРОПРИЯТИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Миниярова София Фаритовна

Московский областной филиал Российской академии народного хозяйства
и государственной службы при Президенте РФ

E-mail: s.miniyarova@mail.ru

В данной статье предложена методика организации туристического экологического мероприятия с использованием цифровых технологий, также туристический маршрут «Тропами окрестностей Красногорска: парки и реки».

Ключевые слова: экологический туризм, организация онлайн мероприятия, веб конференция, прохождение туристического маршрута

DIGITAL TRANSFORMATION IN TOURISM MANAGEMENT: ORGANIZATION OF ONLINE ENVIRONMENTAL EVENTS

Sofia F. Miniyarova

Moscow regional branch of the Russian Presidential Academy
of National Economy and Public Administration

E-mail: s.miniyarova@mail.ru

This article proposes a methodology for organizing a tourist ecological event using digital technologies. And also a tourist route "Trails of the surroundings of Krasnogorsk: parks and rivers" is proposed.

Keywords: ecotourism, organization of online events, web conference, passage of a tourist route

В настоящее время развитие цифровых технологий позволяет проводить различные мероприятия онлайн, используя одну из платформ для презентаций, онлайн-встреч и веб-конференций через интернет [6, 7].

В связи с карантинными ограничениями студенческая молодежь была лишена возможности участвовать в социальной жизни академии. Для привлечения студентов к активной деятельности в физкультурно-оздоровительной и социальной сфере мы предложили ряд мероприятий с использованием цифровых технологий [5].

Одним из предложенных нами направлений – студенческий туризм по Подмосковию. На сегодняшний день, большинство предлагаемых туристических маршрутов по Подмосковию связано со знакомством туристов с историко-культурными памятниками и достопримечательностями старинных городов региона [3, 8].

Мы предлагаем среди студентов развивать экологический туризм, менеджмент которого направлен на экологическое образование (повышение культуры взаимодействия с природой), зеленый маркетинг (активная защита природы), здоровье (реакционный потенциал природы) и экономику (социально-экономическое развитие территории) [4].

Цель нашего исследования: разработать методику организации туристического мероприятия экологической направленности с использованием цифровых технологий.

Основными этапами организации туристического мероприятия являются: подготовительный (определение цели похода, разработка маршрута, подбор оборудования, оформление документации и т.п.), практический (проведение турпохода), аналитический (составление отчета, подведение итогов, обсуждение участников и т.п.) [2, 11].

Кроме этого, следует учитывать обязательные атрибуты при организации мероприятий, такие как участники, место, время, цели и действия [9, 10].

Используя современные подходы в менеджменте, мы разработали методику организации туристического мероприятия экологической направленности с использованием цифровых технологий (табл.).

Таблица

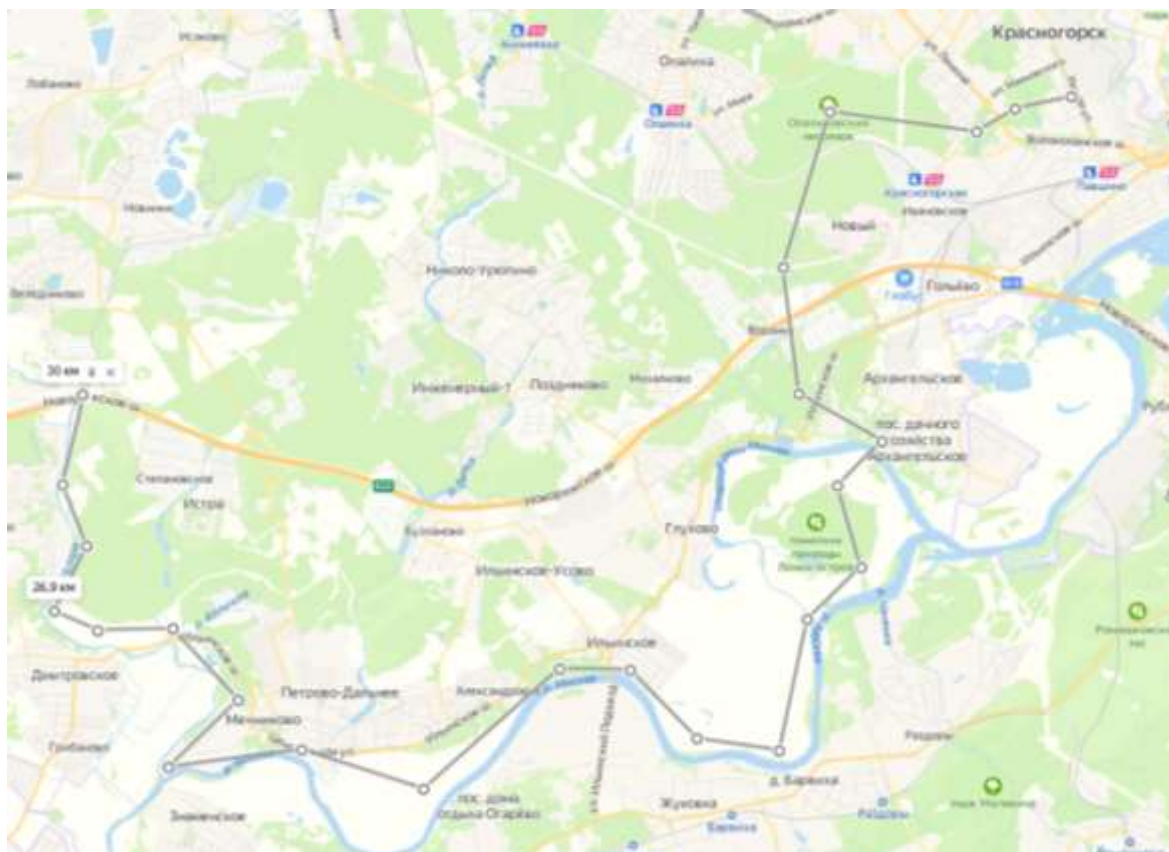
Методика организации туристического мероприятия экологической направленности с использованием цифровых технологий

Этапы	Характеристика этапов мероприятия
Подготовительный	<i>Участники:</i> организаторы, инструктор, студенты. <i>Время:</i> за 1 мес. до начала онлайн мероприятия. <i>Цель:</i> подготовить и провести предварительное прохождение маршрута. <i>Место:</i> по разработанному туристическому маршруту. <i>Действия:</i> 1) разработать туристический маршрут; 2) подготовить оборудования для прохождения и фото- и видеосъемки; 3) прохождение маршрутом, фото- и видеосъемка; 4) подготовка мультимедийных материалов; 5) организация рекламы будущего мероприятия среди студентов на странице соц. сети и мессенджере группы организаторов; 6) студенты знакомятся с предварительными информационными материалами о походе
Практический	<i>Участники:</i> первая команда организаторов «Волки» (тур/группа, инструктор); вторая команда «Совы» (информационная поддержка); студенты; все желающие поучаствовать в мероприятии. <i>Время:</i> назначенное время онлайн мероприятия. <i>Цель:</i> проведение онлайн трансляции мероприятия по прохождению туристического маршрута. <i>Место, способ коммуникации:</i> маршрут, онлайн, веб конференция. <i>Действия:</i> 1) команда «Волки» проходит туристический маршрут; реагирует на отзывы студентов; 2) команда «Совы» организует онлайн-трансляцию; помогает студентам с мультимедийными материалами, отвечает на вопросы, корректирует движение команды «Волки»; 3) студенты активно участвуют в онлайн прохождении маршрута через веб конференцию: корректируют движение команды «Волки»; спрашивают об интересных деталях маршрута; задают вопросы командам
Аналитический	<i>Участники:</i> организаторы, инструктор, студенты. <i>Время:</i> в назначенное время, после проведения турпохода. <i>Цель:</i> проанализировать особенности маршрута и обсудить обозначенные экологические проблемы. <i>Место, способ коммуникации:</i> онлайн, на странице соцсети и мес-

Этапы	Характеристика этапов мероприятия
	сенджере группы организаторов. <i>Действия:</i> 1) групповое обсуждение сложностей, особенностей, интересных мест и экологических проблем туристического маршрута; 2) проанализировать пути решения экологических проблем и определить участие каждого в их решении; 3) запланировать мероприятия по снижению выявленных экологических проблем на пройденном маршруте и организации новых туристических походов

На подготовительном этапе организаторы с инструктором проводят предварительный проход по разработанному маршруту и готовят мультимедийные материалы, студенты – знакомятся с предварительными информационными материалами о походе. На практическом этапе организаторы проводят прохождение туристического маршрута и осуществляют его онлайн трансляцию в живом эфире, студенты через веб конференцию активно участвуют в прохождении маршрута и корректируют движение мини-группы. На заключительном этапе проводится групповое обсуждение сложностей, особенностей, интересных мест и экологических проблем туристического маршрута. После обсуждения предлагаются действия по решению выявленных экологических проблем, которые будут осуществляться после снятия карантинных ограничений (табл.).

Нами были разработаны несколько туристических маршрутов по Подмоскovie для практического применения предложенной методики. Для примера, мы предлагаем карту-схему с разбором некоторых характеристик туристического маршрута «Тропами окрестностей Красногорска: парки и реки» (рис.).



**Рис. 1. Карта-схема туристического маршрута
«Тропами окрестностей Красногорска: парки и реки»**

Можно выделить несколько характеристик туристического маршрута «Тропами окрестностей Красногорска: парки и реки». Начальная точка маршрута: ул. Речная, г. Красногорск (академия), конечная – пересечение реки Истра с Новорижским шоссе. Протяжённость маршрута – 30 км, время прохождения – 1–2 дня. Основные точки маршрута: Городской парк, Опалиховский лесопарк, Юсуповский парк, музей-усадьба «Архангельское», старица р. Москвы, памятник природы «Лохин остров», берег р. Москвы, устье р. Истра, берег р. Истры.

Основной особенностью разработанной методики организации туристического мероприятия экологической направленности с использованием цифровых технологий является возможность студентам активно участвовать в решении экологических проблем даже в период карантинных ограничений. Кроме этого, данная методика может использоваться при организации мероприятий для людей с ограниченными возможностями.

Список литературы

1. Методические рекомендации по организации и проведению туристских походов с обучающимися / М.М. Бостанджогло, Ю.В. Константинова, Ю.С. Константинов, А.Г. Маслов, В.И. Омельченко, И.И. Панов. – М.: Канцлер, 2015. – 24 с.
2. Гуляев В.Г. Туризм: экономика и социальное развитие. – М.: Финансы и статистика, 2003. – 302 с.
3. Жербак М.Ю. Пешком по Подмоскovie. – М.: АСТ, 2020. – 256 с.
4. Основы менеджмента экологического туризма / В.П. Кекушев, В.П. Сергеев, В.Б. Степаницкий. – М.: МНЭПУ, 2001. – 60 с.
5. Миниярова С.Ф. Цифровые технологии при организации мероприятий студенческого спортивного клуба // Спорт, туризм, сервисная деятельность в условиях цифровой трансформации: мат-лы II Междунар. науч.-практич. конф. – М.: РУТ (МИИТ), 2022.
6. Информационное обеспечение туризма / Н.С. Морозова, А.Д. Чудновский, М.А. Жукова, Л.А. Родигин. – М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. – 288 с.
7. Радыгина, Е.Г. Адаптация ивент-организаций к коронакризисным ограничениям // Международный научно-исследовательский журнал. – 2021. – № 2–2 (104). – С. 75–79.
8. Рассохин О.О. Подмосковье пешком: самые интересные прогулки по Московской области. – М.: Эксмо, 2018. – 256 с.
9. Сондер М. Ивент-менеджмент: организация развлекательных мероприятий : техники, идеи, стратегии, методы / пер. с англ. [Д. Скворцова]. – М.: Вершина, 2006. – 543 с.
10. Event-менеджмент / У. Хальцбаур, Э. Йеттингер, Б. Кнаузе, Р. Мозер, М. Целлер; пер. с нем. [Т. Фомина]. – М.: Эксмо, 2007. – 384 с.
11. Менеджмент туризма / А.Д. Чудновский, Н.В. Королев, Е.А. Гаврилова, М.А. Жукова, Н.А. Зайцева. – М.: Федеральное агентство по туризму, 2014. – 576 с.

КУЛЬТУРНЫЙ ТУРИЗМ ТАМБОВСКОЙ ОБЛАСТИ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ: ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Инякина Елена Евгеньевна

Тамбовский государственный университет им. Г.Р. Державина

E-mail: tambovrgo@mail.ru

В статье раскрываются особенности развития и перспективы культурно-познавательного туризма Тамбовской области в современных условиях.

Ключевые слова: культурное наследие, культурный туризм, проблемы и перспективы развития в условиях санкций

CULTURAL TOURISM OF THE TAMBOV REGION IN MODERN CONDITIONS: PROBLEMS AND PROSPECTS OF DEVELOPMENT

Elena E. Inyakina

Tambov State University named after G.R. Derzhavin

E-mail: tambovrgo@mail.ru

The article reveals the features of the development and prospects of cultural and educational tourism of the Tambov region in modern conditions.

Keywords: cultural heritage, cultural tourism, problems and prospects of development under sanctions

В настоящее время, несмотря на сложную ситуацию в России и мире в целом, некоторые отечественные отрасли получили серьезный стимул к своему развитию. В ряде таких отраслей находится и внутренний туризм. Туризм с каждым годом занимает все более значимую роль в регионах России и является перспективной отраслью для их устойчивого развития.

Введенные санкции привели к изменению структуры и направлений туристических потоков. До введения санкций, основные потоки туристов устремлялись за границу России, при этом процент внутреннего туризма был незначительным, сегодня, по мнению многих аналитиков, введенные санкции значительно улучшили и расширили развитие сферы туризма внутри России.

Для того, чтобы граждане России стремились и дальше отдыхать в своей стране необходимо, чтобы российские регионы были благоприятны для разных видов туризма. И по критерию «цена – качество» они не должны уступать мировым туристским центрам.

Главной задачей стабилизации рынка туристских услуг в регионах России в условиях санкций является трансформация к «импортозамещению», т.е. переориентации отечественного туристского комплекса с выездного на внутренний туристический поток [1]. Поэтому большое внимание следует уделять формированию положительного туристского имиджа российских регионов, подкрепленного конкретными действиями государства и бизнеса в части развития

в этих регионах туристской инфраструктуры. Лишь тогда свое главное конкурентное преимущество – природные и социокультурные контрасты, позволяющие развивать любые виды туризма в разных местах и в любое время года – Россия сможет использовать в полном объеме.

Одним из востребованных и динамично развивающихся видов туризма является культурный туризм, он остается таковым благодаря стремлению туристов к новым впечатлениям, увлечению фото- и видеосъемкой, стимулируемых развивающимися информационными и коммуникационными технологиями.

Культурное наследие – это совокупность объектов и явлений, которая связана с деятельностью человека, является ее результатами материального и нематериального характера и представляет собой ресурсный потенциал прошлых эпох общественного развития. Культурный туризм подразумевает активное использование туристских ресурсов как материальных (памятники археологии, этнографические, объекты культовой, гражданской и ландшафтной архитектуры, исторические города и местности, сельские поселения, музеи, театры, выставочные залы, народные промыслы и ремесла, центры прикладного искусства, социокультурная инфраструктура), так и нематериальных (обычаи, традиции, обряды, фольклор, устное народное творчество). Постепенно это наследие осознается в качестве специфического ресурса территории.

Только немногие иностранные туристы и наши соотечественники представляют, что на территории большинства регионов России находятся уникальные археологические, этнографические, исторические, архитектурные и природные памятники. Эти памятники представляют собой огромный культурный потенциал для развития туризма в регионах страны. Введение в туристский оборот местных достопримечательностей даст толчок именно для развития культурного туризма, который востребован во всем мире [3].

Культурное наследие является основополагающей частью в организации и устойчивом развитии туризма Тамбовской области. Культура и туризм в Тамбовской области в настоящее время рассматриваются как важные составляющие инновационного развития региона.

Регион обладает многими перспективными возможностями развития различных видов туризма. За последние пять лет в регионе реализован ряд крупных инвестиционных проектов: построены и введены в действие парк-отель «Плес», гостиница «Белгравия», отель MD в Мичуринске, гостиница и ресторан «Мега» в Моршанске, эко-комплекс «Берёзка» в Тамбовском районе. Получил дальнейшее развитие Центр развития садоводства имени В.Г. Муханина. Завершается строительство культурно-выставочного комплекса с гостиницей и кафе в Мичуринске. Созданы новые объекты туристического показа федерального значения: мемориальный народный музей архиепископа Луки и информационно-выставочный центр «Пигмент».

Главным локомотивом, который увеличивает туристический поток, является событийный туризм. Ежегодно в регионе проводится 6 международных, 10 всероссийских и более 50 областных событийных мероприятий. Международный музыкальный фестиваль имени Рахманинова и традиционные игры «Атмановские кулачки», театральные фестивали имени Рыбакова и фестиваль

хоровой музыки «Песни над Цной», Покровская ярмарка и фестиваль духовых оркестров имени Агапкина и Шатрова, рок-фестиваль «Чернозем» и День садово-вода – эти события приобрели национальный масштаб и собирают десятки тысяч зрителей. Число участников событийных мероприятий с 2015 г. выросло в 3 раза. Так, фестиваль «Песни над Цной» собирает более 13 тыс. зрителей, Покровская ярмарка до пандемии – 175 тыс.

На территории области располагается 1 370 объектов культурного наследия, в том числе 84 – с федеральным статусом, 352 – с региональным; 176 православных храмов и 6 монастырей; 33 музея системы Министерства культуры России, в том числе 4 государственных; около 30 дворянских усадеб. Сохраняются 16 видов художественных промыслов. Города Тамбов, Мичуринск, Моршанск, Кирсанов входят в перечень исторических городов России. Музейная сеть области одна из самых разноплановых в Центрально-Чернозёмном регионе. Тамбовские музеи хранят разнообразные экспонаты и создают информационные поводы, культурные программы и событийный ряд для различных целевых групп туристов. Это позволило музеям Тамбова и Мичуринска, музею-заповеднику С.В. Рахманинова «Ивановка» войти в федеральный туристский проект «Русские усадьбы». Постоянно растущий интерес туристов к маршруту дал новый импульс к развитию музеев и территорий Тамбовщины.

В области формируются и развиваются туристско-рекреационные зоны - кластеры: «Рахманиновский», «Мичуринский», «Северный», «Тамбовский».

Однако область в настоящее время не входит в число регионов с традиционно развитым туристским сектором, поскольку не сформирован имидж области как туристического региона. Тамбовская область ежегодно принимает порядка 1 млн туристов. Однако в Национальном рейтинге туризма Тамбовщина несколько лет подряд не поднимается выше 75-го места. Составители рейтинга оценивают регионы по нескольким критериям: уровню развития туристской отрасли и гостиничной инфраструктуры, включая количество объектов размещения, заведений общепита и турфирм; доходности туризма и гостеприимства, включая доходы коллективных средств размещения и объем платных туристических услуг населению. Учитывается число граждан РФ, размещавшихся в коллективных средствах размещения, число ночевки в таких объектах. Также оценивается число иностранных туристов, останавливавшихся в отелях региона.

Увеличение туристического потока свидетельствует о проявлении возрастающего интереса к Тамбовскому краю. Но регион проигрывает по количеству иностранных туристов, их количеству в расчёте на каждую тысячу человек местного населения и приросту иностранных гостей [2].

К сожалению, история и культура Тамбовщины недооценена со стороны туристов, в первую очередь, в связи с недостаточной ее популяризацией. Хотя в регионе достаточно много различной печатной продукции для туристов, в том числе издан путеводитель под эгидой Русского географического общества «Достопримечательности Тамбовщины», переиздан путеводитель «Тамбовский паломник», наполнен информационно-туристский портал Тамбовской области.

Но необходимо более активное продвижение туристского продукта региона на рынок, в том числе в новых формах.

В различных регионах России уже много примеров эффективного вложения и использования объектов наследия. Объекты наследия обладают колоссальным потенциалом для использования их в качестве объектов культурного туризма. Это и возможности их музеефикации, превращения в культурные, оздоровительные и социальные центры, базы отдыха и т.д. На Тамбовщине также есть аналогичные примеры. Отреставрированные усадьбы Асеевых в городах Тамбове и Рассказово ныне великолепный историко-культурный музейный комплекс, визитная карточка региона, усадьба Дане сегодня туристический комплекс «Русская деревня» и др. Но процесс не носит системного характера, сколько еще усадеб в регионе ждет своего решения.

В большинстве регионов сохраняется негативная тенденция - переселение населения в крупные города и пригороды при депопуляции сельских территорий. При таком положении эффективно использовать ресурсы региона невозможно. Объекты усадебного и садово-паркового наследия, создание новых усадебных и рекреационных комплексов необходимо рассматривать с точки зрения пространственного развития как каркас нового освоения регионов, особенно в контексте национального проекта по комплексному развитию сельских территорий. Потенциал усадеб как центров развития сельских и депрессивных территорий необходимо использовать при формировании новой поселенческой сети. Возрожденное усадебное хозяйство предложит местному населению новые типы деятельности, а значит и возможности самореализации в сфере услуг и новых технологий приусадебного хозяйства. Разовьется инфраструктурная сеть, за которой последует второй поселенческий поток. Все это способствует более последовательному развитию сельских территорий и их капитализации [4].

В настоящее время одним из перспективных направлений в развитии туристического бизнеса, индустрии развлечений, образовательных программ, тамбовских музеев стала практика ретроспективных реконструкций, позволяющих посетителям таких мест почувствовать себя в атмосфере прошлого. Статистические данные свидетельствуют, что проекты такого плана эффективны в обеспечении доходности предприятий торговли, общественного питания, туризма и др. В этом смысле усадьбы одни из лучших объектов инвестиционных вложений. Хотелось бы, чтобы для этих целей использовались и те усадебные комплексы Тамбовщины, которые пока не восстановлены – усадьба Воронцовых-Дашковых с. Новотомниково, имение Чичериных с. Караул, усадьба Баратынских с. Софьинка, имение Воейковых с. Красное знамя.

Таким образом, культурное наследие является важнейшим ресурсом регионального развития, реализация историко-культурного потенциала работает на формирование узнаваемого «лица» региона, что в свою очередь не только принесет доходы в региональный бюджет, но и даст местному населению основание гордиться своим уникальным наследием. Креативные решения и нестандартные подходы приведут к преодолению многолетней стагнации в управлении туристической отраслью многих регионов. Требуются слаженная работа всех уровней власти, диалог с бизнесом, внятная и активная стратегия развития.

Список литературы

1. Зиганшин И.И., Овчаров А.О., Рысаева М.А. Влияние экономических санкций на развитие российского туризма // Актуальные проблемы экономики и права. – 2015. – № 1 (33). – С. 17–25.
2. Концепция развития туризма на территории Тамбовской области до 2035 года.
3. Коржанова А.А. Перспективные направления культурно-познавательного туризма в России // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2, ч. 18. – С. 4044–4047.
4. Шульгин П.М. Историко-культурное наследие как особый ресурс и фактор его социально-экономического развития // Мир России. Социология. Этнология. – 2004. – № 2. – С. 115–118.

ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ ВИДОВ И ФОРМ ТУРИЗМА НА ТЕРРИТОРИИ АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Карабаева Алтынганым Зинетовна, канд. геогр. наук, доцент,
Морозова Лариса Александровна, канд. геогр. наук, доцент
Астраханский государственный университет
E-mail: karabaeva2010@mail.ru; Larisa.mor@bk.ru

В статье раскрываются особенности туристско-рекреационного потенциала Астраханской области; приводятся характеристики таких видов туризма, как научный, лечебный, экологический, познавательный, купально-пляжный, водный, а также охота и рыбалка. Освещаются результаты социологического исследования по выявлению основных приоритетов туристов, прибывающих в регион.

Ключевые слова: Астраханская область, рекреационный потенциал, туризм, охрана природных ресурсов, туристская инфраструктура

CHARACTERISTICS OF THE MAIN TYPES AND FORMS OF TOURISM ON THE TERRITORY OF THE ASTRAKHAN REGION

Alttinganim Z. Karabaeva, Ph.D., Associate Professor,
Larisa A. Morozova, Ph.D., Associate Professor
Astrakhan State University
E-mail: karabaeva2010@mail.ru; Larisa.mor@bk.ru

The article reveals the features of the tourist and recreational potential of the Astrakhan region; the characteristics of such types of tourism as scientific, medical, ecological, educational, bathing and beach, water, as well as hunting and fishing are given. The results of a sociological study to identify the main priorities of tourists arriving in the region are highlighted.

Keywords: Astrakhan region, recreational potential, tourism, protection of natural resources, tourist infrastructure

Астраханская область обладает значительным рекреационным потенциалом, обуславливающим возможности для развития туризма на его основе, обеспечение устойчивых потоков туристов, как из регионов Российской Федерации, так и международного туризма.

Своеобразие климатических, территориальных, культурно-исторических особенностей Астраханской области определяет необходимость нестандартных подходов к организации различных видов рекреации, которые будут характерны только для исследуемой территории с её специфическими особенностями.

В частности, наряду с традиционными для области видами рекреации (любительская охота и рыбалка, купально-пляжный, круизный туризм) значительное развитие получил спортивный туризм. Потенциалом познавательного туризма может явиться этническое разнообразие народов области, сложившееся на стыке Востока и Запада, создание на этой основе историко-этнографических

комплексов, включение их в структуру туристских связей с крупными центрами тех же этносов [1, 2].

На территории Астраханской области организованы следующие виды туризма:

- научный туризм объединяет в себе виды биологического, палеонтологического, археологического, спелеологического туризма, для развития которых в Астраханской области имеются необходимые природные и социально-культурные предпосылки;
- лицензированная рыбалка и охота, развивающиеся на основе богатого биоресурсного потенциала исследуемой территории;
- лечебный туризм, представленный в Астраханской области бальнеологическим курортным туризмом, а также климатолечением;
- экологический туризм, для которого характерно не только познание природы туристами, но и внесение ими вклада в сохранение экосистем исследуемой территории (работа волонтерами в заповеднике, помощь в инвентаризации растений, строительство искусственных гнезд и т.д.);
- познавательный туризм проявляется в посещении туристами природных и историко-культурных достопримечательностей исследуемой территории;
- купально-пляжный туризм, предполагает отдых на песчаных и задержанных пляжах Волго-Ахтубинской поймы и дельты Волги;
- водный туризм включает в себя следующие разновидности – теплоходные маршруты и экскурсии на судах на воздушной подушке, греблю и туризм на маломерных судах, парусный и водно-моторный спорт, катание на водных лыжах.

В Астраханской области существуют возможности для развития велотуризма, автототоспорта (подготовка к ралли), авиаспорта (на базе имеющихся аэродромов), а также осуществления общефизической подготовки для удлинения сезона спортсменам из северных регионов России по другим видам спорта (футбол, баскетбол).

Приключенческий туризм – это вид туризма, связанный с определенными физическими нагрузками, а иногда и с опасностью для жизни. На исследуемой территории данный вид может быть рекомендован походами, сплавом по рекам на плотах, глубоководными погружениями на взморье и т.д. [3,5].

На сегодняшний день въездной туризм в Астраханской области представлен двумя неравными составляющими. Это, в первую очередь, массовый неорганизованный туризм, приносящий области значительно меньший доход, чем он мог бы быть, и в тоже время пагубно воздействующий на экологию края. Ежегодно область посещают, по разным оценкам, от пятидесяти до ста пятидесяти тысяч человек, предпочитающих эту форму отдыха. Значительная их часть прибывает в область на собственных автомашинах.

В настоящий момент превращение этой группы туристов в источник финансовых поступлений для развития цивилизованной туристской отрасли в крае затрудняется двумя основными факторами:

- во-первых, отсутствием элементарного сервиса;

- во-вторых, неудовлетворительным состоянием нормативно-правовой базы для цивилизованного контроля над оборудованием «дикими» туристами мест отдыха на природных ландшафтах и слабая действенность этого контроля.

Учитывая конституционное право граждан на отдых, туристы ставят палатки в любом месте, кроме особо охраняемых территорий. Сил же и средств органов, призванных обеспечивать охрану природных ресурсов, не хватает для того, чтобы отследить всех «дикарей» [4].

С целью анализа конъюнктуры туристского рынка в Астраханской области, определения потребностей клиентов охотничье-рыболовного и других видов туризма и путей их удовлетворения, было проведено социологическое исследование среди ряда фирм и организаций, занимающихся приемом лиц, прибывающих на территорию Астраханской области с целью отдыха.

В результате были получены предварительные характеристики туристов приведенные ниже.

Основная цель прибывающих туристов – рыбалка (около 70 %), охота (около 30 %). С конца июля до начала сентября пользуются спросом экскурсии на лотосовые поля, для иностранных посетителей дополнительно проводятся экскурсии по городу (познавательный туризм). Астраханский государственный биосферный заповедник предоставляет возможность для развития экологического и научного туризма, осуществляет прием ученых-орнитологов, наблюдающих за ежегодно мигрирующими видами птиц (весна и осень), а также волонтеров из научных станций натуралистов разных городов России.

Подавляющее большинство туристов прибывает в Астраханскую область группами (5–8 чел.). Исключением являются группы студентов и школьников, например, принимаемые Астраханским государственным биосферным заповедником (до 20 чел.).

Половозрастные характеристики наиболее однородны среди группы туристов, целью которых является активный отдых на рыбалке и охоте. Из этой группы 99 % составляют мужчины, из них около 70 % принадлежат возрастной группе 30–39 лет, 22 % в возрасте 40–49 лет, около 5 % в возрасте 20–29 лет. На остальные возрастные группы приходится менее 3 % анкетированных.

Любители охоты и рыбалки, воспользовавшиеся услугами астраханских турфирм, имеют довольно высокий уровень доходов, позволяющий им оплачивать проживание и предоставление разного рода услуг. Как правило, это бизнесмены, представители государственного управленческого аппарата, владельцы банков и представители других престижных профессиональных структур. Их отличают повышенные требования к комфорту и уровню предоставляемых услуг. В то же время для иностранных туристов этой же группы большее значение имеет наличие нетронутой, девственной природы, тишина и удаленность от населенных пунктов, разнообразие животного и растительного мира. Все большую популярность среди них приобретает фотоохота и фоторыбалка, что объясняется усиливающимися в западном мире экологическими и природоохранными тенденциями.

Группы познавательного и экологического туризма более разнородны по половозрастным и социальным характеристикам. Как уже упоминалось ранее,

это, главным образом, студенты и школьники. Кроме того, группы познавательного туризма образуют семьи с детьми и смешанные разновозрастные группы.

Основным российским регионом-поставщиком туристского потока в Астраханскую область является Центр-Москва и Подмосковье. Доля туристов из Центрального района существенно преобладает над долей туристов других регионов Российской Федерации. По объему туристских прибытий с целью отдыха выделяется также Северо-Западный район (Санкт-Петербург), Уральский район (Екатеринбург, Уфа, Пермь), Поволжье (Нижний Новгород, Саратов, Волгоград), Юг России (Ростов, Таганрог).

Проведённые исследования позволяют сформулировать следующие выводы:

- имеющаяся туристская инфраструктура Астраханской области явно не удовлетворяет постоянно возрастающей потребности на рекреантов;
- доминирующая часть отдыхающих в области людей с пониманием относятся к вопросам охраны уникальных природных ценностей области;
- негативные впечатления вызывают у отдыхающих, особенно у иностранных граждан, санитарное состояние населенных пунктов области, г. Астрахани, а также большинства историко-культурных памятников.

Таким образом, уникальные, природные и историко-культурные особенности исследуемого региона очень привлекательны для российских и иностранных туристов и перспективны в отношении дальнейшего развития туристско-рекреационного комплекса.

Список литературы

1. Карабаева А.З., Лукьянченко А.Д. Туристический потенциал Астраханской области и его использование // Географические науки и образование: мат-лы V Всерос. науч.-практич. конф. (г. Астрахань, 23–24 марта 2012 г.). – Астрахань: Астраханский университет, 2012. – С. 84–85
2. Карабаева А.З., Морозова Л.А. Туристско-рекреационное зонирование территории Волжского Понизовья // Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – № 2 (62). – С. 144–149.
3. Карабаева А.З., Морозова Л.А., Ююков С.С. Рекреационная привлекательность Астраханской области для организации разнопланового туризма // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: мат-лы III Междунар. науч.-практич. конф. (г. Астрахань, 05 июня 2021 г.) / сост.: Н.С. Шуваев, Е.А. Колчин. – Астрахань: Астраханский университет, 2021. – С. 176–179.
4. Ландо Н. Большинство астраханских памятников – это могилы / Комсомолец Каспия. – 2004. – № 34. – С. 2.
5. Колотова Е.В. Рекреационное ресурсоведение. – М: РМАТ, 1999. – С. 5–12.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ РЕГИОНОВ

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ И ГЕОГРАФИИ ВНЕШНЕЙ ТОРГОВЛИ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Селищев Евгений Николаевич, старший преподаватель
Ярославский государственный педагогический университет
им. К. Д. Ушинского
E-mail: resurs62@rambler.ru

В статье рассматриваются структурные особенности и география внешней торговли Ярославской области. Раскрыты основные тенденции внешнеэкономической деятельности региона. Приведены статистические данные по указанной тематике.

Ключевые слова: Ярославская область, внешняя торговля, оборот, товарная структура, экспорт, импорт

ANALYSIS OF THE STRUCTURE AND GEOGRAPHY OF FOREIGN TRADE OF THE YAROSLAVL REGION AT THE PRESENT STAGE

Evgeny N. Selishchev, Senior Lecturer
Yaroslavl State Pedagogical University named after K. D. Ushinsky
E-mail: resurs62@rambler.ru

The article discusses the structural features and geography of foreign trade of the Yaroslavl region. The main trends of the region's foreign economic activity are revealed. Statistical data on the specified subject are given.

Keywords: Yaroslavl region, foreign trade, turnover, commodity structure, export, import

Внешнеэкономическая деятельность относится к важным составляющим устойчивого развития регионов России. Для каждого региона важны внешнеэкономические связи, поскольку они представляют возможности для интеграции региона в мировое экономическое пространство. К тому же при внешнеэкономической деятельности всегда происходит практическая реализация социально-экономического потенциала территории.

Включенность региона в процессы глобализации и интернационализации приводят к открытости экономики, определению «точек роста», сложностей, проблем, увеличению перспектив для развития субъекта федерации.

Поэтому в настоящей статье рассматриваются внешнеэкономические связи Ярославской области как типичного староосвоенного, старопромышленного региона Центральной России.

Разумеется, внешняя торговля Ярославского региона напрямую зависит от структурно-территориальных особенностей его экономики. Экономическая идентичность региона формировалась в течении длительного времени и разви-

валась по экзистенциальному сценарию. Сегодня в структурном отношении экономика Ярославской области относится к индустриальному типу с ярко выраженной сферой рыночных услуг. По отраслевой структуре производства промышленной продукции регион выглядит относительно сбалансировано. В экономике не наблюдается резкого доминирования отдельных отраслей. Среди «локомотивов» двигающих экономику данного субъекта федерации вперед, следует выделить машиностроение и металлообработку, топливную, нефтехимическую, химическую отрасли.

Обладая определенной экономической самостоятельностью, регионы и субъекты экономической деятельности вынуждены самостоятельно искать варианты и пути экономического взаимодействия с другими странами

Среди внешнеэкономических связей Ярославской области выделим основные особенности:

1. Несовершенство структуры экспорта, с определенной долей первичных энергоресурсов, сырья, продукции с низкой степенью обработки (то есть, качественная составляющая внешней торговли оставляет за собой право желать лучшего).

2. Сокращение объемов внешней торговли с традиционными партнерами из стран СНГ. В результате во внешних связях доминируют страны «дальнего» зарубежья.

3. Необходимость сообщения со странами Западной и Центральной Европы через территории государств постсоветского пространства.

Наибольшие преимущества Ярославский край получает от торговли с Восточной Азией, со странами Западной и Центральной Европы, Беларусью, другими странами СНГ. Туда поставляется большая часть областного экспорта. У нашего региона практически нет других свободных рынков для реализации крупных партий своих экспортных товаров. Со странами СНГ у Ярославской области имеются устойчивые налаженные взаимодействия. Они обусловлены предметной специализацией обрабатывающих отраслей региона, кооперационными поставками сырья и комплектующих.

Многомерность и диверсифицированность западноевропейского рынка – его несомненные преимущества для ярославского экспорта. Территориальная близость европейских стран, развитая система транспортных и инженерных коммуникаций позволяют российским компаниям экономить на торговых издержках. Развитию внешнеэкономических связей способствует большое разнообразие потребительских товаров, технологического оборудования, различного рода услуг предлагаемых покупателям европейскими странами.

Если в начале XX в. внешнеторговый оборот Ярославского региона ежегодно составлял около 600 млн долл., то сегодня он значительно вырос и достиг 1 575,7 млн долл. [2, 4]. Причем преобладающая часть оборота (81,7 %) приходится на страны так называемого дальнего зарубежья, а остальная (18,3 %) – на государства, участников СНГ. Уменьшение товарооборота со странами постсоветского пространства типично для всех регионов России, что вполне объяснимо в условиях перманентных структурных трудностей, нестабильности социально-экономической ситуации в странах СНГ.

Сальдо внешнеторгового оборота области положительное, потому что экспорт товаров в 2020 г. (949,7 млн долл.) значительно превысил их импорт (626,0 млн. долл.), что отражено в таблице 1.

Таблица 1

**Внешняя торговля Ярославской области
(в фактически действовавших ценах, млн долл. США) в 2020 г.**

	<i>Экспорт</i>	<i>Импорт</i>
Со странами дальнего зарубежья	711,3	579,8
Со странами СНГ	238,4	46,2

Примечание: составлено по [1, с. 1095].

Структура экспорта и импорта Ярославской области в целом соответствует ожиданиям и потребностям зарубежных партнеров, определяется особенностями и возможностями ее экономики (табл. 2). В Ярославском регионе достаточно развиты как отрасли «нижних» так и «верхних» этажей.

Таблица 2

**Товарная структура экспорта и импорта Ярославской области
(тыс. долл. США) в 2020 г.**

	<i>Экспорт</i>	<i>Импорт</i>
Продовольственные товары и сельскохозяйственное сырье	14 527,8	30 193,4
Продукция топливно-энергетического комплекса	68 647,5	4 215,0
Продукция химической промышленности, каучук	263 837,1	148 694,7
Древесина и целлюлозно-бумажные изделия	48 045,8	20 735,2
Металлы и изделия из них	42 104,2	54 540,4
Машины, оборудование и транспортные средства	485 521,2	335 906,3

Примечание: составлено по [1, с. 1098].

Основными акторами внешней торговли верхневолжского региона стали крупные известные системообразующие предприятия [3]. Они функционируют самостоятельно или входят в состав вертикально и горизонтально интегрированных компаний российского, международного уровня. В данном контексте следует упомянуть ПАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод), ПАО «ОДК-Сатурн», АО «ОДК – Газовые турбины», АО «Русская механика», ООО «Верфь Братьев Нобель» (Рыбинск), ООО «АМТ-Спецавиа», ПАО «Славнефть-ЯНОС», АО «Ярославский технический углерод им В.Ю. Орлова», АО «Русские краски», ООО «ПолиЭР», АО «Ярославская бумага», филиал АО «Р-Фарм» (Ярославль), «Завод АФС «Фармославль» (Ростов), ЗАО «Атрус», ООО «Собрание», ОАО «Волжанин» и т.д.

Региональный компонент внешнеэкономических связей Ярославии имеет свою специфику (табл. 3). Однако основной вектор внешней торговли постепенно будет смещаться на азиатские страны.

Далее обратим внимание на следующие географические особенности внешней торговли. Вполне естественно, что основным торговым партнером Ярославского региона постепенно стал Китай. Это главная фабрика в мире. Достаточно скромная внешняя торговля у области с Индией, которая в ближайшее время станет самой многонаселенной страной мира и успешно развивающейся

экономикой. Экспорт в данную страну составляет всего 2 683 тыс. долл., а импорт из нее – 11 952 тыс. долл. На европейском направлении весьма значителен импорт из Германии при скромных показателях экспорта (9 942 тыс. долл.) [5, с. 344–345].

Таблица 3

**Внешняя торговля Ярославской области со странами дальнего зарубежья
(в фактически действовавших ценах, тыс. долл. США) в 2019 г.**

<i>Страна</i>	<i>Экспорт</i>	<i>Страна</i>	<i>Импорт</i>
Китай	260 763	Китай	121 101
Польша	131 522	Италия	77 610
Франция	49 691	Франция	75 531
Венгрия	36 856	Япония	62 755
Испания	32 752	Германия	56 352
Нидерланды	32 149	США	41 871

Примечание: составлено по [5, с. 344–345].

Ярославская продукция отправляется в 90 и более стран мира. Среди стран, в которые экспортирует продукцию регион, первые позиции принадлежат Китаю, Польше, Франции, Венгрии, Испании, Нидерландам. В данные страны отправляется в основном продукция топливно-энергетического комплекса, машиностроительного комплекса, химической промышленности. Из стран СНГ особое место в географии внешней торговли занимает Беларусь. Экспорт в соседнюю страну осуществляют десятки предприятий области. Основные экспортеры в республику – ПАО «Автодизель» (Ярославский моторный завод), АО «Ярославский завод дизельной аппаратуры», АО «Ярославский завод топливной аппаратуры» (группа «ГАЗ»), ПАО «Славнефть-ЯНОС». Ведущие товарные группы экспорта в Белую Русь – машины, оборудование и транспортные средства, а так же нефтепродукты, масла, битумы, технический углерод и проч.

Картина по объемам внешнеэкономических связей среди стран – импортеров продукции в область несколько отличается от ситуации в экспортных операциях. Регион импортирует продукцию преимущественно из Китая, Италии, Франции, Японии, Германии, и в меньшей степени из США. Из указанных государств поступает широкий спектр товаров, например, различное оборудование, автомобили, бытовая техника, продовольствие и др.

Остальные страны, главным образом, европейские, играют менее значительную роль в структуре внешней торговли Ярославского региона. Из азиатских стран СНГ внешнеэкономические связи присутствуют главным образом с Казахстаном и Узбекистаном (самыми населенными и экономически сильными государствами Центральной Азии). Среди внешнеторговых партнеров имеются так же Вьетнам, Индонезия, ОАЭ, Мексика. Это связано с политикой, проводимой федеральными структурами России по диверсификации импорта и расширению, увеличению экспорта.

Внешняя торговля общепризнана в качестве триггера социально-экономического развития регионов. Однако сложившиеся сегодня внешнеполи-

тическая обстановка и социально-экономическая ситуация вносят свои коррективы в структуру и географию внешней торговли. Тем не менее, регионы России действуют во взаимообусловленном, взаимосвязанном мире. Возможно, на внешнюю торговлю региона начнут влиять различные неблагоприятные факторы. Насколько эффективно получится их преодолеть – покажет время.

Список литературы

1. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2021: стат. сб. – URL: [//https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2021.pdf](https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/Region_Pokaz_2021.pdf) (дата обращения: 27.04.2022).
2. Селищев Е.Н. Структурно-территориальная организация населения и хозяйства Ярославской области. – Ярославль: ЯГПУ им. К.Д. Ушинского, 2003. – 229 с.
3. Селищев Е.Н. Структурно-территориальный анализ системообразующих предприятий Ярославского региона // Трёшниковские чтения – 2022: Современная географическая картина мира и технологии географического образования: мат-лы. Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участ. (14–15 апреля 2022, г. Ульяновск) / под. ред. И.Н. Тимошиной, Е.Ю. Анисимовой, Е.А. Артемьевой и др. – Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2022. – С. 218–219.
4. Социально-экономическое положение Ярославской области. 2021. Доклад. – URL: [//https://yar.gks.ru/storage/mediabank/sotsialno-ekonomicheskoe_polozhenie_yaroslavskoy_oblasti_za_2021_g..pdf](https://yar.gks.ru/storage/mediabank/sotsialno-ekonomicheskoe_polozhenie_yaroslavskoy_oblasti_za_2021_g..pdf) (дата обращения: 21.04.2022).
5. Ярославская область. 2020: стат. сб. – URL: [//https://yar.gks.ru/storage/mediabank/wZIxrpAD/ezhegodnik2020.pdf](https://yar.gks.ru/storage/mediabank/wZIxrpAD/ezhegodnik2020.pdf) (дата обращения: 06.05.2022).

МОЛОДЁЖНО-СТУДЕНЧЕСКАЯ СЕКЦИЯ

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ, КАК ИНСТРУМЕНТ ИНТЕНСИФИКАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Гулина Елизавета Дмитриевна, Хазова Алёна Игоревна,
Морозова Лариса Александровна, канд. геогр. наук, доцент
Астраханский государственный университет
E-mail: larisa.mor@bk.ru

В статье рассматриваются современные ресурсосберегающие технологии в аграрном секторе, позволяющие снизить ручной труд, применение пестицидов и удобрений и повысить производительность сельскохозяйственной продукции.

Ключевые слова: методы, повышение, технологии, сельское хозяйство, производительность

MODERN TECHNOLOGIES AS A TOOL FOR AGRICULTURAL INTENSIFICATION

Elizaveta D. Gulina, Alena I. Khazova,
Larisa A. Morozova, Ph.D., Associate Professor
Astrakhan State University
E-mail: larisa.mor@bk.ru

The article discusses modern resource-saving technologies in the agricultural sector, which reduce manual labor, the use of pesticides and fertilizers and increase the productivity of agricultural products.

Keywords: methods, raising, technologies, agricultural industry, efficiency

Одной из главных задач сельскохозяйственного сектора сегодня является уменьшение экологического ущерба при повышении производительности. Решению данной задачи способствует применение современных сельскохозяйственных технологий.

Технологии сельскохозяйственного производства включают методы, которые помогают усовершенствовать любой процесс, связанные с выращиванием или обработкой продукции в аграрном секторе. Выбор определенного способа технологии зависит от множества факторов, начиная от климатических условий до размера территории, на которой расположено сельскохозяйственное производство [1, 4].

Все современные технологии земледелия (зернопаровая, травопольная, культурно-мелиоративная, залежная и др.) необходимы для обеспечения воспроизводства плодородия почвы за счет применения органических и минеральных удобрений в сочетании с почвозащитными мероприятиями.

Сельхозпроизводители применяют новые влагоэнергосберегающие технологии. Новые технологии и современные виды техники имеют преимущества использования, к которым относятся двукратная экономия топлива и повышение производительности труда, что ведет к снижению себестоимости продукции. К дополнительным плюсам можно отнести тот факт, что более легкая по весу техника не деформирует почву [2].

Настоящей революцией в производстве зерновых можно назвать применение новых технологий прямого сева. Это новшество позволяет избежать таких трудоемких и энергозатратных работ, как пахота, при которых переворачиваются миллионы тон земли, и сжигается большое количество горючего. Этот метод позволяет сохранить в почве влагу и не разрушать ее структуры, что таит в себе новые еще не до конца раскрытые возможности.

В аграрном секторе прослеживается тенденция автоматизированных процессов. Большое значение для сельского хозяйства имеет использование цифровых технологий, объединение производственных цепочек. Главная цель – снижение процента ручного труда в результате активного использования оборудованных современными технологиями сельхозмашин.

Инновационные ГИС технологии становятся невероятно полезным инструментом с точки зрения сельского хозяйства. Используя геоинформационные технологии в сельском хозяйстве, фермеры могут отображать текущие и будущие изменения осадков, температуры, урожайности, здоровья растений, а также сбор ценных данных о растительности, почвенных условиях, погоде и местности с высоты птичьего полета [3, 7].

С помощью беспилотных технологий в сельском хозяйстве (дронов), фермеры имеют возможность с высокой точностью определять биомассу сельскохозяйственных культур, высоту растений, наличие сорняков и водонасыщенность на определенных участках поля. Дроны также считаются непревзойденными помощниками в борьбе с насекомыми; нашествие насекомых предотвращается путем нанесения инсектицида на опасные участки с помощью беспилотных технологий (дронов), при этом снижается вероятность прямого воздействия, ведущего к химическому отравлению [5].

И, конечно же, одним из приоритетных направлений было и есть все, что связано с повышением производительности продукции. Инновации, позволяющие собирать по несколько урожаев сельскохозяйственной продукции в год, успешно дополняют технологии безотходного производства и технологии грамотного сбора и сохранения урожая. В секторе животноводства развиваются технологии заготовки кормов, технологии содержания и разведения птицы, скота и ранее экзотических животных. Эффективные методы противостояния природным катаклизмам и сохранение урожая и поголовья скота тоже относятся к приоритетным направлениям.

Новые информационные технологии в сельском хозяйстве, волна которых дошла до России в последние десять лет, стали называть «точным земледелием». Изначально же этот термин употреблялся только в отношении новых технологий, учитывающих неоднородность агроклиматических параметров внутри поля. Учет данной информации позволяет дифференцированно (точно, точно)

осуществлять все технологические операции, в том числе дифференцированное внесение удобрений и средств защиты растений в пределах поля. Сегодня точное земледелие – это основной инструмент сбалансированной интенсификации сельского хозяйства [6].

Для современного земледелия в нашей стране очень актуальным является тип сельского хозяйства, который носит название «экологическое». Россия является крупнейшим потенциальным мировым поставщиком дорогостоящей экологически безопасной продукции сельскохозяйственного производства [7].

Новые информационные и экологические технологии в аграрном секторе не противоречат, а дополняют друг друга, позволяя построить гармоничное сельское хозяйство в пределах нашей страны и всей планеты.

Применение высоких технологий и современных видов техники в аграрном секторе экономики очень перспективно. Они предлагают существенную помощь фермерам в их усилиях по оптимизации затрат, упрощению управления сельским хозяйством и повышению производительности. Повышение урожайности, а также снижение затрат на техническое обслуживание помогают повысить рентабельность сельского хозяйства.

Список литературы

1. Баутин В.М., Бердышев В.Е., Буклагин Д.С. Механизация и электрификации сельскохозяйственного производства. – М.: Колос, 2000. – 536 с.
2. Гаряев А.Б., Данилов О.Л., Ефремов А.Л. Энергосбережение в энергетике и технологиях. – М.: МЭИ, 2002. – 48 с.
3. ГИС как инновационная технология. – URL: https://www.yaneuch.ru/cat_71/gis-kak-innovacionnaya-tehnologiya/178690.1993185.page1.html (дата обращения: 23.12.2021).
4. Перспективы развития сельского хозяйства на основе внедрения инновационных технологий. – URL: https://studref.com/610255/informatika/perspektivy_razvitiya_selskogo_hozyaystva_osnove_vnedreniya_informatsionnyh_tehnologiy (дата обращения: 25.12.2021).
5. Сельское хозяйство и беспилотники. – URL: <https://russiandrone.ru/publications/selskoe-khozyaystvo-i-bespilotniki/> (дата обращения: 24.12.2021).
6. Сафонов А.Ф., Лыков А.И., Коротков А.А., Баздырев Г.И. Земледелие с почвоведением. – М.: Колос, 1999. – 448 с.
7. Экологическое сельское хозяйство. – URL: <https://www.hisour.com/ru/ecological-agriculture-40091/> (дата обращения: 24.12.2021).

ХАРАКТЕРИСТИКА ЗЕЛЁНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА СОРСКА

Шишаев Павел Дмитриевич, студент
Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, Абакан
E-mail: pasha.shishaev@mail.ru

В статье представлена характеристика зеленых насаждений г. Сорска – монопрофильного населенного пункта при градообразующем предприятии ООО «Сорский ГОК». Зеленые насаждения общего пользования представлены только парком имени Ленинского комсомола, скверами Ф.Э. Дзержинского и Победы. Зеленые насаждения, подвергающиеся уходу и созданные в соответствии с планами и проектами озеленения, располагаются только в центральной части города. Зеленые насаждения города северо-западной и южной частей города в основном естественного происхождения или создаются собственными силами жителей стихийно без учета правил застройки и землепользования Сорска.

Ключевые слова: зеленые насаждения, озеленение, сквер, парк

CHARACTERISTICS OF THE GREEN SPACES OF THE CITY OF SORSK

Shishaev Pavel Dmitrievich
Katanov Khakass State University, Abakan
E-mail: pasha.shishaev@mail.ru

The article presents the characteristics of the green spaces of the city of Sorsk, a single-profile settlement at the city-forming enterprise LLC "Sorsky GOK". Public green spaces are represented only by the Lenin Komsomol Park, F.E. Dzerzhinsky and Pobedy squares. The green spaces that are being cared for and created in accordance with the plans and projects of landscaping are located only in the Central part of the city. The green spaces of the city in the North-Western and Southern parts of the city are mainly of natural origin or are created by the residents themselves spontaneously without taking into account the rules of development and land use of Sorsk

Keywords: green spaces, landscaping, square, park

Зеленые насаждения являются неотъемлемой частью планировочной структуры любого населенного пункта и одним из главных структурных элементов благоустройства рекреационных объектов. Зеленые массивы связывают разобщенные фрагменты застройки, придают населенному пункту целостность и законченный вид, образуют «каркас» ландшафтов. Кроме того оказывают значительное влияние на формирование городского климата, играют роль зеленых фильтров и очищают воздух, обогащают атмосферу кислородом, создают уникальные условия для различных видов рекреации.

Зеленые насаждения дают возможность выгодно подчеркнуть архитектурные композиции городской застройки, служат фоном для декоративных композиций и малых архитектурных форм (перголы, декоративные камни, садово-парковые скульптуры и др.), применяются в качестве альтернативных способов и материалов в благоустройстве.

Озеленение служит основным средством индивидуализации территорий отдельных районов и микрорайонов и позволяют преодолеть монотонность городской застройки, возникающей при применении типовых строительных проектов [1]. В том случае если в городе или в его окрестностях располагаются мощные промышленные предприятия, то зеленые насаждения в некоторой степени нейтрализуют и ослабляют их негативное воздействие.

Город Сорск располагается в западной части Республики Хакасии на территории Усть-Абаканского района на восточных отрогах Кузнецкого Алатау, в в 125 км на северо-запад от столицы республики города Абакана. Численность населения по данным 2021 г. – 11 103 чел. Площадь г. Сорска составляет 70 км². Согласно агроклиматическому районированию Красноярского края и Тувинской АССР, рассматриваемая территория относится к 13-му Алтайско-Тувинскому лесному горному округу. Район отличается суровой зимой и жарким летом, что характерно для резко континентального климата (степень континентальности составляет 36,1 °С).

Среднегодовая температура воздуха равна – 0,6 °С. Средняя месячная температура наиболее холодного месяца – января –18,8 °С; наиболее жаркого месяца – июля – плюс 17,3 °С. Годовое количество осадков варьирует от 270 до 380 мм. Средняя высота снежного покрова – 8 см. Господствующее направление ветров северо-западное (46 %), западное [2].

С северо-восточной и юго-восточной частей город граничит со степными разнотравно-злаковыми сообществами и остепненными пойменные лугами. Южная и юго-западная части города примыкают к лиственнично-березовому лесу с остепненным разнотравно-злаковым покровом. Западная и северо-западная часть города примыкает к промышленным площадкам предприятий: ООО «Сорский горно-обогатительный комбинат» и ООО «Сорский ферромолибденовый завод». Расстояние до города с юго-восточной стороны от земельного отвода ООО «Сорский ГОК» составляет всего 11 м, а до ближайшей одноэтажной жилой застройки – 225 м.

Согласно генеральному плану функционального зонирования, город подразделяется на зоны многоэтажной, малоэтажной, индивидуальной жилой застройки, зоны общественно-деловой застройки, производственной застройки, а также зоны зеленых насаждений общего пользования. Зоны рекреационного назначения располагаются в северо-западной и центральной частях города. В структуре компактной застройки четко выделяются три зоны, различающиеся по планировке, типу жилых домов и степени благоустройства. Северо-западная часть располагается в Пеньковом логу (площадью около 30 га) и застроена 1–2-этажными домами с приусадебными участками. Южная часть Сорска, представляющая вершину Ольгиного лога, застроена одноэтажными жилыми домами индивидуального сектора. Планировка этой части города довольно бессистемна и подчинена, главным образом, требованиям удобного размещения приусадебных домов [3]. Зеленые насаждения в данных частях города в основном естественного происхождения или создаются собственными силами жителей стихийно без учета правил застройки и землепользования Сорска.

Центральная часть города (площадью около 40 га) по функциональному назначению, являющаяся центром города, застроена капитальными домами в 2–5 этажей. Здесь сосредоточены основные культурно-бытовые учреждения, преимущественно встроенные в первые этажи жилых зданий. Здесь зеленые насаждения располагаются в основном в соответствии с планами и проектами озеленения [3].

Зеленый насаждения в городе в зависимости от функционального назначения, размеров и размещения в плане города подразделяются на общего пользования (парк имени Ленинского комсомола, скверы Ф.Э. Дзержинского и Победы), ограниченного пользования (территория школ № 1, 2 и детских садов, ДК «Металлург» и др.) и специального назначения (насаждения на улицах, в водоохраной зоне р. Соря).

Общегородской парк им. Ленинского комсомола площадью 16 га располагается между северо-западной и южной частями города. Парк по природно-ландшафтным условиям является лесным парком и в основном образован лиственнично-березовым сообществом с разнотравно-злаковым остепненным покровом естественного происхождения. На территории парка расположена игровая и спортивная площадки, редкая сеть асфальтированных дорожек, с размещенными вдоль них скамейками, освещение отсутствует. Зонирование парка отсутствует. Основными посетителями парка являются люди пенсионного возраста. Оживление в парке происходит несколько раз в году, когда жители отмечают день металлурга и день города.

Скверы Ф.Э. Дзержинского и Победы общей площадью 17 060 м² располагаются напротив главной площади города около спорткомплекса на пересечении улиц Кирова и 50 лет Октября в северо восточной части города и сопряжены с друг другом. Основным элементом композиции сквера Ф.Э Дзержинского является центральная площадка с памятником Ф.Э. Дзержинскому. Скульптура изготовлена из бетона, оштукатурена и окрашена в мастерской г. Красноярска. Постамент памятника создан из горизонтальных бетонных блоков, он был построен в 1959 г. по чертежам конструкторского бюро Сорского молибденового комбината.

Центральной фигурой сквера Победы является мемориальная стела - памятник воинам Великой Отечественной войны.

Летом 2021 г. в рамках проекта «Городская среда» скверы были реконструированы: заасфальтированы и выложены плиткой дорожки, созданы клумбы, установлены новые фонари, спортивная и детская площадки, скамейки. У жителей Сорска появилось комфортное место для отдыха и проведения массовых мероприятий, а поклонники здорового и активного образа жизни получили в подарок оборудование для скейт-парка.

Линейные посадки зеленых насаждений размещаются вдоль центральных улиц 50 лет Октября и Кирова протяженностью 1,64 и 1,51 км, соответственно. Древесно кустарниковые насаждения представлены состоят из пихты, лиственницы, тополя и караганы древовидной. Высота деревьев от 10 до 12 м, расстояние между деревьями – 1,5–2,0 м.

В г. Сорске ощущается недостаточное количество зелёных насаждений общего пользования а насаждения при административных и общественных учреждениях требуют ухода. В целом обновление зелёного фонда Сорска ведётся очень медленными темпами, без дальнейших перспектив на качественную планировку. Значительная часть зеленых насаждений города достигла состояния естественного старения (посадки 1960-х гг.), что требует особого ухода либо замены новыми насаждениями (процент аварийности деревьев составляет более 80). Особое внимание следует уделить восстановлению зеленого фонда путем планомерной замены старовозрастных и аварийных насаждений, используя крупномерный посадочный материал саженцев деревьев ценных пород и декоративных кустарников.

Список литературы

1. Горанова О.А., Атрощенко Л.А., Быкова М.В. Комплексное благоустройство городских территорий Москвы. Озеленение объектов благоустройства: учеб. пос. / Моск. гор. ун-т упр. Правительства Москвы. – М.: МГУУ Правительства Москвы, 2017. – 224 с.
2. Атлас Юга Красноярского края.
3. Генеральный план городского округа город Сорск республики Хакасия / ООО «Научно-производственный центр «Земельные ресурсы Сибири». – Омск, 2012. – Т. 1. Пояснительная записка, ч. 1. Обосновывающая часть. – 160 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ ИКРЯНИНСКОГО РАЙОНА АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Кускова Полина Павловна
Астраханский государственный университет
E-mail: poinka23@gmail.com

В статье дается характеристика поверхностных вод дельты Волги на примере Икрянинского района Астраханской области. Определено, что гидрографическая сеть Икрянинского района сформировалась под воздействием вод р. Волги и Каспийского моря. Внутренние воды района представлены многочисленными ериками, протоками и озёровидными водоемами-ильменями и входит в систему рек Старой Волги и Бахтемира. Рассматривается формирование уникальных объектов гидрографии района – ильменей.

Ключевые слова: Икрянинский район, гидрографическая сеть, водотоки, Бахтемир, ильмени, ерик, половодье, питание рек

ECOLOGICAL PROBLEMS OF WATER RESOURCES OF THE IKRYANINSKY DISTRICT OF THE ASTRAKHAN REGION

Polina P. Kuskova
Astrakhan State University
E-mail: poinka23@gmail.com

The article describes the surface waters of the Volga Delta on the example of the Ikryaninsky district of the Astrakhan region. It is determined that the hydrographic network of the Ikryaninsky district was formed under the influence of the waters of the Volga River and the Caspian Sea. The internal waters of the district are represented by numerous rivers, channels and lake-like reservoirs-ilmen and is part of the system of the Old Volga and Bakhtemir rivers. The formation of unique hydrographic objects of the Ilmeney district is considered.

Keywords: Ikryaninsky district, hydrographic network, watercourses, Bakhtemir, ilmen, erik, flood, river feeding, regime

Икрянинский район расположен в юго-западной части Астраханской области и вытянут по течению реки Бахтемир. На севере граничит с Красноярским, на западе с Лиманским, на востоке – с Камызякским и Наримановским районами, на юге омывается Каспийским морем (рис. 1). Районный центр – с. Икряное – находится в 43 км от г. Астрахани [1].

Исследуемый регион представляет собой огромный лабиринт водных потоков, который сформировался под воздействием вод реки Волги и Каспийского моря. Она представлена многочисленными ериками, протоками и озёровидными водоемами – ильменями, и входит в систему рек Старой Волги и Бахтемира. Река Бахтемир оказывает большое влияние на гидрологию района (рис. 2).



Рис. 1. Икрянинский район на фоне Астраханской области:
 — граница Икрянинского района



Рис. 2. Река Бахтемир

К числу наиболее крупных протоков в районе следует отнести реки: Хурдун, Прямой Бертюль, Алгаза, Чулпан, Бакланья и другие. Эти протоки вытекают из реки Бахтемир и имеют значительную протяженность. От притоков рек отходят многочисленные ответвления ериков, характеризующихся небольшой

шириной около 30 м, протяжённость варьирует от нескольких десятков метров до нескольких километров, неглубокие, иногда пересыхающие после весеннего разлива. Поверхность воды часто покрыта водной растительностью. Берега их пологие и заселены ивой и тростником. С рекой Бахтемир ерики связаны посредством крупных протоков [3].

Из всех перечисленных элементов гидрографической сети, наиболее многочисленно представлены ильмени, образующие в западной части района своеобразную ландшафтную зону. Они образовались в результате заполнения межбугровых вогнутых котловин грунтовыми и паводковыми водами. Своей формой они в точности повторяют характер рельефа межбугровых пространств. Основу ильменя составляет углубленное понижение с водой, в котором накапливаются, развиваются, созревают и хранятся разнообразные ресурсы, т.е. происходит круговорот веществ и энергии. Обычно ильмени и ерики ориентированы в широтном направлении. Протяжённость их 0,8–1,0...4,5–15,0 км, ширина – от 20–35 (ильмень Голга) до 250–300 м (ильмень Большой Табунный), относительная глубина – 1,0–1,8 м (ильмень Большой Табунный). Ширина ериков, соединяющих ильмени, колеблется в пределах от 5–10 до 35–45 м, относительная глубина 0,8–1,5 м. Днища их, как и у ильменей, плоские и слабоогнутые, склоны симметричны. При спаде вод вдоль берегов ильменей и ериков появляются гигрофитная растительность [2].

Их берега покрыты пышной болотной растительностью. Большинство ильменей сообщаются протоками и друг с другом посредством ериков. Такие ильмени, как правило, ежегодно опресняются паводковыми водами. По мере удаления к западу от реки Бахтемир и приближения к степным пространствам характер ильменей меняется. Их связь с постоянными водотоками теряется, опреснения за счет паводка не происходит. Вода в них становится солоноватой или сильно засоленной. Питаются ильмени за счёт близкого уровня грунтовых вод или вод атмосферных осадков. Такие ильмени постепенно превращаются в солёные озёра или в солончаки. Отложения солей в них обычно чередуются с прослойками песка и ила. Соли наблюдаются на поверхности в виде корки [2].

Таким образом, водный режим района изменяется с востока на запад и находится в большой зависимости от волжского паводка. Паводок определяет водный режим почв, динамику растворимых солей в почвах и грунтовых водах, срок и длительность вегетационного периода у растений, водный режим большинства ильменей и ериков.

Паводок в дельте поздний и продолжительный. Подъем воды начинается с мая, а спад заканчивается в конце июня. Затоплению подвергаются почти все пониженные участки, кроме бугров Бэра, высоких грив, прирусловых валов и отдельных пространств, примыкающих к степной части. Для каждого элемента рельефа характерна определенная продолжительность затопления. Паводковые воды служат в основном обильным источником питания грунтовых вод, влияя на их уровень и режим. Питание грунтовых вод за счет атмосферных осадков невелико. Глубина грунтовых вод подвержена значительным колебаниям по сезонам года и находится в тесной зависимости от характера рельефа. Во время весеннего паводка происходит повышение уровня грунтовых вод и в наиболее низких местах происходит смыкание грунтовых вод с поверхностными павод-

ковыми водами. Наиболее низкий уровень грунтовых вод наблюдается в осенне-зимний период, до наступления паводка [4].

По составу грунтовые воды встречаются от пресных до сильно минерализованных. Наиболее минерализованы они в осадках, слагающих бугры Бэра. В ильменных и аллювиальных отложениях минерализация грунтовых вод ниже. В среднем величина плотного остатка колеблется от 0,4 до 45,1 г/л. В состав минеральных солей входят анионы хлора, сульфаты и гидрокарбонаты, хотя отмечается преобладание хлоридно-натриевого типа засоления [4, 5].

В последние годы водоёмы изучаемого района находятся в крайне неудовлетворительном экологическом состоянии, что обусловлено рядом природных особенностей, а также антропогенным воздействием. Одной из серьёзных проблем является химическое загрязнение водотоков, что ведёт к негативным последствиям и ухудшению физико-химических свойств воды. Качество воды поверхностных источников ухудшается под воздействием антропогенного загрязнения: строительство водохранилищ, коммунально-бытовых и промышленных стоков населённых пунктов, дренажно-сбросных вод с орошаемых земель, промышленных стоков рыбного хозяйства, речного флота и т.п. Основными загрязняющими средствами также являются нефтепродукты, тяжелые металлы, фенолы. Особую тревогу вызывает экологическое состояние ильменей, где сконцентрировано основное богатство водных и рыбных ресурсов.

Таким образом, Икрянинский район Астраханской области богат гидро-ресурсами, которые здесь представлены многочисленными ериками, протоками и ильменями. К числу наиболее крупных протоков в районе следует отнести реки: Хурдун, Прямой Бертюль, Алгаза, Чулпан, Бакланья и др., входящие в систему рек Старой Волги и Бахтемира. В последние годы антропогенные нагрузки на водотоки настолько велики, что водотоки не успевают самостоятельно бороться с негативными процессами, и поэтому необходима разработка мероприятий, в которой должны быть научно обоснованы основные направления по сохранению и улучшению состояния уникальных водных ресурсов Астраханской области, в том числе Икрянинского района.

Список литературы

1. Атлас Икрянинского района. – Астрахань: Астраханское аэрогеодезическое предприятие, 2001.
2. Карабаева А.З., Быстрова И.В. Характеристика малых водотоков и перспективы их использования // Эколого-биологические проблемы бассейна Каспийского моря и водоёмов внутреннего стока Евразии: мат-лы X Междунар. науч. конф., посвящённой 450-летию Астрахани. – Астрахань: Астраханский университет, 2008. – С. 324–325.
3. Катунин Д.Н., Бережков Г.В. Мелиорация малых водотоков дельты р. Волги. – Астрахань, 2003. – С. 39–85.
4. Синенко Л.Г. Современное состояние западных подстепных ильменей и их водообеспечение // Современное состояние водных ресурсов Нижней Волги и проблемы их управления: мат-лы науч.-практич. конф. (18–19 ноября 2009 г., г. Астрахань). – Астрахань, 2009. – С. 112–114.
5. Русанов Г.М. Современное состояние водоемов западного ильменно-бугрового района дельты Волги // Ученые записки: мат-лы докл. итог. науч. конф. (23 апреля 1993 г.). – Астрахань, 1995. – Т. 1. Физика и естественные науки. – С. 105.

ИСТОРИЯ ВОЗНИКНОВЕНИЯ И ТРАДИЦИОННЫЕ БЛЮДА ИТАЛЬЯНСКОЙ КУХНИ

Бикчураева Арина Игоревна
Астраханский государственный университет
E-mail: bikchuraeva.arina@gmail.com

В статье дается исторический очерк итальянской кухни. Выявлено, что итальянская кухня стала поистине международной. Представлены разновидности итальянской кухни. Установлено, что итальянская кухня – это прежде всего паста и соусы, пицца и оливки, сыр и вино и сама Италия – чуть острая, пряная и невероятно сочная.

Ключевые слова: итальянская кухня, спагетти, лингвини, фузилли, лазанья, кулинарные традиции, дегустация, паста пицца и оливки

HISTORY OF THE ORIGIN AND TRADITIONAL DISHES OF ITALIAN CUISINE

Arina I. Bikchuraeva
Astrakhan State University
E-mail: bikchuraeva.arina@gmail.com

The article gives a historical sketch of Italian cuisine. It is revealed that Italian cuisine has become truly international. Varieties of Italian cuisine are presented. It has been established that Italian cuisine is, first of all, pasta and sauces, pizza and olives, cheese and wine, and Italy itself, slightly spicy, spicy and incredibly juicy.

Keywords: Italian cuisine, spaghetti, linguini, fusilli, lasagna, culinary traditions, tasting, pasta pizza and olives

В течение многих столетий формировалась итальянская кухня, ее истоки исходят с IV века до нашей эры. Хроника ее появления началась после падения Римской империи, в тот самый период, когда было придумано большое количество разновидностей хлеба и макарон, а также появились свежие варианты приготовления пищи [4]. В античные времена – этруски и ранние римляне добывали пищу на земле и, крайне редко, в море. Они употребляли дикие дары моря и рыбу как редчайшую протеиновую еду, в основном полагаясь на бобы и зерна. Злаки использовались для приготовления густых супов и кашевидных блюд.

Во времена Римской империи ежедневно римляне питались так же, как и их ранние предки, главным образом бобами и зернами. Помимо этого, в постоянный рацион добавились фрукты и рыба. Наиболее популярной специей был гарум – рыбный соус из прессованных анчоусов в соли. Аристократические слои общества устраивали торжественные застолья с экзотическим мясом, сладкими винами и блюдами, приправленными медом. Хроника итальянской кухни и ее развитие были бы неполными в отсутствии определенных личностей, прославившихся в свое время. Одним из самых популярных ценителей хорошей кухни того времени был Лукулл. Другим известным римским кулинаром был Апиций, известный как автор первой поваренной книги, написанной

в IV в. до н.э. Если внимательно проанализировать указанные в этом источнике рецепты, можно изучить древнюю историю итальянской кухни [6]. После того как Рим и итальянский полуостров попали под влияние северных племен, кухня сильно изменилась в не лучшую сторону. Блюда стали ординарными, приготовленными на открытом огне. Сделалось популярным жареное мясо и прочие продукты, которые можно было выращивать и собирать поблизости. Хроника итальянской кухни отмечает на данном этапе переломный момент.

Существенную роль сыграла консервация продуктов в истории национальной итальянской кухни. В целом сохранение продуктов питания было либо химическим, либо физическим, поскольку охлаждения не существовало. Мясо и рыба были копчеными, высушенными или солеными. Соль наиболее часто использовались для консервации таких продуктов, как сельдь и свинина. Корнеплоды погружались в рассол после того, как они были подвергнуты отвариванию. Другие средства консервации включали в себя добавление масла, уксуса или погружение пищи (чаще мяса) в застывающий жир. Для сохранения фруктов использовались алкоголь, мед и сахар. На юге все было по-другому, поскольку арабские завоеватели привезли специи и свою национальную пищу из Северной Африки и Ближнего Востока. Их влияние все еще можно увидеть сегодня – миндаль, цитрусовые и сочетание сладкого и кислого вкусов стали отличительными чертами кухни острова. Благодаря арабам в сицилийской кухне также прижился шпинат [2].

По мере развития северных городов, таких как Флоренция, Сиена, Милан и Венеция, богатые представители населения наслаждались роскошными банкетами с блюдами, приправленными чесноком, медом, орехами и экзотическими импортными специями. Как полагают исследователи, рис сюда завезён путешественником Марко Поло и используется теперь в знаменитом блюде ризотто в Италии. Так в истории итальянской кухни появилось новое блюдо, ставшее сверхпопулярным. Паста, как полагают некоторые историки продовольствия, была изобретена на юге арабами в VIII в.

Европейские исследователи, многие из которых были итальянскими моряками, посещали Новый Свет и привезли картофель, помидоры, кукурузу, перец, кофе, чай, сахарный тростник и специи. Одни ингредиенты, такие как кукуруза и перец, были быстро добавлены в регулярный итальянский набор продуктов питания, популяризация других – заняла более длительное время. Помидоры, сегодня считающиеся типичным итальянским ингредиентом, широко не использовались до XIX в., но при этом полента (кукурузная мука) быстро заменила пшеницу на севере. Специи также помогли поварам сохранять мясо, а сахар использовался для фруктовых и ореховых конфет, получивших название «сладости». Все это оказало огромное влияние на историю итальянской кухни. Именно в этот период появилась пицца в ее современном виде с добавлением томатов [1, 7].

В истории итальянской кухни традиции и актуальность продолжают оказывать большое влияние. Сегодня кулинарная традиция предлагает большое разнообразие различных ингредиентов, начиная от фруктов, овощей, соусов, заканчивая многими видами мяса. На севере Италии популярны рыба (напри-

мер треска или баккала), картофель, рис, кукуруза, колбасы, свинина и различные виды сыров. Макароны с использованием томатов распространены во всей Италии. Все продукты обычно тонко нарезаются и обильно посыпаются ароматными травами. Оливковое масло является наиболее часто используемым растительным жиром в итальянской кулинарии. В качестве основы для соусов оно часто заменяет животные жиры. Традиционная центральная итальянская кухня использует такие ингредиенты, как помидоры, все виды мяса, рыбы и сыр пекорино [3].

В тосканской кулинарии во многих блюдах традиционно подается мясной соус. Наконец, в Южной Италии центральное место занимают помидоры – свежие или приготовленные в соусе. Итальянская кухня также хорошо известна применением разнообразных макарон. Под термином «паста» подразумевается лапша различной длины, ширины и формы. В зависимости от внешнего вида эти изделия называются спагетти, лингвини, фузилли, лазанья и так далее. Слово «pasta» также используется для обозначения блюд, в которых макаронные изделия являются основным ингредиентом. Их обычно подают с соусом. Свежая паста может иметь в составе яйца. Макароны из цельной пшеницы становятся все более популярными из-за предполагаемой пользы для здоровья рафинированной муки [5]. Со временем макароны по-настоящему стали частью итальянской жизни. Однако большой прогресс в истории пасты произошел еще до XIX в., когда паста встретила помидоры. Итальянцы едят более шестидесяти килограммов макаронных изделий на человека в год. Для сравнения, американцы употребляют в пищу только около двадцати килограммов на человека. Эта любовь к макаронным изделиям в Италии далеко опережает производство крупных твердых сортов пшеницы, поэтому Италия импортирует большое количество пшеницы для приготовления макаронных изделий [3].

Таким образом, можно отметить, что итальянская кухня – это прежде всего паста и соусы, пицца и оливки, сыр и вино. Все это можно отведать, отправившись в гастротур по Италии.

Список литературы

1. Веденин Ю.А., Одессер С.В. Проблемы рекреационного использования горных районов // Известия АН СССР. Серия географическая. – 2007. – № 3. – С. 10–25.
2. Гохман В.М., Одессер С.В. Особенности экономического развития европейского Средиземноморья. – Владивосток: ДВО АН СССР, 2014. – 56 с.
3. Джузеппе Бовини. Равенна. Искусство и история. – Равенна: Лонго, 2017. – 67 с.
4. Дмитриевский Ю.Д., Карпова Г.А. Туристские ресурсы, их районирование и роль в концепции устойчивого развития // Изв. РГО. – 1997. – Т. 129, вып. 1. – С. 50–55.
5. Дмитриевский Ю.Д. Страноведение и география международного туризма // Страноведение и международный туризм. – СПб: 2000. – 233 с.
6. Карабаева А.З., Лукьянченко А.Д. Исторические этапы развития мировой гастрономии // Географические науки и образование: мат-лы VI Всерос. науч.-практич. конф. – Астрахань: Астраханский университет, 2013. – С. 103–107.

РАЗВИТИЕ СПОРТИВНОГО И СЕМЕЙНОГО ТУРИЗМА В ЧЕШСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

Ююков Сергей Сергеевич
Астраханский государственный университет
E-mail: yuyukov2001@gmail.com

В статье дается описание особенностей спортивного и семейного туризма в Чешской Республике. Основным видом спортивного туризма является горнолыжный. Рассматриваются главные центры горнолыжного отдыха Чехии. Определены природно-рекреационные условия для развития данного вида туризма. Выявлены, особенности спортивного и семейного туризма в исследуемой стране.

Ключевые слова: спортивный туризм, горнолыжный туризм, драйвинг, Чёртова гора, лыжный трамплин

DEVELOPMENT OF SPORTS AND FAMILY TOURISM IN THE CZECH REPUBLIC

Sergey S. Yuyukov
Astrakhan State University
E-mail: yuyukov2001@gmail.com

The article describes the features of sports and family tourism in the Czech Republic. The main type of sports tourism is skiing. The main ski recreation centers of the Czech Republic are considered. Natural and recreational conditions for the development of this type of tourism are determined. The features of sports and family tourism in the studied country are revealed.

Keywords: sports tourism, ski tourism, driving, Devil's Mountain, ski jump

Среди разновидностей туризма в последние годы особое внимание в Чешской Республике отведено спортивному туризму. Главными потребителями спортивного и семейного туризма здесь являются группы, состоящие из обычных людей (непрофессиональных спортсменов), желающих, во время путешествия, заниматься выбранным видом спорта и поручающих организацию всего этого туристским фирмам и предприятиям.

Рынок спортивного туризма весьма различен и состоит из групп потребителей, желающих заняться любимым видом спорта на отдыхе и на досуге. К таким видам туризма можно отнести: горнолыжный туризм, велотуризм, также драйвинг (автотуризм), и некоторые другие. Таким образом, к этой группе туров относят специализированные туры, посвященные спортивным занятиям, выделившимся в специальные программы, а соответственно и в отдельные сегменты спроса [1].

Основной вид спортивного туризма – горнолыжный. В Чехии горнолыжный спорт абсолютно ничем не уступает лидерам в этой области, таким странам как Швеция, Австрия, Швейцария, Италия.

Главными центрами горнолыжного отдыха Чехии считаются Шпиндлерув Млин, Гаррахов и Пец под Снежкой с великолепно оборудованным трамплином

для прыжков. Эти области относятся к первой международной категории. Склоны Чёртовой горы имеют пять трамплинов для прыжков, один из которых входит в число шести самых высоких мировых трамплинов – его высота составляет 165 м.

С начала весны – с марта и до апреля – в Крконошах проходят различные состязания по скоростному спуску или сноубордингу. Более опытные и даже начинающие сноубордисты найдут здесь для своего излюбленного вида спорта самые подходящие условия. Прекрасные условия для занятий этим увлекательным видом спорта имеются в Пец-под-Снежкой, на Медведине, Горных Мисечках.

Своими беговыми трассами и горнолыжными спусками славится Гаррахов. Это один из мировых лыжных центров, который оборудован системой, состоящей из восьми лыжных трамплинов, начиная с самого малого и до гигантского трамплина, который даёт возможность совершать полёты на 200 м [4].

Пакет услуг в спортивных турах ориентирован на определенный вид спорта. Необходимо отметить, что имеются ряд требований, которые необходимо учитывать при организации всех спортивных туров. Большое значение при организации спортивных туров имеет природно-рекреационные условия. Например, для развития горнолыжного туризма особенно востребован горный рельеф с подходящими склонами разной сложности.

Материальная основа, представленная гостиницами, транспортом, спортивным оборудованием, направлена на спортивный отдых. Организаторы спортивных туров создают все условия для туристов, принимающих в них участие. Туристы могут пользоваться бугельными подъемниками, специально оборудованными трассами, туристскими и спортивными снаряжениями. Гостиницы, соответствующие типу спортивных гостиниц предоставляют спа-услуги, позволяющие снять напряжение после занятий спортом: бани, сауны, бассейны, услуги массажистов и т. п.

Экскурсионная часть тура обычно бывает небольшой по основным достопримечательностям. Имеет место сочетание спортивных, экскурсионно-познавательных программ. В качестве примера можно привести велотур с остановками для осмотра достопримечательностей. Выделяется немалый объем времени для самостоятельных занятий спортом, шопингом, прогулок и пассивного отдыха [3, 5].

Разнообразное питание, с присущим развлекательным характером – видеобары, танцкафе, дегустация национальных блюд, праздники в ресторане и т.д.

При организации спортивных туров первым и основным условием является наличие квалифицированных и опытных инструкторов по соответствующему виду спорта, мастеров и кандидатов в мастера спорта для работы с туристами. Инструкторы должны знать правила безопасности и уметь оказывать первую помощь.

Для Чехии характерно развитие рынка семейного туризма, который имеет свои особенности и требования. В настоящее время этот вид заметно расширяется. Семейный туризм может быть стационарным и мобильным, спортивным и оздоровительным. Следовательно, и программы тура должны быть совершенно разными, в зависимости от тематики самого тура.

Свои специфические особенности требований к организации этих туров, определяет наличие среди путешественников маленьких детей. Путешествия

родителей с детьми (до 11 лет) условно называют семейным туризмом. Особенно необходимо обратить внимание на особенности детской физиологии и психологии и не забывать об интересах самих взрослых, при выборе мест размещения, питания и средств передвижения.

При организации программ отдыха нужно учитывать интересы детей и взрослых: организовывать специальные детские праздники (праздник кукол, праздник сказок), отмечать дни рождения гостей в настоящий момент детей и т. п. Поэтому зачастую используют специалистов, занимающийся организацией детских и совместных программ (аниматоры детского и семейного отдыха). Также нужно учитывать наличие небольших аттракционов и игровых площадок на территории, прилегающей к гостинице, а также игровых комнат на случай плохой погоды. Однако, не следует забывать о взрослых: необходимо для них организовывать вечера знакомств, творческие программы, а также учитывать наличие вечерних баров, куда могут пойти родители, уложив детей спать.

В виде дополнительных услуг на семейных турах предоставляют спортивные программы – бассейны, тренажерно-спортивные залы, теннисные корты. Наиболее популярны соревнования по спортивным играм (волейбол, футбол, «Веселые старты») между командами разных возрастов. Дополнительный интерес к спортивным программам на таких турах особенно оказывает проведение спортивных игр между семейными командами с вручением символических призов [2].

Таким образом, в Чехии присутствуют практически все факторы, способствующие развитию спортивного и семейного туризма. Благоприятное влияние на развитие горнолыжного туризма оказывает рельеф Чешской Республики. Особое своеобразие развитию туризма в стране придает климат: большую часть года на всей территории преобладает мягкий климат с рядом переходных черт между морским и континентальным. Высокий туристический сезон длится с мая по октябрь, горнолыжный сезон в горах – с декабря по март. Множество лыжных курортов и центров расположены по всей территории страны.

Список литературы

1. География международного туризма. Зарубежные страны: учеб. пос. / Гайдукевич Л.М., Хомич С.А., Клицунова В.А., Тарасенок А.И., Решетников Д.Г., Полешук Н.И., Мозговая О.С.; под общ. ред. Гайдукевича Л.М. – Минск: Аверсэв, 2003. – 304 с.
2. Каурова А.Д. Организация сферы туризма: учеб. пос. – СПб: Гедра 2004. – 320 с.
3. Сенин С. Организация международного туризма: учеб. пос. – 2003. – 354 с.
4. Черных Н.Б. технология и организация туроператорской и турагентской деятельности: учеб. пос. – Изд. 20-е, испр. и доп. – М.: Спорт и туризм, 2005. – 360 с.
5. Сайт о туризме, отдыхе, Чехии. – URL: <http://www.chexija.ru>.

СТРОИТЕЛЬСТВО И ЭКСПЛУАТАЦИЯ МОСТОВЫХ ПЕРЕХОДОВ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ РЕК

Кирюхин Сергей Алексеевич, студент,
Байжарикова Алия Геннадьевна, студентка
Астраханский государственный университет
E-mail: kiryuhin.sa92@rambler.ru

В статье рассматриваются актуальные проблемы и поиск путей совершенствования механизма обеспечения экологической безопасности при строительстве и эксплуатации мостов.

Ключевые слова: экологическая безопасность, строительство и эксплуатация мостов, строительный мусор

CONSTRUCTION AND OPERATION OF BRIDGES AS A SOURCE OF RIVER POLLUTION

Sergey A. Kiruhin, student,
Aliya G. Bayjarikova, student
Astrakhan State University
E-mail: kiryuhin.sa92@rambler.ru

The article deals with current problems and the search for ways to improve the mechanism for ensuring environmental safety in the construction and operation of bridges.

Keywords: environmental safety, construction and operation of bridges, construction debris

В результате хозяйственной деятельности человека и отсутствия должного контроля над соблюдением норм и правил по обращению с отходами вблизи береговых линий, уровень загрязнения рек повышается.

Ухудшение состояние дна и берегов рек нередко происходит при строительстве, капитальном ремонте и эксплуатации мостов, при этом, как показывает практика, основными загрязняющими компонентами при строительстве и капитальном ремонте мостов являются [3]:

- нефтепродукты в виде утечек горюче-смазочных материалов из строительных машин, механизмов и автомобилей;
- лакокрасочные материалы и другие химические вещества, применяемые при проведении строительных работ;
- продукты коррозии и остатки краски при пескоструйной обработке стальных пролетных строений;
- промывочные воды из емкостей автобетоносмесителей и автосамосвалов;
- строительный мусор;
- бытовые отходы, особенно пластиковая тара.

К числу наиболее вредных химических загрязнений относятся нефтепродукты. Образующаяся на поверхности воды нефтяная пленка нарушает физико-

химические процессы в водоеме – повышается температура поверхностного слоя воды, ухудшается газообмен [3, 8].

Рядом с мостовыми переходами в руслах рек и каналов нередко можно увидеть затопленные (или полузатопленные) строительные конструкции: балки и плиты пролетных строений, сваи, блоки насадок опор и т.д., оставшиеся после строительства, демонтажа или капитального ремонта мостов.

Наличие вышеперечисленных крупногабаритных предметов в подмостовом русле или выше и ниже моста по течению может привести к стеснению русла, подмыву береговой линии, деформации русла (как правило, уширение) и изменению глубин по сечению русла под мостом.

Основными причинами, порождающими вышеуказанные загрязнения, выделяются:

- низкая общая и экологическая культура работников строительномонтажных организаций;
- неисправности гидросистем строительных машин, механизмов и автомобилей;
- аварийные сбросы загрязняющих веществ;
- отсутствие емкостей для сбора отходов, в том числе отработанных смазочных материалов;
- отсутствие надлежащего контроля над состоянием строительных площадок и производством строительномонтажных работ со стороны местных органов охраны природы.

При хранении на строительной площадке материалов инертного состава (щебень, песок и т.п.) в проектной документации должны быть предусмотрены меры для предотвращения размыва ливневыми и талыми водами и выноса материалов в водотоки. Это достигается складированием на возвышенных площадках с уплотненной или защищенной покрытием поверхностью, вертикальной планировкой территории, устройством водоотводных канав по периметру площадки для хранения. Хранение материалов, активно взаимодействующих с водой, должно осуществляться только в специальных складах под навесом или в герметических емкостях.

Кроме этого, в проектах строительства и капитального ремонта мостовых сооружений необходимо предусматривать следующие технические решения с целью предотвращения загрязнения водотоков [1, 4]:

- обвалование стройплощадок;
- организованный сбор загрязняющих жидкостей и материалов;
- устройство поплавковых заграждений для сбора мусора и горючесмазочных материалов на весь период строительства;
- при окраске стальных пролетных строений мостов использование специальных мелкоячеистых сеток с целью минимизации возможности попадания краски в воду.

На конечной стадии строительства или капитального ремонта мостовых сооружений необходимо выполнить следующие работы:

- удалить из русла реки песчаные островки, отсыпанные на время сооружения опор, с вывозом грунта на берег;

- очистить русло реки и поймы от загромождающих их предметов (сваи подмостей и временных опор должны быть выдернуты и вывезены, следует убрать остатки строительных материалов и конструкций, весь строительный и бытовой мусор);

- разобрать и вывезти временные сооружения;

- спланировать и рекультивировать территории в пределах водоохраной зоны на берегах водотока.

Полнота и качество выполнения перечисленных работ должны быть зафиксированы в акте сдачи-приемки мостового сооружения в эксплуатацию.

Для повышения экологической культуры и знаний работников строительно-монтажных организаций в состав учебных программ при обучении и повышении квалификации рабочих и руководящего персонала должны быть включены темы по охране окружающей среды с подробным изучением [1, 2]:

- основных законов и нормативных документов по теме;

- видов ответственности за нарушение установленных правил по охране окружающей среды;

- основных требований к производству работ с учетом предупреждения ущерба для природной среды.

Основными загрязнителями эксплуатируемых мостов являются стоки дождевой воды с них. Дождевые стоки с дорожного полотна не безобидны, так как содержат токсичные вещества, попавшие в них от движения автомобилей [3]. В основном это остатки нефтепродуктов от сгорающего топлива, которые выбрасываются как аэрозоль с выхлопами и оседает на дорожное полотно. Поэтому для защиты окружающей среды в целях поддержки туризма и рыболовства перед сбросом в водоем стоки с моста должны очищаться.

Примером одного из самых крупных сооружений, обеспечивающим такой режим, являются ливневые очистительные установки Керченского моста, в конструкции которых предусмотрены станции 7-ступенчатой очистки сточной воды до сброса её в пролив (рис.) [5, 7].



Рис. Ливневые очистительные сооружения Керченского моста

Производительность таких очистных сооружений довольно мала, так как требуется время, чтобы растворенные в дождевых стоках нефтепродукты всплыли пленкой в отстойниках, а твердые примеси осели. Финишная ступень очистки через тонкие фильтры имеет низкую производительность около 8–40 л/ч. Поэтому на Керченском мосту используются 20 ливневых станций очистки и аккумуляторы дождевой воды из 48 стеклопластиковых резервуаров-отстойников рассчитанных на хранение и отстой 2,4 млн л дождевой воды. Стоки на автомобильной дороге идут в закрытую сеть дождевой канализации через водоотводные воронки вдоль полотна. Затем по подвесным лоткам, закрепленным под мостовыми пролетами, они идут в локальные очистные сооружения, где вода проходит несколько стадий очистки и обеззараживания [5–7].

В районе транспортного перехода Керченского пролива, сегодня, проводится ряд компенсационных мероприятий для обеспечения экологической безопасности и минимизации влияния на окружающую среду. Созданы и постоянно действуют экспертные группы экологического сопровождения проекта транспортного перехода [5].

Список литературы

1. Ведомственные строительные нормы «Методические рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования» (приняты письмом Росавтодора от 17 марта 2004 г. № ОС-28/1270-ис). Методические Рекомендации по ремонту и содержанию автомобильных дорог общего пользования.
2. Гигиенические требования к охране поверхностных вод: СанПиН 2.1.5.980–00, Санитарные правила и нормы. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000.
3. Кокодеев А.В. Подводное обследование мостов // Транспортное пространство России и Евразийского экономического союза в XXI веке: мат-лы Всерос. науч.-практич. конф., посвященной 100-летию со дня рождения первого Министра автомобильных дорог РСФСР А.А. Николаева (Сочи, 28–29 мая 2014 г.). – Саратов: КУБиК, 2014.
4. Кокодеева Н.Е. О толщине снятия плодородного слоя почвы при проведении подготовительных работ по строительству автомобильной дороги.
5. Колчин Е.А., Бармин А.Н., Емельшин А.Д. Обеспечение безопасности и охрана труда при строительстве и эксплуатации мостов (на примере транспортного перехода через Керченский пролив) // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения. – Астрахань: Астраханский университет, 2019. – Вып. 1. – С. 36–41.
6. Колчин Е.А., Байжарикова А.Г., Кирюхин С.А. Загрязнение рек при строительстве и эксплуатации мостов // Современная экологическая политика: сущность, теория и социально-экономические приоритеты: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. – Астрахань, 2021. – С. 22–27.
7. Локальные очистные сооружения Керченского моста. – URL: kerchmost.ru/lokalnye-ochistnye-sooruzheniya-kerchenskogo-mosta.html/
8. Jenny Green. Effects of Car Pollutants on the Environment. – March 13, 2018. – URL: <https://sciencing.com/effects-car-pollutants-environment-23581.html>.

АНАЛИЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРИРОДНЫХ ПОЖАРОВ НА СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ И ДИНАМИКУ ЭКОСИСТЕМ

Байжарикова Алия Геннадьевна, студентка
Астраханский государственный университет
E-mail: Aliya_98Bay@mail.ru

В статье изучен механизм воздействия пирогенного фактора на природные экосистемы. Предложены способ профилактики степных пожаров и механизмы ликвидации очагов возгорания.

Ключевые слова: пирогенный фактор, ландшафтный пожар

ANALYSIS OF THE IMPACT OF WILDFIRES ON THE STATE OF THE NATURAL ENVIRONMENT AND ECOSYSTEM DYNAMICS

Aliya G. Bayjarikova, student
Astrakhan State University
E-mail: Aliya_98 Bay@mail.ru

The article examines the mechanism of the pyrogenic factor impact on natural ecosystems. Methods for the prevention of steppe fires and mechanisms for the elimination of fires are proposed.

Keywords: pyrogenic factor, landscape fire

Пожары являются самыми распространенными чрезвычайными событиями в современном индустриальном обществе. Поэтому задача прогнозирования пожароопасных ситуаций и своевременного принятия решений, направленных на снижение опасности от возникновения пожара является особо важной и актуальной.

Природные пожары подразделяются на лесные, степные и торфяные и все они зависят от ряда факторов, основными из которых являются: тип господствующей растительности и климатические характеристики района.

Погодные условия имеют решающее значение для распространения природных пожаров. Особенно высокий риск возникновения пожаров наблюдается в засушливый период с высокими дневными температурами воздуха и низким увлажнением территории.

Согласно статистическим данным, такие условия проявляются на все более обширных территориях за счет потепления климата и обновления абсолютных максимальных температур воздуха в ряде регионов страны.

На распространение пожаров влияет и ветровой режим. Он способствует дополнительному притоку кислорода, переносу пламени, искр, горячей золы на расположенные по направлению ветра горючие материалы и тем самым вызывает возникновение новых очагов.

Максимальное за год количество регистрируемых ландшафтных (природных) пожаров происходит в марте, апреле и мае. Связано это с тем, что в этот период просыхает прошлогодняя растительность, наиболее сильные

порывы ветра, и еще не наступает весенний паводок, исключая возможность загорания растительности на открытой местности [1].

Согласно статистическим данным, начиная с 2003 г. количество лесных пожаров в России заметно снижается. Однако площадь лесных территорий, пораженная пожарами, постоянно возрастает. Это происходит за счет тенденции к аридизации во многих регионах страны, а также отсутствия активных мер по тушению большинства очагов на начальном этапе, в том числе удаленных территорий.

Начиная с момента принятия нового Лесного кодекса, прямая обязанность следить за положением дел в лесной отрасли была возложена на регионы, которые, в свою очередь, не имеют лишних средств на содержание штата лесников и соответствующей техники. В 83 000 человек Гослесоохраны лесхозов было оставлено 680 человек лесных инспекторов в составе Росприроднадзора. В результате такой «оптимизации» страна горит с каждым годом все больше [2].

Прямой ущерб от природных пожаров заключается в потерях лесных массивов, посевов зерновых и других сельскохозяйственных культур, жилых и хозяйственных объектов, диких и домашних животных, оказавшихся в зоне распространения огня.

Косвенный ущерб состоит в материальных затратах на ликвидацию очагов возгорания и восстановление объектов уничтоженных пожаром. Лесные пожары, приводят также к потере таких важнейших экологических функций пойменных лесов, как водоохранная и водорегулирующая, санитарно-гигиеническая, почвозащитная, рекреационная.

Наиболее пожароопасны сосновые леса, потом лиственничные, пихтовые и еловые, затем смешанные и, наконец, лиственные. Среди сосновых лесов самые горючие лишайниковые и вересковые боры, затем брусничные, далее кисличные и черничные и, наконец, травяные и сфагновые заболоченные территории [1].

Большое значение для растений в экстремальных условиях пожара имеет мощность покровных тканей. Так, у осины, ольхи, орешника довольно тонкая кора, поэтому они сильно повреждаются огнем. У дуба и сосны более толстая кора, эти виды обладают большей устойчивостью при пожаре.

При интенсивных пожарах и пожогах уничтожаются все надземные вегетативные и генеративные органы, что сводит к нулю дальнейшую продуктивность и возможность семенного размножения растений в дальнейшем.

В результате пожаров урон наносится и животному миру. В огне гибнут мелкие и крупные млекопитающие, рептилии, насекомые и представители других таксономических групп, кладки птиц, личинки и др.

В большей степени от пожаров страдает фауна беспозвоночных, связанных с травостоем и лесной подстилкой. Обычно их не фиксируют на выгоревшей территории по прошествии трех и более лет.

В результате природных пожаров наравне с флорой и фауной страдает и почвенный покров. Степные и лесные пожары зачастую наносят невосполнимый урон этому сложному органоминеральному комплексу, формирующемуся

из останков животных, отмерших растений и измельчённой материнской породы, под действием сложных химических процессов [1, 2].

Также почвенный слой теряет защиту в виде растений и сразу после её уничтожения огнём он подвергается водной, ветровой эрозии и другим неблагоприятным последствиям, в результате чего меняет свою структуру, морфологию и свойства.

Способ профилактики пожаров состоит в усилении пропаганды охраны степных ландшафтов среди всех слоев и возрастных групп населения, модернизации системы раннего обнаружения очагов пожаров.

Авиационный способ обнаружения лесных пожаров в настоящее время используется ограничено по экономическим причинам. Однако значительно увеличилась оперативность использования спутниковой информации и разрешающая способность аппаратуры дистанционного зондирования Земли. Увеличилось также число действующих космических аппаратов, появились относительно недорогие станции приёма данных со спутников, существенно возросли возможности программных и аппаратных средств обработки и передачи космической информации.

Возможность прогнозирования развития пожароопасной ситуации, влияния ее на окружающую среду и своевременное принятие решений, направленных на снижение опасности от возникновения и развития пожара, во многом зависит от информативности о наиболее вероятных стихийных бедствиях, авариях, технологических катастрофах; данных о пожаро- и взрывоопасности объектов и их элементов; окружающей среде, особенно лесах и населенных пунктах, метеорологических условиях; рельефе местности; наличии различных преград, водоисточников и др.

Предупреждение чрезвычайных ситуаций, обусловленных природными пожарами, является комплексной проблемой. Для ее решения необходимо в первую очередь: обеспечить своевременное оповещение о лесных и степных пожарах; увеличить масштаб работ по противопожарному устройству территорий и населенных пунктов в потенциально опасной зоне; увеличить оснащенность техническими средствами Государственной противопожарной службы МЧС России и лесопожарных служб Министерства природных ресурсов России.

Список литературы

1. Колчин Е.А., Бармин А.Н. Оценка особенностей пирогенной обстановки на территории Астраханской области // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. – ДНР, 2020. – Вып. 3 (7). – С. 221–222.
2. Соболев С.А., Денисов А.Н., Колчин Е.А. Влияние пирогенного фактора на природные экосистемы // Современные исследования в науках о Земле: ретроспектива, актуальные тренды и перспективы внедрения: мат-лы Междунар. науч.-практич. конф. – Астрахань: Астраханский университет, 2019. – С. 63.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ДЕЛЬТ ДОНА И КУБАНИ

Старчикова Елена Сергеевна, студентка
Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail: starchikova.e.s@gmail.com

Работа основана на материалах, полученных автором в период с 2 августа по 2 сентября 2021 г., а также участниками прошлых экспедиций (2012–2015, 2016, 2018 гг.) в дельте Дона и Кубани. Дон и Кубань – это крупнейшие реки юга европейской части России, впадающие в Азовское море. В работе представлены данные о среднем содержании тяжелых металлов (Fe, Mn, Pb, Co, Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, U, Mo) и металлоидов (B, As) в водах дельт, проведено их сравнение со среднемировыми значениями и санитарно-гигиеническими нормативами, подсчитано соотношение форм миграции. Рассмотрена пространственная и межгодовая вариабельность содержания ТММ.

Ключевые слова: геохимия, ТММ, дельты, Дон, Кубань, растворенные формы, взвешенные формы

DISTRIBUTION AND FRACTIONATION OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN RIVER WATERS OF THE DON AND KUBAN RIVER DELTAS

Elena S. Starchikova, student
Lomonosov Moscow State University
E-mail: starchikova.e.s@gmail.com

The article is based on materials obtained by the author in the period from August 2 to September 2, 2021, as well as participants in past expeditions (2012–2015, 2016, 2018) in the delta of the Don and Kuban. The Don and Kuban are the largest rivers in the south of European Russia, flowing into the Sea of Azov. The paper presents data on the average content of heavy metals (Fe, Mn, Pb, Co, Zn, Cr, Ni, Cd, Cu, U, Mo) and metalloids (B, As) in delta waters, compares them with average world values and sanitary and hygienic standards, calculates the ratio of migration forms. Spatial and interannual variability of TMM content was considered.

Keywords: geochemistry, TMM, deltas, Don, Kuban, dissolved forms, suspended forms

При изучении геохимии вод особое внимание уделяется трансформации физических, химических и физико-химических свойств, а также миграции химических элементов и соединений. Актуальность настоящей работы заключается в том, что дельты – это конечные звенья ландшафтно-геохимических каскадных систем, испытывающие природное и техногенное воздействие [1]. Помимо этого в дельтах взаимодействуют две разные по свойствам водные массы: речная и морская.

Цель работы – выявить пространственно-временны различия содержания потенциально токсичных веществ (тяжёлых металлов и металлоидов) в воде, взвешенных наносах и донных отложениях в летне-осенний меженный период. Объектами исследования данной работы являются аквальные ландшафты дельт

рек Дона и Кубани. Для оценки экологического состояния речных вод использовались данные за 10-летний период.

Методы исследования: сравнительно-географический метод, анализ, систематизация и обобщение. Химический состав воды и взвешенных наносов определялся масс-спектральным (ICP-MS) и атомно-эмиссионными методами (ICP-AES) с индуктивно связанной плазмой.

Вещества в речном стоке мигрируют в двух формах: взвешенной и растворенной. От формы миграции зависит токсичность элементов и их доступность для гидробионтов. Проблема заключается в том, что при оценке экологической опасности взвешенная форма не учитывается. При этом дельты Дона и Кубани в хозяйственном и социально-экономическом отношении являются одними из важнейших мест в России.

Анализ показал, что содержание растворенных форм ТММ в дельтах рек в среднем ниже среднемировых концентрации [9], ниже значений ВОЗ для питьевой воды [8] и ниже ПДК химических веществ в воде питьевой систем централизованного, в том числе горячего, и нецентрализованного водоснабжения, воде подземных и поверхностных водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, воде плавательных бассейнов, аквапарков (ПДКв) [6]. Исключение составляют As, В, Мо, U, V, Zn, превышающие среднемировые значения. Вместе с тем концентрации В, Mn, V, Mn, Zn, Cu, Мо превышают ПДК вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения (ПДКр/х) [4].

Содержания ТММ во взвеси в дельте Дона по сравнению со среднемировым содержанием ниже или близки к оценке В.С. Савенко [5] и Viers et al. [10] за исключением Mn и Sr. В дельте Кубани – по большинству элементов содержания выше среднемировых значений, что говорит о повышенном природном фоне. На повышенное содержание ТММ во взвеси в дельте Кубани влияет гранулометрический состав взвеси: доля частиц РМ5 выше, чем в дельте Дона и составляет 54 %. Также в дельте Кубани повышена мутность воды (в среднем 37 мг/л). Для обеих дельт приоритетными загрязнителями в донных отложениях являются Cd, Zn, Bi, Мо, кларки концентраций которых превышены и во взвеси.

Принято считать, что в реках мира преобладает взвешенная форма миграции ТММ, которая состоит от 85 до 99 % от общего содержания в воде [3]. Лисицин А.П. и Гордеев В.В. [2] отметили, что растворенные формы миграции играют большую роль в соотношении в том случае, если у потока низкая мутность. Это подтверждается и нашими данными, в дельте Кубани доля взвешенных форм ТММ выше, чем в дельте Дона (табл.). В дельте Дона соотношения форм Pb, Zn, Cr, Ni, Cu, Cd переменны в пространстве и во времени: данные элементы способны менять форму миграции на противоположную. В дельте Кубани среди таких элементов выделяются Zn, Cu, Cd, As.

Таблица

Среднее соотношение форм миграции за исследуемый период (%)

	Fe	Mn	Pb	Co	Zn	Cr	Ni	Cu	Cd	As	U	Mo
Дон (n=61)	99,6±0,4	98,5±2,5	78,4±32,0	65,5±14,5	59,3±31,9	53,4±25,6	52,5±19,4	44,7±19,2	39,8±21,2	20,2±19,7	4,7±4,5	1,3±1,4
Кубань (n=64)	99,7±0,3	96,7±7,0	82,8±21,1	87,6±8,4	68,9±24,1	82,9±10,3	79,3±12,8	50,7±18,4	48,5±26,3	36,5±23,9	9,4±4,1	3,3±5,5

Временное распределение определяется в основном гидрологическими условиями. После сильных дождевых паводков в дельте Кубани в слабопроточных водотоках увеличена доля растворенных форм ТММ. Во время изменения регулирования стока рек (например, при экологических попусках) увеличивается доля взвешенных форм. Перед началом сильнейшего нагона (2014 г., дельта Дона) доля и концентрация растворенных форм значительно увеличивается, что подтверждает данные И.В. Шевердяева и А.В. Клещенкова [7] о преимущественном поступлении элементов в дельту Дона с морскими водами, а не стоком реки. Превышение содержания Cu наблюдается на протяжении нескольких лет в Большой и Мокрой Каланче, что обусловлено нанесением пентагидрата сульфата меди на поверхность воды при борьбе с водорослями, чей бурный рост вызван сбросом вод с рыбохозяйственных прудов, насыщенных питательными веществами, которые вызывают эвтрофикацию водоема.

Повышенные концентраций ТММ в растворенной форме приурочены, преимущественно, к сбросам с населенных пунктов и промышленных зон (например, Дон ниже г. Ростов-на-Дону, Мертвый Донец, Кубань ниже г. Темрюк), сельскохозяйственных территорий (при поверхностном стоке поступление ТММ в р. Казачий Ерик), с рыбохозяйственных прудов (Большая и Мокрая Каланча, Большая Кутерьма), а также обусловлено влиянием активного судоходства как на Дону, так и на Кубани. По мере приближения к морской части дельты концентрация и доля взвешенных форм значительно уменьшается и увеличиваются в гирлах на морском крае и узлах разветвления из-за взмучивания донных отложений, что соответствует представлениям о взаимодействии речных и морских вод.

Таким образом, видно, что изученные дельты имеют определенные сходства и различия в пространственном и временном распределении содержания ТММ, на что влияют как гидрологические условия, так и техногенное воздействие.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-05-80094 «Потоки токсичных химических элементов и соединений в устьях крупных рек юга России в условиях климатической нестабильности и усиления антропогенной нагрузки».

Список литературы

1. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов. – М., 1988. – 351 с.
2. Лисицын А.П., Гордеев В.В. О химическом составе взвеси и воды морей и океанов // Литология и полезные ископаемые. – 1974. – № 3. – С. 38–57.
3. Мур Дж., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах: Контроль и оценка влияния: пер. с англ. Гричук Д.В. и др. – М.: Мир, 1987. – 288 с.
4. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. N 552 (с изменениями от 12 октября 2018 г., 10 марта 2020 г.) «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (дата обращения: 18.03.2022).
5. Савенко В.С. Химический состав взвешенных наносов рек мира. – М.: ГЕОС, 2006. – 174 с.
6. Санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»: Постановление Роспотребнадзора от 28.01.2021 г. № 2. 651 с.
7. Шевердяев И.В., Клещенко А.В. Выявление вклада нагонных явлений в поступлении тяжелых металлов в дельту Дона // Морской гидрофизический журнал. – 2020. – Т. 36, № 5. – С. 582–594.
8. Cotruvo J.A. 2017 WHO guidelines for drinking water quality: first addendum to the fourth edition // Journal-American Water Works Association. – 2017. – Vol. 109, № 7. – P. 44–51.
9. Gaillardet J., Viers J. and Dupre B. Trace Elements in river waters. // Treatise on geochemistry (Second Edition) / ed. by D. Heinrich Holland and K. Karl Turekian, Elsevier. – Oxford, 2014. – P. 195–235.
10. Viers J., Dupré B., Gaillardet J. Chemical composition of suspended sediments in World Rivers: New insights from a new database // Science of the total Environment. – 2009. – Vol. 407, № 2. – P. 853–868.

**«СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В НАУКАХ О ЗЕМЛЕ:
РЕТРОСПЕКТИВА, АКТУАЛЬНЫЕ ТРЕНДЫ
И ПЕРСПЕКТИВЫ ВНЕДРЕНИЯ»**

IV Международная научно-практическая конференция

г. Астрахань, 27–28 мая 2022 г.

Материалы конференции

Составитель
Евгений Александрович Колчин

Публикуются в авторской редакции.

Техническое редактирование, верстка
С.Н. Лычагиной

Заказ № 4439. Тираж 8 электрон. оптич. дисков
Уч.-изд. л. 11,5

Астраханский государственный университет
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20а