

ООО «ГЕОМАРКЕТИНГ»  
ООО «Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве»  
АССОЦИАЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»  
СОЮЗ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ



Общероссийская научно-практическая  
конференция

**«ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ – НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА,  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»**

**МАТЕРИАЛЫ**

**14–15 сентября 2020 г.**

г. Москва  
2020

ООО «ГЕОМАРКЕТИНГ»  
ООО «Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве»  
АССОЦИАЦИЯ «ИНЖЕНЕРНЫЕ ИЗЫСКАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ»  
СОЮЗ ИЗЫСКАТЕЛЕЙ

Общероссийская научно-практическая конференция

«ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ – НОРМАТИВНО-ПРАВОВАЯ БАЗА,  
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ И ОБОРУДОВАНИЕ»

МАТЕРИАЛЫ

14–15 сентября 2020 г.

г. Москва  
2020

Материалы докладов Общероссийской научно-практической конференции  
«Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база,  
современные методы и оборудование», 14–15 сентября 2020 г.

Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование (Материалы Общероссийской научно-практической конференции)  
М.: ООО «Геомаркетинг». 2020. – 158 с.

14 и 15 сентября 2020 г. в бизнес-отеле «Бородино» (г. Москва) редакцией журнала «Инженерные изыскания» совместно с ООО «Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве» (ООО «ИГИИС»), Ассоциацией «Инженерные изыскания в строительстве» («АИИС») и Союзом изыскателей была проведена Общероссийская научно-практическая конференция **«Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование»**.

В конференции приняли участие 74 представителя 48 проектно-изыскательских организаций, научно-исследовательских институтов и вузов из 15 городов Российской Федерации: Москва, Воронеж, Дедовск, Кострома, Краснодар, Мурманск, Нижний Новгород, Новосибирск, Омск, Пенза, Рязань, Самара, Сургут, Санкт-Петербург, Тамбов, Томск, Уфа. Заслушано 30 докладов.

В материалах Общероссийской научно-практической конференции «Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база, современные методы и оборудование» представлены публикации по различным аспектам инженерно-экологических изысканий.

Сборник предназначен для широкого круга специалистов в области инженерных изысканий, проектирования, строительства, для студентов и аспирантов профильных вузов.

Редакционная группа: Журавлева Н.А., Висхаджиева К.С.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Былина Т.С., Жигульский В.А.</b> ООО «Эко-Экспресс-Сервис» <b>Специфика подготовки картографических материалов при проведении инженерно-экологических изысканий</b>	7
<b>Воробьевская Е.Л., Седова Н.Б.</b> МГУ имени М.В. Ломоносова <b>Социально значимые проблемы города Мурманска: загрязнение угольной пылью</b>	9
<b>Ардашникова С.В.</b> АО «ТомскНИПИнефть» <b>Особенности экологического картографирования при проведении инженерно-экологических изысканий для объектов нефтегазодобычи в таежной и лесотундровой зонах Западной Сибири</b>	13
<b>Фисунова Е.С.</b> ООО «РСИ» <b>Особенности проведения инженерно-экологических изысканий на складах горюче-смазочных материалов аэродромов</b>	19
<b>Мазитова А.И.</b> ООО «ГТО» <b>Проведение инженерно-экологических изысканий для оценки накопленного вреда окружающей среде</b>	27
<b>Стурман В.И.</b> СПбГУТ имени проф. М.А. Бонч-Бруевича <b>Электромагнитное загрязнение окружающей среды и инженерно-экологические изыскания</b>	34
<b>Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Шопина О.В.</b> МГУ имени М.В. Ломоносова <b>Индикация загрязнения полиароматическими углеводородами дорожной пыли г. Москвы</b>	39
<b>Введенский Р.В.</b> ОАО «НИПИИ “Ленметрогипротранс”» <b>Гендлер С.Г.</b> Санкт-Петербургский горный университет <b>Влияние строительства тоннелей на окружающую среду в уникальных природно-географических условиях</b>	45

<b>Орлов М.С.</b> МГУ имени М.В. Ломоносова <b>Инженерно-экологические изыскания для проектирования особо охраняемых природных территорий в г. Москве</b>	53
<b>Норова Л.П., Николаева Т.Н.</b> Санкт-Петербургский горный университет <b>Комплексная оценка эколого-геологических условий в селитебных и промышленных районах г. Санкт-Петербурга</b>	62
<b>Горлов И.О.</b> ООО «ЦМИ МГУ имени М.В. Ломоносова» <b>Проблемы и перспективы археологических исследований в составе инженерно-экологических изысканий на водных объектах</b>	71
<b>Цымбал М.Н.</b> РГГРУ имени Серго Орджоникидзе (МГРИ) <b>Береснев В.А.</b> АО институт «Пензсельстройпроект» <b>Анализ дорожно-транспортных происшествий с участием крупных диких животных, связанных с реконструкцией и строительством автодорог в Пензенской области</b>	77
<b>Глухова Е.В., Голубева Е.И., Зимин М.В.</b> МГУ имени М.В. Ломоносова <b>Мониторинг процессов восстановления растительного покрова в условиях Крайнего Севера</b>	82
<b>Курбатова Е.С., Жуков Д.В.</b> ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект» <b>Место геоморфологии в инженерных изысканиях. Экологическая геоморфология и ее подходы</b>	86
<b>Соловьев Д.В.</b> ООО «Геопроектизыскания» <b>Комплексные эколого-географические исследования в рамках проведения инженерно-экологических изысканий: ландшафтный подход и современные методы</b>	91
<b>Калениченко В.О.</b> ООО «ЦМИ МГУ имени М.В. Ломоносова» <b>Бойко К.А.</b> ООО «Лаборатория» <b>Экспедиционные химико-аналитические исследования: методология и обеспечение условий проведения измерений в полевых условиях</b>	97

**Фонова О.Г.**

Воронежский государственный университет

**Оценка радиационной безопасности районов размещения крупных логистических центров**

107

**Косинова И.И., Курьшев А.А., Бударина В.А.**

Воронежский государственный университет

**Роль инженерно-экологических изысканий в проектировании объектов ведущих уровней опасности**

110

**Фонова С.И., Бурак Е.Э., Мироненко Н.И.**

Воронежский государственный технический университет

**Эколого-градостроительные нарушения при точечной застройке**

116

**Нгуен Т.Х.**

Воронежский государственный университет

Вьетнамский национальный университет лесного хозяйства

**Косинова И.И.**

Воронежский государственный университет

**Обоснование методики интегральной экологической оценки компонентов среды**

123

**Шавыкин А.А., Карнатов А.Н.**

ММБИ КНЦ РАН

**Предложения в проект свода правил по инженерно-экологическим изысканиям для строительства. Карты уязвимости районов при оценке воздействия на окружающую среду для шельфовых проектов**

130

**Гончаров А.В.**

МГУ имени М.В. Ломоносова

**Биологическая индикация при оценке состояния (загрязнения) водных объектов**

138

**Жигульский В.А., Чебыкина Е.Ю., Шуйский В.Ф.**

ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

**Инженерно-экологические изыскания как инструмент информационного обеспечения многовариантного выбора экологически оптимального размещения производственных объектов**

143

**Аскарлов Р.А., Ганова С.Д.**

РГГРУ имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)

**Медико-биологические исследования в составе инженерно-экологических изысканий**

145

**Евсеев А.В.**

МГУ имени М.В. Ломоносова

**Радиогеохимические исследования природной среды  
Мурманской области**

149

**Новосельцев А.С.**

АО «ТомскНИПИнефть»

**Плодородный и потенциально плодородный слои почвы  
как объекты охраны с точки зрения государственных стандартов**

153

**Былина Т.С., Жигульский В.А.**

ООО «Эко-Экспресс-Сервис», г. Санкт-Петербург, [ecoplus@ecoexр.ru](mailto:ecoplus@ecoexр.ru)

## **СПЕЦИФИКА ПОДГОТОВКИ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

Одной из обязательных задач инженерно-экологических изысканий является подготовка качественных картографических материалов, использование которых позволит не только корректно оценить существующее состояние участка проектирования объекта и прилегающей территории, но и принять грамотное решение о дальнейшем его освоении.

Картографические материалы условно можно разделить на четыре блока: карто-схемы фактического материала, тематические карты, карты техногенной нагрузки и результирующие карты.

Несмотря на то, что карты давно стали для большинства изыскателей неотъемлемой частью подготовки отчетов, следует отметить ряд моментов, на которые следует обратить внимание.

Построение любой карты начинается с подготовки картографической основы, ее детальность, актуальность и легитимность напрямую окажут влияние на итоговый продукт. В качестве наиболее часто используемых подоснов используются: топографические карты, морские навигационные карты, планшеты инженерно-геодезических изысканий, космоснимки, ортофотопланы, генеральные схемы поселений, тематические карты из различных источников. Важно учитывать, что карты и космоснимки, находящиеся в открытом доступе в сети Интернет, в большинстве случаев в соответствии с пользовательским соглашением не подлежат использованию в коммерческих целях.

Не следует также забывать о необходимости приобретения лицензированного программного обеспечения для построения картографической продукции и учесть возможность его применения для тех или иных задач с учетом встроенных методов загрузки и отображения данных. На данный момент диапазон постоянно актуализируемого программного обеспечения достаточно широкий. К наиболее активно используемым относятся GoldenSoftware Surfer, MapInfo, ArcGIS.

Особое внимание при подготовке карт следует уделить вариантам графической интерпретации и интерполяции результатов полевых и лабораторных работ. Выбор конкретного алгоритма построения имеет существенное влияние на окончательный вид карты, а значит и на окончательный выводы. Одним из наиболее ярких примеров карт, зависящих от используемых методов интерполяции, являются карты ареалов загрязненности грунтов. От грамотного построения данных карт напрямую зависит объем грунтов, возможных для дальнейшего использования или подлежащих вывозу на специализированные полигоны, что в свою очередь оказывает воздействие на стоимость реализации объекта.

Наиболее сложной и в тоже время интересной картой в рамках инженерно-экологических изысканий является комплексная результирующая карта. На нее выносятся как информация об экологических ограничениях, полученная от уполномоченных государственных органов, так и существенная для принятия проектных решений информация, полученная при проведении полевых и лабораторных работ. Учитывая огромный объем и разнообразие данных, которые следует разместить на данной карте, сохранив при этом наглядность, читабельность и простоту в использовании, к ее созданию необходимо подходить с максимальной ответственностью и скрупулезностью.

Подводя итоги, следует подчеркнуть, что в независимости от площади и сложности объекта проектирования, числа и красочности построенных в ходе инженерно-экологических изысканий карт основная цель подготовки картографического материала заключается не в создании красивых рисунков, вносящих приятное разнообразие в текст отчетов, а в подготовке качественного, грамотного, системно организованного, наглядного материала для принятия проектных решений.

**Воробьевская Е.Л., Седова Н.Б.**

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования,  
г. Москва, nsedova@mail.ru

**СОЦИАЛЬНО ЗНАЧИМЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА МУРМАНСКА:  
ЗАГРЯЗНЕНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ**

Функционирование городской среды г. Мурманск, одного из самых крупных городов-портов России, крупнейшего в мире по численности проживающих населенного пункта, расположенного в высоких широтах за пределами Северного полярного круга, имеет свою специфику и определяется рядом природных, природно-антропогенных и социально-экономических факторов.

На территории г. Мурманск расположен ряд предприятий, которые оказывают негативное влияние на окружающую среду города. Основными источниками поступления загрязняющих веществ в окружающую среду в г. Мурманск являются: Мурманский морской торговый порт, теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), завод по термической обработке твердых бытовых отходов, «Атомфлот», «Сплав», «Мурманский глиноземный терминал», «Мурманское морское пароходство», «Мурманская судовой верфь», «Центргазстрой», «Новая металлическая компания» и др. Севернее г. Мурманск расположен закрытый г. Североморск, в котором расположена база Северного флота ВМФ ВС России. Суда так же сливают мазут в воду. В результате их деятельности в окружающую среду выделяются загрязняющие вещества: оксид железа, оксид кадмия, соединения марганца, оксид никеля, свинец и его неорганические соединения, хром, оксид цинка и прочие.

По данным докладов о состоянии и охране окружающей природной среды Мурманской области за 2000–2016 гг. наибольшее загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами наблюдается в летние месяцы (июль, август) и в зимние (февраль, ноябрь, декабрь) [4]. При этом зимой отмечается повышение концентрации загрязняющих веществ в районе работы ТЭЦ и Мурманского морского торгового порта, в котором идет перегрузка угля через терминалы открытого типа. Об этом также свидетельствует едкий запах мазута. Таким образом, в силу специфики географического положения г. Мурманска и его протяженности вдоль Кольского залива, преобладающих зимой южных и юго-западных ветров на город оказывается комплексное негативное воздействие различных источников техногенной пыли, расположенных в разных районах.

Мурманский морской торговый порт основан в 1915 г. и является самым мощным транспортным узлом Заполярья, занимая четвертую позицию по объему обработанных грузов среди всех российских портов. На данный момент в порту производится разгрузка и погрузка угля открытым способом. Идущий на экспорт уголь является основным грузом порта: из 15 млн т грузов, обработанных портом за 2016 г., на него приходится около 14 млн т [7]. Среди основных направлений

экспорта – Великобритания, Бельгия, Нидерланды, Франция, Испания, Марокко, Кипр, Израиль, Турция. Угольная пыль ветром переносится за территорию порта в пределах города. Также в порту суда сливают оставшийся мазут в воду. На протяжении многих лет Мурманский морской торговый порт является одним из основных источников загрязнения г. Мурманск пылевыми частицами, которые в прошлом году были названы основным виновником в появлении черного налета в г. Мурманск. Тогда Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека было указано на несоответствие порта санитарным правилам и нормам. Об этом также заявляла Мурманская природоохранная прокуратура, отметившая, что эффективные экологические мероприятия невозможны при сохранении нынешних объемов перевалки из-за близости к жилой зоне. Мурманчане жалуются властям города на облака пыли и копоть, которая появляется на окнах, подоконниках, во дворах, на деревьях. Черный снег стал визитной карточкой многих районов города. Как авторам объяснили во время проведения социологических исследований, в ситуации не раз пытались разобраться правоохранительные органы и региональное Министерство природных ресурсов, но реальных результатов это не дало (торговый порт находится не под региональным, а под федеральным надзором – документальные претензии со стороны местных правоохранителей предъявить и обосновать трудно). По мнению сотрудников правоохранительных органов и врачей города, постоянное пыление существенно ухудшило качество атмосферного воздуха и оказывает негативное воздействие на здоровье жителей. По мнению врачей, в последние несколько лет в Мурманской области наблюдается рост числа онкологических больных, особенно с раком легких, а также детской заболеваемости.

Администрация порта проблему признает лишь частично. Приобреталось необходимое оборудование для уменьшения пыления, однако окончательно ситуация так и не разрешилась – работа туманообразующих пушек неэффективна при минусовых температурах. Среди других экологических проектов порта: строительство очистных сооружений второй очереди для хозяйственно-бытовых стоков, стационарные системы пылеподавления, строительство пылезащитного 20-метрового экрана, приобретение технического оборудования большей грузоподъемности для сокращения количества операций при перегрузке, закупка машин для орошения штабелей, использование вакуумного погрузчика и пылесосов для всасывания угольной пыли, установка экологической диспетчерской, высаживание зеленого экрана из елей на территории. Всего портом на экологические мероприятия было потрачено в 2017 г. 722 млн руб., в 2018 г. – 1 млрд 190 млн руб. Всего до 2021 г. будет потрачено 3 млрд 200 млн руб. Несмотря на уже реализованные портом экологические проекты, пыление от перегрузки угля не уменьшается (по крайней мере, в снежный период).

Для выявления качества природной среды проводились эколого-геохимические исследования, которые позволяют получить аргументированный,

объективный, количественно оцененный ответ на такие актуальные вопросы, как выявление техногенного загрязнения и эколого-геохимическая характеристика территории, которая заключается в определении качественного характера загрязняющих веществ [5]. Снежный покров в условиях районов Крайнего Севера может сохраняться на протяжении 8–9 месяцев в году. Он является удобным индикатором загрязнения атмосферных осадков, атмосферного воздуха, а также загрязнения воды и почв в результате таяния снега, так как при образовании и выпадении снега в результате процессов его сухого и влажного вымывания концентрация загрязняющих веществ в нем оказывается обычно на два-три порядка выше, чем в атмосферном воздухе. Отбор проб очень прост и не требует специального сложного оборудования; одна проба, взятая по всей толщине снежного покрова, дает представительные данные о загрязнении в период от образования устойчивого снежного покрова до момента отбора пробы; снежный покров является эффективным индикатором закисления природных сред.

По разработанным бланкам в заранее намеченных точках отбора проб проводились комплексные описания участков, включающие характеристику природных особенностей и природопользования, характер и степень антропогенного воздействия. При выборе точек для отбора проб авторы руководствовались действующим нормативным техническим документом РД 52.44.2-94 [6]. Во время маршрутов был проведен отбор 60 проб снега на разном удалении от источников загрязнения в различных функциональных зонах города с учетом этажности застройки, особенностей рельефа, розы ветров, распределения зеленых насаждений. Пробы снега топились, отфильтровывались, фильтры с осадком анализировались. После фильтрации растопленных проб были получены данные по массе пыли исходя из веса фильтров с пылью и без нее. Методика отбора проб соответствовала ГОСТ 17.1.5.04-81 [1], ГОСТ Р 51592-2000 [3] и ГОСТ 17.1.5.05-85 [2].

Проведенный анализ показал, что наибольшее число загрязненных пылью участков расположено в центральной и восточной частях города. Концентрация пыли на самом загрязненном участке, расположенном на границе общественно-деловой зоны городского центра и зоны размещения объектов физкультуры и спорта, превышает в 65 раз концентрацию самого чистого участка, расположенного в зоне зеленых насаждений общего пользования. Полученные данные сравнивались с данными фоновых проб. Было выявлено, что в 59 пробах превышение по количеству пыли на единицу площади превышает фоновые значения от 2 до 21 раза. Значительному пылению в разной степени подвержены жилые кварталы города. В целом, наибольшее количество пыли на единицу площади выявлено в следующих функциональных зонах: многоэтажной жилищной застройки, производственной, транспортной инфраструктуры. В зимнее время в городе преобладают ветры южного направления, что обуславливает наличие высоких концентраций пыли в пробах, расположенных к северу от места угольной разгрузки в порту. Для выявления загрязнения

снежного покрова была проанализирована также снежная вода, которая прошла количественный анализ по физико-химическим показателям, в т.ч. на ряд тяжелых металлов.

Для выявления мнения местных жителей о состоянии экологической обстановки в г. Мурманск проведены социологические исследования. Практически половина опрошенных характеризует экологическую обстановку в городе как «напряженную»; процент людей, считающих, что ситуация в городе «кризисная» – 13% и «катастрофическая» – 12%.

В результате проделанной работы можно сделать следующий вывод: экологическое состояние г. Мурманск в настоящее время в целом характеризуется как напряженное. Основное загрязнение связано с осадением на территории города большого количества угольной пыли, что снижает качество жизни в городе и вызывает недовольство местных жителей.

### Список литературы

1. ГОСТ 17.1.5.04-81 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод. Общие технические условия.
2. ГОСТ 17.1.5.05-85 Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков.
3. ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб.
4. Доклады о состоянии и об охране окружающей природной среды Мурманской области в 2000–2016 гг. Мурманск: Министерство природных ресурсов и экологии Мурманской области, 2001–2017.
5. Евсеев А.В. Геоэкологический мониторинг. М.: Географический факультет МГУ имени М.В. Ломоносова, 2010. 123 с.
6. РД 52.44.2-94 Методические указания. Охрана природы. Комплексное обследование загрязнения природных сред промышленных районов с интенсивной антропогенной нагрузкой.
7. Портал «Корабел.ру» – база данных по морской отрасли в России и странах СНГ [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.korabel.ru> (дата обращения: 02.03.2020).

**Ардашникова С.В.**

АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, ArdashnikovaSV@nipineft.tomsk.ru

## **ОСОБЕННОСТИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ В ТАЕЖНОЙ И ЛЕСОТУНДРОВОЙ ЗОНАХ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

Представлен опыт разработки специалистами АО «ТомскНИПИнефть» графических приложений при выполнении инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) для объектов нефтегазодобывающей отрасли, проектируемых в таежной и лесотундровой зонах Западной Сибири.

В настоящее время таежная и лесотундровая зоны Западной Сибири являются важнейшими источниками природных ресурсов. В связи с этим ландшафты севера Западной Сибири подвергаются масштабным антропогенным воздействиям, связанным преимущественно с освоением нефтяных и газовых месторождений. Крупномасштабные исследования с целью оценки современного состояния ландшафтов на территорию РФ отсутствуют. Разработка детальных экологических карт на должном уровне осуществляется только для отдельных объектов особого назначения по заказу федеральных органов власти. Для объектов нефтедобычи разработка экологических карт, как правило, проводится в сжатые сроки на этапе проектирования, когда местоположение объектов определено. Как следствие, количество случаев размещения объектов в потенциально рискованных зонах увеличивается. Очевидно, что для решения задач проектирования и строительства объектов нефтегазодобычи в сложных природных условиях актуально предусматривать проведение ИЭИ не только на стадии проектирования, но и на этапе планирования разработки месторождений.

С каждым годом ужесточаются требования нормативных технических документов (НТД), регламентирующих разработку графической части для ИЭИ, но до сих пор остается много непроработанных вопросов, в связи с чем на практике возникают определенные трудности при разработке экологических карт.

Из опыта авторских работ для успешного прохождения государственной экспертизы графическая часть отчета ИЭИ должна включать обзорную карту, комплексную ландшафтно-экологическую карту, карту современного состояния, карту фактического материала, карты краснокнижных видов животных и растений. Для формирования и ведения базы данных все графические приложения разрабатываются на платформах ArcGIS и/или, MapInfo.

Содержание карт для каждого объекта определяется таким образом, чтобы карты дополняли друг друга и в целом отражали природную специфику территории, опасные геоморфологические процессы, зоны экологических ограничений. Картирование проводится на предполагаемую зону воздействия

проектируемого объекта. Размер зоны воздействия определяется экспертным путем. Для его определения учитываются такие факторы как характерные виды воздействия (от вредных выбросов в атмосферу до механических воздействий техники, животных), перечень биологических видов, обитающих на участке исследования, их чувствительность к разным видам воздействия, роза ветров, характер рельефа, наличие ключевых местообитаний. В подтверждение размера зоны воздействия применим локальный документ, действующий в периметре компании ПАО «НК Роснефть»: Приложение У [1]. Опыт работ специалистов АО «ТомскНИПИнефть» показывает, что ширина коридора картирования на стадии проектирования для линейных сооружений составляет не менее 1–2 км [4]. Для площадных объектов графические приложения разрабатываются в границах буферной зоны (не менее 1 км), в пределах которой, ожидаемо, возникнут изменения физико-географических и климатических условий местности, изменятся условия жизнедеятельности и пути миграции животных в результате строительства и эксплуатации проектируемых объектов.

**Обзорная** карта отражает информацию о расположении участка инженерно-экологических изысканий относительно административных районов, крупных водных артерий, населенных пунктов, существующих и проектируемых объектов, границ зон с особыми условиями использования территорий (ЗООИТ), территории традиционного природопользования, ближайших особо-охраняемых природных территорий с указанием расстояний до участка работ. Для оформления обзорных карт малоосвоенных удаленных территорий месторождений углеводородного сырья предпочтительно использовать мелкомасштабные топографические карты.

Комплексная **ландшафтно-экологическая** карта (ЛЭК) отражает современную структуру природно-антропогенных комплексов. Выполнение ландшафтных карт и разделов предполагает сбор, изучение, анализ большого объема разнородной информации. При определении ландшафтной структуры специалистом учитываются особенности геоморфологического строения, литологический состав отложений, генетические и морфологические особенности почв, характер увлажнения, особенности гидросети и гидрологического режима, растительный покров, антропогенные преобразования, особенности освоения территории в прошлом. Для объектов капитального строительства разрабатываются преимущественно крупномасштабные (1:25 000 и крупнее) ландшафтно-типологические карты с детализацией на уровне урочищ. Ландшафтная карта также содержит информацию о существующих и проектируемых объектах инфраструктуры, границах населенных пунктов (сельских поселений), зонах санитарной охраны (ЗСО) источников поверхностного и подземного водоснабжения, особо-охраняемых природных зонах местного и регионального значения, водоохраных зонах и прибрежно-защитных полосах водных объектов, защитных и особо-защитных участках лесов, о путях миграции животных, ЗООИТ и др.

Основными исходными данными для разработки крупномасштабных ландшафтных карт являются материалы полевых экспедиций, цифровые топографические карты масштаба 1:25 000, материалы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), геологические карты четвертичных отложений (масштаб – 1:200 000), лесные карты и материалы лесоустройства, отраслевые тематические мелкомасштабные карты (почвенная, ландшафтная, карта растительности и др.), фондовые, литературные данные, а также материалы ранее проведенных изысканий. Из них к самым достоверным источникам информации о фактической природной обстановке можно отнести данные дистанционного зондирования Земли и материалы полевых исследований. Последние включают описания ботанических площадок, почвенных профилей, комплексные описания ландшафтов на ключевых участках, материалы фотофиксации, ландшафтные профили и др. Среди всего многообразия данных ДЗЗ наибольший интерес для целей изучения природно-территориальных комплексов (ПТК) (масштаб 1:25 000 и крупнее) представляют космические снимки среднего разрешения, например, со спутников SPOT-4, SPOT-5, RapidEye. Определяющими факторами выбора снимков, кроме цены, является наличие ближнего инфракрасного диапазона спектра и его разрешение, обеспечивающее требуемый масштаб картопостроений.

Дешифрирование растительного покрова таежной и лесотундровой зон рекомендовано проводить по разномасштабным мультиспектральным снимкам, отснятым в благоприятный период года. Оптимальным вариантом рабочего набора снимков является наличие мультиспектральных космических снимков среднего разрешения и мультиспектральных снимков низкого разрешения с периодом съемки вторая половина июня – первая половина сентября. Кроме того, наличие разновременной и разномасштабной съемки, наряду с материалами топографических карт и полевых исследований, позволяет отследить динамику функционирования ландшафтов, а также, при необходимости, откорректировать информацию по наличию (отсутствию) водных объектов.

Основная задача специалиста-ландшафтоведа при работе с территорией, расположенной в лесотундровой и в меньшей степени таежной зонах, – отразить на ландшафтно-экологической карте актуальные границы урочищ с учетом наличия и проявлений многолетних мерзлых пород (ММП), дать оценку устойчивости ландшафтов к планируемым антропогенным нагрузкам. По опыту дешифрирования криогенных процессов по космическим снимкам среднего и высокого разрешения наиболее явно прослеживаются следующие криогенные процессы: термокарстовые озера, хасыреи, криогенное пучение, термоэрозия, термоабразия. Территории с наличием ММП является зоной повышенного риска и требует детальной проработки на уровне планирования территории. Примеры неудачного размещения объектов без учета специфических природных условий, к сожалению, уже зафиксированы на практике. Каждый такой случай наносит неповторимый урон природной среде, животному миру и требует значительных

затрат заказчика на корректировку размещения объектов в проектной документации и повторную ее экспертизу, а при реализации проекта – на инженерную защиту сооружений и рекультивацию деградировавших земель.

Для построения тематических карт в таежной зоне важно использовать космические снимки с наличием ближнего инфракрасного канала (БИК). Наличие БИК, наряду с применением лесных карт, материалов лесоустройства, топографических карт и полевых данных, предоставляет расширенные возможности в индикации растительного покрова. БИК позволяет достоверно определить границу лесных и болотных участков, идентифицировать различные типы лесов, а также участки с угнетенной растительностью. Нарушенный растительный покров верховых болот в результате порывов на нефтепроводах хорошо дешифрируется на таких снимках и является косвенным признаком для обнаружения мест утечек. Влаголюбивая болотная растительность способствует накоплению и «консервации» грязных стоков на продолжительный период.

Итоговая комплексная ландшафтно-экологическая карта содержит информацию о ландшафтной структуре на уровне урочищ, их устойчивость к планируемым техногенным нагрузкам, зонах ограниченного использования и ЗОУИТ. К ландшафтной карте разрабатывается подробная легенда условных обозначений, которые сгруппированы по тематическим блокам: ландшафтная структура, антропогенная нагрузка (существующие и проектируемые объекты), природные особенности территории (вероятностные линии стекания поверхностного стока, информация с цифровых топографических карт (ЦТК)), результаты полевых исследований. Урочища сгруппированы по типам местности. Описание каждого урочища включает характеристику всех слагающих его компонентов (мезорельеф, степень дренированности, почвенный и растительный покров, литологический состав отложений).

На основе комплексной ландшафтной карты определяется экологическая оценка ландшафтов для пригодности к планируемым техногенным нагрузкам. Интегральная оценка проводится методом сопряженного картографирования природного потенциала ландшафтов и антропогенных нагрузок. Результат оценки ландшафтно-экологической ситуации территории представлен на ландшафтно-экологической карте или в главе по ландшафтам в составе тома по ИЭИ.

**Карта современного состояния, карта фактического материала.** В зависимости от наполнения и читаемости итоговых карт, а также от финансирования разработки комплекта карт заказчиком, информация о маршрутных наблюдениях может быть отражена либо на ландшафтной карте, либо оформлена в виде отдельных карт, таких как карта современного состояния или карта фактического материала. В качестве информационной основы (фона) для данных карт применяют цифровую топографическую карту масштаба 1:25 000 или космические снимки среднего разрешения. Данная подложка отражает необходимую информацию для оценки достаточности объемов экологического опробования и репрезентативности выбора пунктов отбора проб.

Карта современного экологического состояния содержит информацию о наличии существующих источников загрязнения, места отбора и результаты лабораторных исследований проб компонентов природной среды, участки проявления опасных природных и природно-антропогенных процессов, участки и периоды нереста ценных промысловых видов рыб, участки защитных лесов, водоохранные зоны и прибрежно-защитные полосы, зоны санитарной охраны питьевых источников водоснабжения, санитарно-защитные зоны промышленных объектов.

На карте фактического материала отражают существующие и проектируемые объекты техногенной инфраструктуры, точки покомпонентных исследований, маршрутные ходы, точки замера мощности эквивалентной дозы (МЭД) внешнего гамма-излучения (в случаях превышения значений естественного фона), существующие посты наблюдений. Допускается варьировать набор обязательной для отображения информации на той или иной тематической карте в зависимости от наглядности и детальности итогового результата.

**Карты краснокнижных видов растений и животных.** Обзорные карты-схемы распространения краснокнижных видов животных и растений составляются на основе материалов региональных атласов, Красных книг, информации из открытых источников (например, сайт Союза охраны птиц России для информации о КОТР – ключевых орнитологических территориях России) с указанием региона работ, а также на основе материалов полевых экспедиций участка ИЭИ и выявленных / не обнаруженных мест обитаний краснокнижных видов.

В настоящее время в действующих НТД СП 11-102-97 [2], СП 47.13330.2016 [3] четкие требования к составу и детальности карт графической части ИЭИ отсутствуют. Как следствие, состав и количество разрабатываемых к отчету карт неоднозначно, а качество картографических материалов во многом зависит от таких факторов как календарные сроки выполнения полевых работ ИЭИ, наличие/отсутствие квалифицированных профильных специалистов, отсутствие нормативов расценок для экологического картографирования.

Существующие нормативы по расценкам картографических работ не соответствуют современным методам разработки графических приложений с помощью средств ГИС-технологий. Поэтому многие организации, которые занимаются проведением ИЭИ, не могут себе позволить приобретение качественных исходных данных, прием в штат профильных специалистов (ландшафтоведа, почвоведа, геоморфолога, ботаника), что сказывается на качестве выполняемых работ.

Тенденция развития современной нефтегазодобывающей отрасли в освоении труднодоступных северных территорий с наличием специфических природных особенностей (ММП, высокая степень заболоченности и заозеренности территории и т.д.) ставит новые задачи при проектировании и

выполнении инженерных изысканий. Совершенствование экологического законодательства РФ в части проведения ИЭИ, разработка нового сборника базовых цен для «неучтенных» видов работ будут способствовать повышению качества работ при проведении ИЭИ, минимизации рисков неблагоприятных последствий и, как следствие, сохранению природных ресурсов.

### Список литературы

1. Положение компании ОАО «НК «Роснефть» «Порядок проведения инженерно-экологических изысканий для строительства объектов компании». М., 2011. 103 с.
2. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.
3. СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
4. Экологическое сопровождение разработки нефтегазовых месторождений. Вып. 1. Инженерно-экологические изыскания территории нефтяных и газовых месторождений, инвентаризация и рекультивация нефтезагрязненных земель / А.Г. Гендрин, Г.А. Надоховская, Т.Н. Сидоренко, Ю.П. Мыльников, В.А. Кондыков, А.А. Искрижитский, Е.С. Русинова, Л.А. Собанина, О.В. Ротарь. Новосибирск: Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения РАН, ТомскНИПИнефть ВНК., 2005. 112 с.

**Фисунова Е.С.**

ООО «РСИ», г. Краснодар, elena.fisunova.rabochaya@mail.ru

## **ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА СКЛАДАХ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ АЭРОДРОМОВ**

В данный момент в России развернулась модернизация аэропортов, согласно Распоряжению Правительства РФ № 2101-р от 30.09.2018 «О комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года». В 2020 г. на реконструкцию и строительство аэропортовых комплексов направлено 26,4 млрд руб. бюджетных средств по данным Федерального агентства воздушного транспорта (Росавиация) [5].

В 2019–2020 гг. ООО «РСИ» были выполнены инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) для реконструкции и строительства аэродромов в Брянской, Ивановской, Астраханской, Иркутской и Ленинградской областях, Республике Бурятия, Камчатском крае. Автором с коллегами были выделены специфические моменты при выполнении ИЭИ на аэродромах, связанные с двумя аспектами:

1. месторасположение проектируемых сооружений – на территории существующих аэродромов;

2. состав проектируемых сооружений – склады горюче-смазочных материалов (ГСМ), представляющих опасность при возникновении аварийных ситуаций.

Результаты проведенных исследований позволили установить ряд особенностей, одна часть из которых имела закономерный характер, а другая – нет.

*Загрязнение грунтов (в т.ч. почв).* Обслуживающий персонал военных аэродромов при попустительстве руководства еще с советских времен сбрасывал керосин, оказавшийся «лишним» из-за разницы между запланированными и фактически осуществленными вылетами самолетов. Так было проще «вести учет». Летные часы пилотов измерялись по количеству затраченного керосина, поэтому почти на всех аэродромах происходил слив нефтепродуктов на открытый грунт. В процессе проведения ИЭИ сотрудники ООО «РСИ» подтвердили данное предположение. На некоторых аэродромах были обнаружены самодельные скважины, которые были сделаны местным населением вблизи аэродромов с целью добычи авиационного керосина и последующего его сбыта. Кроме того, предполагаемым источником загрязнения могли быть утечки из ранее расположенного на площадке склада ГСМ, а также нарушения при его демонтаже. Результаты проведенных исследований подтвердили вышеперечисленные факты и предположения. На многих объектах было обнаружено высокое содержание нефтепродуктов, которое определялось уже во время отбора проб, в т.ч. органолептическим методом. Обнаружение линз

керосина относит аэродромы к объектам накопленного вреда окружающей среде, согласно Федеральному закону № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» [7]. На многих аэродромах также наблюдалось сопутствующее загрязнение цинком и никелем, на всех объектах – мышьяком (табл. 1).

Таблица 1  
 Результаты химического анализа загрязнения грунтов (в т.ч. почв) Астраханской области

Глубина загрязнения, м	Суммарный показатель загрязнения	Расчет коэффициента концентрации (С/ПДК)			Содержание нефтепродуктов, мг/кг	Категория загрязнения
		Zn	Ni	As		
0,2	2,151	1,382	2,600	2,950	96	Опасная
0,5	3,001	1,364	2,800	5,750	460	Опасная
1,0	1,769	1,145	2,300	3,350	628	Опасная
2,0	2,375	1,327	2,800	5,050	430	Опасная
3,0	2,308	1,327	2,750	3,950	5015	Опасная
4,0	2,644	1,345	2,900	4,950	4730	Опасная
5,0	1,646	1,327	2,950	2,950	1100	Опасная

Примечание:  – линза керосина; 1,382 - наибольшее превышение ПДК тяжелых металлов.

Из табл. 1 видно, что помимо превышения содержания тяжелых металлов, в грунте сформирована линза керосина (превышение содержания нефтепродуктов с глубины 3,0 м). Загрязнение показано на рис.



Рис. Загрязненный грунт участка инженерно-экологических изысканий

Оценка загрязнения проводилась, согласно [6] (табл. 2).

Материалы докладов Общероссийской научно-практической конференции  
«Инженерно-экологические изыскания – нормативно-правовая база,  
современные методы и оборудование», 14–15 сентября 2020 г.

Таблица 2

Оценка загрязнения, согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [6]

Категории загрязнения	Санитарное число Хлебникова	Суммарный показатель загрязнения ( $Z_c$ )	Содержание в грунтах (в т.ч. почвах), мг/кг					
			I класс опасности		II класс опасности		III класс опасности	
			Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения	Органические соединения	Неорганические соединения
Чистая <*>	0,98 и >	–	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК	от фона до ПДК
Допустимая	0,98 и >	< 16	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК	от 1 до 2 ПДК	от 2 фоновых значений до ПДК
Умеренно опасная	0,85–0,98	16–32					от 2 до 5 ПДК	от ПДК до $K_{max}$
Опасная	0,70–0,85	32–128	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до $K_{max}$	от 2 до 5 ПДК	от ПДК до $K_{max}$	> 5 ПДК	> $K_{max}$
Чрезвычайно опасная	< 0,70	> 128	> 5 ПДК	> $K_{max}$	> 5 ПДК	> $K_{max}$		

Была определена категория загрязнения цинком, никелем и мышьяком – опасная категория загрязнения. Рекомендации по параметру превышения предельно допустимых концентраций (ПДК) тяжелых металлов и суммарного показателя загрязнения были даны из СанПиН 2.1.7.1287-03 [6] (табл. 3).

Таблица 3

Рекомендации по использованию почв, согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [6]

Категории загрязнения почв	Рекомендации по использованию почв
Опасная	Ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. При наличии эпидемиологической опасности – использование после проведения дезинфекции (дезинвазии) по предписанию органов Госсанэпидслужбы с последующим лабораторным контролем

Перед сотрудниками ООО «РСИ» стояла задача обосновать принятие определенных нормативов по оценке содержания нефтепродуктов и соответственно разработать рекомендации по использованию грунта в связи с обнаруженным загрязнением.

ПДК для нефтепродуктов в России официально не установлен, что усложняет процесс определения категории загрязнения и разработки рекомендаций. В конкретном случае рекомендации определяли проектные решения по использованию грунта с визуальными и органолептическими признаками загрязнения нефтепродуктами.

ПДК был определен в соответствии с табл. 4 [2].

Таблица 4

Нормативы содержания нефтепродуктов

Элемент, соединение	Содержание (мг/кг), соответствующее уровню загрязнения				
	1 уровень допустимый	2 уровень низкий	3 уровень средний	4 уровень высокий	5 уровень очень высокий
Нефть и нефтепродукты	< ПДК	1000–2000	2000–3000	3000–5000	> 5000

Так как в СанПиН 2.1.7.1287-03 [6] отсутствуют рекомендации по категориям из табл. 4, ПДК нефтепродуктов была определена как 1000 мг/кг [2].

Согласно п. 6.2 ГОСТ Р 51858-2002 [1], при перекачке и отборе проб нефть относят к 3-му классу опасности.

Согласно табл. 2, представленной выше, категория грунта по содержанию органических загрязняющих веществ 3-го класса опасности:

3,0 м – «Опасная»;

4,0 м – «Опасная»;

5,0 м – «Допустимая».

Учитывая превышения ПДК тяжелых металлов, весь грунт на исследуемой территории относится к категории «Опасная».

Рекомендации: ограниченное использование под отсыпки выемок и котлованов с перекрытием слоем чистого грунта не менее 0,5 м. Данные рекомендации были установлены согласно СанПиН 2.1.7.1287-03 [6].

Автором с коллегами была подробно рассмотрена ситуация в Астраханской области. Похожая ситуация сложилась в Ивановской области и Республике Бурятия (табл. 5).

Таблица 5  
Результаты химического анализа загрязнения почв Ивановской области и Республики Бурятия

Глубина загрязне- ния, м	Суммарный показатель загрязнения	Расчет коэффициента концентрации (С/ПДК)			Содержание нефтепро- дуктов, мг/кг	Категория загрязнения
		Zn	Ni	As		
Ивановская область						
0,2	13,697	1,364	2,550	2,750	1728	Опасная
0,5	12,990	1,091	2,350	3,050	1797	Опасная
1,0	12,663	1,273	2,700	2,100	2115	Опасная
2,0	10,261	1,291	2,250	2,250	487	Опасная
Республика Бурятия						
0,2	7,022	1,164	0,950	4,450	150	Опасная
0,5	1,588	1,182	1,000	3,600	1630	Опасная
1,0	1,700	1,273	1,100	3,950	1210	Опасная
2,0	1,615	1,000	0,850	4,200	870	Опасная
3,0	2,682	1,255	0,950	6,250	750	Опасная

Примечание:  – линза керосина; 1,382 – наибольшее превышение ПДК тяжелых металлов.

Во всех рассматриваемых случаях линза керосина располагалась на уровне водоупора в районе прохождения незащищенного (сильнозагрязненного) водоносного горизонта. Во время отбора пробы представляли собой водно-керосиновую эмульсию. Кроме того, колебания грунтовых вод могут вызвать повторное загрязнение грунта после строительства объекта. По этой причине повторное использование грунта, загрязненного нефтепродуктами, для отсыпки не допускается с целью предотвращения загрязнения подземных вод и перераспределения/накопления нефтепродуктов в грунтах (в т.ч. почвах).

В итоге были даны следующие рекомендации:

- откачка жидкого нефтепродукта из грунтовой толщи на глубину распространения загрязнения;
- мероприятия по недопущению поверхностного загрязнения почв изъятим загрязненным грунтом;
- герметичность временных отвалов загрязненного нефтепродуктами грунта и специального автотранспорта, осуществляющего его вывоз;
- мероприятия по санации загрязненного грунта;

– четкий алгоритм подготовки площадки к проведению строительномонтажных работ с учетом специфического эдафического и гидрогеологического загрязнения площадки изысканий.

Извлечение керосина, возможно несколькими способами:

– проходка шурфов до уровня грунтовых вод и отбор пленки нефтепродуктов с поверхности;

– бурение гидрогеологических скважин, формирующих так называемую воронку депрессии, в центре которой происходит накопление нефтепродуктов, которые откачиваются вторым насосом;

– проходка траншей и канав глубиной до уровня грунтовых вод с последующей откачкой и т.д.

Помимо очевидного и ожидаемого загрязнения нефтепродуктами автором с коллегами была обнаружена некоторая аномалия при поведении ИЭИ в Брянской области и Камчатском крае (табл. 6).

Таблица 6

Результаты химического анализа загрязнения почв в Камчатском крае и Брянской области

Глубина загрязнения, м	Суммарный показатель загрязнения	Расчет коэффициента концентрации (С/ПДК)			Содержание нефтепродуктов, мг/кг	Категория загрязнения
		Zn	Ni	As		
Камчатский край						
0,2	1,625	1,491	0,250	2,600	690	Опасная
1,0	1,615	0,873	0,450	4,200	260	Опасная
2,0	2,136	0,945	0,450	5,650	50	Опасная
3,0	1,056	1,018	0,500	2,650	50	Опасная
4,0	1,019	0,764	0,300	2,650	50	Опасная
5,0	1,030	0,709	0,450	1,700	150	Опасная
6,0	0,963	0,945	0,900	2,550	50	Опасная
Брянская область						
0,2	9,126	0,706	0,750	4,550	196	Опасная
0,5	5,583	0,436	0,700	3,200	550	Опасная
1,0	5,367	0,236	0,850	2,650	420	Опасная
2,0	4,667	0,418	0,950	1,850	190	Опасная
3,0	7,600	0,473	1,200	3,450	300	Опасная
4,0	-	-	-	-	10	Допустимая
5,0	-	-	-	-	13	Допустимая
6,0	-	-	-	-	33	Допустимая

Примечание: 5,650 – наибольшее превышение ПДК тяжелых металлов.

С летнего периода 1988 г. в районе пос. Сеща (Брянская область) местные жители ведут стихийные разработки нефтепродуктов. Добывается керосин из скважин, бурящихся ручными шнековыми бурами диаметром 10–40 см, а также из закопшек и шурфов методом вычерпывания. В 1999 г. ГПП «Брянскгеология»

на территории реконструируемого склада ГСМ были проведены геолого-экологические исследования. В результате была выявлена линза жидких нефтепродуктов размером около 750×300 м (24 920 м<sup>2</sup>). Количество оставшихся жидких нефтепродуктов составляет 1778 м<sup>3</sup>. Отмечается, что загрязнению подвергнуто 8–10 м грунта [8].

Согласно табл. 6, содержание нефтепродуктов не превышает установленных нормативов.

Так как лабораторный анализ не подтвердил загрязнение нефтепродуктами, в целях проверки и контроля был сделан повторный отбор проб (два отбора с временным промежутком две недели из загрязненной скважины с усиленным наблюдением за методикой отбора и транспортировкой образцов специалистами лаборатории).

Пробы были отправлены в различные аккредитованные лаборатории (в т.ч. лабораторию, специализирующуюся на оценке нефтепродуктов) для контроля методики определения. Испытания проводились по следующим методикам:

- ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 [3];
- ПНД Ф 16.1:2.2.2:2.3:3.64-10 [4].

Результаты испытаний контрольных проб также не подтвердили результатов визуального и органолептического загрязнения. Вопрос о природе данной геохимической аномалии остался открытым. Рекомендации были даны по объектам-аналогам, рассмотренным в примерах выше.

### *Выводы*

1. Аэродромы являются объектами накопленного вреда окружающей среде.
2. На многих аэродромах наблюдаются признаки периодического слива авиационного керосина на открытую дневную поверхность, вследствие чего образуются керосиновые линзы.
3. Отсутствие ПДК для нефтепродуктов сильно усложняет методику оценки загрязнения нефтепродуктами и разработку рекомендаций.
4. Результаты расчета загрязнения нефтепродуктами по официальным методикам с учетом отсутствия ПДК и определение рекомендаций, согласно СанПиН, могут привести к негативным экологическим последствиям.
5. Визуальный и органолептический метод в определенных случаях является наиболее результативным для разработки рекомендаций по охране окружающей среды.
6. При почвенном обследовании могут быть выявлены геохимические аномалии.

### Список литературы

1. ГОСТ Р 51858-2002 Нефть. Общие технические условия (с Изменениями № 1, 2).
2. Письмо Минприроды России № 04-25/61-5678 от 27.12.1993 «О порядке определения размеров ущерба от загрязнения земель химическими веществами».
3. ПНД Ф 16.1:2.2.22-98 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в минеральных, органогенных, органо-минеральных почвах и донных отложениях методом ИК-спектроскопии.
4. ПНД Ф 16.1:2.2.2.3:3.64-10 Количественный химический анализ почв. Методика измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почв, грунтов, донных отложений, илов, осадков сточных вод, отходов производства и потребления гравиметрическим методом.
5. Российская газета № 51(8105) от 20.03.2020 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://rg.ru/2020/03/10/reg-urfo/kak-prohodit-modernizacii-aeroportov-v-rossijskih-regionah.html> (дата обращения: 10.09.2020).
6. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы (с изменениями на 25.04.2007).
7. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды».
8. Бабичева З. Сещинская линза // Брянский рабочий. 2003. 27 августа [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://libryansk.ru/seschinskaya-linza.20322/> (дата обращения: 10.09.2020).

**Мазитова А.И.**

ООО «ГТО», г. Санкт-Петербург, eco@progto.ru

## **ПРОВЕДЕНИЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАКОПЛЕННОГО ВРЕДА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ**

В настоящее время производственные мощности и (или) находящиеся в публичной собственности загрязненные земельные участки, на которых располагались промышленные площадки бывших химических производств, представляют собой загрязненные токсичными веществами территории с полуразрушенными корпусами и шламонакопителями с токсичными отходами. Особую озабоченность вызывают последствия деятельности производств химической продукции, где в грунте (в т.ч. почвах), строительных конструкциях, технологическом оборудовании, шламонакопителях накопились токсичные вещества. Условия их размещения не соответствуют принятым нормам промышленной и экологической безопасности. Это оказывает негативное воздействие на десятки и в некоторых случаях сотни квадратных километров прилегающей территории в течение длительного времени [1].

В августе 2018 г. ООО «ГТО» провело инженерно-экологические изыскания, целью которых являлась оценка накопленного вреда окружающей среде, а также производство включения в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС) заброшенных с 2005 г. производственных участков ОАО «Анилинокрасочный завод» (ОАО «АКЗ») в Кемеровской области.

Объект представляет собой восемь площадок, расположенных в Кировском районе г. Кемерово, используемых в годы функционирования ОАО «АКЗ» для различных целей (рис. 1):

- шламоотстойники общей площадью 70,0 га;
- наблюдательная скважина площадью до 1,0 га;
- свалка общей площадью 3,3 га;
- промплощадка площадью 56,0 га;
- склад оборудования общей площадью 6,2 га;
- овощная база площадью 0,3 га;
- гараж площадью 1,4 га;
- заводоуправление площадью 2,1 га.

ОАО «АКЗ» более 50 лет производил антрахиновые красители, анилин, синтетические красители, лекарственные средства, товары бытовой химии. В августе 2004 г. в г. Кемерово в результате неправомерных действий по осуществлению технологического режима на ОАО «АКЗ», на котором осуществляется процедура внешнего управления, произошла ситуация, квалифицирующаяся как «чрезвычайная». Предприятие самостоятельно

проводило несанкционированную нейтрализацию химических веществ. Так как последствия могли оказать воздействие на безопасность населения, состояние водных и земельных ресурсов, администрация города создала рабочую комиссию по расследованию и восстановлению безопасного режима деятельности предприятия. В ходе работы комиссии были выявлены факты попустительства со стороны руководства ОАО «АКЗ» в вопросах экологической безопасности – «состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий» [2].

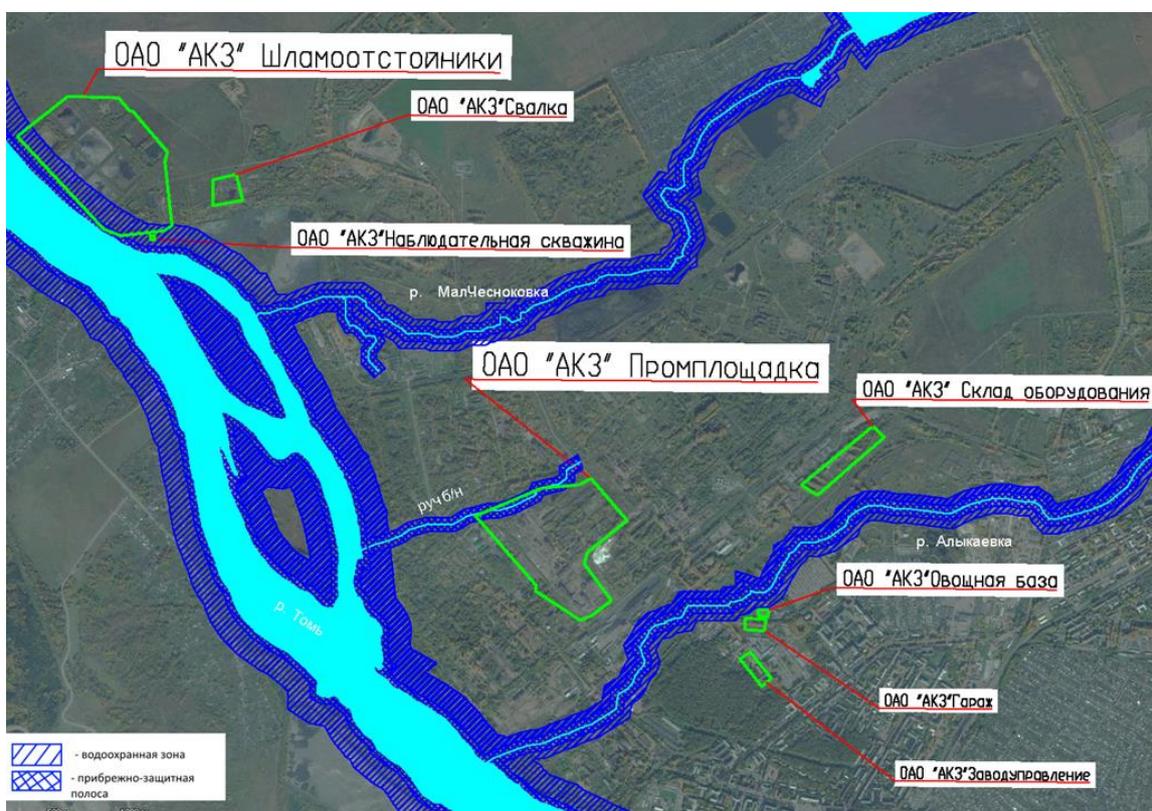


Рис. 1. Схема размещения ОАО «АКЗ»

В настоящий момент на площадках размещены остатки сырья и отходов предприятия, в т.ч. в виде шламоотвалов, прудов и карьеров, а также здания и сооружения различной степени износа. С северной и западной стороны промплощадки примыкает территория бывшего завода «Прогресс», занятая частными предприятиями, к югу к площадке примыкает территория Кемеровской ТЭЦ, к востоку – территория бывшего завода оборонной промышленности «Коммунар», являющаяся заброшенной. Такая сосредоточенная концентрация закрытых десятки лет предприятий увеличивает нагрузку на экосистему, а также повышает опасность для населения тем, что загрязняющие вещества хранятся в заброшенных помещениях бесконтрольно

при свободном доступе на территорию. Кроме того, по всей территории ОАО «АКЗ» размещается значительное количество строительных материалов, остатков металла от разрушения конструкций и демонтажа оборудования (рис. 2).



Рис. 2. Фотофиксация объекта изысканий: промплощадка (на август 2018 г.)

Кроме стандартных работ по проведению инженерно-экологических изысканий, выполненных в соответствии с учетом требований законодательных и нормативных технических документов РФ, в т.ч. СП 47.13330.2012 [4], СП 11-102-97 [3] и СП 47.13330.2016 [5], а также анализа опубликованных и фондовых материалов (отчет 2006 г., подготовленный ООО «ИнЭкА» (г. Новокузнецк), «Оценка накопленного экологического ущерба в Кемеровской области», с. 40–42) о качестве природной среды исследуемой территории, рекогносцировочных обследований и маршрутных полевых работ (радиологическое обследование территории, экологическое опробование проб грунтов (в т.ч. почв), природных вод и донных отложений; лабораторные химико-аналитические исследования компонентов окружающей среды; оценка фактического состояния водных объектов, попадающих в зону воздействия объекта накопленного вреда окружающей среде (ОНВОС)) выполнялись и такие работы как: аэрофотосъемка участка для определения площади и объема загрязнения и установление класса опасности отходов для окружающей среды.

Экологическим риском для загрязнения водных объектов может являться нахождение отходов производства, а также наиболее загрязненных грунтов (в т.ч. почв) в водоохранной зоне р. Томь и ручья без названия. Из природных вод, отобранных на участках обследования, вода из ручья без названия, прилегающая к промплощадке, значительно загрязнена как визуально, так и по результатам исследований. Наблюдаются повышенное содержание железа общего, химического потребления кислорода (ХПК), биохимического потребления кислорода (БПКполн и БПК5), азота аммонийного, нефтепродуктов, цинка, натрия, марганца, взвешенных веществ, анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ). В шламонакопителе обнаружен анилин. По состоянию загрязнения пробы донных отложений коррелируют с загрязнениями проб воды, отобранных в тех же точках.

По результатам инженерно-экологических изысканий грунты (в т.ч. почвы) на территории обследования по содержанию химических веществ относятся к категории «чрезвычайно опасные» и по суммарному показателю загрязнения  $Z_c$  – «опасные». Отходы на территории объекта относятся к 3 и 4 классам опасности. Площади территорий с наиболее высоким загрязнением грунтов (в т.ч. почв) находятся в водоохранной зоне р. Томь и ручья без названия. Являясь открытой подсистемой в геохимическом ландшафте, грунты (в т.ч. почвы) в данном случае выступают в роли буфера накопления загрязнений и переноса их в почвенные и грунтовые воды с выносом в перечисленные водные объекты. Этот фактор представляет экологический риск для хронического загрязнения водных объектов.

Также экологический риск несут в себе сточные воды из «аварийной» секции, которые в случае вероятного разрушения ограждающей дамбы шламонакопителя непосредственно изольются в р. Томь, загрязняя ее.

Проведена непосредственно оценка объекта накопленного вреда окружающей среде в соответствии со ст. 80.1 Федерального закона № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды», которая включала в себя:

- установление объема или массы загрязняющих веществ, отходов и их класса опасности;
- установление площади территории или акватории, на которой расположен объект, категории и видов разрешенного использования земель;
- установление уровней и объема негативного воздействия на окружающую среду, в т.ч. способности загрязняющих веществ к миграции в иные компоненты природной среды, а также возможности загрязнения водных объектов;
- установление численности населения, которое проживает на территории, где окружающая среда испытывает негативное воздействие или находится под угрозой такого воздействия.

Установление таких параметров для территории, на которой расположен объект накопленного вреда окружающей среде, наиболее эффективно при

использовании данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) в совокупности с анализом рекогносцировочного обследования и лабораторных исследований (рис. 3).

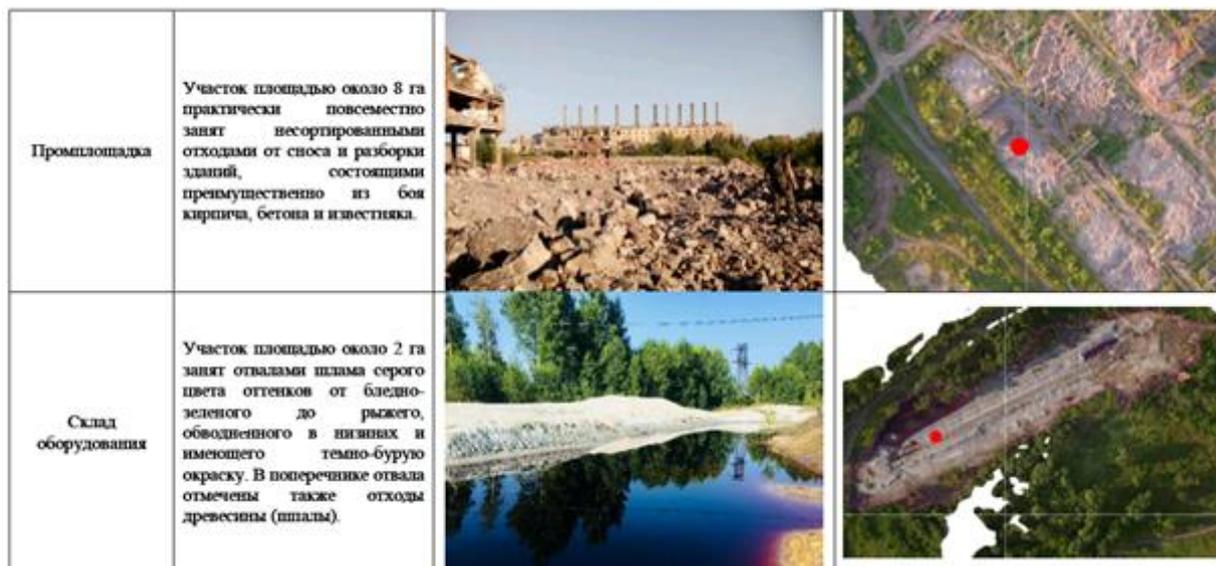


Рис. 3. Сведения об объектах по итогам натурного обследования и данных ДЗЗ

По результатам дешифрирования космических снимков производится (рис. 4):

- идентификация объекта (по цвету, материалу и геометрическим размерам);
- определение площади земельного участка, занятого объектом (границы объекта), проведенное по результатам определения площади, занятой отходами, и площади распространения загрязнения;
- установление характеристик отходов, формирующих объект по совокупности классификационных признаков (условия образования, химический и (или) компонентный состав, агрегатное состояние, класс опасности отходов для окружающей среды).

В дальнейшем, для разграничения вопроса финансирования работ, связанных с ликвидацией накопленного вреда окружающей среде, проводится инвентаризация собственников земельных участков и сведений о землепользования на настоящий момент при помощи запросов в соответствующие органы государственной власти. Так, информацию о категории и виде разрешенного использования земельного участка, сведения о праве собственности на объект накопленного вреда и сведения по осуществлению на земельных участках хозяйственной или иной деятельности можно получить в виде выписки из Единого государственного реестра недвижимости (ЕГРН) об основных характеристиках и зарегистрированных

правах на объект недвижимости, выданные Федеральной государственной информационной системой ЕГРН.



Рис. 4. Выкопировка карты-схемы размещения отходов, установленных по результатам натурного обследования, лабораторных исследований и данных аэрофотосъемки

Подтверждение о прекращении экономической или иной деятельности на данной территории представляется в виде выписки Единого государственного реестра юридических лиц (ЕГРЮЛ) на основе сведений Федеральной налоговой службы России. В случае прекращения существования хозяйственной деятельности собственника накопленных отходов ответственность за ликвидацию накопленного вреда окружающей среде перекладывается на муниципалитет.

Результаты проведенной оценки состояния окружающей среды подтверждают негативное воздействие на экосистему вследствие остаточного

воздействия и накопившегося вреда на компоненты окружающей среды, вызванного хозяйственной деятельностью ОАО «АКЗ». Государственным властям необходимо поставить одной из главных задач для администрации муниципального района и для региона в целом проведение рекультивационных работ по реабилитации территории, расположенной в границах населенного пункта. Однако администрация г. Кемерово на данный момент столкнулась с трудностью внесения в реестр, т.к. при проведении инвентаризации собственности территории ОАО «АКЗ» на настоящий момент установлено существование как частной, так и муниципальной собственности. В данном конкретном случае следует отдельно выделить территории, принадлежащие к муниципальной собственности и внести объект в Государственный реестр объектов накопленного вреда окружающей среде (ГРОНВОС) по состоянию на март 2020 г. для проведения работ по ликвидации накопленного вреда.

Результаты проведенных инженерно-экологических изысканий и оценки накопленного вреда окружающей среде в дальнейшем могут использоваться для организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде в соответствии с Постановлением № 542 от 04.05.2018 [1].

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ № 542 от 04.05.2018 «Правила организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде Об утверждении Правил организации работ по ликвидации накопленного вреда окружающей среде (с изменениями на 25.12.2019)».
2. Соловьянов А.А., Чернин С.Я. Ликвидация накопленного ущерба окружающей среде в Российской Федерации. М.: Наука РАН, 2017. 455 с.
3. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.
4. СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
5. СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

**Стурман В.И.**

Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича,  
Институт военного образования, кафедра экологии и безопасности жизнедеятельности,  
г. Санкт-Петербург, st@izh.com

## **ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ**

Электромагнитные поля, генерируемые объектами связи и телекоммуникаций, локаторами различного назначения преднамеренно, а также системами передачи и использования электроэнергии непреднамеренно, – неизбежный спутник научно-технического прогресса. Вместе с тем, это единственный компонент окружающей среды, экологическое состояние которого в настоящее время ухудшается, и перелом к лучшему в мире пока не достигнут. Своды правил по инженерно-экологическим изысканиям, как СП 11-102-97 [10], так и проект нового, предусматривают оценку соответствия фактических уровней электромагнитных полей на территориях изысканий требованиям в области охраны природы, безопасности труда, жизни и здоровья населения. В обоих нормативных технических документах речь идет об оценках соответствия на основе данных инструментальных измерений.

Электромагнитные поля характеризуются частотой и напряженностью. Частоты измеряются в герцах (и производных единицах); напряженность – в вольтах на метр (В/м) для низкочастотных электрических полей, в ваттах на квадратный метр (Вт/м<sup>2</sup>) для высокочастотных электрических полей и в ампер-единицах (А/м) для магнитных полей. Предельно допустимые уровни электромагнитных полей устанавливаются отдельно для разных частотных диапазонов, а также для ненаселенной местности, населенных пунктов, жилых, производственных и иных помещений. Следствием этого является сложность действующей системы нормирования.

Для высоких частот (радиочастотного диапазона) обоснованные гигиенические стандарты электромагнитных полей отсутствуют, несмотря на наличие многочисленных исследований в этой области. В последние годы все большее число стран, причем стран развитых, идут по пути ужесточения стандартов, и установленный еще в 1984 г. российский стандарт 10 мкВт/см<sup>2</sup> сейчас далеко не самый строгий в мире. В целом по странам мира действующие стандарты различаются на 3–4 порядка [4]. Работа по совершенствованию гигиенических нормативов в связи с переходом к стандарту мобильной связи 5G получила на ближайшие годы наивысший приоритет и ведется очень активно, так что Всемирная организация здравоохранения пока (на 2020–2024 гг.) отложила работы по гармонизации нормативов электромагнитных полей промышленного диапазона. В 2019 г. эта организация предложила перенести принцип радиационной безопасности в электромагнитную безопасность, что

означает замену предупредительного подхода (применявшегося с 1996 г.) на принцип «индивидуального риска в сочетании с общественной выгодой от внедрения новых технологий». Решения ожидаются в 2022 г., но какими они будут, пока совершенно не ясно. Россия в этих исследованиях не участвует, так что, скорее всего, будет просто введен международный стандарт [3].

Практически обеспечением безопасности в области электромагнитных полей радиочастотного диапазона в России занимается Роспотребнадзор преимущественно посредством расчетных методов в рамках санитарно-эпидемиологических экспертиз передающих радиотехнических объектов. Число таких экспертиз только по г. Санкт-Петербург измеряется тысячами ежегодно [2]. Предполагается [3], что с переходом к стандарту 5G контроль еще более усложнится, а измерять станет вообще нечего. Обсуждаются [5] возможные новые показатели электромагнитной нагрузки на среду, такие как общая интенсивность электромагнитного фона, измеряемая в кВт/км<sup>2</sup>, и плотность трафика, в мБит/км<sup>2</sup>. Вся эта неопределенность критериев и методов означает, что в обозримой перспективе высокочастотные электромагнитные поля от передающих радиотехнических объектов едва ли станут реальным объектом измерений в рамках инженерно-экологических изысканий. Однако запрос в территориальных органах Роспотребнадзора сведений об имеющихся для территорий инженерно-экологических изысканий результатах санитарно-эпидемиологических экспертиз передающих радиотехнических объектов (либо отсутствия таковых) стоило бы включить в число запрашиваемых документов уже сегодня.

Принятые в России гигиенические нормативы полей промышленной частоты (50 Гц) составляют: для электрических полей – 1 кВ/м в зонах жилой застройки, согласно СанПиН 2.1.2.2645-10 [8]; для магнитных полей – 10 мкТл на селитебной территории и 20 мкТл в населенной местности вне зон жилой застройки, согласно ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 [1]. Инструментальные замеры электрических и магнитных полей промышленной частоты при инженерно-экологических изысканиях технических трудностей не представляют.

Электрические поля промышленной частоты в условиях городской среды практически полностью определяются воздушными линиями электропередач. Защита населения от их воздействий обеспечивается путем создания вдоль высоковольтных линий санитарно-защитных зон, ширина которых составляет 20 м от проекции крайних фазовых проводов для ВЛ-330 кВ, 30 м – для ВЛ-500 кВ, 40 м – для ВЛ-750 кВ и 55 м – для ВЛ-1150 кВ, согласно СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [9], а также охранных зон (для защиты самих ВЛ), ширина которых составляет, согласно [6], 20 м – для ВЛ-110 кВ, 25 м – для ВЛ-220 кВ, 30 м – для ВЛ-330 кВ и ВЛ-500 кВ. По данным авторских наблюдений в г. Санкт-Петербург и окрестностях фактическая ширина зоны значений напряженности выше 1 кВ/м достигала 79 м от проекции крайнего провода ВЛ-330 кВ, что почти в 4 раза больше ширины санитарно-защитной и в

2,6 раза – охранный зоны нормативного размера. Т.е. указанные зоны не являются достаточно надежной «защитой пространством». Кроме того, авторские наблюдения в г. Санкт-Петербург и окрестностях показывают, что расширение зон превышения предельно допустимых уровней, в т.ч. сверх нормативных размеров, происходит вблизи зон массового многоэтажного жилищного строительства, создающего дополнительные нагрузки на энергетическую инфраструктуру.

Магнитные поля промышленной частоты обладают более высокой в сравнении с электрическими полями проникающей способностью [13] и поэтому образуют в пределах городов сложное, постоянно меняющееся поле («электромагнитный смог»). Пространственные характеристики магнитных полей в условиях городов удобнее всего отображать посредством изолинейных карт, создаваемых на основе результатов многочисленных измерений. По данным авторских исследований в гг. Москва, Санкт-Петербург, Казань, Ижевск, Белгород, Калининград и Петрозаводск на удалении от высоковольтных линий значения магнитной индукции измеряются десятками – первыми сотнями нТл. Существует зависимость между характером использования территории и застройки и величинами магнитной индукции с максимумами в условиях плотной исторической застройки и минимумами в рекреационных зонах [11]. Резко повышенные значения отмечаются над кабелями подземной прокладки. Но даже наибольшие из измеренных значений магнитной индукции не превышают указанных выше действующих в России нормативов, а преобладающая часть показателей уступает им на 2–3 порядка. Однако это не повод для самоуспокоенности, поскольку вопрос о допустимых уровнях магнитных полей промышленной частоты находится в настоящее время в процессе радикального пересмотра. Магнитные поля в связи с их проникающей способностью рассматриваются как более существенная угроза здоровью человека в сравнении с электрическими. В экономически развитых странах в качестве примерного безопасного уровня магнитной индукции в настоящее время указываются величины 0,4 мкТл (400 нТл) [17] и даже 0,2 мкТл (200 нТл) [15], что на порядок ниже наиболее жестких из действующих в России нормативов магнитных полей (5 мкТл в жилых помещениях, детских, дошкольных, школьных, общеобразовательных и медицинских учреждениях, согласно ГН 2.1.8/2.2.4.2262-07 [1]) и на три порядка ниже безопасного уровня для населения, рекомендованного Всемирной организацией здравоохранения (100 мкТл), а также Международной комиссией по защите от неионизирующих излучений (ICNIRP) в [14] и Консультативным советом Европейского союза (директива Европейского парламента 2004/40/ЕС [12]). Переход к нормативам магнитного поля промышленной частоты на уровне 0,2–0,4 мкТл рассматривается в странах Европейского Союза как перспективная цель на ближайшие годы [16]. Уже выполняются исследования эффектов возможного перехода к нормативам на уровне 0,2–0,4 мкТл и в России. Так, для г. Москва и

Московской области определено число жителей, подвергающихся воздействию магнитных полей от высоковольтных линий более 0,3 мкТл, составляющее от 100 до 300 тыс. проживающих [7]. Все это в совокупности с геоиндикационным потенциалом магнитного поля промышленной частоты, как одного из показателей общей техногенной нагрузки, делает этот вид электромагнитных полей удобным и перспективным объектом измерений при инженерно-экологических изысканиях.

### Список литературы

1. ГН 2.1.8./2.2.4.2262-07 Предельно допустимые уровни магнитных полей частотой 50 Гц в помещениях жилых, общественных зданий и на селитебных территориях.
2. Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Санкт-Петербурге в 2017 году». СПб., 2018. 265 с.
3. Григорьев О.А. Актуальные вопросы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений в связи с развитием новых технологий // Материалы Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений». М., 2019. С. 63–65.
4. Григорьев Ю.Г. Значимость адекватной информации об опасности ЭМП сотовой связи для здоровья населения в XXI в. // Материалы Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений». М., 2019. С. 12–15.
5. Мордачев В.И. Оценка электромагнитного фона, создаваемого системами сотовой (мобильной) связи // Материалы Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений». М., 2019. С. 76–79.
6. Постановление Правительства РФ № 160 от 24.02.2009 «О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон».
7. Прокофьева А.С., Григорьев О.А. Оценка численности населения, проживающего вблизи воздушных линий электропередачи, по критерию экспозиции магнитным полем промышленной частоты (на примере Московского региона) // Материалы Всероссийской научной конференции «Актуальные проблемы радиобиологии и гигиены неионизирующих излучений». М., 2019. С. 109–110.
8. СанПиН 2.1.2.2645-10 Санитарно-эпидемиологические требования к условиям проживания в жилых зданиях и помещениях.

9. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (с изменениями на 25.04.2014).
10. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.
11. Стурман В.И. Электромагнитные поля промышленного диапазона частот в условиях городской среды как объект эколого-географического исследования // География и природные ресурсы. 2019. № 1. С. 21–28.
12. Directive 2004/40/EC of the European Parliament and of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) // Official Journal of the European Union. L184. 2004. Vol. 30. No. 4. P. 1–9.
13. Heath C.W. Electromagnetic field exposure and cancer: a review of epidemiological evidence // Journal of Cancer Research and Clinical Oncology. 1996. Vol. 1. No. 46. P. 29–44.
14. ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz–100 kHz) // Health Physics. 2010. Vol. 99. No. 6. P. 818–836.
15. Muller B. Electromog. Hausgemachtes problem // Bild Wiss. 1996. No. 4. P. 12–14.
16. National precautionary policies on magnetic fields from power lines in Belgium, France, Germany, the Netherlands and the United Kingdom: RIVM Report 2017-0118. P. 56.
17. Opinion on possible effects of electromagnetic fields (EMF), radio frequency fields (RF) and microwave radiation on human health expressed at the 27th CSTEE plenary meeting Brussels, 30 October 2001 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://ec.europa.eu/health/ph\\_risk/committees/sct/documents/out128\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/health/ph_risk/committees/sct/documents/out128_en.pdf).

**Кошелева Н.Е., Власов Д.В., Шопина О.В.**

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет,  
кафедра геохимии ландшафтов и географии почв, г. Москва, natalk@mail.ru

## **ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИМИ УГЛЕВОДОРОДАМИ ДОРОЖНОЙ ПЫЛИ г. МОСКВЫ**

### *Введение*

Дорожная пыль является важным индикатором загрязнения городских ландшафтов, т.к. ее частицы концентрируют поллютанты из различных источников, включая высокотоксичные, такие как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) [5]. ПАУ образуются в результате горения и входят в состав нефтепродуктов, причем в результате горения образуется больше тяжелых ПАУ с 4–6-бензольными кольцами, в то время как петрогенные ПАУ – преимущественно легкие 2–3-кольчатые [12]. В дорожную пыль городов ПАУ поступают преимущественно с выхлопами автотранспорта, частицами шин и дорожного покрытия, а также с выбросами промышленных предприятий и выдуваемыми частицами загрязненных городских почв.

ПАУ входят в список контролируемых веществ во многих странах из-за их канцерогенности [15]. В России гигиенический норматив разработан только для бенз(а)пирена (БаП) – одного из самых токсичных соединений группы ПАУ. Цель работы – определить современный уровень загрязнения БаП дорожной пыли г. Москвы и на примере Юго-Восточного административного округа (ЮВАО) провести оценку загрязнения комплексом ПАУ.

### *Исследуемая территория*

Территория г. Москвы подвергалась воздействиям Окского, Днепровского и Московского оледенений, которые обусловили равнинно-увалистый рельеф, сложенный моренными, покровными и озерно-ледниковыми отложениями [7]. На открытых («незапечатанных») территориях г. Москвы распространены преимущественно природно-антропогенные городские почвы (урбаноземы) и техноземы – почвоподобные техногенные поверхностные образования [7]. На закрытых – застроенных и заасфальтированных – территориях формируются экраноземы [8].

Основными источниками загрязнения окружающей среды г. Москвы являются выбросы автомобильного транспорта и промышленности. На первые приходится > 90% суммарных выбросов, на вторые, представленные выбросами около 28 тыс. промышленных предприятий, нефтеперерабатывающего и трех мусоросжигательных заводов, – около 10% [3].

### Материалы и методы

Отбор 208 образцов дорожной пыли проведен летом 2017 г. во всех административных районах (АО) г. Москвы на территории, ограниченной Московской кольцевой автомобильной дорогой (МКАД), на магистралях с разной интенсивностью движения и количеством полос.

Во всех образцах определено содержание БаП методом низкотемпературной спектрофлуориметрии в условиях эффекта Шпольского в лаборатории углеродистых веществ биосферы географического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова (аналитик Н.И. Хлынина) [1], а в 15 образцах дорожной пыли из ЮВАО – содержание 11 ПАУ (гомологи нафталина, дифенил, флуорен, фенантрен, антрацен, хризен, пирен, бенз(а)антрацен, БаП, перилен, бенз(ghi)перилен). Степень загрязнения дорожной пыли БаП оценивалась с помощью коэффициента экологической опасности  $Ko = C/ПДК$ , где  $C$  – концентрация БаП в пробе, ПДК – гигиенический норматив БаП в почвах, равный 0,02 мг/кг [2].

Опасность загрязнения другими ПАУ определялась с использованием коэффициентов ТЕФ, выражающих уровень их токсичности через БаП-эквивалент [14]. Содержание всех ПАУ также сравнивалось с экологическими нормативами для почв Нидерландов и скрининговыми уровнями U.S. EPA для жилых районов [11, 13].

### Содержание и пространственное распределение БаП

Среднее содержание БаП в дорожной пыли г. Москвы составляет 0,25 мг/кг, минимальное значение зафиксировано в ЮВАО (0,016 мг/кг), максимальное – в Центральном АО (1,02). Все округа, кроме ЮВАО, по содержанию БаП не имеют между собой значимых различий (рис., табл. 1).

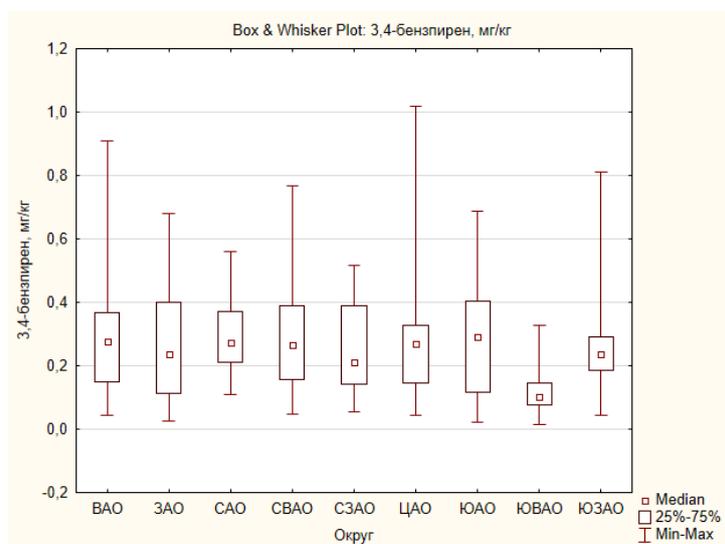


Рис. Содержание БаП в дорожной пыли АО г. Москвы (данные лета 2017 г.)

Таблица 1

Среднее содержание БаП в дорожной пыли и уровни его экологической опасности по  
АО г. Москвы (данные лета 2017 г.)

ЦАО	САО	СВАО	ВАО	ЮВАО	ЮАО	ЮЗАО	ЗАО	СЗАО	г. Москва в целом
Среднее содержание БаП, мг/кг									
0,28	0,30	0,29	0,28	0,12	0,28	0,26	0,27	0,26	0,25
Коэффициент экологической опасности $K_o$									
14,0	15,2	14,5	14,2	6,0	13,9	12,8	13,6	12,8	13,0
Среднее содержание БаП в почвах по данным [4], мг/кг									
0,066	0,044	0,051	0,079	0,061	0,040	0,031	0,031	0,017	0,047

ЮВАО имеет наименьшее – 0,12 мг/кг – среднее содержание БаП в пыли несмотря на то, что здесь расположен нефтеперерабатывающий завод. Это связано с преобладанием легких ПАУ в нефти (БаП относится к тяжелым ПАУ), а также с малой сорбционной способностью дорожной пыли в юго-восточной части г. Москвы из-за большой доли частиц крупного размера, характеризующихся пониженной сорбционной емкостью [9].

ПДК БаП в почве (0,02 мг/кг) превышена во всех образцах дорожной пыли (табл. 2). 54% проб отличаются 10-кратным превышением ПДК, 81% – 5-кратным, 96% – 2-кратным. Коэффициент экологической опасности максимален в САО, в остальных округах он не ниже 12,8, за исключением ЮВАО с минимальным значением  $K_o = 6$ .

Таблица 2

Содержание и экологическая опасность индивидуальных ПАУ в дорожной пыли ЮВАО  
г. Москвы (данные лета 2017 г.)

Класс	ПАУ (количество колец)	Среднее содержание, мг/кг	$C_v$ , %	TEF	Содержание БаП-эквивалента	$K_o$	Норматив, Нидерланды, мг/кг	Норматив, U.S. EPA, мг/кг
Легкие	Гомологи нафталина (2)	14,00	48	0,001	0,014	0,680	17,0	3,8
	Дифенил (3)	7,50	113	–	–	–	–	–
	Флуорен (3)	0,15	114	0,001	0,00015	0,007	–	3000,0
	Фенантрен (3)	6,00	146	0,001	0,006	0,300	31,0	–
	Антрацен (3)	0,94	131	0,010	0,0094	0,470	1,6	18000,0

Класс	ПАУ (количество колец)	Среднее содержа- ние, мг/кг	$C_v$ , %	TEF	Содер- жание БаП- эквива- лента	$K_o$	Норма- тив, Нидер- ланды, мг/кг	Норма- тив, U.S. EPA, мг/кг
Тяжелые	Хризен (4)	0,89	137	0,01	0,0089	0,440	35,0	110,0
	Пирен (4)	0,32	68	0,001	0,00032	0,020	–	1800,0
	Бенз(а)- антрацен (4)	0,41	84	1,000	0,41	21,000	2,5	1,1
	Бенз(а)- пирен (5)	0,10	54	1,000	0,10	5,100	7,0	0,1
	Перилен (5)	0,20	185	–	–	–	–	–
	Бенз(ghi) перилен (6)	2,50	105	0,010	0,025	1,200	33,0	–

Примечание:  $C_v$  – коэффициент вариации.

Данные ГПБУ «Мосэкомониторинг» для поверхностных горизонтов почв г. Москвы [4] по сравнению с полученными результатами авторов показали, что загрязнение почв БаП более чем в пять раз ниже, чем дорожной пыли. Среднее значение для почв г. Москвы в 2016 г. составило 0,047 мг/кг с варьированием от 0,079 до 0,017 мг/кг (см. табл. 1). Эти величины близки к оценке, полученной для почв транспортной зоны Восточного административного округа (ВАО) в 2011–2013 гг. – 0,05–0,08 мг/кг [10]. Максимальные содержания БаП в почве характерны для ВАО, минимальные – для Северо-Западного административного округа (СЗАО), т.е. распределение в дорожной пыли и почвах по округам не совпадает, что можно объяснить разным временем накопления поллютантов в этих средах: если дорожная пыль регулярно убирается муниципальными службами, то для почв характерна многолетняя аккумуляция поллютантов. Также значительное влияние на состав и уровень содержания ПАУ в почвах оказывает их деградация и летучесть, которые максимальны для низкомолекулярных соединений [6].

#### *Оценка опасности загрязнения дорожной пыли ПАУ в ЮВАО*

В составе ПАУ в дорожной пыли ЮВАО преобладают легкие полиарены – отношение суммы легких ПАУ к тяжелым равно 6 (см. табл. 2). Эта же особенность состава ПАУ отмечена для атмосферных выпадений в ВАО, которые состояли в основном из 3–4-кольчатых соединений, в отличие от почв, где обнаружено значительное количество 5–6-кольчатых ПАУ [10]. Пересчитанные на БаП данные показали превышение российского норматива по

бенз(а)антрацену и бенз(ghi)перилену. Содержание бенз(а)антрацена превысило норму в 21 раз, что говорит о чрезвычайно опасной экологической ситуации в ЮВАО, так как бенз(а)антрацен имеет высокий уровень канцерогенности [15].

Проведенные расчеты показали, что контроль только одного ПАУ – БаП – приводит к существенному занижению экологической опасности этой группы органических поллютантов. Если среднее содержание БаП в дорожной пыли ЮВАО превышает гигиенический норматив в 5,1 раза, то сумма всех рассматриваемых полиаренов – уже в 28,2 раза.

Сравнение с зарубежными нормативами для почв более детально характеризует опасность загрязнения отдельными ПАУ. Превышений нидерландских нормативов по содержанию ПАУ в почвах не обнаружено. По сравнению с пороговыми уровнями, предлагаемыми U.S. EPA [13], содержание нафталина и его гомологов в дорожной пыли превышено в 3,6 раза. По данным U.S. EPA, при высоких концентрациях нафталин и его гомологи способны вызвать онкологические заболевания.

### *Выводы*

1. Среднее содержание БаП в дорожной пыли г. Москвы составляет 0,25 мг/кг. Уровень загрязнения БаП дорожной пыли г. Москвы в разных АО варьирует слабо, наименьшие средние значения характерны для ЮВАО, наибольшие средние – для САО. В загрязнении дорожной пыли ЮВАО доминируют легкие 2–3-кольчатые ПАУ.

2. В городе складывается опасная экологическая ситуация: ПДК для почв по БаП в дорожной пыли всех АО, кроме ЮВАО, превышены в 12,8–14,5 раза. Сумма ПАУ в пересчете на БаП превышает гигиенический норматив в среднем в 28 раз. Выявлены превышения нормативов U.S. EPA по нафталину.

3. Как показали расчеты, оценка загрязнения ПАУ только по содержанию БаП, практикуемая в г. Москве, приводит к сильному занижению их экологической опасности. Для более надежной оценки необходимо определять не только БаП, но и другие полиарены с доказанной канцерогенностью. При отсутствии ПДК возможно приближенное определение их токсичности через БаП-эквиваленты.

*Полевые и лабораторные работы проведены при финансировании Русским географическим обществом и Российским фондом фундаментальных исследований (договор 03/2019/РГО-РФФИ, проект № 17-05-41024). Анализ и интерпретация данных выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект № 19-77-30004).*

### Список литературы

1. Алексеева Т.А., Теплицкая Т.А. Спектрофлуориметрические методы анализа полициклических ароматических углеводородов в природных и техногенных средах. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 215 с.
2. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве.
3. Доклад «О состоянии окружающей среды в городе Москве в 2018 году». М.: ДПиООС; НИиПИ ИГСП; ООО «Студио Арроу», 2019. 247 с.
4. Кошелева Н.Е., Цыхман А.Г. Пространственно-временные тренды и факторы загрязнения почвенного покрова Москвы // Вестник РУДН. Серия Экология и безопасность жизнедеятельности. 2018. Т. 26. № 2. С. 207–236.
5. Металлы, металлоиды и бенз(а)пирен в микрочастицах почв и дорожной пыли Алушты / Н.С. Касимов, Л.А. Безбердая, Д.В. Власов, М.Ю. Лычагин // Почвоведение. 2019. № 12. С. 1524–1538.
6. Углеводороды в почвах: происхождение, состав, поведение (обзор) / А.Н. Геннадиев, Ю.И. Пиковский, А.С. Цибарт, М.А. Смирнова // Почвоведение. 2015. № 10. С. 1195–1209.
7. Экологический атлас Москвы. М.: АБФ/АВФ, 2000. 96 с.
8. Nikiforova E., Kosheleva N., Kasimov N. Accumulation of polycyclic aromatic hydrocarbons in sealed soils and their environmental hazard for Eastern Moscow // Polycyclic Aromatic Compounds. 2019. P. 1–17.
9. Physicochemical properties of road dust in Moscow / N.S. Kasimov, N.E. Kosheleva, D.V. Vlasov, K.S. Nabelkina, A.V. Ryzhov // Geography, Environment, Sustainability. 2019. Vol. 12. No. 4. P. 96–113.
10. Polycyclic aromatic hydrocarbons in atmospheric particulate depositions and urban soils of Moscow, Russia / Y.A. Zavgorodnyaya, A.L. Chikidova, M.V. Biryukov, V.V. Demin // Journal of Soils and Sediments. 2019. Vol. 19. P. 3155–3165.
11. Regional Screening Levels. Washington, DC: Environment Protection Agency, 2019. 86 p.
12. Stogiannidis E., Laane R. Source characterization of polycyclic aromatic hydrocarbons by using their molecular indices: An overview of possibilities // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. 2015. P. 49–133.
13. Technical evaluation of the Intervention values for soil/sediment and groundwater. Human and ecotoxicological risk assessment and derivation of risk limits for soil, aquatic sediment and groundwater. Bilthoven: National Institute for Public Health and the Environment, 2001. 147 p.
14. Thorslund T.W., Farrar D. Development of relative potency estimates for PAHs and hydrocarbon combustion product fractions compared to benzo[a]pyrene and their use in carcinogenic risk assessments. Washington, DC: Human Health Assessment Group Office of Health and Environmental Assessment U.S. EPA, 1991. 79 p.
15. International Agency for Research on Cancer [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <https://www.iarc.fr/> (дата обращения: 24.11.2019).

## Введенский Р.В.<sup>1</sup>, Гендлер С.Г.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> ОАО «Научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт “Ленметрогипротранс”»,  
г. Санкт-Петербург, romanvvedenskij@gmail.com

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский горный университет, горный факультет, кафедра безопасности производств,  
г. Санкт-Петербург

### ВЛИЯНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА ТОННЕЛЕЙ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ В УНИКАЛЬНЫХ ПРИРОДНО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

#### *Введение*

С недавнего времени в России многократно увеличились объемы сооружения транспортных тоннелей. В связи с необходимостью создания транспортной инфраструктуры строительство затронуло регионы с уникальными природно-географическими условиями и, прежде всего, районы Краснодарского края. Наиболее показательным примером, иллюстрирующим эту тенденцию, является Адлерский микрорайон г. Сочи, где для обеспечения зимних Олимпийских игр 2014 г. были сооружены девять транспортных тоннелей, в т.ч. шесть железнодорожных и три автодорожных (рис. 1).

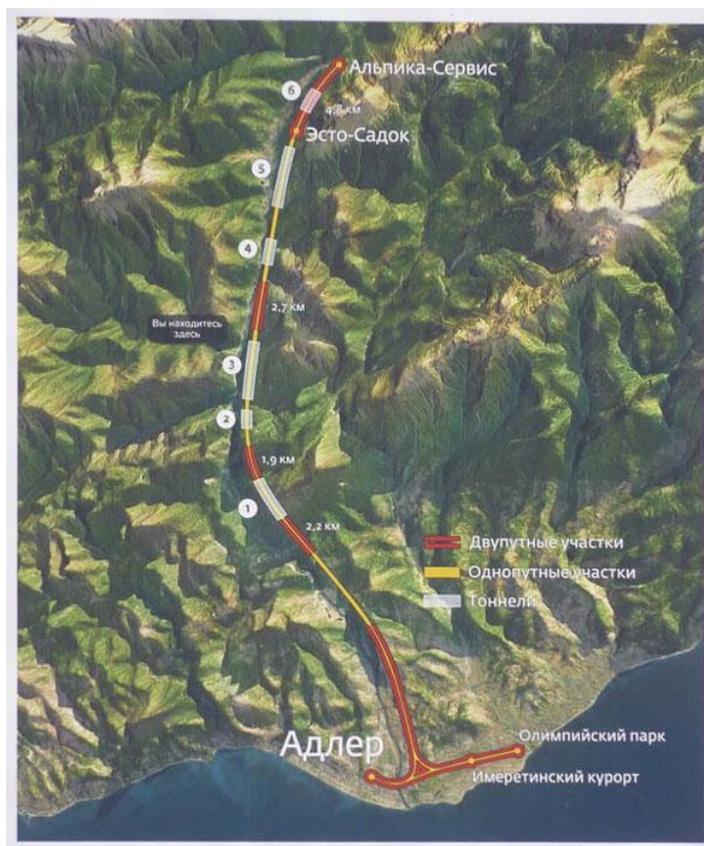


Рис. 1. План-схема расположения трассы тоннелей

Объектом исследования являются транспортные тоннели на совмещенной (автомобильной и железной) дороге «Адлер – горноклиматический курорт “Альпика-Сервис”». Строительство и эксплуатация данных тоннелей была связана с негативным воздействием на окружающую среду (ОС). Анализ влияния технологических процессов, сопровождающих строительство и эксплуатацию тоннелей на ОС, был осуществлен на основе данных натуральных наблюдений. Приведены результаты измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и грунтах (в т.ч. почвах) в периоды строительства и эксплуатации транспортных тоннелей. Установлены закономерности, характеризующие уровни негативного воздействия на различные компоненты природной среды в зависимости от периода строительства.

Трасса этих тоннелей проходит по территории заповедника «Западный Кавказ», характеризующегося наличием особых видов флоры и фауны, а также не имеющим аналогов рельефом местности, и в частности, долины протекающей в непосредственной близости от трассы р. Мзымты. В соответствии с существующей нормативной базой любое техногенное воздействие на эту территорию допускается только в том случае, если оно не приводит к такому нарушению окружающей среды, которое имеет долговременный характер, а его влияние распространяется за пределы рабочих площадок при строительстве и санитарных зон в период эксплуатации [3].

Сооружение и последующая эксплуатация транспортных тоннелей имеет по сравнению со строительством объектов на поверхности существенные особенности, определяющие уровень и конечный результат негативного воздействия на ОС [6].

Отличительными особенностями этого воздействия в период строительства являются [1]:

- одновременное ведение работ под землей и на поверхности, что затрагивает все элементы биосферы: атмосферный воздух, грунты (в т.ч. почвы), поверхностные и подземные воды, флору и фауну, население;

- применение при сооружении тоннелей и поверхностных комплексов различных технологий: от ручной разработки грунта до применения тоннельных проходческих комплексов (ТПК), проходческих комбайнов, буровзрывных работ, экскаваторной выемки грунта, буросвайных и бетонных работ;

- использование большого спектра строительных машин и механизмов;

- значительная длительность работ, достигающая пятилетнего периода с временным изменением уровней негативного воздействия.

Оценка негативного влияния на ОС в период строительства была осуществлена в период 2009–2013 гг. на основе ежеквартальных наблюдений, проводимых при сооружении транспортных тоннелей.

В 2014–2017 гг. исследования негативного влияния транспортных тоннелей на ОС были дополнены инструментальными измерениями

концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и грунтах (в т.ч. почвах) в период эксплуатации.

В период эксплуатации число факторов, характеризующих влияние транспортных тоннелей на ОС, сокращается. Причем, если в период строительства при условии использования однотипных технологий проходки воздействие на ОС примерно одинаково при строительстве железнодорожных и автодорожных тоннелей, то во время эксплуатации автодорожных тоннелей превалирующим негативным фактором являются выбросы загрязняющих веществ от машин, повышающие концентрацию загрязняющих веществ в тоннельном воздухе, и, как следствие, в грунтах (в т.ч. почвах), расположенных на припортальных участках. В железнодорожных тоннелях при минимальном влиянии на атмосферный воздух на первое место выходит шумовое воздействие поездов на припортальных участках.

Выполненный анализ показывает, что в отечественной и зарубежной литературе недостаточно полно освещены вопросы воздействия строительства транспортных тоннелей на ОС. Отсутствие научно-обоснованных данных, характеризующих это воздействие, затрудняет оценку и последующий выбор экологически безопасной технологии строительства. В рассматриваемых уникальных природно-географических условиях это может привести к существенному социальному и экономическому ущербу [4].

Особенность проведенных работ характеризуется значительным объемом инструментальных измерений, выполненных в пределах ограниченной площади строительства девяти транспортных тоннелей (шести железнодорожных и трех автодорожных), имеющих протяженность от 128 до 4572 м, и уникальности природно-географических условий района строительства. Результаты проведенных исследований будут являться основой для разработки природно-охранных мероприятий при сооружении транспортных тоннелей в условиях, аналогичных рассмотренным.

*Методика проведения мониторинга окружающей среды при сооружении  
и эксплуатации транспортных тоннелей*

*Методика проведения мониторинга при строительстве тоннелей.* При проведении мониторинга при сооружении тоннелей был сделан акцент на измерении содержания загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферном воздухе. Методика мониторинга была отработана в период строительства тоннелей первого тоннельного комплекса, в состав которого входят условно параллельные друг другу автодорожный и железнодорожный тоннели и сервисная штольня, расположенная между ними. Тоннели соединены со штольней сбойками. Длина железнодорожного тоннеля – 2535 м, автодорожного – 2298 м.

Проходка тоннелей осуществлялась горным способом. При этом источники воздействия на окружающую среду также были идентичны, а именно:

автотранспорт и горнопроходческое оборудование, при работе которых в воздух выбрасывается основная масса загрязняющих веществ [5].

Экологический мониторинг при строительстве тоннелей проводился ежеквартально в период с 2009 по 2013 гг. В состав работ по мониторингу входили оценка влияния строительства на атмосферный воздух, водную среду и почву припортальных площадок.

Данный интервал позволил в полной мере определить участки и периоды проведения работ, характеризующиеся либо наибольшим, либо наименьшим уровнем воздействия на окружающую среду, установить закономерности выбросов и рассеивания загрязняющих веществ в атмосфере, выявить динамику накопления и вымывания поллютантов в почвах.

*Методика проведения мониторинга при эксплуатации тоннелей.* Методика проведения исследований в этот период предусматривала измерение физико-химических параметров атмосферного воздуха, а также осуществление химического анализа грунтов (в т.ч. почв). В связи с тем, что основным источником загрязнений является автотранспорт, то основным объемом измерений был ориентирован на автодорожные тоннели. Причем в связи с тем, что загрязненный воздух выбрасывается в атмосферу через порталы тоннелей, точки измерений располагались на порталах тоннелей и площади полос отвода, прилегающих к автомобильной дороге, на расстоянии 50 м от порталов. Требования к выбору точек измерений и их приборное обеспечение соответствовали периоду строительства.

#### *Результаты измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период строительства*

На начальном этапе строительства содержание загрязняющих веществ в воздухе на портале тоннеля находится на уровне 0–2,0 мг/м<sup>3</sup>. С увеличением длины тоннеля наблюдался рост содержания ЗВ в воздухе (до 5,0 мг/м<sup>3</sup>), что объясняется увеличением количества горнопроходческого и горнотранспортного оборудования, одновременно работающего в тоннеле. Снижение концентрации ЗВ происходило после сбойки тоннеля (февраль 2011 г.), а также после завершения проведения основных работ по проходке тоннеля как следствие изменения схемы вентиляции (рис. 2).

Результаты, аналогичные данным наблюдения на железнодорожном тоннеле, были получены в процессе строительства автодорожного тоннеля.

Описанная динамика экологической нагрузки на атмосферный воздух может быть объяснена ростом концентрации погрузочно-доставочного оборудования по мере увеличения протяженности проходимого участка выработки и, следовательно, возрастанию выбросов загрязняющих веществ в тоннельный воздух.

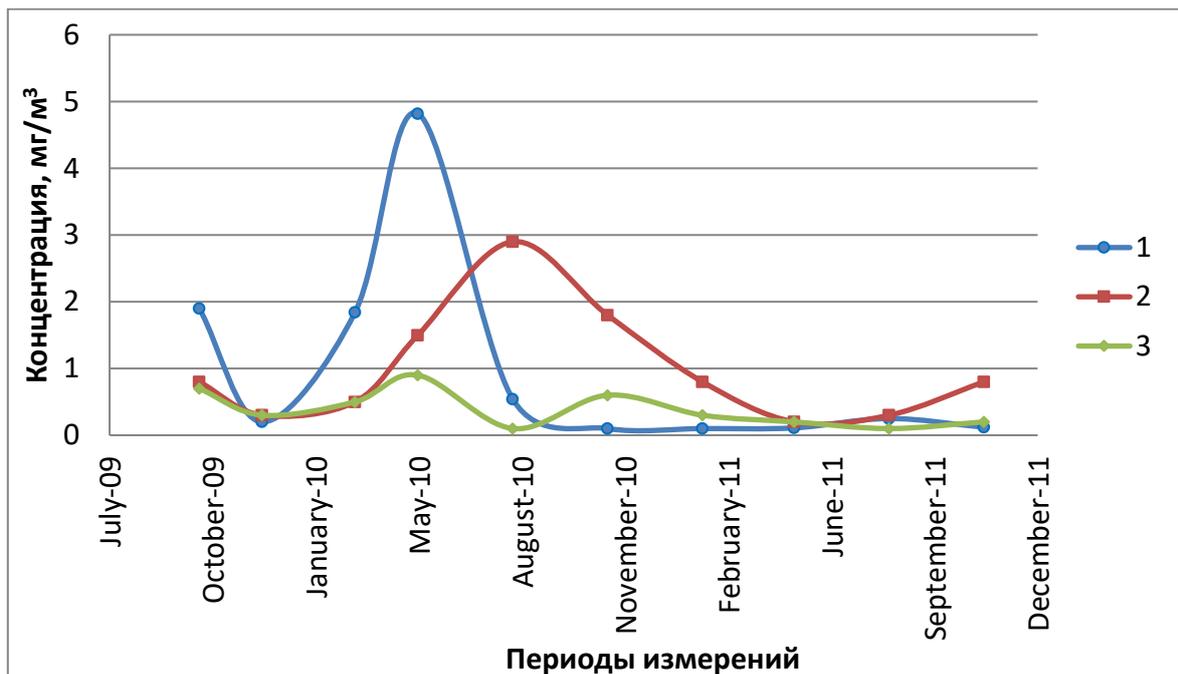


Рис. 2. Содержание загрязняющих веществ в воздухе на портале тоннеля.  
Обозначения: 1 – концентрация взвешенных веществ, 2 – концентрация оксида углерода,  
3 – концентрация диоксида серы

Таким образом, анализ результатов мониторинга, проводимого в период строительства, показал, что при сооружении транспортных тоннелей экологическая нагрузка на окружающую среду, в частности на атмосферный воздух, носит неравномерный характер. Минимальная в начальный период строительства, по мере увеличения протяженности пройденных участков тоннеля и повышения интенсивности проходческих работ она увеличивается. После завершения основного этапа строительства, во время обустройства тоннелей, экологическая нагрузка на ОС вновь снижается.

*Результаты измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в период эксплуатации.* Результаты выполненных измерений показали, что в период эксплуатации железнодорожных тоннелей на участке «Адлер – горноклиматический курорт “Альпика-Сервис”» источники воздействия на атмосферный воздух отсутствуют, а воздействие на отводимую из тоннеля дренажную и технологическую воду минимально.

В период эксплуатации автодорожных тоннелей основным источником негативного воздействия на атмосферу являются выбросы загрязняющих веществ от автотранспорта. Конечная концентрация загрязняющих веществ в исходящей из тоннелей воздушной струе зависит от интенсивности движения автотранспорта, которая меняется в течение суток: максимальна в «час пик» и минимальна в ночное время, – а также от количества воздуха, движущегося по тоннелям.

Для замеров были выбраны разные периоды времени с различной плотностью потока. Так, для «часа пик» был выбран период 10.00–12.00 ч, для обычного режима – 22.00–00.00 ч.

Увеличение интенсивности транспортного потока обуславливает определенное ухудшение экологической обстановки. Однако даже для интенсивности движения, характерной для «часа пик», концентрации оксида углерода в атмосферном воздухе на портале тоннеля и на припортальных площадках не превышают нормативных значений, установленных ГН 2.1.6.1338-03 [2]. В периоды снижения интенсивности движения транспорта до обычных значений концентрации загрязняющих веществ оказываются еще ниже, чем для периода «час пик» (рис. 3).

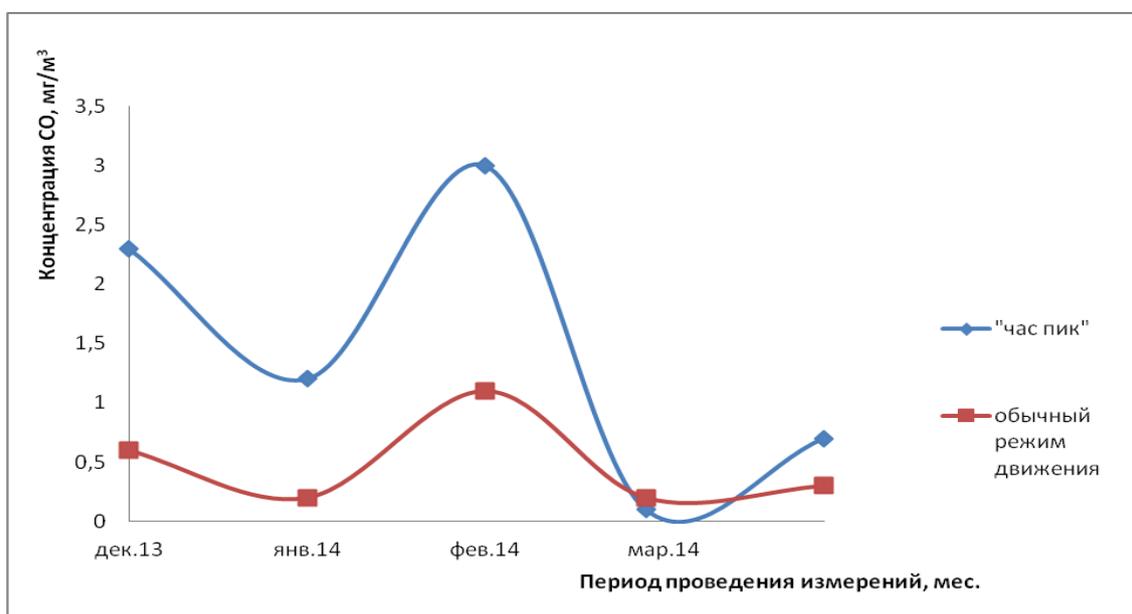


Рис. 3. Содержание CO на северном портале а/д тоннеля № 1 в период эксплуатации

*Результаты измерения содержания загрязняющих веществ в грунтах (в т.ч. почвах) на припортальных площадках в период строительства.* При проведении инженерно-экологических изысканий была изучена степень загрязнения грунтов (в т.ч. почв) на глубинах 0–0,2 и 0,2–1,0 м. В данной публикации результаты анализа загрязнения грунтов (в т.ч. почв) на глубинах 0–0,2 м приняты за фоновые значения (рис. 4).

В результате проведенных исследований установлено, что концентрация ЗВ в воздухе зависит от количества автотранспорта и строительной техники, работающей в тоннеле и на строительной площадке во время проведения замера. Это приводило к тому, что в различные промежутки времени значения концентраций могли значительно отличаться. Для более детального определения уровня воздействия на окружающую среду были определены концентрации нефтепродуктов и тяжелых металлов в поверхностных слоях грунтов

припортальных зон тоннелей, которые могут со временем накапливать осевшую на поверхность часть загрязняющих веществ, выбрасываемых с тоннельным воздухом. Особенность накопления поллютантов в грунтах (в т.ч. почвах) имеет волновой (пикообразный) характер. Периоды накопления сменяются периодами вымывания загрязняющих веществ из грунтов (в т.ч. почв).

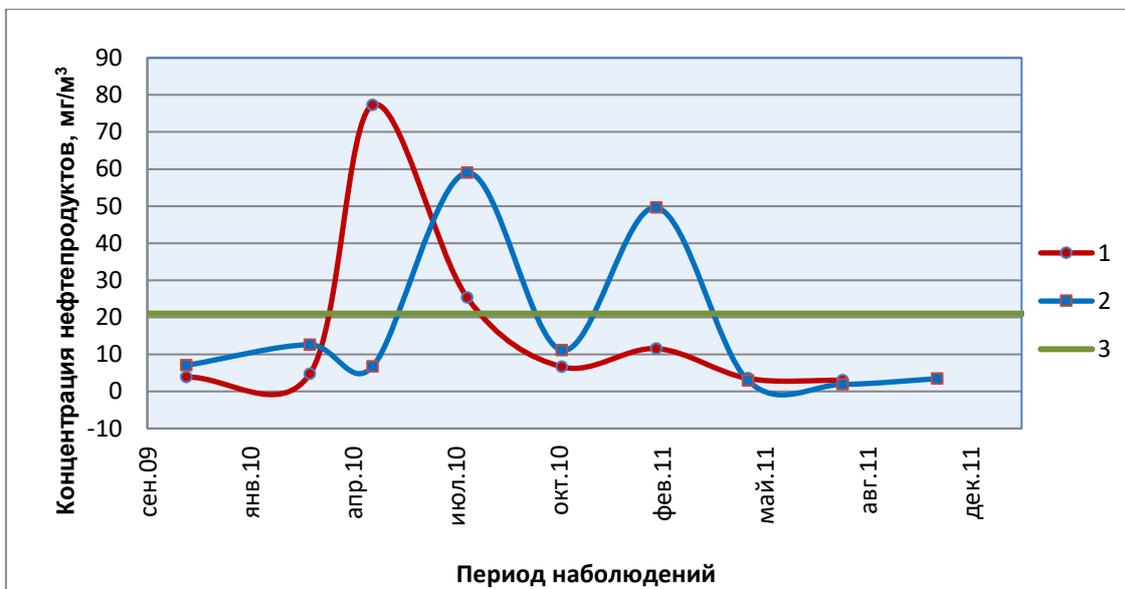


Рис. 4. Содержание нефтепродуктов в грунтах (в т.ч. почвах) на припортальных площадках ж/д тоннеля № 1. Обозначения: 1 – южный портал, 2 – северный портал, 3 – фоновое содержание

### *Заключение*

1. Оценка негативного влияния при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей и разработка мероприятий по его снижению должна осуществляться на основании данных горно-экологического мониторинга, включающего периодические наблюдения за состоянием всех элементов окружающей среды как на строительных площадках, так и на прилегающей к ним территории.

2. На основании данных горно-экологического мониторинга установлено, что уровень техногенного воздействия на окружающую среду при сооружении транспортных тоннелей зависит от технологии проходки подземных выработок, этапов строительства и используемого горнотранспортного и горнопроходческого оборудования.

3. Анализ результатов инструментальных измерений содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на порталах тоннелей и припортальных участках, проводимых в период строительства, показал, что экологическая нагрузка на окружающую среду носит неравномерный характер. Минимальная в начальный период строительства она возрастает по мере

увеличения протяженности пройденных участков тоннеля и повышения интенсивности проходческих работ. После завершения основного этапа строительства, во время обустройства тоннелей, экологическая нагрузка на ОС вновь снижается.

4. Динамика изменения концентрации загрязняющих веществ в грунтах (в т.ч. почвах) на участках, прилегающих к местам выхода выработок на дневную поверхность, носит волнообразный характер, что связано с накоплением поллютантов в течение сухого периода и с их вымыванием и сносом в р. Мзымта во время дождей.

5. Отличительными особенностями воздействия на ОС при эксплуатации автодорожных тоннелей по сравнению с железнодорожными являются повышенная концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе вблизи порталов, зависящая от интенсивности движения транспортных средств, и более высокие концентрации тяжелых металлов в грунтах (в т.ч. почвах).

6. Выявленные закономерности облегчают осуществление прогноза негативного воздействия при сооружении и эксплуатации транспортных тоннелей на окружающую среду в зависимости от типа тоннеля, принятой технологии строительства и особенностей их проведения в различные периоды.

### Список литературы

1. Гендлер С.Г., Рогалев В.А. Оценка загрязнения атмосферного воздуха при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей // Записки Горного института. 2012. Т. 195. С. 152–155.
2. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
3. Самышева И.М., Павлова Л.В. Экологический аспект эксплуатации, строительства и реконструкции автомобильных мостов, дорог, тоннелей // Экология и научно-технический прогресс. Урбанистика. 2015. Т. 1. С. 498–503.
4. Скоба В.А., Сурнина Е.К. Экологическая безопасность при строительстве и эксплуатации транспортных тоннелей // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2016. № 6(20). С. 10–13.
5. Трофименко Ю.В., Крючков Д.В. Экспериментальная оценка загрязнения воздуха в городских автотранспортных тоннелях // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2005. № 4. С. 116–120.
6. Экологическое сопровождение строительства и эксплуатации транспортных тоннелей и метрополитенов – основа для минимизации негативного воздействия на окружающую среду / С.Г. Гендлер, Е.И. Домпальм, Р.В. Введенский, А.Ю. Котомина, М.В. Могильный, Л.В. Рыжова // Метро и тоннели. 2016. № 6. С. 25–31.

**Орлов М.С.**

МГУ имени М.В. Ломоносова, геологический факультет, кафедра гидрогеологии, г. Москва, orlov1940@mail.ru

## **ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В г. МОСКВЕ**

Тема этой публикации представляется весьма актуальной в связи с присоединением к г. Москве огромной территории с юго-запада. Первое и главное – определиться с понятиями. Необходимо понять, что в мегаполисах естественных лесов и лугов уже нет! Лучшее из того, что есть в городе, – лесопарки. Лесопарками занято 12% площади г. Москвы. Все они входят в т.н. «природный комплекс» города, а 70% из них – особо охраняемые природные территории.

Особо охраняемые природные территории (ООПТ) в г. Москве представлены: национальным парком «Лосиный Остров», восемью заказниками, 11 природно-историческими парками и 100 памятниками природы. Согласно Федеральному закону № 33-ФЗ от 14.03.1995 «Об особо охраняемых природных территориях» [2], ООПТ – это «участки земли, водной поверхности и воздушного пространства над ними...». В этом, как представляется, слишком коротком определении отсутствуют важные для существования ООПТ компоненты – геологический субстрат, подземные воды и собственно толща поверхностных вод. Понятно, что именно природные воды (а не только и не столько их поверхность) определяют основные процессы развития экосистем суши. В этом определении не нашли своего места подземные воды, которые являются основным фактором большинства экзогенных процессов: оползания склонов, подтопления земель, карстово-суффозионных провалов, иссушения торфяных болот и др.

Породный состав деревьев и кустарников в лесопарках существенно различается. В верховых, олиготрофных ландшафтах преобладают сосновые боры. В переходных сохранились остатки дубрав, сформировались мелколиственные и смешанные леса и рощи (березы, осины с редкой елью). Для низинных, евтрофных характерны ельники, ольшаники, нитрофилы.

**Ландшафт в существенной степени определяется гидрогеологическими условиями.**

Что понимать под термином «природный комплекс»? Только зелень? Это узко до неверности, потому что в природный комплекс должны входить поверхностные и подземные воды, почвы, воздух, донные отложения и, конечно, все биотические компоненты. Однако в г. Москве действует Постановление Правительства г. Москвы № 38 от 19.01.1999 [1] о природном комплексе, в котором к нему отнесены только озелененные территории, порой никакого отношения к природе не имеющие. К этому закону приложена карта города, где

пронумерованы все территории «природного комплекса» (рис. 1). Эта карта способна сбить с толку читателя, поскольку на ней показаны мельчайшие клочки газонов, скверы и цветники вполне искусственного происхождения. Пример: Бульварное кольцо с четырьмя рядами деревьев, отдельными кустами спиреи и вытоптанными газонами. Здесь почвы очень сильно загрязнены, растения существуют только при интенсивном уходе и поливе, гнездятся исключительно синантропные птицы, видовое разнообразие настолько ущербно, что оценить устойчивость фитоценоза, биогеоценоза, экосистемы можно только отрицательно.

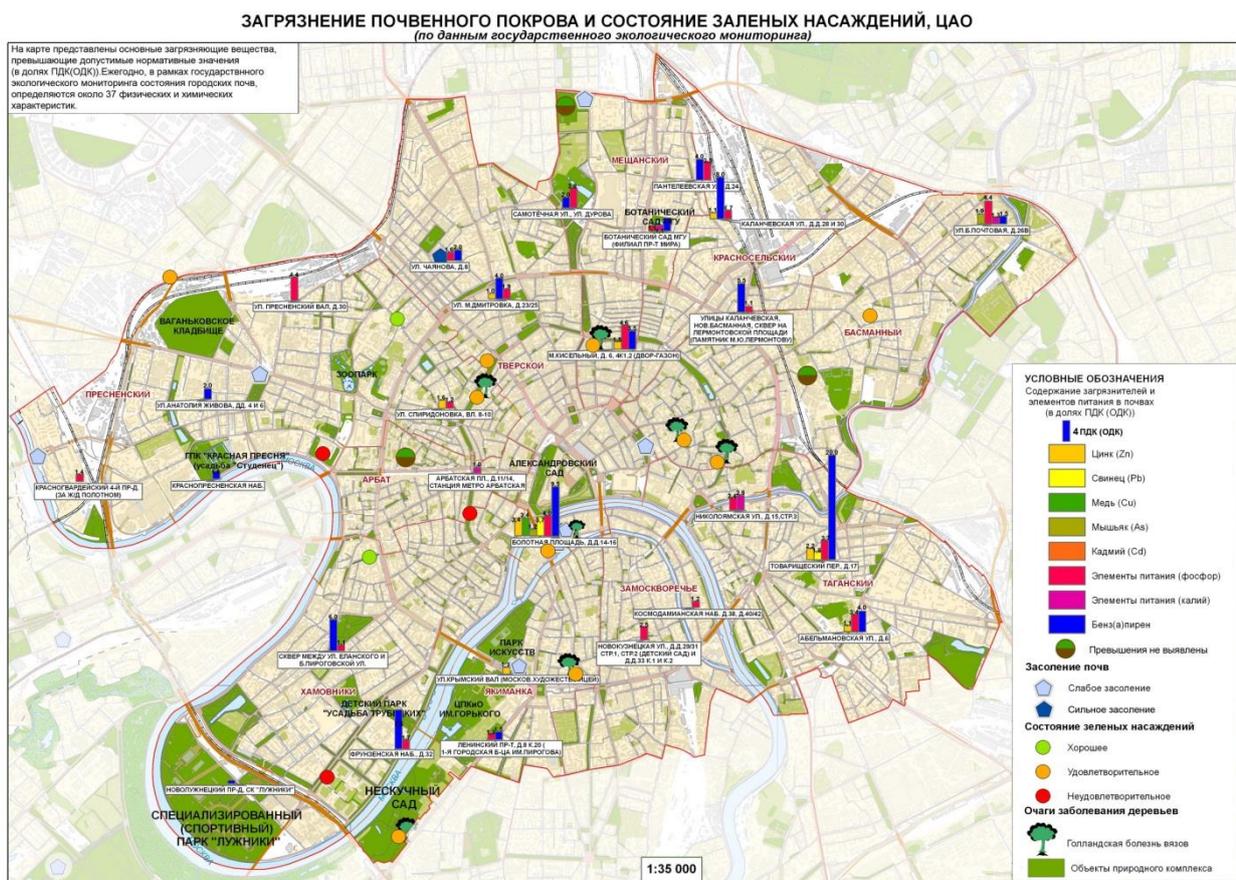


Рис. 1. Карта природного комплекса Центрального административного округа г. Москвы

По степени воздействия на подземные воды городские объекты можно распределить таким образом:

- водозаборы;
- дороги;
- подземные водонесущие коммуникации;
- свалки и кладбища;
- здания.

В силу повсеместной загрязненности грунтовые воды в г. Москве не эксплуатируются. На присоединенной территории имеется много сел, деревень

и дачных поселков с грунтовыми колодцами. Эти объекты нецентрализованного водоснабжения постепенно исчезнут и загрязнятся при массовой застройке так же, как и многочисленные родники. Проводимая с 2010 г. борьба с пожарами на торфяниках Подмосковья с помощью их обводнения приведет к подпору грунтовых вод в окрестностях болот. Это, в свою очередь, приведет к смене фитоценозов, к замене суходольных ландшафтов на болотные и подтопленные. В наибольшей степени эти процессы проявятся на ранее осушенных верховых болотах. И все-таки наиболее существенным влиянием на грунтовые воды обладают водозаборы межпластовых (артезианских) вод, расположенные в самом г. Москва и в городах Подмосковья.

Длительная работа водозаборов привела к формированию региональной области депрессии, на фоне которой развились местные воронки депрессии напоров у отдельных водозаборов. Для территории «новой Москвы» граница области депрессии проходит от г. Звенигород через водораздел рр. Нара и Пахра на г. Серпухов. Сработка напоров в эксплуатируемых горизонтах карбона вызывает снижение уровней грунтовых вод, что повышает пожарную опасность и влияет на леса. Мелиорация (осушение) в сельскохозяйственных целях усиливает эти эффекты. При снижении уровней грунтовых вод деградируют евтрофные ландшафты, а сосновые боры и сосняки на верховых болотах, напротив, повышают свое качество. Складывается весьма пестрая, мозаичная картина взаимодействия межпластовых и грунтовых вод, что зависит от интенсивности эксплуатации, мелиоративного строительства, наличия или отсутствия гидрогеологических окон. Мероприятия по защите и охране подземных вод и, следовательно, лесов и лесопарков должны проектироваться на основе инженерно-экологических изысканий и мониторинга в пределах каждого водосборного бассейна малых рек (рис. 2).

На территории г. Москвы 111 старых свалок, более 50 кладбищ, среди которых холерные, чумные, имеются скотомогильники, свалки с боем и т.п. Город Москва расширял свои границы, наступая на собственные кладбища и свалки мусора. На присоединенной территории насчитывается более 20 только крупных (площадью более 6 га) свалок, из которых шесть – действующие. Жидкий компонент свалок – фильтрат – обладает высокой проникающей способностью и может отравлять водоносные горизонты еще очень длительное время после закрытия свалок. Фильтрат имеет минерализацию около 20 г/л, что губительно сказывается на любых растениях. Кладбища можно рассматривать как особое инженерное сооружение, имеющее один технический параметр – кладбищенский срок. Для старых московских кладбищ (бывших погостов у церквей, построенных на холмах) этот срок составляет 13–14 лет. Для новых же кладбищ (Митинское, Хованское, Богородское и др.) этот срок – более 50 лет, поскольку под эти кладбища отведены низменные, переувлажненные, частично заболоченные территории, сложенные глинистыми грунтами. Вместо относительно быстрого аэробного разложения здесь протекают медленные

анаэробные реакции омыления. Для кладбищ на территории «новой Москвы» представляется рациональным расширение старых, традиционных мест. В случае отведения новых территорий под кладбища их проекты должны предусматривать серьезную инженерную подготовку – подсыпку, вертикальную планировку, дренажи.

ОСОБО ОХРАНЯЕМЫЕ ПРИРОДНЫЕ ТЕРРИТОРИИ И ОБЪЕКТЫ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА, ВАО

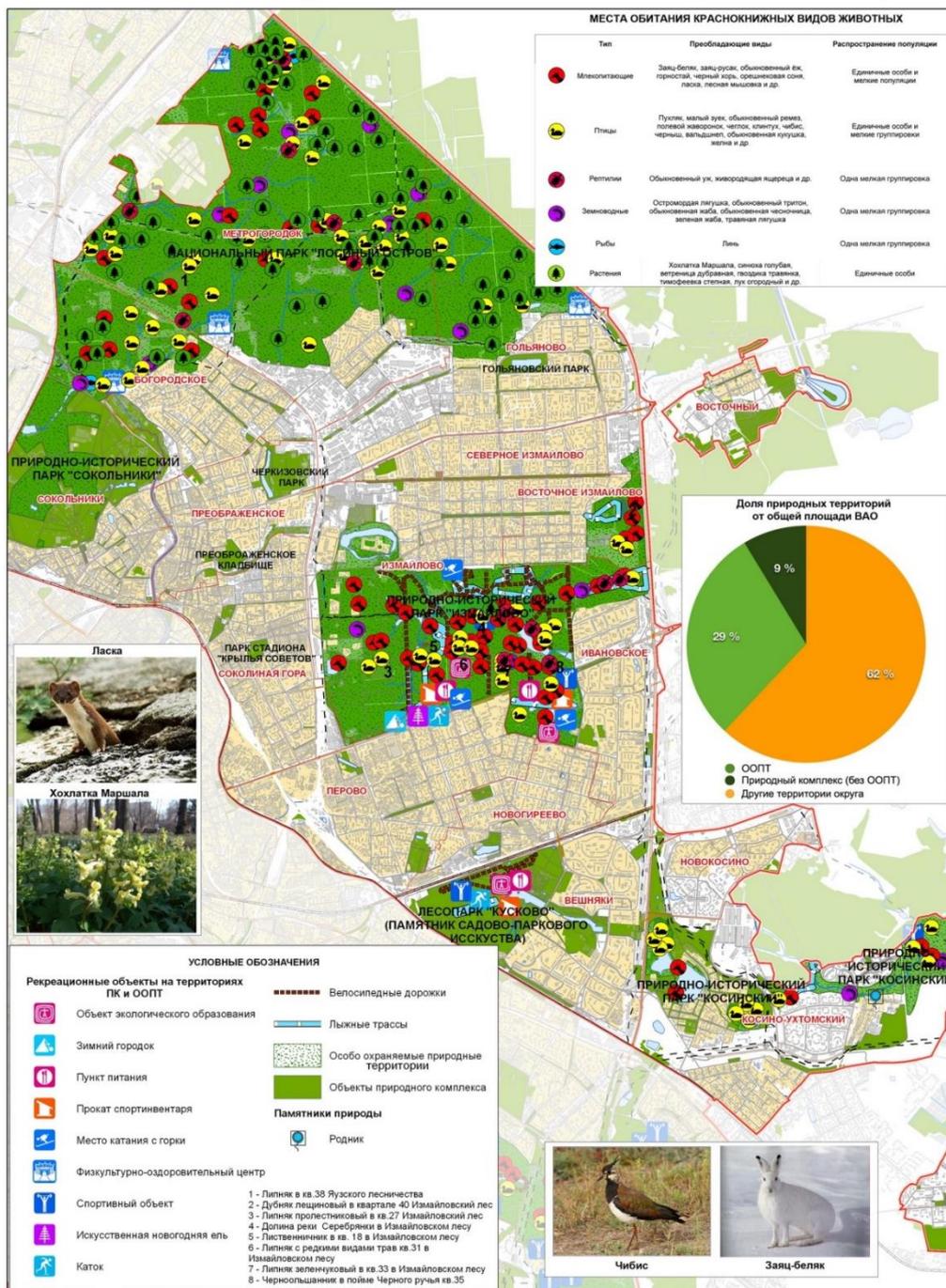


Рис. 2. ООПТ и объекты природного комплекса Восточного административного округа г. Москвы

Жилые, общественные и промышленные здания и сооружения, и даже коттеджные и дачные поселки небезразличны к лесным массивам. Высокие и высотные здания отбрасывают длинные тени, в которой формируется более суровый режим промерзания и оттаивания грунтов (в т.ч. почв). Подземные части зданий: автостоянки, технические подполья, подвальные этажи и т.п. – представляют собой непроницаемые препятствия для потока грунтовых вод. Возникает т.н. «барражный эффект», благодаря которому грунтовые воды поднимают свой уровень и на подтопленных землях начинают болеть и выгнивать деревья, заболачиваться почвы, существенно меняться тип фитоценоза.

«Мыслить глобально, действовать локально» – это верный лозунг, прозвучавший в г. Рио-де-Жанейро (Бразилия) более 20 лет назад. Но на каждом уровне, в каждом масштабе – свои методы. Для политических деклараций – форумы, для реального исправления ситуации существующего и будущего г. Москвы – перманентная работа (исследования, инженерно-экологические изыскания, обосновывающие проектирование и, конечно, экспертиза).

Особо следует отметить практическое отсутствие гидрогеоэкологических исследований в программах работ заповедников и заказников. Только в 2019 г. институт ООО «НИиПИ экологии города» включил гидрогеоэкологическое обоснование в 11 своих проектов.

Если жизнь на Земле возникла в виде экосистемы, то и существует она тоже в форме экосистемы со своими внутренними и внешними связями и закономерностями. Перенос вещества, энергии и информации между компонентами экосистем осуществляется водными растворами. Отсюда следует, что благополучное развитие ООПТ возможно только в форме экосистемы, в границах естественных экосистем. Естественные границы экосистем суши – водоразделы между малыми реками. Можно отождествить водосборный бассейн реки с экосистемой в определенных масштабах. Проектирование в городе ведется в масштабах карт и планов 1:5000 и 1:2000. В этих масштабах площади водосборов малых рек в г. Москве составляют ориентировочно от 6 до 40 км<sup>2</sup>. Косвенно эти цифры подтверждает карта восстановленной гидрографической сети Москвы Ю.А. Насимовича. При площади г. Москвы 800 км<sup>2</sup> (в пределах МКАД) малых рек насчитывается около 80, что определяет усредненный размер водосборного бассейна 10 км<sup>2</sup>.

Понятно, что в естественной, устойчивой экосистеме нет главных и нет второстепенных компонентов, – именно это является ее основным свойством (неиерархичность). Поэтому излишним становится понятие «окружающая среда». Социальные (человек и общество), биотические (растения, грибы, животные) и абиотические компоненты (воздух, поверхностные и подземные воды, грунты (в т.ч. почвы), вместе со связями между ними образующие экосистему, солидарно определяют ее существование и устойчивость к внешним воздействиям. Под внешним воздействием в большинстве случаев следует

понимать инженерное сооружение в процессе строительства и эксплуатации. Такими инженерными сооружениями в городах и их окрестностях могут быть: здания, коммунальные и транспортные сооружения, водозаборы подземных вод, дренажи, свалки, промплощадки, кладбища, карьеры и котлованы, тоннели и т.п. Внешними воздействиями инициируются негативные и даже опасные процессы, снижающие устойчивость экосистем: инверсия напоров при эксплуатации подземных вод, подтопление и иссушение земель, оползни, просадки, суффозия, загрязнение, рубки главного пользования и пожары в лесах и на болотах, интродукция биотических компонентов, водные мелиорации, уплотнение и разуплотнение грунтов при строительстве, влияние физических полей (теплового, электромагнитного, вибрационного, акустического и др.). Целесообразно отметить, что в основе протекания этих процессов находятся природные, т.е. подземные и поверхностные воды.

Следовательно, при проектировании ООПТ необходимо выявить экологически важные характеристики всех водных объектов, как естественных, так и искусственных. Реки и озера со своими донными накоплениями, болота с толщами торфов реализуют свои функции транзита и депонирования. Но каналы и пруды, так же, как и взятые в трубы или засыпанные городские реки и ручьи, реализуют те же функции. Под руслами и тальвегами канализованных рек, ручьев и оврагов сохраняется подрусловой поток, дренирующий грунтовые воды с правого и левого берегов. Подрусловые потоки характерны и для засыпанных рек. Именно они являются местами локализации опасных суффозионных явлений.

От глубины залегания, режима уровней грунтовых вод и от их состава и свойств зависит, прежде всего, влажность и водонасыщенность почв, их способность быть плодородными. Понятно, что сколько бы гумуса ни содержала почва, без воды она бесплодна. Подземные воды и инфильтрация, их питающая, способны промывать загрязненные почвы. Поверхностные воды, в половодья покрывающие пойменные почвы, приносят в них плодородный ил и необходимую органику.

Растительный покров развивается, таким образом, в теснейшей зависимости от гидрогеологических и почвенных условий. Эта зависимость проявляется в поэтапном развитии фитоценозов – сукцессии, на которую в урбанизированных районах накладывается антропогенная дигрессия. Животный мир взаимодействует с растительностью, реализуя экологические связи консументов с продуцентами.

Таким образом, представляется логичным вести районирование, начиная «снизу», т.е. от геологического субстрата с подземными водами, через почвы к растениям и животным. При этом постоянно помнить о том, что атмосферные, поверхностные, почвенные и подземные воды являются агентами, переносящими вещество, энергию и информацию во всей экосистеме.

Проектно-изыскательские организации и, в частности, ГАУ «Институт Генплана Москвы» проектируют ООПТ, включая в их состав преимущественно озелененные участки. В результате ООПТ зачастую представляет собой мозаику участков, границы которых экологически не обоснованы. За критерии выбора площадей и их границ берутся ареалы растительных и фаунистических сообществ, наличие «краснокнижных» видов, свободных от застройки территорий. Почвенные и гидрогеологические условия при этом не рассматриваются и не учитываются. Иными словами, проектирование ведется «по заборам», без надлежащего экологического обоснования. Естественные границы экосистем при таком проектировании никак не учитываются и даже теоретически не исследуются. Исходя из этого, конференциями Ассоциации «Инженерные изыскания в строительстве» (АИИС) и отдельными специалистами предлагается внести изменения в Градостроительный кодекс РФ, свод правил (СП) «Инженерно-экологические изыскания для строительства» и в законы г. Москвы, регламентирующие проектирование ООПТ. Следует учитывать границы экосистем и в общем случае совмещать границы ООПТ с границами сложившихся природно-техногенных экосистем. Обязательными при составлении проектов ООПТ должны являться карты гидроизогипс, гидрогеохимическая и гидрогеологической защищенности. Эти карты способны ответить на многие вопросы, возникающие в связи с учреждением ООПТ:

- откуда, с какой стороны направлен подземный сток к реке, обычно являющейся осью экосистемы;
- куда движутся потоки грунтовых вод от захороненных свалок, промплощадок, кладбищ и т.п.;
- как сформированы потоки подпора и как будет развиваться подтопление земель вследствие утечек из подземных водонесущих коммуникаций и из-за барражного эффекта;
- насколько угрожающим является существующее загрязнение природных вод и как оно будет меняться;
- насколько значимо влияние подрусовых потоков и потоков в погребенных ложбинах постледникового стока. При этом следует помнить о том, что даже под засыпанной или взятой в трубу рекой неопределенно долгое время сохраняется подрусовой поток, который взял на себя функции дрены грунтовых вод с обоих берегов;
- каковы взаимоотношения поверхностных и подземных вод в половодья и в межень.

Важно отметить, что именно гидрогеологические карты позволят понять, насколько обоснованы границы водоохранных зон (ВОЗ) и прибрежных защитных полос у рек и прудов, откроют необходимость их пересмотра и отхода от нормативных методов проектирования. Уйдут из практики проектирования ситуации, когда в угоду никак не обоснованным нормативам Водного кодекса РФ граница ВОЗ проводится по залесенному массиву, по промплощадке,

по жилой застройке, по засыпанной свалке и по иным выделам. Проектирование ООПТ в городе получит необходимое научное, экологическое обоснование.

При этом будут нередкими ситуации разработки (обоснования) и реализации сервитутов, т.е. обременений, ограничений в характере использования тех или иных владений и выделов. Например, владелец промплощадки, вошедшей в территорию ООПТ, будет обязан: убрать навалы грунтов, собрать металлолом, ликвидировать бесхозные скважины и шурфы, вести мониторинговые наблюдения под методическим руководством и контролем со стороны Росприроднадзора и Единой Государственной системы экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

В заключение – несколько предложений, вытекающих из приведенных соображений и предваряющих неизбежное составление нового Генерального плана «Большой Москвы», да и других городов.

- На присоединяемой территории, скорее всего, настоящих, т.е. существующих успешно как экосистема без участия человека, лесов скоро не будет. Поэтому нужно определиться, что именно, какие лесопарки необходимо уберечь от негативного транспортного влияния. Лесопарки без человеческого ухода и заботы «одичают», т.е. вернуться именно в природное состояние.
- Нужно быть готовыми давать парадоксальные, на первый взгляд, оценки. Если лес сгорит – беда, но не катастрофа. Лесной фитоценоз восстановится через 100–150 лет. Загрязнить подземные воды на залесенных территориях будет непростительным. До сих пор нет хороших технологий реабилитации подземных вод.
- Альтернатива «или–или» не годится. Городу нужны дороги, здания, коммунальное хозяйство и зелень. Нужна не только «зеленая энергетика», но и зеленая архитектура (градостроительство).
- В «Большой Москве» дороги обязательно нужно сделать комфортными (стоянки с туалетами, телефонами, закулочными, контейнерами для мусора и пр.).
- Отделить дороги от озелененных территорий шумо- и пылепоглощающими стенками, в т.ч. зелеными кулисами. Как альтернатива – сетчатыми заборами, как это сделано в ряде европейских стран.
- Дороги должны обходить зеленые массивы. Здоровье дороже удлинения трассы.
- Инженерные изыскания должны быть нацелены (техническим заданием, программой, методами, обработкой результатов) на решение прогнозных гидрогеологических и гидрогеоэкологических задач.
- Существующее положение в большинстве проектно-изыскательских организаций: изыскатели очень плохо подготовлены в области теоретической и практической гидрогеологии. Это касается, прежде всего,

методов проведения опытно-фильтрационных работ, выбора их методов, способов их обработки. Проектировщики тоже из-за изъянов в экологической подготовке рассматривают территории «сверху-вниз», от орнитофауны к растениям. Почвы и подземные воды ими очень часто игнорируются как «неприродные компоненты окружающей среды».

• Что должны делать:

– строители? Не экономить на инженерных изысканиях (в т.ч. на инженерно-экологических);

– частные инвесторы? Риэлторы должны знать экологию и учитывать в оценке недвижимости близость к лесу и районы еще не загрязненных грунтовых вод;

– местная власть и правительство Москвы и других городов России? Обеспечить экологическое обоснование Генплана города и каждого проекта автотрассы с учетом примата экологической части проектов. Финансировать научно-исследовательские работы, обосновывающие проекты строительства дорог;

– местные жители? Знать особенности своей земли, технологии строительства. Экологическое просвещение необходимо. Уметь применять основы конфликтологии и юриспруденции. Быть активными защитниками собственного (личного) и коллективного благополучия;

– научные работники, исследователи? Создается впечатление, что обществом они забыты. Решения принимаются чиновниками разных рангов без научного прогноза, основанного на экспериментах, на расчетах, на прогнозном моделировании. Экологическая наука призвана разрабатывать модели процессов взаимодействия города и леса для прогноза последствий и принятия управленческих решений; ввести действенную систему экомониторинга для существующих и проектируемых проблемных участков города.

• Готовя технические задания на инженерные изыскания, необходимо исходить из целей, стоящих перед обеими частями проекта, и из требований экспертизы.

### Список литературы

1. Постановление Правительства г. Москвы № 38 от 19.01.1999 «О проектных предложениях по установлению границ Природного комплекса с их описанием и закреплении актами красных линий».
2. Федеральный закон № 33-ФЗ от 14.03.1995 «Об особо охраняемых природных территориях».

**Норова Л.П., Николаева Т.Н.**

Санкт-Петербургский горный университет, геологоразведочный факультет, кафедра гидрогеологии  
и инженерной геологии, larisatorova@rambler.ru, t\_nikol56@mail.ru

## **КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В СЕЛИТЕЛЬНЫХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ РАЙОНАХ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА**

### *Введение*

Основными путями решения дефицита городских территорий для таких мегаполисов как г. Москва и г. Санкт-Петербург в настоящее время являются: увеличение плотности застройки и ее этажности; рациональное использование территорий; использование подземного пространства. При этом объемы работ, связанных с освоением подземного пространства мегаполисов, постоянно увеличиваются. Подобный путь компенсации дефицита наземных городских территорий возможен только при условии рационального использования подземного пространства, которое предполагает комплексность его освоения [6].

Согласно Генеральному плану (2005 г.), вся территория г. Санкт-Петербурга имеет установленное градостроительное зонирование по видам использования на участки, предназначенные для селитебной, промышленной, рекреационной и общественно-деловой застройки. Все эти зоны взаимодействуют друг с другом и тесно связаны. Функциональная организация городской территории при этом включает исторический центр; смешанную застройку центральных районов города; промышленную зону («серый пояс»); жилые районы с многоэтажными домами, сформировавшиеся в послевоенные годы; резервные территории жилой и промышленной застройки (рис.).

Следует отметить, что в зависимости от направленности хозяйственного использования территории возможны изменения компонентов подземного пространства. Комплексный характер использования последнего и потенциально возможные изменения его компонентов должны быть учтены в каждой из установленных зон.

### *Специфика селитебных территорий*

На обобщенной схеме (см. рис.) видно, что развитие селитебных территорий направлено, с одной стороны, на комплексное развитие уже сформировавшихся кварталов, с другой, – на формирование плана новых жилых зон.

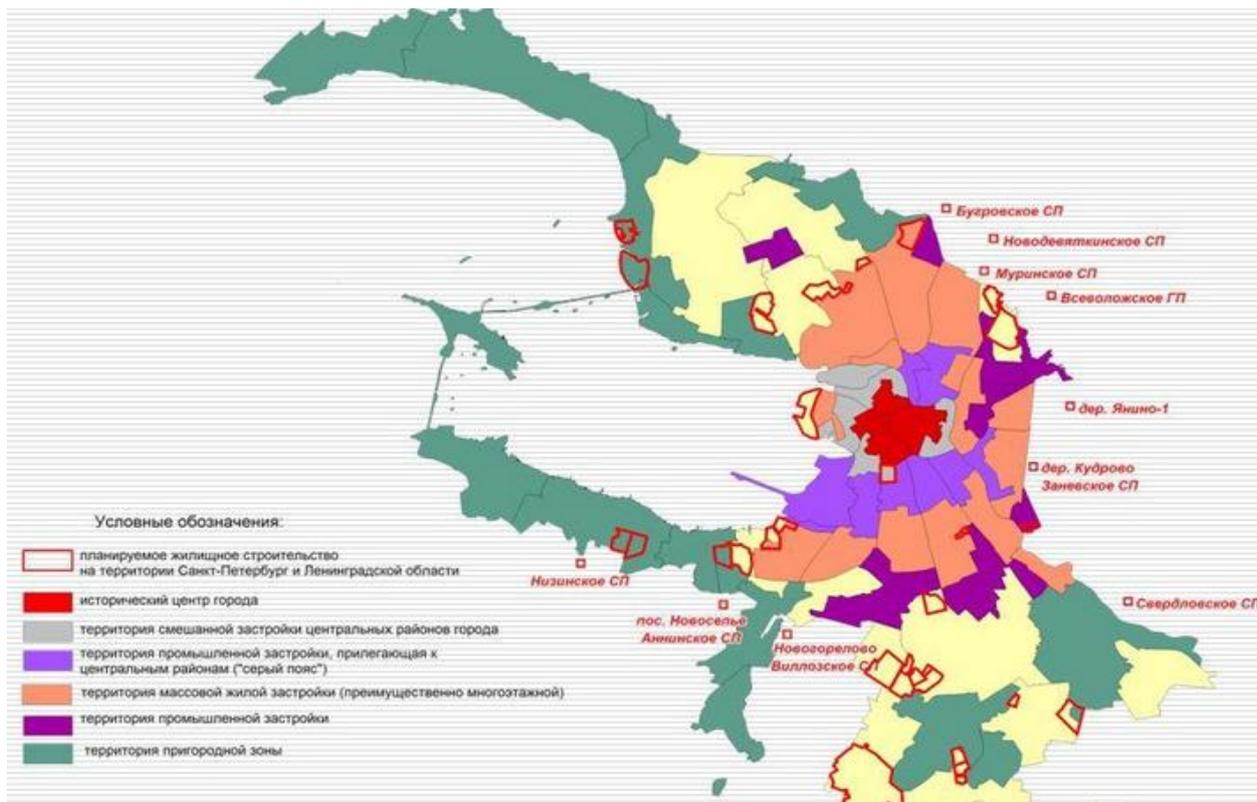


Рис. 1. Обобщенная функционально-планировочная структура г. Санкт-Петербурга  
(по материалам администрации г. Санкт-Петербурга)

В районах застройки исторического центра сложной геотехнической задачей является, в первую очередь, обеспечение сохранности старинных зданий, а также проектирование и строительство подземных объектов инфраструктуры с высоким уровнем надежности. Политика преобразования жилых районов, сформировавшихся в послевоенные годы, рассматривает достройку незавершенных и комплексную реконструкцию жилых территорий (в первую очередь – территорий пятиэтажек первых массовых серий). На резервных территориях планируется формирование на расчетный срок Генерального плана новых жилых зон (например, в Приморском районе города наряду с функционирующими крупными микрорайонами – «Озеро Долгое», «Каменка», «Коломяги», «Ольгино», – осуществляются крупные проекты жилищного строительства – «Северная долина», «Юнтолово», «Ново-Орловский квартал», – возводится до 30% нового жилья, строящегося в городе. Функциональное зонирование Приморского района дополняется наличием промышленных предприятий (Северо-Западная ТЭЦ, комплекс очистных сооружений и др.) и рекреационных зон (оз. Лахтинский разлив, Ново-Орловский лесопарк, Юнтоловский заказник и др.).

Следует отметить, что нормальные условия повседневной жизни селитебных зон городов обеспечивает сеть инженерных коммуникаций, поперечные сечения, пропускная способность или мощность которых различны.

Большая часть их располагается обычно на небольшой глубине – до 5–7 м. Предполагаемое строительство типовых гражданских зданий и подземных сооружений в селитебных зонах требуют специализированного подхода к анализу и оценке эколого-геологических и инженерно-геологических условий рассматриваемых территорий.

Существенный природный фактор среды, которая используется в качестве оснований или вместилища зданий, сооружений, инженерных сетей при осуществлении новой застройки в селитебной зоне, – *непостоянство и неоднородность верхней части геолого-литологического разреза*. Высокая степень его неоднородности обусловлена также расположением участков строительства в зоне палеодолины или вне этой зоны. Все это влечет за собой возможность развития неравномерных осадок зданий и сооружений.

*Длительность и непрерывность канализационно-бытового загрязнения*, большие объемы сточных вод и их специфический состав способствуют значительной трансформации химического состава грунтовых вод в пределах селитебных зон.

Так, например, согласно приведенным данным химического состава грунтовых вод в Приморском районе можно выделить зоны относительно благоприятные, приуроченные к обширной лесопарковой зоне, а также неблагоприятные, загрязненные (табл. 1).

Таблица 1

Содержание основных компонентов в грунтовых водах различных зон Приморского района г. Санкт-Петербурга (данные ОАО «Трест ГРИИ» и ООО «СУ № 299», 2000–2006 гг.) [3]

Элементы анализа	I				II	III	IV	V
	Скв. 425	Скв. 450*	Скв. 485	Скв. 486	Скв. 488	Скв. 449	Скв. 440	Скв. 1072
Ca <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	12,00	10,00	4,00	18,00	32,00	34,00	240,00	10,00
Mg <sup>2+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	4,90	7,30	8,50	17,00	3,60	40,10	38,90	7,30
Na <sup>+</sup> +K <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	66,00	34,50	45,90	59,30	173,00	199,50	410,20	34,50
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	80,20	18,10	38,30	52,70	212,30	239,10	672,40	18,10
Cl <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	14,20	21,30	28,40	28,40	14,20	56,70	326,20	21,30
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	109,80	128,10	79,30	189,10	231,80	536,80	646,60	128,10
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	1,12	5,77	7,46	1,12	8,73	8,73	12,80	5,77
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,24	0	0,12	0,26	0,45	0	0	0
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	2,10	3,45	37,00	1,33	54,00	25,90	10,92	3,45
Fe <sup>2+</sup> +Fe <sup>3+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	6,80	10,50	5,30	1,90	5,60	11,30	10,20	10,60
Минерализация, мг/л	248,00	184,00	176,00	264,00	1196,00	1002,00	3694,00	184,00
Общая жесткость, мг-экв/л	1,00	1,10	0,90	2,30	1,90	5,00	15,20	–

Элементы анализа	I				II	III	IV	V
	Скв. 425	Скв. 450*	Скв. 485	Скв. 486	Скв. 488	Скв. 449	Скв. 440	Скв. 1072
Окисляемость, мгО <sub>2</sub> /л (перм.)	9,70	32,00	38,00	7,20	121,21	38,40	412,00	32,00
СО <sub>2</sub> агрес, мг/л	0	11,00	33,00	15,40	0	4,40	22,00	11,00
pH	6,52	5,77	5,30	6,34	8,62	6,65	6,63	5,77

Примечание: I – лесопарковая зона; II – неосвоенная территория вблизи свалки; III – строительная площадка в жилом квартале; IV – промзона; V – Юнтоловский заказник.

По интенсивности воздействия на природные компоненты функциональные зоны распределяются следующим образом: сильное – производственные (промышленные) территории, среднее – селитебная зона, слабое – лесопарки.

### *Промышленные зоны г. Санкт-Петербурга*

В городе насчитывается свыше 50 крупных производственных зон, рассредоточенных практически по всем районам, общей площадью 15 633 га. В зависимости от типа производственной деятельности Правила землепользования и застройки г. Санкт-Петербурга включают девять градостроительных регламентов промышленных зон, в т.ч. формирование и развитие пищевой промышленности, текстильного производства и производства кожи, объектов химического производства, строительных материалов и др. [5]. Промышленные зоны, кроме того, имеют разную степень освоенности. Например, производственная зона «Конная Лахта» расположена вблизи пос. Ольгино (Приморский район). Большая часть территории, предназначенной под промышленную застройку, не освоена. При этом она является одной из наиболее перспективных для реализации проектов в области промышленного производства.

Стоит отметить промышленную зону – «серый пояс», – которая опоясывает исторический центр южнее Обводного канала. В этом кольце расположились промышленные предприятия, пик развития которых пришелся на конец XIX в. На этих предприятиях нет прежних мощностей, т.к. большинство производств выведены за пределы городской черты, старые здания производственных объектов находятся в аварийном состоянии. Однако эта зона удачно расположена (близко к центру), хорошо обеспечена инженерными коммуникациями, дорожной инфраструктурой и является привлекательной для застройщиков. В 2016 г. Комитет по градостроительству и архитектуре г. Санкт-Петербурга провел международный конкурс по переустройству «серого пояса» и предложил гармоничную концепцию его преобразования в пропорции: 30% – «зеленые» зоны, 30% – предприятия, обеспечивающие жителей рабочими местами, 40% – жилые дома с современной инфраструктурой.

Таким образом, главной особенностью промышленности города является ее многоотраслевой характер, высокая концентрация экологически опасных производств. Многоплановая хозяйственная деятельность в этих зонах предопределяет возникновение различных негативных инженерно-геологических процессов и явлений, изменение гидрогеологических условий за счет интенсивной эксплуатации поверхностных и подземных вод на промышленные, хозяйственные нужды и др.

При проектировании и строительстве различного типа сооружений в промышленных районах основной задачей является обеспечение устойчивости на весь эксплуатационный период. В ходе эколого-геологического и инженерно-геологического анализа устойчивость сооружения должна оцениваться с учетом следующих наиболее существенных факторов: 1) статическое и динамическое механическое воздействие от сооружения, что определяет новое напряженное состояние и динамическую неустойчивость массивов; 2) нарушение природного баланса влаги и тепла, который существовал на незастроенной территории; 3) существенное преобразование массивов в основании сооружений, обусловленное изменением химического состава подземных вод и физико-химической обстановки за счет утечек, состав которых зависит от технологического режима предприятия; грунтовые воды имеют пестрый состав и служат площадным источником загрязнения нижележащих толщ и водоносных горизонтов; 4) высокая степень загрязнения зоны аэрации, т.к. инфильтрационные воды обогащаются различными химическими соединениями.

Объектом исследования в промышленных зонах является также санитарно-химическое состояние атмосферного воздуха, почв, водных объектов, физическая нагрузка за счет шума, вибрации, инфразвука.

*Атмосферный воздух.* Поступление загрязняющих веществ из атмосферы происходит в твердой (пыль) и жидкой (осадки) фазах. При этом химический состав загрязняющих веществ весьма разнообразен, многокомпонентен. Атмосферные осадки, промывая дымную пылевую пелену, висящую над городом, могут иметь минерализацию больше фона окружающей местности (десятки и сотни мг/л). Их состав, преимущественно, гидрокарбонатно-сульфатный или сульфатно-гидрокарбонатный. Наибольшим загрязнением отличаются талые снеговые воды, которые концентрируют различные химические соединения, выпадающие в зимний период [2].

Источники загрязнения атмосферного воздуха – транспортные средства; промышленные выбросы загрязняющих веществ; площадки складирования химических веществ и др. Примером является мукомольный комбинат «Невская мельница», входящий в район промзоны «серого пояса». Выбрасываемый организованными источниками основного производства воздух содержит мучную и зерновую пыль, а также может включать микроорганизмы, преимущественно бактерии и грибы.

Мониторинг атмосферного воздуха должен быть направлен на контроль текущего его состояния в районах расположения промышленных предприятий с определением концентраций вредных веществ в атмосфере и сопоставлением их с гигиеническим нормативом – ПДК [1].

*Исследование и оценка загрязнения почв.* Загрязнение почв обычно связано с расположенным вблизи промышленным производством. Так, например, тяжелые металлы накапливаются в почвах вблизи предприятий, занимающихся металлообработкой, машиностроением и производством радиотехники. Свинец, олово, кадмий поставляют в почвы предприятия полиграфической промышленности. Вблизи тепловых электростанций накапливаются ванадий, никель, хром, молибден. Почвы весьма быстро реагируют на различные виды загрязнения окружающей среды (химическое, нефтяное, микробиологическое) и могут использоваться как надежный индикатор техногенных процессов [2].

Согласно данным ОП «Российский геоэкологический центр» (филиал АО «Урангео»), сформирован банк данных и составлены предварительные схемы загрязнения почв различных функциональных зон г. Санкт-Петербурга приоритетными органическими загрязнителями – бенз(а)пиреном и нефтепродуктами. В жилых и промышленных зонах наблюдается максимальное накопление органических токсикантов [1]. Кроме того, суммарное загрязнение почв г. Санкт-Петербурга тяжелыми металлами может быть оценено путем расчета интегрального показателя ( $Z_c$ ). Выявлены следующие закономерности: исторический центр и старые промышленные зоны характеризуются опасным уровнем их загрязнения тяжелыми металлами; в окраинных частях города ореолы опасного загрязнения представлены локальными пятнами; территории с чрезвычайно опасным загрязнением требуют рекультивационных работ (5–8% обследованной площади).

*Поверхностные и подземные воды.* Для определения уровня загрязнения водотоков г. Санкт-Петербурга Федеральным агентством по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) проводится мониторинг водной системы города и его окрестностей. Современное состояние загрязненности некоторых водотоков города по гидрохимическим показателям характеризуется как «загрязненное», «грязное» до «чрезвычайно грязного».

Подземные воды, находящиеся в зоне интенсивного техногенного воздействия, на территориях промышленных зон характеризуются существенным изменением их химического состава. Практически повсеместно отмечается высокое содержание иона аммония, повышенные значения перманганатной окисляемости, минерализации (табл. 2). Во многих случаях в грунтовых водах наблюдаются тепловые аномалии, температура которых может достигать +19°C. Соответственно, влияние техногенного воздействия на атмосферу, поверхностные и подземные воды в промышленной зоне весьма велико.

Таблица 2

Химический состав подземных вод промышленных площадок «серого пояса»  
(данные изыскательских организаций)

Элементы анализа	«Адмиралтейские верфи»	Мукомольный комбинат «Невская мельница»
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , г/дм <sup>3</sup>	5,30–7,12	0–1,30
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	0,02–0,10	отс.
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/дм <sup>3</sup>	6,00–12,00	13,50–25,00
Минерализация, мг/дм <sup>3</sup>	3204,00–4438,00	922,00–1026,00
Окисляемость, мгO <sub>2</sub> /л (перм.)	22,00–24,00	26,20–41,60
CO <sub>2</sub> агрес, мг/л	0	отс.
pH	6,97–7,34	6,70–6,75

Обеспечение безопасности освоения подземного пространства в промышленных зонах мегаполисов предполагает также выполнение комплексного анализа песчано-глинистых отложений и подземной гидросферы под воздействием промышленных стоков различного состава, включающего: 1) изучение особенностей строительства и эксплуатации промышленных сооружений; 2) анализ влияния основных компонентов промышленных стоков, активно воздействующих на нижележащие толщи; 3) анализ влияния изменения физико-химических условий на трансформацию нижележащих толщ; 4) разработку основных мероприятий по предупреждению и локализации загрязнения грунтовых вод в промышленных зонах. Необходимым условием функционирования промышленных объектов является выполнение инженерно-геологического прогноза для стадии эксплуатации сооружений [4].

*Принципы изучения инженерно-экологических условий территории предполагаемого строительства*

Новый нормативный технический документ (НТД) «Инженерно-экологические изыскания для строительства» содержит восемь разделов и Приложения (А–Т). Основное внимание в документе уделено загрязнению верхней части разреза. Кроме того, в соответствии с НТД, необходимо изучать загрязненность водотоков и водоемов, расположенных в непосредственной близости от участка строительства, атмосферного воздуха, почв с позиции негативного воздействия на состояние и жизненные функции человека. Документ содержит рекомендации по составу работ при проведении инженерно-геологических изысканий на предпроектной и стадии разработки проектной документации.

Комплекс инженерно-экологических работ можно было бы дополнить следующими пунктами.

1. Анализ архивных и литературных материалов для изучения истории освоения изучаемой территории и времени воздействия различных источников загрязнения на подземные воды и песчано-глинистые отложения. При этом должна рассматриваться возможность утечек из подземных коммуникаций, главным образом, систем водоотведения, особенно в историческом центре и селитебных зонах. Оценка влияния проектируемого промышленного сооружения не только с точки зрения воздействия изменения напряженно-деформированного состояния массива, но и специфики технологии его эксплуатации.

2. При проектировании буровых скважин обоснование оптимальной схемы их расположения и глубины должно диктоваться особенностями разреза в пределах контура проектируемого сооружения и его конструктивными особенностями. Скважины необходимо намечать в экологически неблагоприятных зонах площадки.

3. На участках размещения промышленных предприятий для выявления ореолов загрязнений и техногенных воздействий отбор проб должен проводиться для контроля твердых, жидких и газообразных загрязнений в воздухе, воде, почвах в пределах всего землеотвода предприятия, а также за его контуром. Особое внимание уделяется складским территориям.

4. В п. 5.13 нового свода правил инженерно-экологических изысканий указывается, что исследование и оценка загрязнения подземных вод при строительстве и эксплуатации объектов проводятся совместно с инженерно-геологическими изысканиями. При этом в лабораторных условиях важно оценивать показатели, свидетельствующие о содержании органических компонентов – перманганатную и бихроматную (ХПК), а также содержание БПК<sub>5</sub> (биологическое потребление кислорода в течение 5 дней) и содержание нефтепродуктов. На площадках проектируемого строительства в период изысканий важно включить в программу замеры *in situ* величин pH, Eh; с помощью селективных электродов – неустойчивых компонентов NH<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>S, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> и др.

5. Изучение грунтовых вод как индикаторов состояния окружающей среды позволяет выполнить прогноз изменения химического состава подземных вод с учетом тенденций развития производства, их окислительно-восстановительных и кислотно-щелочных условий.

6. С целью долговременного прогноза устойчивости сооружений различного назначения г. Санкт-Петербурга необходимо создавать систему мониторинга, включающую наблюдения и контроль за состоянием почв, поверхностных и подземных вод, состоянием атмосферного воздуха, а также характером развития деформаций сооружения и др.

### Список литературы

1. Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге в 2019 г. / Под ред. Д.С. Беляева, И.А. Серебрицкого. СПб.: ООО «Типография Глора», 2020. 179 с.
2. Кирюхин В.А., Норова Л.П. Гидрогеология мегаполисов // Труды Международной геотехнической конференции «Геотехнические проблемы мегаполисов». Т. 5. М., 2010. С. 1929–1936.
3. Николаева Т.Н., Норова Л.П. Анализ геоэкологической обстановки в условиях интенсивного развития Приморского района Санкт-Петербурга // Экология и развитие общества. 2011. № 1–2(1). С. 25–31.
4. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга / Р.Э. Дашко, О.Ю. Александрова, П.В. Котюков, А.В. Шидловская // Развитие городов и геотехническое строительство. 2011. Вып. 1. С. 1–47.
5. Паспорт промышленных зон Санкт-Петербурга: справочник, 3-е изд. СПб.: Комитет по промышленной политике и инновациям, 2015.
6. Современные технологии комплексного освоения подземного пространства мегаполисов / В.И. Теличенко, М.Г. Зерцалов, Д.С. Конюхов, К.Ю. Королевский, Е.А. Король. М.: АСВ, 2010. 323 с.

**Горлов И.О.**

ООО «ЦМИ МГУ имени М.В. Ломоносова», г. Москва, i.gorlov@marine-rc.ru

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В СОСТАВЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ НА ВОДНЫХ ОБЪЕКТАХ**

Изменения отечественного законодательства в области охраны наследия, связанные с приведением его в соответствие нормами ратифицированной в 2011 г. «Европейской конвенции об охране археологического наследия» [6], продолжают уже на протяжении семи лет. Тем не менее, к настоящему моменту все еще остаются неурегулированные вопросы.

Одним из наиболее сложных остается вопрос учета и охраны объектов наследия, расположенных в границах водных объектов, в особенности объектов подводного археологического наследия.

ООО «ЦМИ МГУ имени М.В. Ломоносова» на протяжении трех лет во взаимодействии с профильными организациями, занимающимися охраной культурного наследия, включая Институт археологии РАН (ИА РАН), АНО «Подводное культурное наследие» и др. занимается организацией и проведением подводных археологических работ, в т.ч. в рамках инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) на водных объектах. В публикации приводится обобщение опыта работы в этом направлении.

*Первая особенность выявления, учета и охраны объектов культурного наследия во внутренних водах, внутренних морских водах и территориальном море проистекает из принадлежности земель водного фонда к федеральной собственности и распространения на них федеральной, а не региональной юрисдикции.*

Деятельность по выявлению объектов культурного наследия, включая объекты археологического наследия, осуществляется региональными органами исполнительной власти, уполномоченными в области охраны культурного наследия, в пределах их юрисдикции. Иной процедуры, позволяющей осуществлять выявление объектов культурного наследия, включая объекты археологического наследия, непосредственно федеральным органом охраны культурного наследия действующим законодательством не предусмотрено. Таким образом, объекты культурного наследия, расположенные на землях водного фонда, попадают в область правового вакуума.

Помимо вышеописанной также существует проблема, связанная с необходимостью применения кадастровых координат для описания границ объекта культурного наследия и его охранной зоны. Для подавляющей площади земель водного фонда государственный кадастр не разработан. Помимо этого, существует техническая сложность при измерении координат объектов

культурного наследия, расположенных под водой с точностью, необходимой для ведения кадастрового учета.

Третья проблема состоит в отсутствии норм, необходимых для разработки и утверждения границ зон охраны объектов археологического наследия, находящихся под водой. Таким образом, даже в случае выявления объекта, нет возможности поставить его под охрану.

Неудивительно, что одним из наиболее запутанных становится вопрос получения в рамках ИЭИ заключения регионального органа охраны наследия о возможности реализации проектных решений. К тому же в большинстве случаев по пунктам, подразумевающим получение справочной информации, скрывается проведение отдельного вида исследований.

В соответствии с п. 1 ст. 36 Федерального закона № 73-ФЗ от 25.06.2002 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» [5] проектирование и хозяйственное освоение земли производится при отсутствии на данной территории объектов культурного наследия (ОКН), либо при обеспечении мер по предотвращению воздействия на объекты культурного наследия.

Факт наличия или отсутствия ОКН, их охранных и защитных зон устанавливается путем проверки сведений, содержащихся в открытой части Реестра памятников истории и культуры народов РФ при направлении запросов в федеральный, региональные и муниципальные органы охраны культуры о наличии, либо отсутствии ОКН. Факт наличия либо отсутствия объектов археологического наследия, в случае отсутствия у уполномоченных органов охраны однозначных сведений, устанавливается путем проведения Государственной историко-культурной экспертизы (ГИКЭ) земель, подлежащих воздействию строительных и иных работ, в форме археологических разведок (в соответствии со ст. 28, 30 и п. 3 ст. 31 Федерального закона № 73-ФЗ от 25.06.2002) [5].

Ст. 45-1 Федерального закона № 73-ФЗ от 25.06.2002 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации» устанавливает, что работы по выявлению объектов археологического наследия могут выполняться только на основании разрешения (Открытого листа), выдаваемого сроком на один год.

На практике изыскатели часто пользуются п. 11-1 е «Положения о Государственной историко-культурной экспертизе» [4], предусматривающего экспертизу документации за исключением отчетов о выполненных полевых археологических работах. В качестве документации для целей получения положительного заключения ГИКЭ об отсутствии на участках водных объектов культурного наследия, зачастую используются материалы выполненных геофизических исследований, результаты заверки аномалий при ликвидации взрывоопасных объектов и исторические справки. Без фактического проведения полевых археологических работ.

Следует отметить, что помимо недостаточности такого набора данных, зачастую не соответствия его требованиям к результатам дистанционных исследований для целей подводной археологии, появляются правомерные вопросы несоответствия таких актов действующим нормам охраны объектов археологического наследия.

Проведенное автором сопоставление количества научных отчетов о проведенных археологических работах, зарегистрированных в научно-отраслевом архиве ИА РАН за последние 10 лет и количества выполняемых инженерных изысканий на участках водных объектов, говорит о том, что лишь небольшая часть работ, связанных с получением заключения органа охраны культуры проводится в полном соответствии с законодательством.

Рассмотрен порядок действий, направленных на получение заключения органа охраны культурного наследия в соответствии с действующим законодательством.

Механизм взаимодействия заказчика (застройщика), проектной организации (исполнителя работ) и уполномоченного органа в области государственной охраны объектов культурного наследия разработан и предложен Министерством культуры РФ в письме Министерства культуры РФ № 236-01.1-39-ОР от 03.08.2017 «О направлении для использования в работе механизма взаимодействия заказчика (застройщика), проектной организации (исполнителя работ) и уполномоченного органа в области государственной охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ в случае отсутствия или наличия сведений об объектах археологического наследия» [1].

Ниже приводится обобщенная последовательность действий в случае отсутствия у органов охраны исчерпывающих сведений о наличии либо отсутствии объектов культурного наследия.

1. Направление запросов в органы охраны наследия.
2. Рассмотрение ответов и определение объема и характера работ.
3. Получение археологом разрешения (Открытого листа) на проведение археологических разведок земельного участка/участка водного объекта).
4. Проведение полевых археологических работ
5. Организация ГИКЭ научно-технического отчета, выполненного по результатам археологических полевых работ.
6. Направление Акта ГИКЭ в адрес регионального органа охраны наследия для организации общественных слушаний.
7. Получение заключения регионального органа охраны наследия о согласии/несогласии с выводами ГИКЭ.

Формально, ответ на запрос о наличии либо отсутствии ОКН в пределах участка водного объекта находится вне компетенции регионального органа охраны, о чем те нередко упоминают в официальных ответах, перенаправляя запрос в федеральный орган охраны.

Так как иного порядка выявления ОКН, не затрагивающего регионы, не существует – позиция Министерства культуры РФ сводится к распространению полномочий регионального органа охраны на прилегающие участки водных объектов. Данное положение внесено в ряд законопроектов, проходящих слушания в Государственной Думе РФ.

Таким образом взаимодействия по вопросам, связанным с объектами культурного наследия, расположенными на дне морей, озер и рек (землях водного фонда), следует осуществлять с учреждениями ближайшего граничащего региона, а в случаях, когда на конкретную акваторию могут распространяться интересы нескольких субъектов РФ, – с учреждениями всех заинтересованных регионов.

Для преодоления вышеуказанной коллизии, при формировании запросов рекомендуется, помимо указания координат запрашиваемого участка, указывать также на примыкание водного объекта, в границах которого расположен участок к границам соответствующего субъекта Федерации.

Министерство культуры РФ, для обеспечения соблюдения требований федерального законодательства в сфере охраны культуры рекомендует региональным органам охраны культурного наследия при поступлении запросов о наличии либо отсутствии объектов культурного наследия и их охранных зон давать ответ по одной из прилагаемых к письму форм.

Согласно текста письма Министерства культуры РФ № 337-01-39-НМ от 02.11.2016 [2] отсутствие в ответах уполномоченных органов необходимой исчерпывающей информации об объектах культурного наследия не позволяет достоверно установить необходимость проведения историко-культурной экспертизы, что может привести к нарушению законодательства РФ в области государственной охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ.

Из этого следует, что при отсутствии актуальных сведений по проведенным археологическим исследованиям и отсутствии на исследуемой акватории выявленных памятников региональных орган охраны культуры обязан указать на необходимость проведения ГИКЭ участка путем проведения археологических разведок, и сообщить о необходимости обращения в орган охраны культурного наследия для назначения формы экспертизы.

При планировании стоит учитывать, что срок получения Открытого листа обычно составляет не менее 40 дней от момента подачи заявки в Министерство культуры РФ. Заявка может подана только на основании соответствующего договора.

Состав археологических полевых работ должен соответствовать «Правилам проведения археологических работ на участках водных объектов», утвержденных постановлением Бюро Отделения историко-филологических наук РАН от 21.05.2019 [3].

Так, согласно тексту Правил, для археологической разведки, проводимой в составе ГИКЭ для определения наличия или отсутствия объектов археологического наследия, обязательным этапом полевых работ является комплексное дистанционное обследование всей площади заданного участка водного объекта, за исключением участков, где такое обследование невозможно или нецелесообразно в связи с техническими ограничениями аппаратуры. Комплекс дистанционных методов должен включать гидроакустическое обследование для составления карты глубин, гидролокацию бокового обзора, морскую магнитную съемку, методы, обеспечивающие профилирование донных отложений. Аномалии, выделенные по результатам дистанционного обследования должны быть визуально идентифицированы с применением водолазного метода или телеуправляемого подводного аппарата.

Следует отметить, что требования к результатам гидрографических и геофизических исследований для целей подводной археологии, в большинстве случаев превосходят требования к результатам гидрографических и геофизических исследований для других видов инженерных изысканий.

Обозначенные пробелы нормативно-правового регулирования должны быть устранены в обозримом будущем, т.к. в этом направлении ведется активная нормотворческая работа, осуществляемая в тесном взаимодействии с ведущими научными учреждениями.

Таким образом, можно резюмировать, что к настоящему времени вопрос охраны объектов культурного наследия, располагающихся на участках водных объектов, не имеет должного правового регулирования, что вызывает отклонения от общих норм действующего федерального законодательства в области охраны культурного (археологического) наследия в практике проведения инженерно-экологических изысканий.

Приведенный порядок действий позволяет оставаться в рамках действующего законодательства, однако влечет за собой дополнительные затраты на проведение фактически еще одного самостоятельного вида исследований.

Игнорирование же действующих, пусть и не совершенных правовых норм грозит отложенными проблемами.

### **Список литературы**

1. Письмо Министерства культуры РФ № 236-01.1-39-ОР от 03.08.2017 «О направлении для использования в работе механизма взаимодействия заказчика (застройщика), проектной организации (исполнителя работ) и уполномоченного органа в области государственной охраны объектов культурного наследия (памятников истории и культуры) народов РФ в случае отсутствия или наличия сведений об объектах археологического наследия».

2. Письмо Министерства культуры РФ № 337-01-39-НМ от 02.11.2016 «О направлении форм документов, которые целесообразно использовать при подготовке заключений, представляемых уполномоченным органом охраны объектов культурного наследия».
3. Постановление Бюро Отделения историко-филологических наук РАН № 29 от 21.05.2019 «Правила проведения археологических работ на участках водных объектов».
4. Постановление Правительства РФ № 569 от 15.07.2009 «Об утверждении Положения о государственной историко-культурной экспертизе».
5. Федеральный закон № 73-ФЗ от 25.06.2002 «Об объектах культурного наследия (памятниках истории и культуры) народов Российской Федерации».
6. Федеральный закон № 163-ФЗ от 27.06.2011 «Европейская конвенция об охране археологического наследия. (пересмотренная) (ETS № 143)».

**Цымбал М.Н.<sup>1</sup>, Береснев В.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РГГРУ имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), экологический факультет, кафедра техносферной безопасности,  
г. Москва, cimbal\_mar@mail.ru

<sup>2</sup>АО институт «Пензсельстройпроект», г. Пенза, vlaber@mail.ru

**АНАЛИЗ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С УЧАСТИЕМ  
КРУПНЫХ ДИКИХ ЖИВОТНЫХ, СВЯЗАННЫХ С РЕКОНСТРУКЦИЕЙ И  
СТРОИТЕЛЬСТВОМ АВТОДОРОГ В ПЕНЗЕНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Введение*

В целях комплексного освоения и развития территорий РФ проводится совершенствование национальной сети автомобильных дорог.

Градостроительный кодекс РФ предусматривает поэтапную процедуру принятия решений по развитию и размещению объектов транспортной инфраструктуры.

Уже на этапе разработки документов территориального планирования необходимо определять распределение не только видов застройки по территории, но и давать предложения по развитию транспортной инфраструктуры. На стадии планировки территории на основании укрупненного распределения, установленного документом территориального планирования, определяются границы зон линейных объектов и их будущие параметры.

Расширение автодорожной сети на неосвоенных территориях неизбежно приводит к разделению, фрагментации естественных ландшафтов, ареалов обитания диких животных, которым все чаще приходится пересекать транспортные пути в ходе естественных миграций и обычной жизнедеятельности.

Возрастание нагрузки на экосистемы, в которых обитают животные, часто приводит к негативным последствиям, связанным со столкновением диких животных и автотранспорта, что вызывает ранение или гибель животного и травмы, а в отдельных случаях и гибель человека (или группы людей – пассажиров автотранспортного средства (ТС)) [3].

Авторами была поставлена цель – выявить наиболее значимые факторы, влияющие на дорожно-транспортных происшествий (ДТП) с крупными дикими животными на автомагистралях в Пензенской области [1].

В ходе исследования было установлено, что ориентировочно в девяноста процентах зарегистрированных аварий под колеса машин (на примере Ленинградской области) попадают лоси. В остальных случаях «не везет» кабанам и косулям [10, 12]; более мелкие животные и птицы гибнут сотнями, если не тысячами, но происходит это «незаметно» [11].

Ученые установили, что колебания численности и изменение ареала диких животных связано с изменением условий обитания, прежде всего, таких как

климат и ландшафт. Вместе с тем, многие виды животных обладают экологической пластичностью, что необходимо учитывать при исследовании животного мира [11].

### *Влияние развития транспортной инфраструктуры на позвоночных животных Пензенской области*

Как известно, в ДТП с участием крупных диких животных следует рассматривать два участника конфликтного события: первый – это система «оператор транспортного средства (водитель) – транспортное средство – пассажиры»; второй – это дикое животное.

Каждая из сторон обладает рядом значимых признаков:

а) скорость и траектория движения ТС, тип, габаритные размеры и масса ТС, высота посадки водителя, иные конструктивные признаки, индивидуальные признаки оператора (устомление, скорость реакции, скорость принятия решения и т.п.);

б) скорость и траектория движения животного, параметры центра массы тела (например, у лося центр массы приподнят на уровень лобового стекла легкового автомобиля, что создает большую опасность по сравнению с кабаном или косулей первых лет жизни), морфометрические параметры тела животного, индивидуальные поведенческие признаки.

При детальном рассмотрении набор этих признаков формирует матрицу факторов, которая может описать и объяснить исход, результат такого ДТП: степень тяжести полученного вреда здоровью водителя и пассажиров или летальный исход, степень повреждения транспортного средства, степень тяжести травм животного или летальный исход.

Дополнительно влияют внешние факторы: время суток, погодные условия, состояние дорожного покрытия и примыкающей территории, расстояние от обочины до лесополос или лесного массива («последняя миля до точки конфликта»), высота уровня дороги, окружающий ландшафт.

Схематически конфликтное явление «ДТП с участием дикого животного» происходит в момент одновременного пересечения этих условных потоков на одном уровне. Следовательно, для его исключения необходимо либо развести эти потоки по разным уровням (биопереходы над или под дорогой) либо повлиять на его параметры, в частности снизить скорость потоков.

На примере Пензенской области выявлен ряд недостатков по первичному учету данных, на основе которых предложен перечень мероприятий.

На основании сбора и анализа данных было установлено: более 82% случаев ДТП с участием крупных диких животных происходят в темное время суток (ночь и сумерки), более 85% случаев – на участках дорог с более высокой разрешенной скоростью (выше 60 км/ч); более 70% случаев – на автодорогах регионального и федерального значения. В два и более раза чаще в ДТП

попадают самцы (по всем рассматриваемым видам животных), из всех видов наиболее чаще фигурируют лось (более 50% всех случаев), а совместно с косулями – 75–95%. В течение календарного года отмечены два всплеска случаев: апрель-июнь и август-октябрь.

По результатам статистического и графического анализа данных предложены следующие мероприятия:

– организационные (внедрение расширенной версии акта гибели животных для расширения эмпирических данных при первичном сборе, хранение и обработка данных в электронных таблицах, отображение сведений в геоинформационных системах, сбор данных об ареалах распространения популяций и маршрутах их миграций);

– информационные (предсезонное оповещение через средства массовой информации, социальные сети; разъяснительная и воспитательная работа с привлечением некоммерческого сектора);

– прикладные (выявление точек концентрации ДТП на конкретных участках, совместно с эксплуатантами автодорог установка информационных аншлагов и дорожных знаков, указателей, установка ограждений или строительство сооружений для беспрепятственного перехода дикими животными автодорог).

Целью снижения и исключения ДТП с участием диких животных могут послужить целый ряд природоохранных мероприятий.

А. По влиянию на параметры «одного уровня»:

1. побуждение снижения скорости транспортного средства (дорожные знаки, информационные растяжки, информационные щиты, информационные модели силуэта животного с имитацией движения светоотражающими элементами, дорожная гребенка, туристические достопримечательности, освещение;

2. побуждение снижения скорости дикого животного – полоса препятствий, отпугивание, усложнение рельефа.

Б. По разделению потоков:

– строительство переходов под дорогой, над дорогой, ограждения, отпугивание.

По стоимости реализации мероприятия разделения потоков наиболее дорогие, так как связаны с капитальным строительством крупных сооружений (экодуков) мостового и тоннельного типов, реализацией мероприятий «мягкого внедрения» их в окружающий природный ландшафт (большой объем земляных работ, сложное планирование грунта, засев трав и посадка деревьев, организация мелких водоемов) [4–6]. Кроме того, дополнительные мероприятия необходимы на адаптационный период (период привыкания фауны к новому элементу изменения привычной среды) и в период эксплуатации. Однако с точки зрения сохранения природной среды и компенсации того вреда, который наносит фрагментация естественных ареалов транспортными магистралями, эти

мероприятия наиболее оптимальны. Решение баланса «стоимость-необходимость» является наиболее сложной организационной задачей, впрочем, в природоохранной деятельности она возникает регулярно.

### *Заключение*

Расширению затратных природоохранных мероприятий в разрезе рассматриваемой темы более всего будет способствовать регламентирующая, обязывающая нормативно-правовая и нормативно-техническая база. Необходимость охраны и защиты окружающей природы в общем и животного мира, в частности, обеспечивают федеральные законы № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды» [8] и № 52-ФЗ от 24.04.1995 «О животном мире» [9], а применительно к транспортным магистралям – Постановление Правительства РФ № 997 от 13.08.1996 [2], ТР ТС 014/2011 [7].

### **Список литературы**

1. ОДМ 218.6.023-2017 Методические рекомендации по обеспечению безопасности дорожного движения на участках пересечения автомобильными дорогами путей миграции животных.
2. Постановление Правительства РФ № 997 от 13.08.1996 (ред. от 13.03.2008) «Об утверждении требований по предотвращению гибели объектов животного мира при осуществлении производственных процессов, а также при эксплуатации транспортных магистралей, трубопроводов, линий связи и электропередачи».
3. Приказ Минприроды России № 948 от 08.12.2011 (ред. от 17.11.2017) «Об утверждении методики исчисления размера вреда, причиненного охотничьим ресурсам».
4. Проект (первая редакция) ГОСТ Р Дороги автомобильные общего пользования. Экодуки. Требования к размещению и обустройству.
5. Проект СП «Биопереходы на объектах транспортной инфраструктуры. Правила проектирования».
6. СТО Автодор 7.4-2016 «Требования к экодукам на автомобильных дорогах государственной компании “Автодор”».
7. ТР ТС 014/2011 Технический регламент Таможенного союза «Безопасность автомобильных дорог» (с изменениями на 09.12.2011).
8. Федеральный закон № 7-ФЗ от 10.01.2002 «Об охране окружающей среды».
9. Федеральный закон № 52-ФЗ от 24.04.1995 (ред. от 25.12.2018) «О животном мире».
10. Ирхина Е.С. Совершенствование системы природоохранных мероприятий на путях миграции лосей (на примере Ленинградской области). СПб.: СПбГУ, 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа:

<https://nauchkor.ru/uploads/documents/5a6f882e7966e12684eea245.pdf>. (дата обращения: 10.09.2020).

11. Каждые четыре дня в авариях погибают лоси [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pskov.kp.ru/daily/25805.4/2785046/>. (дата обращения: 10.09.2020).
12. Хузиахметова К.Р. Влияние строительства и эксплуатации дорог на окружающую среду // Сборник статей по материалам LX студенческой Международной научно-практической конференции «Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки». № 12(59). 2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа: [https://sibac.info/archive/technic/12\(59\).pdf](https://sibac.info/archive/technic/12(59).pdf). (дата обращения: 10.09.2020).

**Глухова Е.В.<sup>1</sup>, Голубева Е.И.<sup>1</sup>, Зимин М.В.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования,  
г. Москва, evglukhova@gmail.com, egolubeva@gmail.com

<sup>2</sup>МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра картографии и геоинформатики,  
г. Москва, zimimv@mail.ru

## **МОНИТОРИНГ ПРОЦЕССОВ ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА**

Деградационные процессы, происходящие под влиянием различных природных и антропогенных факторов, обуславливающих трансформацию компонентов экосистем, климата, рельефа, почвенного покрова, растительности и животного мира, могут протекать достаточно активно. Особенно быстро они развиваются в экстремальных природных условиях и в результате нерациональной антропогенной деятельности. Изучению деградации земель в условиях Севера необходимо уделять особое внимание, т.к. экосистемы здесь весьма уязвимы, а процессы естественного восстановления затягиваются на многие годы, а иногда и в принципе невозможны [4]. Поэтому большого внимания требует разработка методов рекультивации деградированных земель в экстремальных природных условиях, а также организация мониторинга их функционирования.

Целью авторских исследований было рассмотрение эффективности проведенной рекультивации деградированных земель на основе анализа особенностей структуры и динамики формирующихся сосновых лесов при фитомелиорации на песках Терского побережья Белого моря, а также разработка практических рекомендаций для дальнейшего мониторинга.

Авторами были рассмотрены основные природные и антропогенные факторы, обусловившие деградацию земель на Терском побережье Белого моря, а также проанализированы результаты проведенной с 1980-х гг. фитомелиорации [1]. На исследуемой территории были изучены основные параметры роста, сформировавшихся разновозрастных насаждений из *Pinus sylvestris* L за 20-летний период.

Исследования проводились на пробных площадях размером 20×20 м<sup>2</sup>, характеризующих четыре возрастные стадии развития насаждений. Все пробные площади располагаются на бугристых песках в сходных природных условиях. На каждой пробной площади в течение вегетационного периода измерялись температура, влажность и содержание элементов питания в верхнем горизонте почвы с учетом микрорельефа (на буграх и в межбугристых понижениях). Для изучения условий произрастания сосновых насаждений на каждой пробной площади были выполнены стандартные геоботанические описания, при этом учитывалась горизонтальная неоднородность и все этапы исследования проводились отдельно для микроценозов, состоящих из одиночных особей

сосны и для групп деревьев. В качестве фоновых рассматривали сохранившиеся естественные сообщества, прилегающие к песчаным массивам. Для изучения хода роста сосновых насаждений разного возраста были измерены основные морфометрические характеристики 500 деревьев: высота дерева, диаметр ствола на высоте 1,3 м, диаметр корневой шейки ствола, линейный прирост ствола, возраст хвои, ежегодный прирост.

В результате исследований было отмечено, что на хорошо прогреваемых буграх в условиях высокой воздухопроницаемости наблюдается наилучшая приживаемость саженцев и формируются насаждения с высокой степенью сомкнутости. Также на формирование сосновых сообществ существенное влияние оказывают температура и влажность почвы в корнеобитаемом слое.

Оценивая распределение питательных веществ в компонентах экосистем (растения – почва) важную роль играет не только возраст фитомелиорантов, но и характер их распределения. Содержание элементов питания в почве практически одинаково во всех изученных сообществах, что подтверждает идентичность условий произрастания.

Надежными показателями состояния фотосинтетического аппарата растений являются сумма хлорофиллов *a* и *b* и соотношение хлорофиллов *a* и *b* и каротиноидов [3]. Исследования показали, что наблюдается определенная зависимость содержания пигментов, их соотношения от возраста и структуры насаждений. Значения проанализированных показателей увеличиваются с возрастом сосновых посадок (максимальные зафиксированы у 15-летних сосен) и выше у деревьев, растущих в группе. Количество пигментов в сосновых насаждениях 20-летнего возраста соответствует их количеству в естественных сосновых лесах.

Результаты исследований основных морфометрических параметров сосны (высота, ежегодный прирост, диаметр ствола, и др.) в зависимости от структуры и возраста насаждений показали увеличение всех значений этих параметров с возрастом, особенно у деревьев, растущих в группе. Наиболее резкие изменения в ходе роста происходят у деревьев старше 15 лет (рис.).

В процессе формирования растительных сообществ происходят изменения в их видовом составе и структуре. Количество видов меняется от 4 до 11. Флористический состав в молодых посадках в основном представлен сосной обыкновенной лапландской и колосняком песчаным (*Leymus arenarius* (L.) Hochst.), которые использовались при фитомелиорации. Кроме этого, присутствуют два сорных вида: щавель (*Rumex* sp.) и чабрец (*Thymus* L.). В насаждениях сосны 10-тилетнего возраста формируется кустарниковый ярус из можжевельника сибирского (*Juniperus sibirica* Burgsd.) и вереска (*Calluna vulgaris* (L.) Hull.), в травяно-кустарничковом ярусе появляются лесные виды, такие как голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idea* L.), в лишайниковом – *Cladina mitis*. В насаждениях двадцатилетнего возраста уже представлены все ярусы, древесный ярус из сосны образует сомкнутые (0,8–0,9)



Анализ рассмотренных показателей состояния формирующихся сосновых лесов позволил выбрать наиболее информативные, на основе которых можно проводить оценку состояния насаждений и мониторинг процесса фитомелиорации: морфометрические (высота деревьев, диаметр ствола на высоте 1,3 м, ежегодный прирост), фитоценологические (экобиоморфный состав и флористическое разнообразие), биохимические (соотношение пигментов).

Мониторинг, проводимый с помощью данных дистанционного зондирования в 2018–2019 гг. показал, что процесс восстановления сосновых лесов на исследуемой территории успешно продолжается [2].

*Работа выполнена в рамках темы «Теория и практика рационального природопользования для устойчивого развития территорий» (ГЗ), номер ЦИТИС АААА-А16-116032810096-3 и проекта «Методология оценки состояния и динамики наземных экосистем Арктики в условиях антропогенного воздействия по данным ДЗЗ» (грант РФФИ, № 18-05-60221, номер ЦИТИС АААА-А18-118120790054-2).*

### Список литературы

1. Казаков Л.А., Вешняков Г.В. Опыт восстановления леса на эродированных землях Терского побережья Белого моря // Материалы V научной конференции Беломорской биологической станции им. Н.А. Перцова МГУ. М.: МГУ, 2001. С. 16–17.
2. Новые исследования Терского берега Белого моря: геохронология, стратиграфия, палеосейсмология, история развития побережья в позднем плейстоцене и голоцене / Н.Е. Зарецкая, О.П. Корсакова, С.В. Шварев, Т.Ю. Репкина, Н.Н. Луговой, В.А. Григорьев, А.В. Баранская, Р.И. Нечушкин, О.Л. Петров, С.С. Трофимова, А.Р. Аляутдинов // Материалы Всероссийской научной конференции «Поздне- и постгляциальная история Белого моря: геология, тектоника, седиментационные обстановки, хронология». М.: КДУ, Университетская книга, 2018. С. 64–70.
3. Структурно-функциональные изменения растительности в условиях техногенного загрязнения на крайнем севере / В.К. Жиров, Е.И. Голубева, А.Ф. Говорова, А.Х. Хаитбаев. М.: Наука, 2007. 166 с.
4. Федорков А.Л. Адаптация хвойных к стрессовым условиям Крайнего Севера. Екатеринбург: УрО РАН, 1999. 100 с.

**Курбатова Е.С., Жуков Д.В.**

ООО «Красноярскгазпром нефтегазпроект», г. Москва, e.kurbatova@krskgazprom-ngp.ru

## **МЕСТО ГЕОМОРФОЛОГИИ В ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЯХ. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЕЕ ПОДХОДЫ**

Геоморфология – наука о рельефе земной поверхности, его строении (внешнем облике, морфологии), происхождении, истории развития и современной динамике [3]. Объект изучения геоморфологии – рельеф.

Рельеф одновременно является продуктом геологического развития и компонентом географического ландшафта, что определяет необходимость его изучения, как в рамках инженерно-геологических, так и при инженерно-экологических изысканиях.

При этом, находясь на стыке двух наук, рельеф не получает должного внимания и рассмотрения ни при инженерно-геологических, ни при инженерно-экологических изысканиях.

Основной проблемой при изучении данного вопроса является несовершенство нормативной базы, которое не позволяет определить, как и в какой мере должен быть оценен рельеф при инженерно-геологических и при инженерно-экологических изысканиях. Данный вопрос не получает решения уже много лет.

Так, согласно п. 8.5.1 СП 47.13330.2012 [1], геоморфологические условия должны быть описаны в одном из разделов по инженерно-экологическим изысканиям, в то время как в состав инженерно-геологических и инженерно-геотехнических изысканий данный вид исследований не включен. Из документа неясны объем исследований и источник информации: необходимы ли полевые исследования или достаточно фондовых данных.

В соответствии с п. 6.1.2 СП 47.13330.2016 [2] при инженерно-геологических изысканиях территории изучению подлежат геоморфологические условия, но в составе работ (п. 6.1.3) геоморфологические исследования отсутствуют.

Пункт 6.3.1.5 СП 47.13330.2016 [2], определяющий состав технического отчета по результатам проведения инженерно-геологических изысканий для разработки проектной документации объектов капитального строительства, подтверждает необходимость описания геолого-геоморфологических условий. Однако далее следует расшифровка понятия: «Геолого-геоморфологические условия – описание выделенных стратиграфо-генетических комплексов с классификацией грунтов в соответствии с ГОСТ 25100, их распространения, условий залегания с учетом данных инженерно-геологического районирования, включая мощность, литологический состав, структурно-текстурные особенности, изменчивость в плане и по глубине» [2]. Из данного определения

видно, что забыт объект геоморфологических исследований – рельеф, все внимание сосредоточено на геологическом строении.

В то же время, согласно п. 8.1.4 СП 47.13330.2016 [2], в состав инженерно-экологических изысканий входят маршрутные наблюдения с покомпонентным описанием природной среды, исследование и оценка загрязнения атмосферного воздуха, грунтов (в т.ч. почв), поверхностных, подземных вод, донных отложений и др. Однако без заслуженного внимания остается морфолитогенная основа ландшафта – рельеф и слагающие его отложения.

Из выше изложенного следует, что современная нормативная база не позволяет разделить виды, сроки работ и ответственность между инженерно-геологическими и инженерно-экологическими изысканиями.

Еще одной нерешенной проблемой является исследование опасных экзогенных процессов и гидрологических явлений. В настоящий момент, в соответствии с СП 47.13330.2016 [2], при инженерно-экологических изысканиях должны быть исследованы геологические и инженерно-геологические процессы, в то время как при инженерно-экологических изысканиях – опасные природные и природно-антропогенные процессы и явления. Данные понятия во многом пересекаются, в нормативных технических документах, на настоящий момент, нет четких определений, позволяющих выделить разницу между ними и выяснить, в ходе каких исследований, и в каком объеме должно проводиться их описание.

Чтобы решить вышеописанные проблемы необходимо, прежде всего, обратиться к основной цели и объекту исследований. Для инженерно-геологических изысканий – это изучение инженерно-геологических условий территории для планирования и планировки территории, обеспечения безопасности строительства и реконструкции зданий и сооружений. Основными объектами при данных исследованиях являются геологическое строение и литологический состав грунтов.

В то ж время целью инженерно-экологических изысканий являются комплексное изучение и оценка инженерно-экологических условий территории, а также составление прогноза возможных изменений инженерно-экологических условий с целью получения необходимых и достаточных материалов при обосновании планирования градостроительной деятельности. Объектом исследования являются компоненты окружающей среды, а, как уже было указано выше, рельеф не что иное, как компонент географического ландшафта.

Следует подчеркнуть, что рельеф является как разделом, так и одновременно поверхностью взаимодействия различных оболочек земного шара, и представляет собой важнейший фактор дифференциации природно-территориальных комплексов.

Таким образом, изучение рельефа является неотъемлемой частью инженерно-экологических изысканий наряду с исследованием растительного, почвенного покрова и ландшафтов в целом.

Можно выделить две задачи при геоморфологических исследованиях в рамках инженерно-экологических изысканий:

- 1) определение связи между рельефом местности и особенностями загрязнения окружающей среды,
- 2) оценка рельефа местности и неблагоприятных (нежелательных) процессов (экологически опасных явлений).

Решение первой задачи позволит выделить различные типы рельефа относительно источников загрязнения: автоморфные виды рельефа, в пределах которых происходит загрязнение, но не выходит за его пределы, места транзита разубоживания концентраций загрязняющих веществ и наконец, элементы рельефа, и их комплексы, где будут происходить накопления загрязнений. Со временем, из категории чистых и безопасных, последние переходят в категорию опасных, хотя в их пределах источники загрязнения могут и отсутствовать [4].

Решение второй задачи является необходимым условием для проведения контроля и наблюдения за развитием природных и природно-антропогенных процессов экологического характера, в т.ч. спровоцированных строительством проектируемых сооружений. Данный вид работ необходим для получения информации и принятия решения для проведения своевременных природоохранных и инженерно-защитных мероприятий, а также определения степени воздействия на компоненты окружающей среды.

Опасными природными и природно-антропогенными процессами экологического характера следует считать геологические процессы и гидрометеорологические явления, которые оказывают или потенциально могут оказать отрицательное воздействие на экосистемы, а также на жизнедеятельность людей, в том числе на состояние инженерных сооружений и прочих хозяйственных объектов.

В ходе инженерно-экологических изысканий неблагоприятные экологические процессы должны быть описаны, как при маршрутном обследовании территории, так и на площадках комплексного описания ландшафта.

Современная нормативная база не приводит список основных процессов, которые должны быть оценены при инженерно-экологических изысканиях.

Однако опыт проведенных работ по различным проблемам эколого-геоморфологического характера показал, что геоморфологически опасные явления (события) обычно обладают некоторой ареной действия и проявляют себя с различной силой и повторяемостью. Можно говорить, что для каждой территории, расположенной в той или иной географической зоне и испытывающих определенный антропогенный пресс, может существовать закономерно возникший спектр экологически опасных геоморфологических ситуаций. В общем, список процессов, требующих фиксации при инженерно-экологических изысканиях, может быть представлен так:

- 1) подтопление и заболачивание;

- 2) затопление территории;
- 3) склоновые процессы, в том числе делювиальный смыв;
- 4) процессы просаживания грунта (карст, суффозия);
- 5) русловая и линейная эрозии;
- б) криогенные процессы, в том числе термокарст и термоэрозия.

Изучение геоморфологических условий и проявлений опасных природных и природно-антропогенных процессов должно включать в себя: предполевые, полевые и камеральные исследования.

Предполевые камеральные исследования заключаются в изучении геологических и геоморфологических особенностей территории по фондовым и литературным материалам, анализе работ прошлых лет об инженерно-геологических и гидрогеологических условиях исследуемой и прилегающей территории.

Полевые исследования включают в себя обследование территории в рамках маршрутных исследований и на полного комплексного описания ландшафта (ПКОЛ) с заложением шурфов и описанием обнажений. Визуальные наблюдения сопровождаются подробной фотосъемкой проявлений процессов с GPS-привязкой точек съемки. При этом в бланках ПКОЛ и при маршрутных наблюдениях должна фиксироваться следующая информация: геоморфологическое описание участка наблюдения, включая фиксирование морфометрических характеристик рельефа на уровне мезо- и микроформ, описание грунтовых условий участка наблюдения, глубины залегания грунтовых вод или мерзлотного горизонта (при вскрытии в шурфе), описание современных проявлений опасных природных и природно-антропогенных процессов, включая фиксирование количественных показателей их состояния и динамики.

Камеральные исследования включают в себя обработку полевых материалов и составление отчета подготовку картографических материалов.

Результаты исследований геоморфологических условий и проявления опасных природных и природно-антропогенных процессов должны содержать:

- 1) краткое описание геоморфологических условий территории, в т.ч. орографическую характеристику территории изысканий, описание геоморфологических комплексов (в дальнейшем отраженных на карте проявлений опасных природных и природно-антропогенных процессов);

- 2) характеристику и анализ распространения различных видов опасных природных и природно-антропогенных процессов с приложением фотографий каждого процесса;

- 3) предварительный прогноз развития различных видов опасных природных и природно-антропогенных процессов под воздействием хозяйственной деятельности;

- 4) рекомендации по снижению интенсивности и активизации опасных природных и природно-антропогенных процессов;

5) предложения к программе производственного экологического мониторинга и контроля в части мониторинга геологической среды;

б) карту проявления опасных природных и природно-антропогенных процессов, где фоном будут показаны выделенные геоморфологические комплексы.

Данный алгоритм исследования позволит не только получить необходимое количество материалов и данных о состоянии одного из компонентов окружающей среды – рельефа, но и в комплексе с другими исследованиями определить причины возникновения источников загрязнения, их направленность.

Только полный комплексный подход при инженерно-экологических изысканиях даст возможность обосновать в проектной документации мероприятия по охране окружающей среды, предотвращению, снижению или ликвидации неблагоприятных воздействий, а также по сохранению, восстановлению и улучшению экологической обстановки для создания благоприятных условий жизнедеятельности человека, среды обитания растений и животных, принять решения по организации и проведению экологического мониторинга.

Таким образом, для проведения полноценных комплексных изысканий, в части исследования рельефа, необходимо усовершенствовать нормативную и методическую базы, установить четкое разделение видов, сроков работ и ответственности между инженерно-геологическими и инженерно-экологическими изысканиями. Следует привести определения и классификации, позволяющие избежать двоякого толкования, а также организовать работу так, чтобы два вида изысканий были полезными друг для друга, но не зависимыми от сроков их выполнения.

### Список литературы

1. СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
2. СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
3. Рычагов Г.И. Общая геоморфология. М.: Изд-во МГУ, Наука, 2006. 416 с.
4. Экологическая геоморфология. Ключевые направления: учебное пособие / Под ред. С.И. Болысова. М.: Изд-во МГУ, 2013. 168 с.

**Соловьев Д.В.**

ООО «Геопроектизыскания», г. Москва, solovev@geopriz.ru

## **КОМПЛЕКСНЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАМКАХ ПРОВЕДЕНИЯ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ: ЛАНДШАФТНЫЙ ПОДХОД И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ**

Комплексные эколого-географические (физико-географические) методы исследований в настоящее время находят широкое применение для решения как научных (теоретических), так и производственных (практических) задач. Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ), являющиеся неотъемлемой частью инженерных изысканий для «изучения природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий» [7], а также обоснования проектирования и строительства, или иной хозяйственной деятельности, включают в себя комплексное изучение компонентов природной среды, оценку их состояния и прогнозирование изменений под воздействием антропогенной нагрузки. Системный эколого-географический подход к решению данной задачи - использование ландшафтных методов для сбора данных о параметрах компонентов природной среды, анализ этих данных с использованием геоинформационных систем - позволяет наиболее достоверно и комплексно исследовать территорию, сделать объективные выводы о целесообразности или нецелесообразности проведения строительных работ, оценить возможные негативные последствия.

В состав ИЭИ, согласно СП 47.13330.2012 [7], входят следующие виды работ и исследований: сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов о состоянии природной среды; экологическое дешифрирование аэро- и космических снимков; маршрутные наблюдения; эколого-гидрологические, эколого-геокриологические, газогеохимические, биологические (геоботанические, фаунистические), почвенные, эколого-ландшафтные, социально-экономические, санитарно-эпидемиологические и медико-биологические исследования и т.д.; камеральная обработка материалов и составление отчета. Весь этот предусмотренный комплекс работ можно разделить на три основополагающих блока: 1) предварительный (подготовительный) этап – сбор, обработка и анализ опубликованных и фондовых материалов, анализ и дешифрирование данных ДЗЗ, предварительное «проложение» маршрутов и предварительное определение системы точек маршрутных наблюдений (точек наблюдения и описания компонентов природной среды, отбора проб); 2) полевой этап – непосредственно натурные наблюдения и исследования на местности, сбор данных для последующей обработки и анализа; 3) камеральный этап – обработка материалов (геоданных,

фотоматериалов и т.д.) и составление отчета (создание текстовых материалов и тематических карт).

В рамках инженерно-экологических изысканий можно рассматривать тесно связанный друг с другом комплекс эколого-географических исследований – геоморфологических, геоботанических, почвенных. В свою очередь эти комплексные исследования позволяют собрать необходимый материал для создания тематических карт – геоботанических (карт растительности), почвенных и, как естественное заключительное звено, ландшафтных карт. Ландшафтная карта «в значительной мере обобщает содержание отраслевых физико-географических карт и дает синтетическую характеристику природных условий территории, чем и определяется ее научное и практическое значение» [1]. Комплексное эколого-географическое исследование территории, изучение ее ландшафтной структуры «способно внести немалый вклад в оптимизацию хозяйственного освоения и использования природных комплексов, охрану и воспроизводство их естественного потенциала» [3].

Наиболее полно и разносторонне охарактеризовать ландшафтные особенности территории позволяет полиструктурный подход [2]. Согласно концепции структурного ландшафтоведения [4, 5] существует три механизма ландшафтной структуризации геопространства: геостационарный, геоциркуляционный и биоциркуляционный. Своим возникновением они обязаны тому, что одновременно на земную поверхность воздействуют три основных, относительно независимых источника энергии – гравитационное поле, действующее изнутри Земли, инсоляционное поле, действующее из Космоса, и циркуляционное поле, формирующееся внутри ландшафтной сферы Земли [2]. Существует еще один очень важный фактор современной ландшафтной дифференциации – антропогенный, в связи с чем корректнее говорить о современных почвенных, геоботанических и ландшафтных комплексах, в той или иной степени измененных или управляемых деятельностью человека.

Геостационарный механизм фрагментирует и агрегирует ландшафтное пространство в зависимости от различий или сходства положения отдельных его участков в квазистатическом гравитационном поле земной коры, фактически работающем в сложном колебательном режиме. Действие геостационарных механизмов выявляет мозаичную упорядоченность ландшафтного пространства и формирует в нем иерархию геостационарных ландшафтных структур, систем, районов [2]. Методика выделения геостационарных структур в настоящее время разработана наиболее подробно, «отчасти именно поэтому до сих пор основным направлением ландшафтного картирования является выделение геостационарных структур и систем, обусловленных относительно легко фиксируемыми неоднородностями морфолитоогенной основы [2]. Поэтому для проведения инженерно-экологических изысканий наиболее распространенным и

соответствующем требованиям нормативных технических документов [7] методом является изучение и картирование территории на основе геостационарных принципов и механизмов дифференциации ландшафтного пространства.

На стадии первого (подготовительного) этапа инженерно-экологических изысканий проводится сбор, обработка и анализ уже имеющихся материалов – текстовых и отчетных материалов, карт (в том числе карт четвертичных отложений), дешифрирование и анализ космических снимков и других данных ДЗЗ (например, данных съемки земной поверхности методом лазерного сканирования местности). В настоящее время существует достаточно большой набор бесплатных ресурсов (спутниковые снимки Google, Яндекс и др.) с хорошей базой снимков высокого разрешения, которые позволяют загружать эти снимки в среде Google Earth или SAS. Планета. Навигационная программа SAS. Планета позволяет не только загружать космические снимки земной поверхности и карт различных картографических онлайн-сервисов, но и выполнять различные операции – например, выделять и экспортировать нужный участок земной поверхности в виде растрового изображения с привязкой для последующего анализа и обработки в геоинформационных системах (ArcGIS, Global Mapper и др.). Геоинформационная среда Global Mapper позволяет также загружать данные ASTER GDEM (цифровой модели рельефа Земли), на основании которых можно создавать и экспортировать гипсометрические карты (причем можно задавать любой шаг сечения рельефа). Анализ космических снимков и гипсометрических карт позволяет еще до «полевых» работ выявить основные характеристики местности (перепады высот, характер рельефа и растительности, степень антропогенного освоения территории и т.д.), а также заложить предварительные профили (трансекты) исследований по принципу изучения «ландшафтных катен» и наметить точки наблюдений в пределах этих трансектов. Ландшафтные катены – это ряды сопряженных по элементам рельефа природных комплексов от водоразделов до местных или региональных базисов эрозии, объединенных однонаправленными латеральными связями в единую парагенетическую систему. Данный метод позволяет изучить и описать весь спектр природно-территориальных комплексов на уровне фаций и урочищ. Использование гипсометрических карт и космических снимков позволяет уже на стадии подготовки «полевых» работ выделить основные типы растительности (лесные, луговые, болотные и др. комплексы), ландшафтные уровни (поймы, террасы, плакоры). «Ландшафтный уровень – это природно-территориальный комплекс, приуроченный к отчетливо выраженной ступени рельефа» [2].

Второй этап, полевой, предполагает непосредственные натурные (маршрутные) наблюдения на местности. Предварительно разработанные трансекты и намеченные точки наблюдений уточняются и дополняются в зависимости от конкретных условий работ на местности. Ландшафтная съемка ведется по методике, разработанной ландшафтно-географической школой

Н.А. Солнцева [6]. При описании компонентов природной среды – общий характер рельефа, условия увлажнения (в том числе, позиция в ландшафтной катене – автономная, транзитная или аккумулятивная), растительный покров (описание всех выявленных ярусов – древесного (включая формулу состава древостоя, степень сомкнутости крон), кустарникового, травяно-кустарничкового, мохово-лишайникового), почвенный профиль (описание диагностических признаков почвенных горизонтов и определение типа почв) – используется специально разработанный в виде таблицы бланк полного комплексного описания ландшафта (ПКОЛ). Существует значительное количество разновидностей бланков ПКОЛ (рис. 1), но основная их структура позволяет занести в него наиболее важные параметры компонентов природной среды. В качестве альтернативы можно использовать специализированное приложение для мобильных устройств Survey123, разработанное компанией ESRI. Приложение Survey123 представляет собой табличную форму, которую можно формировать и структурировать непосредственно для конкретных полевых задач. Данное приложение интегрировано с платформой ArcGIS и все данные (например, описание параметров компонентов природной среды) становятся доступны для обработки и анализа в среде ArcGIS. В отличие от работы с бланками ПКОЛ, нет необходимости самостоятельно вручную заполнять бланки в среде Excel и экспортировать их для дальнейшей работы в ArcGIS в виде баз геоданных.

БЛАНК КОМПЛЕКСНОГО ОПИСАНИЯ ЛАНДШАФТА												
Наименование объекта:												
ПКОЛ №:												
Дата:												
Географическое положение:												
Координаты: _____ " с.ш. _____ " в.д.												
Общий характер рельефа:						Условия увлажнения:						
мега-рельеф						характер	степень					
макро-рельеф						атмосферное	недостаточное					
мезо-рельеф						атм.сточное	нормальное					
микро-рельеф						атм.транзитное	временно избыточное					
нано-рельеф						атм.падечное	избыточное					
						поток						
ОГПНЯ: _____												
Почвенная проба, глубина отбора:												
Агрохимия				Хим.загрязнение				Радиология				
Название растительного сообщества: _____												
Подстилка												
нет						тонкая						
равномерно						средняя						
неравномерно						мощная						
						хвойная						
						лиственная						
						смешанная						
						веточная						
						ветошь						
Древостой												
Степень сомкнутости крон						Сухостой, %:						Формула состава древост.
общая	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1 ярус	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
2 ярус	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Рис. 1. Фрагмент бланка комплексного описания ландшафта, используемый в ООО «Геопроектизыскания»

Заключительный (камеральный) этап предполагает обработку и анализ всех собранных данных, составление тематических карт: растительности (рис. 2), почвенного покрова (рис. 3), ландшафтов (рис. 4). Все собранные данные агрегируются в связанные между собой базы геоданных,



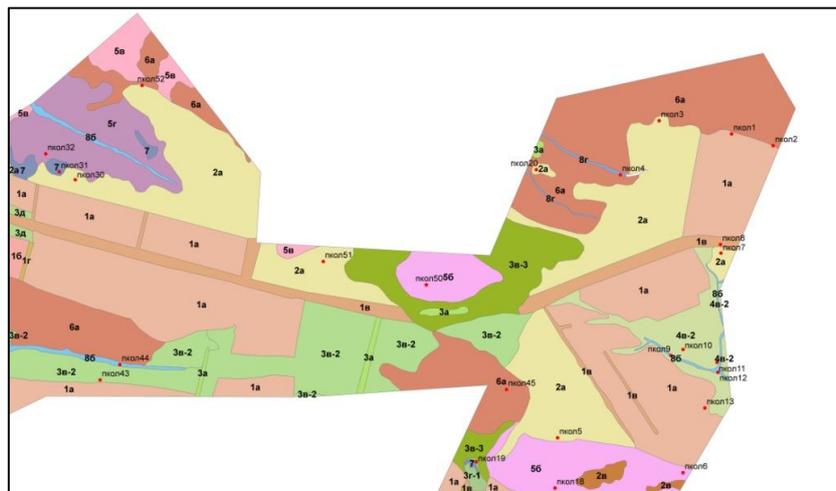


Рис. 4. Фрагмент ландшафтной карты, выполненной по результатам ИЭИ  
(на примере проектирования «Родниковской ВЭС» Ставропольского края)

В заключение следует отметить, что используемый ландшафтный подход в сочетании с современными методами обработки и анализа данных наиболее полно и комплексно отвечает прикладным задачам инженерно-экологических изысканий и дает максимально достоверную информацию об особенностях природной среды.

### Список литературы

1. Исаченко А.Г. Физико-географическое картирование, в 3-х частях. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1958–1961.
2. Использование GPS- и ГИС-технологий для изучения особо охраняемых природных территорий (на примере ландшафтной структуры Воронежского государственного биосферного заповедника) // Под ред. В.Н. Солнцева, О.В. Трегубова, О.В. Рыжкова, Б.А. Алексеева, С. Кола, П. Уорда. Тула: Гриф и К, 2006. 216 с.
3. Николаев В.А. Проблемы регионального ландшафтоведения. М.: Изд-во МГУ, 1979. 160 с.
4. Солнцев В.Н. Системная организация ландшафтов (Проблемы методологии и теории). М.: Мысль, 1981. 239 с.
5. Солнцев В.Н. Структурное ландшафтоведение. Основы концепции. Некоторые аргументы. М., 1997. 24 с.
6. Солнцев В.Н. Учение о ландшафте. Избранные труды. М.: Изд-во МГУ, 2001. 384 с.
7. СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».

**Калениченко В.О.<sup>1</sup>, Бойко К.А.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>ООО «ЦМИ МГУ имени М.В. Ломоносова», г. Москва, info@marine-rc.ru

<sup>2</sup>ООО «Лаборатория», г. Санкт-Петербург, info@ecolabspb.ru

## **ЭКСПЕДИЦИОННЫЕ ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ: МЕТОДОЛОГИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСЛОВИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЙ В ПОЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ**

Проведение химико-аналитических исследований компонентов окружающей среды – неотъемлемая часть осуществления экологических работ. Реализация данных работ при экспедиционных исследованиях, как правило, связана с решением задачи проведения лабораторных исследований проб воды в сжатые сроки по ряду показателей, для которых не предусматривается длительное хранение или консервация. Решение данного вопроса приводит к возникновению проблемы реализации требований [9], критериев аккредитации и соблюдения охраны труда при работе в полевой/судовой испытательной лаборатории.

Согласно [9], помещения и условия окружающей среды, в которых производятся аналитические измерения, должны быть пригодны для лабораторной деятельности и не должны отрицательно влиять на достоверность результатов.

К местам осуществления временных работ предъявляются те же требования к помещениям, что и к основным местам работы лаборатории, также необходимо осуществлять наблюдение за условиями окружающей среды, управление ими и их регистрацию. Технические требования к условиям окружающей среды определяются на основании методик (методов) измерений и требований к эксплуатации оборудования. Также во избежание влияния на достоверность результатов помещения должны быть отдельные для разных групп определяемых веществ. Например, органолептический анализ нельзя проводить в помещении, где работают с пахучими реактивами; или нельзя проводить измерения азотных групп в помещениях, где работают с азотной кислотой.

Согласно требованиям по охране труда [4, 13], полевые лаборатории должны быть оснащены отдельными вытяжными шкафами для работы с летучими растворителями и едкими щелочами, кислотами; мебелью с виброзащитой и дополнительными креплениями; раковиной с проточной водой. Химические реактивы должны храниться в специально оборудованных железных ящиках с соблюдением порядка совместного хранения пожаро- и взрывоопасных веществ и порядка отдельного хранения реагентов, которые при своем взаимодействии могут вызывать образование пламени или выделять большое количество тепла.

Привлечение к выполнению судовых лабораторных исследований квалифицированного сотрудника решает ряд вопросов, связанных с корректностью и легитимностью ведения лабораторной отчетности (журналы лабораторных исследований, акты отбора проб, а также записи, предусмотренные системой менеджмента качества испытательной лаборатории), а, кроме того, обеспечивает квалифицированное выполнение данных работ. Однако остается открытым вопрос соблюдения ряда требований по охране труда при работе в судовой лаборатории и обеспечения условий проведения измерений, соответствующих нормативным требованиям. Решение данного вопроса при организации судовой лаборатории ограничено условиями, имеющимися на судне: есть ли достаточное пространство для разделения помещения под определение различных групп веществ, возможен ли непрерывный контроль температурных условий и влажности помещения, при этом необходим оперативный доступ к раковине с проточной водой, а также достаточно мощная вытяжная вентиляция (рис.) или возможность ее организации.



Рис. Работа с летучими органическими веществами в вытяжном шкафу

Программа выполнения экологических исследований на морском шельфе включает в себя, как правило, исследования и отбор проб следующих абиотических компонентов окружающей среды: атмосферного воздуха, морских вод, донных отложений.

Перечень показателей, определяемый в донных отложениях, обычно включает в себя ряд тяжелых металлов, мышьяк, радионуклиды, органическое вещество, органические загрязнители (нефтепродукты, фенолы, хлорорганические соединения (ХОС), полихлорированные бифенилы (ПХБ), поверхностно-активные вещества (ПАВ)), гранулометрический состав, водородный показатель (рН) и ряд органолептических свойств грунтов (цвет, запах, тип, консистенция, включения). Для большинства данных показателей, в соответствии с ГОСТами и руководящими документами на методы отбора проб донных отложений, допустимо хранение проб в охлажденном или замороженном состоянии в течение длительного периода [6, 7]. Исследования органолептических характеристик грунтов, окислительно-восстановительного потенциала и рН проводятся непосредственно сразу после отбора пробы (с учетом рекомендаций Приложения Д к [32] и [23]). При отсутствии возможности определения рН после отбора пробы донных отложений допускается хранить до одной недели в охлажденном состоянии.

В перечень исследуемых параметров атмосферного воздуха при единовременном измерении метеорологических условий, как правило, входят: диоксид азота, оксид серы, оксид углерода, взвешенные вещества, нефтяные углеводороды, оксид азота (опционально), сажа (опционально).

Для определения диоксида и оксида азота, оксида углерода и оксида серы могут применяться экспресс-определения показателей с помощью специализированных портативных газоанализаторов (ЭЛАН, ГАНК и др.). Метод, преимущественно использующийся в таких газоанализаторах, – электрохимический [1, 2].

Определение содержания взвешенных веществ и пыли в атмосферном воздухе производится чаще всего гравиметрическим методом с проведением отбора проб с помощью аспиратора на предварительно подготовленные фильтры [24] или с помощью пылемера. Для определения сажи также применяется и фотометрический метод [25]. Отбор проб на фильтры в соответствии с применяемыми методиками позволяет сохранять пробу неограниченное количество времени до момента доставки в испытательную лабораторию.

Под нефтяными углеводородами, как правило, понимается ряд предельных углеводородов C<sub>1</sub>–C<sub>19</sub>, для определения которых применяются методы газовой хроматографии с пламенно-ионизационным детектированием. Отбор проб атмосферного воздуха на определение углеводородов фракции C<sub>1</sub>–C<sub>11</sub> производится в стеклянные газовые пипетки, цельностеклянные шприцы или сорбционные трубки-концентраторы, причем срок хранения таких проб для доставки в стационарную лабораторию не более 5 ч [11, 14]. Углеводороды фракции C<sub>12</sub>–C<sub>19</sub> отбирают в пробоотборник одноразового использования с волокнистым углеродистым сорбентом типа «Карбон». Время возможного хранения пробоотборника с отобранной пробой до доставки в испытательную лабораторию не менее 7 сут [15]. Из этого следует, что исследование содержания

углеводородов в атмосферном воздухе представляется невозможным с соблюдением всех необходимых требований из-за отсутствия возможности соблюсти время доставки проб в стационарную лабораторию при работе в удаленных районах.

При проведении исследований морских вод определяется ряд органолептических и общих показателей (запах, цветность, рН, растворенный кислород, температура, соленость, мутность, биохимическое потребление кислорода (БПК<sub>5</sub>), взвешенные вещества, щелочность), содержание биогенных веществ (азот общий, минеральные формы азота, фосфор общий, фосфор фосфатный, кремний), содержание загрязняющих веществ (нефтепродукты, фенолы, ПАВ, ПХБ, ХОС, металлы и мышьяк).

Для определения биогенных веществ (азотных, фосфорных групп, силикатов) в морских водах применяют различные фотометрические методы, согласно [26] и отдельно выпущенным обновлениям данного руководящего документа по многим биогенным веществам. Вследствие протекания биохимических процессов, вызванных деятельностью микроорганизмов или планктона, содержание биогенных веществ может изменяться, поэтому анализ необходимо проводить непосредственно на борту судна сразу после отбора проб.

Определение содержания общего фосфора и общего азота – самые трудоемкие из фотометрических анализов, возможные к выполнению в полевой/судовой лаборатории. Трудности связаны с процедурой пробоподготовки, заключающейся в кипячении проб с агрессивными реагентами, что необходимо проводить в вытяжных шкафах. Для данных веществ в различных методиках [28, 29] предусмотрены методы консервации, позволяющие хранить пробы в течение длительного срока.

Наибольшей чувствительностью определения аммонийного азота в морских водах обладает фенольный фотометрический метод, в основе которого лежит реакция Бертло. В этой методике используется реагент с резким раздражающим запахом, работать с ним необходимо в вытяжном шкафу. Другие аттестованные методики определения аммонийного азота основаны на реакции Несслера, их легче реализовать в условиях судовой лаборатории, но они имеют низкий порог определения и ограничения по солености проб.

Растворенные газы (кислород, сероводород) могут улетучиваться из пробы или, наоборот, поступать в пробу из окружающей среды. Анализ необходимо проводить сразу после отбора методом йодометрического титрования [17, 30] или с помощью анализаторов.

Определяемое значение БПК<sub>5</sub> в значительной степени зависит от особенностей химических и биохимических процессов, протекающих в пробе в промежутке времени между ее отбором и началом анализа. Пробы для определения БПК<sub>5</sub> консервировать не допускается, поэтому пробу необходимо обрабатывать сразу же после отбора [31]. Сложности в выполнении этого

анализа на судне связаны с созданием регламентированных условий для инкубации.

Определение химического потребления кислорода (ХПК), как правило, регламентировано санитарно-эпидемиологическими требованиями к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения [34, 35]. Наиболее распространены методики определения ХПК через бихроматную окисляемость – в настоящий момент существуют методики, при которых возможна заморозка отобранной пробы и ее хранения в течение одного месяца. Однако, определение бихроматной окисляемости в морских водах требует значительного внесения дополнительных реактивов, компенсирующих влияние солености воды, что может пагубно сказываться на точности результатов исследований.

Бенз(а)пирен и другие полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), определяют методом высокоэффективной жидкостной хроматографии; хлорированные углеводороды (хлорорганические пестициды (ХОП) и ПХБ) – методом газожидкостной хроматографии. В полевой/судовой лаборатории при наличии условий для работы с легко воспламеняющимися жидкостями (ЛВЖ) возможно провести экстракцию ПАУ, ХОП и ПХБ из пробы гексаном или другими экстрагентами. Срок хранения законсервированных проб и экстрактов на определение ПАУ составляет не более месяца [31], на определение ХОП и ПХБ – не более трех месяцев [26]. Кроме экстракции пробу на определение компонентов ПАУ можно законсервировать гексаном и хранить до одного месяца. Основные сложности для экстракции проб с целью определения указанных выше углеводородов – трудоемкость процесса и сложности организации достаточно эффективной вытяжной вентиляции.

Определение нефтепродуктов (нефтяных углеводородов) в природных водах возможно различными методами, наиболее часто используемые из них:

– флуориметрический [18] – имеет высокую чувствительность, однако может быть законсервирован на срок не более четырех суток, для определения в полевых условиях необходимо использование флюората;

– ИК-спектрофотометрический [19, 22] – пробы могут быть законсервированы на срок до одного месяца, однако метод имеет высокий порог чувствительности, и консервация проводится с применением четыреххлористого углерода. Тем не менее, даже с высокой степенью очистки этот растворитель имеет в своем составе примеси, которые могут повлиять на достоверность результатов анализа, особенно при анализе морской воды, в которой содержания нефтепродуктов сравнительно не велико. Четыреххлористый углерод – высокоопасное вещество (2-й класс опасности по [4]). Помещения, в которых проводят работы с этим растворителем, должны быть оборудованы общей приточной и местной вытяжной вентиляцией;

– газохроматографический [8] – пробы также могут быть законсервированы на срок до одного месяца, чувствительность метода позволяет

проводить сравнение с установленными ПДК, однако метод является наиболее дорогостоящим.

Определение содержания фенолов в природных водах также связано с различными сложностями: консервация наиболее распространенным флуориметрическим методом [20] обеспечивает сохранность пробы на срок не более трех суток, при варианте определения в полевой/судовой лаборатории возникает большая потребность в мощной вытяжке – используемый экстрагент бутилацетат имеет сильный запах. Кроме того, бутилацетат является огнеопасным реагентом (относится к 3-му классу пожаровзрывоопасности с температурой вспышки +23°C по [5]).

Существует альтернативный вариант – газохроматографический метод [21], при котором возможно произвести экстракцию пробы в полевой/судовой лаборатории и экстракт может храниться в охлажденном состоянии в склянках с притертыми пробками до четырех месяцев при условии полного отсутствия воды в экстракте. Опять же экстракция проводится сильно пахучим веществом – бутилацетатом.

Определение содержания синтетических поверхностно-активных веществ (детергентов) в морских водах можно провести методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) и экстракционно-фотометрическими методами:

– метод атомно-абсорбционной спектрометрии в режиме электротермической атомизации (ААС-ЭТА) является одним из наиболее чувствительных и селективных для определения синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в морской воде. Из-за биохимической нестойкости СПАВ анализ проб следует выполнить в тот же день. Первичная обработка проб, которую необходимо провести в полевой лаборатории, очень трудоемка: серия экстракций пробы с хлороформом и бензолом (согласно [3] бензол относится ко 2-му классу опасности (высокоопасные вещества)) и центрифугирование экстрактов при высокой скорости. Экстракты в охлажденном состоянии устойчивы в течение двух месяцев.

– фотометрический метод определения СПАВ подразумевает возможность стабилизации их состава добавлением хлороформа. Законсервированные пробы могут храниться до 10 дней.

Для определения металлов и мышьяка пробу стабилизируют концентрированной азотной кислотой. Подкисленную пробу можно хранить в течение одного месяца [10, 27]. В стационарной лаборатории анализ содержания металлов и мышьяка проводят методами ААС-ЭТА и масс-спектрометрии с ионизацией в индуктивно связанной аргоновой плазме (ИСП-МС).

Также среди определяемых тяжелых металлов существует проблемный вопрос с проведением консервации проб воды для дальнейшего измерения содержания ртути. В соответствии с наиболее распространенными методиками [12, 16] проводится путем минерализации органических соединений ртути, восстановлении катионов ртути методом «холодного пара» и последующим

определением атомарной ртути методом атомной абсорбции. Это является наиболее точным методом, удовлетворяющим своей чувствительностью установленным ПДК. Однако консервации пробы для определения таким методом возможна на срок не более трех суток. Существует альтернативный метод исследований – вольтамперометрический [36], при котором возможна консервация проб на срок до одного месяца, но его чувствительность не позволяет производить сравнение результатов в пресных водах с соответствующими ПДК для вод объектов рыбохозяйственного значения.

Таким образом, для стандартного перечня веществ, определяемого в водах, можно установить оптимальные условия и методы проведения химико-аналитических измерений, которые частично могли бы проводиться в судовой/полевой лаборатории, и частично – консервироваться для дальнейшего анализа в стационарной лаборатории без нарушений методических требований.

Серьезной проблемой при проведении химико-аналитических исследований в судовой/полевой лаборатории являются трудности организации необходимых условий измерений, отвечающих требованиям [9], и соответствия критериям аккредитации и методикам.

Минимально требуемые условия, которые должны соблюдаться с судовой/полевой лаборатории:

- наличие возможности контроля и регулировки температурного режима и влажности используемого помещения;
- возможность разделения помещения на отдельные зоны для работы по отдельным анализам;
- наличие вытяжной вентиляции в помещении в целом, а также достаточно мощной локализованной вытяжной вентиляции в той части помещения, где производится работа с летучими и пахучими веществами;
- снабжение судовой лаборатории проточной водой;
- наличие специализированных мест хранения реактивов с учетом их свойств.

### Список литературы

1. Газоанализатор универсальный ГАНК-4. Руководство по эксплуатации КПКУ.413322 002 РЭ. М., 2017.
2. Газоанализатор ЭЛАН. Руководство по эксплуатации ЭКИТ 5.940.000 РЭ. М., 2012.
3. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
4. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

5. ГОСТ 12.1.044-89 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожаровзрывоопасность веществ и материалов. Номенклатура показателей и методы их определения.
6. ГОСТ 12071-2014 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
7. ГОСТ 17.1.5.01-80. Охрана природы (ССОП). Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.
8. ГОСТ 31953-2012 Вода. Определение нефтепродуктов методом газовой хроматографии.
9. ГОСТ ISO/IEC 17025-2019 Общие требования к компетентности испытательных и калибровочных лабораторий.
10. ГОСТ Р 56219-2014 Вода. Определение содержания 62 элементов методом масс-спектрометрии с индуктивно связанной плазмой.
11. ГОСТ Р ИСО 16017-1-2007 Воздух атмосферный, рабочей зоны и замкнутых помещений. Отбор проб летучих органических соединений при помощи сорбционной трубки с последующей термодесорбцией и газохроматографическим анализом на капиллярных колонках.
12. М-01-43-2006 (ПНД Ф 14.1:2:4.243-07) Методика измерений массовой концентрации ртути в пробах природных, питьевых и сточных вод методом атомно-абсорбционной спектроскопии с использованием атомно-абсорбционного спектрометра с электротермической атомизацией модификаций МГА-915, МГА-915М, МГА-915МД.
13. ПНД Ф 12.13.1-03 Методические рекомендации. Техника безопасности при работе в аналитических лабораториях (общие положения).
14. ПНД Ф 13.1:2:3.23-98 Количественный химический анализ атмосферного воздуха и выбросов в атмосферу. Методика выполнения измерений массовых концентраций предельных углеводородов С(1)–С(5) и непредельных углеводородов (этена, пропена, бутенов) в атмосферном воздухе, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах методом газовой хроматографии.
15. ПНД Ф 13.1:2:3.59-07 Методика выполнения измерений массовой концентрации суммы предельных углеводородов С12–С19 в атмосферном воздухе санитарно-защитной зоны, воздухе рабочей зоны и промышленных выбросах газохроматографическим методом.
16. ПНД Ф 14.1:2:4.243-07 (М-01-42-2006) Методика выполнения измерений массовой концентрации общей ртути в пробах природных, питьевых, поверхностных, морских и очищенных сточных вод атомно-абсорбционным методом с зеемановской коррекцией неселективного поглощения на анализаторе ртути РА-915+ с приставкой РП-91.

17. ПНД Ф 14.1:2:3.101-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации растворенного кислорода в пробах природных и сточных вод йодометрическим методом.
18. ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в пробах природных, питьевых, сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».
19. ПНД Ф 14.1:2:4.168-2000 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, природных и очищенных сточных водах методом ИК-спектрофотометрии на концентратомере КН-2м.
20. ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 Методика измерений массовой концентрации фенолов (общих и летучих) в пробах природных, питьевых и сточных вод флуориметрическим методом на анализаторе жидкости «Флюорат-02».
21. ПНД Ф 14.1:2:4.225-2006 Методика измерений массовых концентраций фенола и фенолопроизводных веществ в пробах питьевых, природных и сточных вод газохроматографическим методом.
22. ПНД Ф 14.1:2:4.5-95 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации нефтепродуктов в питьевых, поверхностных и сточных водах методом ИК-спектрометрии.
23. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.
24. РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы.
25. РД 52.04.831-2015 Массовая концентрация углеродсодержащего аэрозоля в пробах атмосферного воздуха. Методика измерений фотометрическим методом.
26. РД 52.10.243-92 Руководство по химическому анализу морских вод.
27. РД 52.10.778-2013 Массовая концентрация растворенных форм железа, марганца и хрома в пробах морской воды. Методика измерений методом атомно-абсорбционной спектрометрии.
28. РД 52.24.364-2007 Массовая концентрация общего азота в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатом калия.
29. РД 52.24.387-2006 Массовая концентрация фосфора общего в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом после окисления персульфатов калия.
30. РД 52.24.419-2005 Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика выполнения измерений йодометрическим методом.
31. РД 52.24.420-2006 Биохимическое потребление кислорода в водах. Методика выполнения измерения скляночным методом.

32. РД 52.24.609-2013 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.
33. РД 52.44.590-2016 Массовая концентрация приоритетных компонентов полициклических ароматических углеводородов в пробах атмосферных осадков и поверхностных вод.
34. СанПиН 2.1.5.2582-10 Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения.
35. СанПиН 2.1.5.980-00 Гигиенические требования к охране поверхностных вод.
36. ФР.1.31.2005.01450 (МУ 08-47/162). Воды природные, питьевые и очищенные сточные. Вольтамперометрический метод измерения массовой концентрации ртути.

**Фонова О.Г.**

Воронежский государственный университет, геологический факультет, кафедра экологической геологии,  
г. Воронеж, fonova.ok@yandex.ru

## **ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РАЙОНОВ РАЗМЕЩЕНИЯ КРУПНЫХ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ЦЕНТРОВ**

Радиация в тех или иных формах всегда окружает нас. Человеческий организм все время испытывает на себе не большие дозы излучения – солнечное излучение, излучение из космоса, а также излучение от электроприборов (телевизоры, сотовые телефоны, микроволновые печи) и приборов, предназначенных для медицинских процедур. Например, при облучении в 100 Зв наступает смерть в течении нескольких часов, при дозе облучения 4–5 Зв смертность достигает 50% (поражается костный мозг), при дозе облучения 1 Зв начинается лучевая болезнь. Также от повышенной дозы радиации страдают слизистые оболочки, нервная система, зрение [1].

Допустимая годовая доза облучения для гражданских лиц 0,005 Зв.

На сегодняшний день радиологическая безопасность является достаточно острым вопросом, в связи с этим радиологические исследования территории являются обязательными, при оценки экологического состояния грунтов (в т.ч. почв). Радиологические исследования применяются для оценки состояния сельскохозяйственных земель, промышленных площадок, а также земель, предназначенных для жилой застройки.

Не обошла стороной проблема экологических загрязнений и нефтеперерабатывающую промышленность, а также площадки хранения нефти и нефтепродуктов. В качестве источников загрязнения на нефтехранилищах могут быть емкости для хранения нефтепродуктов и нефти, шланги, сооружения по очистке сточных вод, а также потенциальным источником загрязнения может являться вспомогательное технологическое оборудование (краны, вентили и т.д.).

Рассмотрено воздействие загрязнений нефтепродуктами на атмосферу, грунты и подземные воды.

Грунты, как правило, загрязняются в следствии протечек. Среднее время восстановления почв составляет четверть века, если концентрация вредных веществ достигает 12 л/м<sup>2</sup>. На процесс восстановления почв, также влияет и глубина проникновения продуктов загрязнения:

- до 10 см – слабое загрязнение;
- свыше 25 см сильная загрязненность [2].

Из-за хорошей водопроницаемости супесчаные и песчаные грунты подвержены более быстрому впитыванию.

Чаще всего, крупные логистические центры загрязняют окружающую среду через стоки, в следствии чего загрязняющие вещества просачиваются в

грунты (в т.ч. почву) и подземные воды. В окружающую среду попадает более 40 000 веществ [2]. Те вещества, которые растворяются в воде, неизбежно приводят к гибели микроорганизмов, рыбы, фауны. Так, например, при концентрации загрязняющих веществ  $0,1 \text{ мг/дм}^3$  в водоемах гибнет икра, при превышении концентрации  $1 \text{ мг/дм}^3$  гибнет планктон, а при концентрациях  $10\text{--}15 \text{ мг/дм}^3$  начинается гибель взрослой рыбы.

Важную роль при очистке сточных вод играют очистные сооружения.

Атмосферные выбросы могут быть двух видов: организованные и неорганизованные. К организованным выбросам относятся выбросы от дымовых труб, факела, вентиляционных систем. К неорганизованным атмосферным выбросам относятся испарения из открытых отстойников, люков, утечки со щелей и неплотностей оборудования, а также испарения при переливании нефтепродуктов [2].

Контролировать организованные выбросы возможно, для этого необходимо применение очистных сооружений, например, фильтров; осуществление контроля неорганизованных выбросов представляет объективные трудности. При таких утечках на загрязнение влияют такие факторы как:

- масса вещества;
- температура окружающей среды;
- скорость работ (в случаях переливания).

Объектом авторского исследования являлся логистический центр, расположенный в левобережной части г. Воронежа. Предприятие функционирует с 1947 г., железнодорожная эстакада введена в эксплуатацию с 1953 г. На данный момент предприятие является режимным, вход на предприятие осуществляется только по пропускам или предварительной договоренности с администрацией.

На предприятии хранятся и складироваются нефтепродукты (спирт-ректификат, ракетное топливо, а также авиационный бензин). Доставка нефтепродукта на предприятие осуществляется двумя способами: железнодорожным и автотранспортом.

На территории нефтехранилища находится фруктовый сад (преимущественно яблоки и груши), а также в центральной части хранилища находится резервуар-отстойник. Вода от промывки шлангов, цистерн хранения, а также вспомогательного оборудования поступает в этот резервуар-отстойник, отстаивается, а затем вывозится с территории хранилища для последующей утилизации.

На предприятии находятся 11 наблюдательных скважин и одна реабилитационная. Исследования для выявления радиационного фона проводились с целью выявления загрязнения грунтов (в т.ч. почв), а также подземных вод. В случае выявления таких загрязнений предполагалось проведение реабилитационных мероприятий.

Автором были отобраны пробы грунта в непосредственной близости от скважин. Пробоотбор проводился методом конверта (четыре точки по углам и одна в центре), при перемешивании грунта была получена средневзвешенная проба. Пробы отбирались с глубины 0,5 м, весом не менее 1 кг. Также измерения радиационного фона проводились на месте. Полученные пробы в течении часа были доставлены в лабораторию для исследования. Исследования проводились в аттестованной лаборатории.

В полевых условиях измерения радиационного фона выполнены прибором дозиметр «Родник-3», прибор является поверенным. Результаты измерений во всех точках измерения радиационного фона показали значения не более 0,14 мкЗт/час, тогда как нормой радиационного фона принято считать 0,20 мкЗт/час [3]. В лабораторных условиях превышение радиационного фона также не выявлено.

### *Выводы*

1. В пределах промышленной площадки, предназначенной для хранения нефтепродуктов превышение радиационного фона не зафиксировано.

2. Хранение нефтепродуктов на нефтебазе отвечает всем требованиям экологической безопасности. Для складирования и временного хранения нефтепродуктов существует специальная площадка (все контейнеры и емкости в которых хранятся нефтепродукты промаркированы должным образом).

### **Список литературы**

1. Все отравления [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vseotravleniya.ru/izluchenie/vliyanie-radiatsii.html> (дата обращения: 11.03.2020).
2. Официальный сайт ГК «Аргель» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.vo-da.ru/articles/ochistnye-neftebaz/ecology> (дата обращения: 11.03.2020).
3. Допустимые дозы радиации  $\mu\text{Sv/h} = \text{МЭД} = \text{мкЗв/ч}$  [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://a-lysenko.com/dopustimye-dozy-radiacii-usv-h-mjed-mk3v-ch/> (дата обращения: 11.03.2020).

**Косинова И.И., Курьшев А.А., Бударина В.А.**

Воронежский государственный университет, геологический факультет, кафедра экологической геологии,  
г. Воронеж, kosinova777@yandex.ru

## **РОЛЬ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ОБЪЕКТОВ ВЕДУЩИХ УРОВНЕЙ ОПАСНОСТИ**

Основной задачей инженерно-экологических изысканий является получение информации, определяющей оценку базового экологического состояния участков, предназначенных для отдельных видов строительства. При этом рассматриваются несколько позиций:

1. Получение исходных данных по экологическим параметрам компонентов окружающей природной среды как основы дальнейших оценок ее преобразования в процессе строительства и эксплуатации объекта.

2. Формирование рекомендаций для возможности освоения конкретных участков под предполагаемые виды строительства в зависимости от исходного экологического состояния территории. При этом принимаются во внимание как факторы природных условий, так и основные преобразования компонентов среды, возникшие в процессе предшествующего техногенного воздействия. В особенности данное обстоятельство имеет значение при проектировании на участках с накопленным экологическим риском. В частности, широко известен факт застройки городских неудобий, на которых ранее располагались несанкционированные свалки, рекультивированные участки полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО), площадки ранее существующих промышленных предприятий и т.п.

3. Прогноз преобразования экологических параметров компонентов природной среды при конкретном виде строительства.

Материалы инженерно-экологических изысканий являются основой подготовки отдельных проектов по оценке воздействия на окружающую среду и отдельного раздела проектной документации «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

Следует подчеркнуть, что формальность информации, приведенной в технических отчетах по результатам проведения инженерно-экологических изысканий, нередко является причиной ограниченности дальнейшей проектной документации. В этой связи у заказчиков проектов бытует мнение о необязательности проведения инженерно-экологических изысканий. Однако при строительстве федеральных объектов проекты подвергаются, помимо градостроительной, экологической экспертизе. И на этом уровне роль инженерно-экологических изысканий получает должную оценку и место.

Согласно Федеральному закону № 254-ФЗ от 31.07.2020 «Об экологической экспертизе» [3], необходима оценка соответствия федеральных

объектов хозяйственной деятельности требованиям, установленным техническими регламентами и законодательством в области охраны окружающей среды. С 2020 г. была произведена реструктуризация Федеральной службы по надзору в сфере природопользования, в функции которой входит экологическая экспертиза проектов. В результате укрупнения структурных элементов один территориальный орган производит экологическую экспертизу ряда областей. Так в г. Воронеж располагается Центрально-Черноземное межрегиональное управление Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по шести областям Центрального Черноземья. Среди объектов экспертизы – проекты, связанные с обращением с отходами, рекультивацией несанкционированных свалов и полигонов твердых коммунальных отходов (ТКО), искусственных земельных участков на водных объектах, проекты ликвидации горных выработок с использованием отходов производства черных металлов IV и V классов опасности, промышленные предприятия, объекты I категории и т.п.

Для применения норм государственного регулирования объекты хозяйственной и/или иной деятельности дифференцированы по степени негативного воздействия на окружающую среду (НВОС) [1]. При выделении критериев объектов НВОС учитываются уровни воздействия на окружающую среду различных видов деятельности; степень токсичности, канцерогенности загрязняющих веществ, их мутагенные свойства, классы опасности отходов; классификация промышленных объектов и производств; особенности деятельности в области использования атомной энергии.

Объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, подразделяются по следующим категориям:

I категория – объекты, оказывающие значительное негативное воздействие на окружающую среду и относящиеся к областям применения наилучших доступных технологий. К ним относятся объекты отраслей, которые вносят максимальный вклад в загрязнение окружающей среды территорий, объекты которых производят выбросы, сбросы, содержащие наиболее опасные для окружающей среды и здоровья населения химические вещества или соединения.

II категория – объекты, оказывающие умеренное негативное воздействие на окружающую среду. В данную категорию входят объекты атомной промышленности, системы транспортировки газа, нефти, объекты их складирования и переработки; объекты, связанные с обработкой поверхностей, предметов или продукции с использованием органических растворителей, обработкой асбестовых волокон и другие объекты.

III категория – объекты, оказывающие незначительное негативное воздействие на окружающую среду. Данная категория включает исследовательские объекты, на которых оборудование используется исключительно для разработок и испытаний новой продукции и процессов.

IV категория – объекты, оказывающие минимальное негативное воздействие на окружающую среду. Это социально значимые объекты отдельных видов промышленности и услуг.

Экологическая экспертиза учитывает в обязательном порядке класс опасности объекта. Согласно требованиям современного законодательства, федеральные объекты проходят государственную экологическую и градостроительную экспертизы. Соответственно данные проекты могут служить неким эталоном проектирования и качества инженерных изысканий, в частности. Однако практика экспертной деятельности показывает иные результаты. Так, на экологическую экспертизу приходят проекты, в основе которых нередко лежат инженерные изыскания недостаточного качества.

Следует еще раз подчеркнуть роль инженерно-экологических изысканий при строительстве объектов высоких категорий НВОС. В профессиональном сообществе строителей следует акцентировать факт первичности инженерных изысканий в процессе строительства. Их качество и достаточность являются основой всех последующих уровней проектирования. В то же время соотношение финансирования инженерных изысканий к финансированию последующей проектной деятельности составляет 1:100–1:1000. В этом соотношении заложено, во многом, отрицательное отношение заказчика к инженерным изысканиям. Несомненно, что корректировка как содержательной, так и финансовой составляющей отдельных этапов проектирования должна стать основой обеспечения качества конечного продукта. В особенности это касается объектов ведущих классов опасности.

Также следует подчеркнуть сознание ответственности самих изыскателей в процессе данного проектирования. Каждый подобный проект должен выполняться с индивидуальным рассмотрением особенностей состояния компонентов природной среды и геологической, в частности. Тем не менее, существуют системные ошибки, «кочующие» из проекта в проект. В системе инженерно-экологических изысканий они включают:

1. Секвестирование пробных площадок почв. Основанием в большей части является утверждение об однородности почвенного покрова в пределах участка изысканий. Как правило, федеральные объекты проектируются на значительных площадях, составляющих от десятков до сотен га. Изыскатели представляют в качестве основы мелкомасштабные карты почв и сокращают количество пробных площадок в десятки раз. Так, на одном из объектов 2 класса опасности, располагаемом в Центральном федеральном округе (ЦФО), в качестве основы представлена карта почв масштаба 1:2 000 000. На общей площади 42 га отработано семь пробных площадок.

2. Пространственное расположение сети опробования. Согласно нормативным техническим документам, она должна, как минимум учитывать направление ветра, особенности ландшафта, строение рельефа. Пробные

площадки выстраиваются по контуру сооружения, либо по удобному для изыскателя профилю.

3. Газохимическое опробование грунтов вызывает много вопросов. На участках размещения свалок газохимия проводится практически всегда, в то время как в пределах городских территорий, верхняя часть разреза которых представлена мощной толщей насыпных грунтов, данные исследования, как правило, не проводятся. При этом отсутствует информация о качестве и составе насыпных грунтов, возможности содержания в них бытовых и органических включений.

4. Большой методический интерес представляют собой выводы по природной защищенности водоносных горизонтов. На значительных площадях уровни защищенности изменяются в зависимости от рельефа территории, особенностей геологического разреза. Возможность получения данной информации достаточно высокая на основании результатов инженерно-геологических изысканий. Они включают значительные объемы горнопроходческих работ. Как правило, в отчетах по инженерно-экологическим изысканиям указывается усредненный показатель защищенности. При этом возникает вопрос: с какой целью он определяется? Ведь в зависимости от природной защищенности будет осуществляться миграция химических элементов и соединений по разрезу и в подземных водах. При проектировании отдельных частей объектов высоких классов опасности учет природной защищенности должен осуществляться либо при размещении объектов в пространстве, либо для разработки способов и методов защиты водоносных горизонтов. Применение усредненного показателя приводит к ошибкам в проектировании и формированию негативных экологических последствий при эксплуатации объектов высоких категорий опасности.

5. Предметом длительных обсуждений на конференциях является вопрос экологических оценок грунтов зоны аэрации. В 100% отчетов, представляемых на экологическую экспертизу, коэффициенты концентраций рассчитываются относительно ПДК и ОДК по почвам. Подобный подход закладывает серьезные ошибки в экологические оценки. Почвы представляют собой уникальную органо-минеральную субстанцию, отличающуюся собственными физико-химическими особенностями накопления и миграции элементов. Почва, с одной стороны, обеспечивает движение элементов по трофическим цепям, с другой стороны, представляет собой геохимический барьер, в котором накапливаются соединения в виде органо-металлических комплексов. Горные породы характеризуются определенным геохимическим составом, собственными фильтрационными, адсорбционными показателями, которые определяют процессы накопления и миграции элементов в разрезе. При экологических оценках грунтов зоны аэрации наиболее правильным является определение содержания в них элементов на фоновых разрезах. При отсутствии таковых

следует использовать кларковые концентрации элементов применительно к различным литологическим разностям.

6. В ходе конференций по инженерно-экологическим изысканиям, которые проводились с 2017 по 2020 гг., обсуждались вопросы эколого-геологического картографирования. Согласно логике требований СП 47.13330.2016 [2], результаты инженерно-экологических изысканий должны быть отображены на картах современного и прогнозируемого экологического состояния территорий. Однако подавляющая часть проектов содержит только карты (схемы) ограничений, которые именуются картами экологического состояния. На предшествующей конференции авторы продемонстрировали методику комплексной экологической оценки территории на примере объекта второго уровня НВОС – предприятия по хранению нефтепродуктов. Алгоритм данной методики предполагает последовательное построение карт экологических оценок почв, подземных вод, растительности, радиационных показателей, которые на последнем этапе сворачиваются в виде комплексной карты экологической оценки с применением метода мультимедийного наложения слоев. Семантика карты позволяет визуализировать ведущие экологические риски.

7. Проблемы экологического мониторинга по-прежнему недостаточно представлены как в соответствующей нормативной литературе, так и в представляемых отчетах по инженерно-экологическим изысканиям. На основе проведенных исследований должна быть выстроена схема мониторинга компонентов природной среды, пространственно привязанных к местам формирования экологических рисков. Перекалывание данной задачи на плечи производственного экологического контроля неправомерно, т.к. данная система призвана решать собственный комплекс задач, не связанных с обоснованием системы экологического мониторинга компонентов окружающей природной среды.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы:

1. Следует широко популяризировать роль инженерных изысканий как базового, основополагающего этапа любого строительства. Целесообразно для достижения данной цели использовать не только специальные издания и мероприятия, но и средства массовой информации. Формирование значимости инженерных изысканий у потенциального заказчика послужит средством к развитию отрасли в целом.

2. При строительстве потенциально опасных объектов высоких категорий негативного воздействия на окружающую среду инженерно-экологические изыскания приобретают статус ведущих. Они являются основой не только перечня мероприятий по охране окружающей среды, но и проектных решений, обеспечивающих в целом экологическую безопасность строительства и эксплуатации данных объектов.

3. Выявлены основные недостатки инженерных изысканий под строительство объектов федерального уровня, которые в 2020 г. проходили

государственную экологическую экспертизу по ЦФО. Обозначена необходимость разработки методического пособия по построению карт экологических оценок территорий и экологических прогнозов. Кафедра экологической геологии геологического факультета Воронежского государственного университета готова разработать данное пособие, которое может быть использовано при проведении инженерно-экологических изысканий различного уровня.

### **Список литературы**

1. Постановление Правительства РФ № 1029 от 28.09.2015 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий».
2. СП 47.13330.2016 «Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 11-02-96».
3. Федеральный закон № 254-ФЗ от 31.07.2020 «Об экологической экспертизе».

**Фонова С.И., Бурак Е.Э., Мироненко Н.И.**

Воронежский государственный технический университет, строительный факультет, кафедра строительных конструкций, оснований и фундаментов им. проф. Ю.М. Борисова, г. Воронеж, sveta.27@mail.ru

## **ЭКОЛОГО-ГРАДОСТРОИТЕЛЬНЫЕ НАРУШЕНИЯ ПРИ ТОЧЕЧНОЙ ЗАСТРОЙКЕ**

Одной из характерных черт современного этапа урбанизации является дальнейший рост пространственной организации расселения и производства в отраслевой и территориальной структуре крупных городов. Ряд исследований в течении последних десятилетий привел к пониманию, что города являются функциональными экосистемами. Для всех объектов строительства необходимы инженерно-экологические изыскания, при выполнении которых особое внимание необходимо уделять буферным зонам между промышленной и жилой застройкой [3, 10].

Предприятия по выпуску хлебопекарных дрожжей располагаются во всех регионах России, зачастую в исторически сложившейся застройке городских и сельских поселений. Производственный процесс указанных заводов оказывает неблагоприятное воздействие на окружающую среду [11, 12]. Сохранение местоположения предприятий данного типа на застроенных жилых территориях возможно только при соблюдении требований современного природоохранного законодательства при полном отсутствии негативного влияния на жилую зону [3, 9].

Рассмотрено воздействие дрожжевого производства на окружающую среду на примере расположения завода в непосредственной близости от жилой застройки.

Объектом исследования является реконструкция одного из предприятий г. Воронежа, основным видом деятельности которого является производство хлебопекарных дрожжей. Необходимость реконструкции завода обусловлена увеличением объема производства.

В составе раздела проектной документации по перечню мероприятий по охране окружающей среды был проведен анализ, выявление и учет прямых, а также косвенных последствий воздействия на компоненты окружающей среды вследствие данного расширения производства, проведен анализ существующих характеристик состояния окружающей среды, оценка воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду [7].

Территория предприятия в 2010 г. имела установленную санитарно-защитную зону на основании решения Управления Федеральной службы по надзору в сфере природопользования по Воронежской области. В 2018 г., в связи с расширением территории предприятия, проведением его реконструкции и получения нового разрешения на выброс загрязняющих веществ в атмосферный воздух, на основании проекта предельно-допустимых выбросов в атмосферу,

разработанному ранее, было получено экспертное заключение Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека о соответствии санитарному законодательству проекта расчетной санитарно-защитной зоны (СЗЗ). Для оценки воздействия объекта на состояние атмосферного воздуха производился расчет рассеивания на ЭВМ с применением программных комплексов. Размеры СЗЗ от границы предприятия были изменены, а именно – уменьшены от первоначальных (табл. 1).

Таблица 1

Радиус санитарно-защитной зоны предприятия

Румб	Радиус СЗЗ по направлениям, м (2010 г.)	Радиус СЗЗ по направлениям, м (2018 г.)
СВ	84	68
ЮВ	300	300
ЮЗ	82	55
СЗ	24	18
С	56	56
В	300	130
Ю	300	180
З	62	40

Для сокращения размеров СЗЗ предприятия также были произведены замеры факторов окружающей среды на ее предполагаемой границе в соответствии с требованиями, установленными СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 [8]. Анализ воздействия на водные и земельные ресурсы проводился с учетом данных месторасположения проектируемого объекта на основании данных технологических решений. Качественный и количественный состав отходов принимался согласно особенностям используемого оборудования и специфики работы рассматриваемого объекта.

На момент расчета СЗЗ в 2018 г. на предприятии было выявлено 49 источников загрязнения атмосферы (29 – организованных, 20 – неорганизованных), которые выделяют 19 загрязняющих веществ (табл. 2). Все показатели в рамках допустимых.

Таблица 2

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Вещество		Использованные критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Суммарный выброс вещества	
Код	Наименование				г/с	т/год
143	Марганец и его соединения	ПДКм.р.	0,01	2	0,000173	0,0000125
301	Азота диоксид (азот (IV) оксид)	ПДКм.р.	0,2	3	3,5283106	47,785327
302	Азотная кислота	ПДКм.р.	0,4	2	0,009079	0,008847

Вещество		Используй- ванные критерий	Значение критерия, мг/м <sup>3</sup>	Класс опас- ности	Суммарный выброс вещества	
Код	Наименование				г/с	т/год
303	Аммиак	ПДКм.р.	0,2	4	2,5546228	52,745511
304	Азот (II) оксид (азота оксид)	ПДКм.р.	0,4	3	0,5733505	7,765114
322	Серная кислота	ПДКм.р.	0,3	2	0,0329048	0,041024
330	Сера диоксид (ангидрид сернистый)	ПДКм.р.	0,5	3	0,016011	0,427141
333	Дигидросульфид (сероводород)	ПДКм.р.	0,008	2	0,0020616	0,061058
337	Углерод оксид	ПДКм.р.	5	4	6,6371226	106,17829
342	Фтористые газообразные соединения	ПДКм.р.	0,02	2	0,0001	0,0000072
349	Хлор	ПДКм.р.	0,1	2	0,00027	0,000348
410	Метан	ОБУВ	50	-	0,0004953	0,0000024
703	Бенз/а/пирен (3,4- Бензпирен)	ПДКс.с.	0,000001	1	0,0000008	0,0000156
1716	Смесь природных меркаптанов	ПДКм.р.	0,00005	3	2e-8	1e-10
2704	Бензин (нефтяной, малосернистый) в пересчете на углерод	ПДКм.р.	5	4	0,0329083	0,272487
2732	Керосин	ОБУВ	1,2	-	0,0056705	0,019619
2735	Масло минеральное нефтяное	ОБУВ	0,05	-	0,0007215	0,000332
2754	Алканы C12-C19	ПДКм.р.	1	4	0,0018144	0,057221
2902	Взвешенные вещества	ПДКм.р.	0,5	3	3,880852	101,92995

Валовый суммарный выброс загрязняющих веществ составляет 317,29231 т/год.

При этом, ориентировочный размер СЗЗ для предприятий третьего класса опасности составляет 300 м. Учитывая, что свою деятельность предприятие осуществляет с 1952 г., за годы существования предприятия жилая застройка переменной этажности максимально приблизилась к территории промышленной площадки. На сегодняшний день промышленная площадка находится в стесненных условиях плотной городской застройки. Ближайшая к промышленной площадке жилая зона располагается в северо-западном направлении на расстоянии 18 м, на расстоянии 24 м находится ближайший жилой дом от границы предприятия (рис.).

Не учитывается временной фактор загрязнения и, как следствие, негативное экологическое влияния на прилегающие территории. Возникшая точечная застройка (1985 и 1995 гг. строительства) вблизи предприятия подвергалась длительному негативному воздействию. Сокращение СЗЗ до минимума способствует комплексной застройки территорий для связи

единством функций, процессов и планировочных решений существующей точечной застройки.

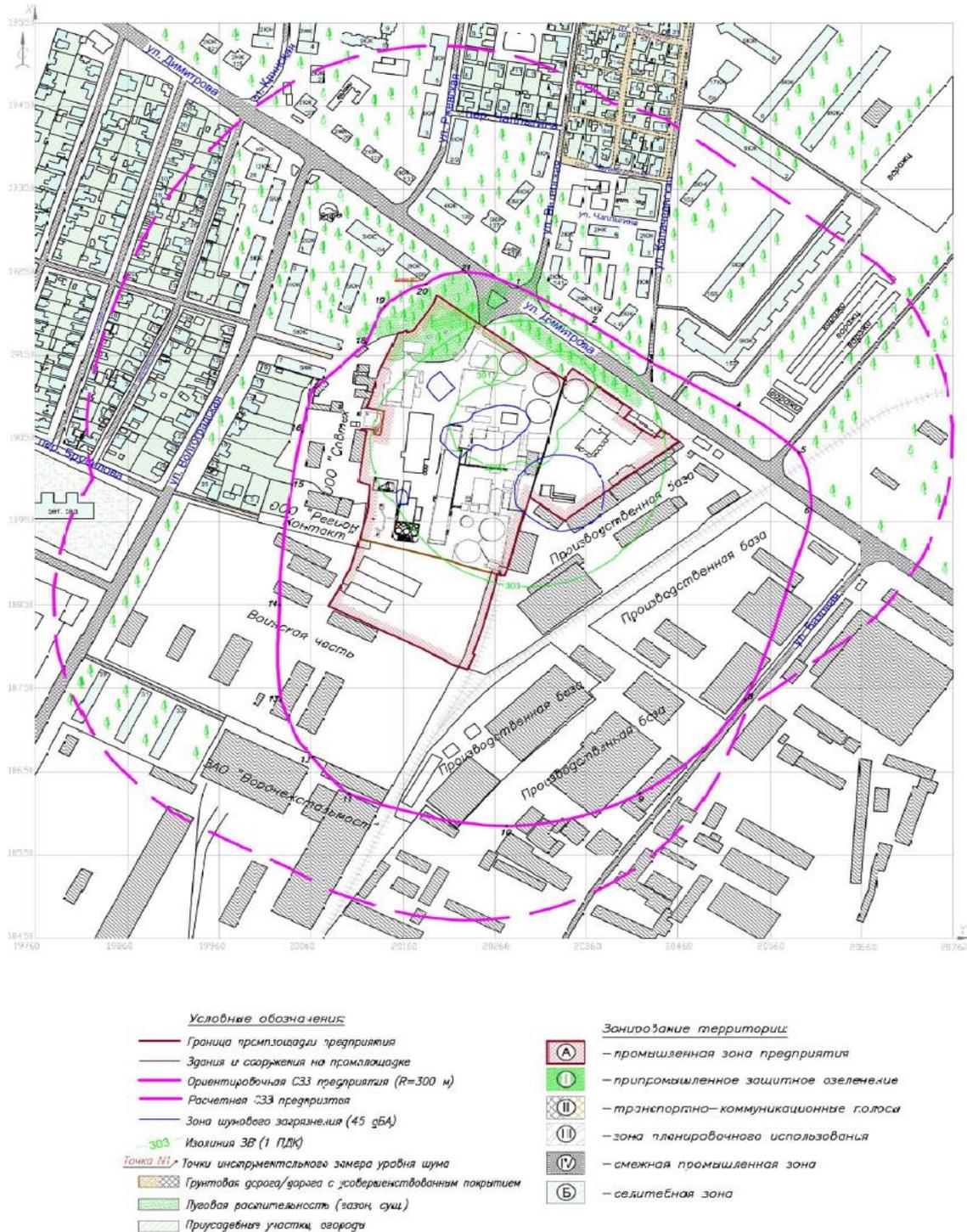


Рис. Ситуационный план

Для реализации СЗЗ в проектную документацию включаются мероприятия по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия

намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов. В настоящее время жидкие отходы дрожжевого производства очищаются перед сбросом в канализацию в отделении переработки жидких отходов дрожжевого производства. Проектом предусмотрено расширение существующего отделения переработки жидких отходов, в котором в новой пристройке смонтирована установка с четырьмя эффектами выпаривания, где предусмотрено расположить еще одну установку предварительного выпаривания бездрожжевого суслу. Основная задача рассматриваемого проекта – сделать производство экологически чистым. Производственные стоки подвергаются очистке, а концентрированные остатки бездрожжевого суслу являются хорошим удобрением для сельского хозяйства.

При этом, сокращение СЗЗ для промышленных предприятий, даже с учетом их модернизации, не является положительной динамикой с точки зрения экологически благоприятной среды для населения [1]. Длительный период времени горожане обращаются с жалобами на газообразные отходы, сопровождающие процесс производства дрожжей. Зловонный запах вызывает у людей головные боли, раздражения дыхательных путей. Обращения в государственные надзорные ведомства помогли выявить нарушения [12].

Согласно критериям отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды № 511, принятых Министерством природных ресурсов РФ 15 июня 2001 г. [5], период восстановления экологической системы составляет не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника (для рассматриваемого предприятия третьего класса опасности). Действие приказа закончилось 10.01.2016.

В соответствии с приказом Минприроды России № 536 от 04.12.2014 об утверждении Критериев отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду, временные показатели для восстановления территорий отсутствуют [6].

### *Заключение*

Размещение дрожжевых заводов в жилой застройке возможно при условии соблюдения санитарно-гигиенических и экологических требований, установленных действующим законодательством РФ. Существующие промышленные зоны, расположенные в условиях сложившейся городской застройки, требуют непрерывного экологического мониторинга, контроля и получения статистических данных для надзорных ведомств по загрязняющим веществам. Необходимо соблюдение коэффициента озеленения для существующей застройки, разработка мероприятий по сохранению благоприятной экологической среды [2, 4].

### Список литературы

1. Бурак Е.Э., Егорова С.П. Анализ соответствия проектов планировки застроенных территорий градостроительным регламентам // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 1(4). С. 72–78.
2. Бурак Е.Э., Попова И.В., Воробьева Ю.А. Оценка роли зеленых насаждений в формировании комфортных микроклиматических условий в летний период // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия: Естественные и медицинские науки. 2019. № 2. С. 47–55.
3. Комплексная оценка геосферы жизнедеятельности населения территории Липецкого промрайона / С.И. Фонова, И.И. Косинова, О.В. Базарский, И.П. Плаксицкая. Воронеж: Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2014. 175 с.
4. Обеспечение сохранности и обновления типовой массовой застройки Воронежской области с применением системы мониторинга / Ю.А. Воробьева, Е.Э. Бурак, С.А. Новиков, К.Н. Гашкова // Жилищное хозяйство и коммунальная инфраструктура. 2018. № 1(4). С. 18–26.
5. Приказ Минприроды РФ № 511 от 15.06.2001 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды».
6. Приказ Минприроды РФ № 536 от 04.12.2014 «Критерии отнесения отходов к I–V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду»
7. Руководство по проведению оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) при выборе площадки, разработке ТЭО и проектов строительства (реконструкции, расширения и технического перевооружения) хозяйственных объектов и комплексов.
8. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
9. Фонова С.И., Бурак Е.Э., Мироненко Н.И. Современное экологическое состояние городской территории с учетом техногенного загрязнения // Материалы XV Общероссийской научно-практической конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации». М.: ООО «Геомаркетинг», 2019. С. 153–160.
10. Фонова С.И., Косинова И.И. Основные требования к инженерно-геодезическим изысканиям // Методические рекомендации по проведению инженерных изысканий в Воронежской области / Под ред. И.И. Косиновой. Воронеж: Изд-во Воронежского государственного университета, 2012. С. 91–114.
11. Фонова С.И., Косинова И.И. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ в городских условиях // Вестник

Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2015. № 2.  
С. 122–124.

12. Фонова С.И., Лебедев С.Е. Исследование загрязнений воздуха выбросами сахарных заводов (на примере ОАО «Знаменский сахарный завод» в Тамбовской области) // Материалы докладов XIII Общероссийской конференции изыскательских организаций «Перспективы развития инженерных изысканий в строительстве в Российской Федерации». М.: ООО «Геомаркетинг», 2017. С. 165–171.
13. Информационный портал «Блокнот-Воронеж» [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://bloknot-voronezh.ru/news> (дата обращения: 05.03.2020).

**Нгуен Т.Х.<sup>1,2</sup>, Косинова И.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Воронежский государственный университет, геологический факультет, кафедра экологической геологии,  
г. Воронеж, kosinova777@yandex.ru

<sup>2</sup>Вьетнамский национальный университет лесного хозяйства, г. Ханой, Вьетнам, Thanhhungln02@gmail.com

## **ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИКИ ИНТЕГРАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ КОМПОНЕНТОВ СРЕДЫ**

Окружающая среда может быть загрязнена многими различными факторами. В связи с этим многие исследователи предложили разные методы оценки комплексного загрязнения. Некоторые авторы считают, что метод уточненного суммарного показателя загрязнения (СПЗУ) считается эффективным при оценке комплексного загрязнения в некоторых регионах России [1, 2, 3]. Между тем, метод суммарного загрязнения факторами ( $C_{deg}$ ) широко используется в Новой Зеландии, Индии, Чешской Республике [4–7]. Метод интегрированного индекса загрязнения (NIPI) широко используется в азиатских регионах, таких как Китай и Вьетнам [8, 9]. Различия в формуле расчета приведут к различным результатам оценки загрязнения. В частности, степень загрязнения окружающей среды также имеет большую корреляцию с геологическими и экологическими характеристиками. Следовательно, выбор подходящей модели оценки принесет большую достоверность результатов оценки для каждой конкретной области.

Авторами проведены исследования экологического состояния геологической среды в провинции Донг Най, Вьетнам. В качестве критериев оценок выступали уровни загрязнения атмосферы, поверхностных вод, приповерхностных отложений свинцом, хромом, медью, мышьяком, цинком и кадмием. Территория анализировалась с применением следующих методов: СПЗУ,  $C_{deg}$  и NIPI. Поэтому, было проведено сравнение результатов оценки загрязнения по трем вышеупомянутым методам, чтобы выбрать подходящий метод оценки для исследуемой территории (табл. 1). Расчетные схемы, используемые при применении данных методов комплексных эколого-геологических оценок, представлены ниже.

Метод суммы факторов загрязнения  $C_{deg}$ :

$$C_{deg} = \sum C_i^f, \quad (1)$$

где  $C_i^f$  – индекс фактора загрязнения,  $C_i^f = C_i/\text{ПДК}_i$ ;  $C_i$  – концентрация элемента в анализируемой пробе (мг/кг).

Метод уточненного суммарного показателя загрязнения (СПЗУ):

$$\text{СПЗУ} = \sum_{k=1}^n K_k - \log_2 n, \quad (2)$$

где  $K_k = C_i/\text{ПДК}_i$ ,  $n$  – число анализируемых элементов.

Метод Немерова – интегрированный индекс загрязнения (НИПИ).

$$\text{НИПИ} = \sqrt{\frac{PI_{iave}^2 + PI_{imax}^2}{2}}, \quad (3)$$

где  $PI$  – индекс загрязнения,  $PI = C_i/\text{ПДК}_i$ ;  $PI_{imax}^2$  – это максимальное значение  $PI$  для каждого тяжелого металла, а  $PI_{iave}^2$  – среднее значение  $PI$  для каждого тяжелого металла.

Таблица 1

Классификация уровней загрязнения методов оценки загрязнения окружающей среды

СПЗУ	Ранг	НИПИ	Ранг	$C_{deg}$	Ранг
$\text{СПЗУ} < 2$	Экологическая норма	$\text{НИПИ} \leq 1$	Норма	$C_{deg} < 6$	Низкая степень загрязнения
$2 \leq \text{СПЗУ} < 4$	Экологический риск	$1 < \text{НИПИ} \leq 2$	Низкий уровень загрязнения	$6 \leq C_{deg} < 12$	Умеренная степень загрязнения
$4 \leq \text{СПЗУ} < 8$	Компенсированный кризис	$2 < \text{НИПИ} \leq 3$	Умеренный уровень загрязнения	$12 \leq C_{deg} < 24$	Значительная степень загрязнения
$8 \leq \text{СПЗУ} < 16$	Некомпенсированный кризис	$\text{НИПИ} > 3$	Сильный уровень загрязнения	$24 \leq C_{deg}$	Очень высокая степень загрязнения
$\text{СПЗУ} \geq 16$	Бедствие	–	–	–	–

На рис. 1 показано, что в ситуациях, когда значение отношения  $PI_{max}/PI_{ave} < 3$ , оценка загрязнения, произведенная тремя методами, близка по результатам. Состояние большинства проб оценивалось как нормальное, без загрязнения ( $\text{НИПИ} < 1$ ,  $\text{СПЗУ} < 2$ ,  $C_{deg} < 6$ ). Когда значение  $PI_{max}/PI_{ave} > 3$ , результаты оценок различны. По методу НИПИ экологическая ситуация по всем компонентам среды относится к низкому уровню загрязнения ( $1 < \text{НИПИ} < 2$ ), по СПЗУ является нормальным ( $\text{СПЗУ} < 2$ ). При этом в этих местах общей особенностью является то, что они имеют один или два элемента загрязнения, которые превышают ПДК в 2–3. Между тем, остальные элементы не загрязнены или очень слабо загрязнены. Когда в образцах уровень загрязнения ( $PI$ ) для 1–2 элементов выборки превышал ПДК более чем в 5 раз, метод НИПИ показал

сильные результаты загрязнения, а методы СПЗУ и  $C_{deg}$  показали только умеренный уровень загрязнения.

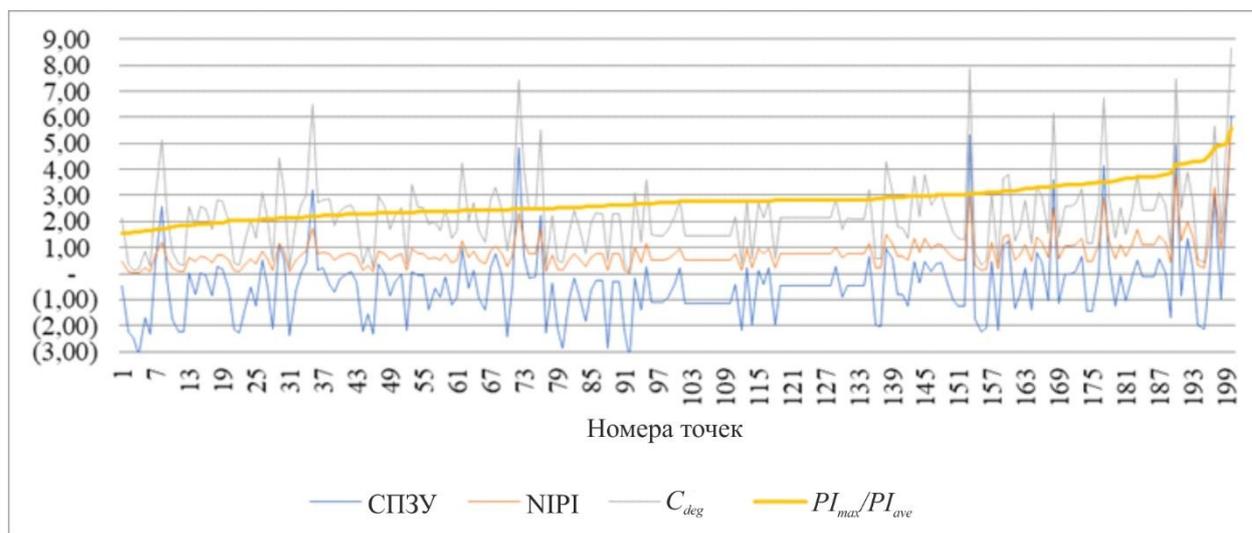


Рис. 1. Корреляция между значением СПЗУ, NIPI,  $C_{deg}$  и  $PI_{max}/PI_{ave}$

Таблица 2

Статистика результатов классификации загрязнения по трем методам NIPI, СПЗУ и  $C_{deg}$

Среда	$PI_{max}/PI_{ave}$	Количество точек	NIPI	СПЗУ	$C_{deg}$
Почва	< 3	67/72	Норма	Норма	Низкая
		5/72	Низкая	Норма	Низкая
	≥ 3	16/28	Норма	Норма	Низкая
		9/28	Низкая	Норма	Низкая
		3/28	Сильно	Умеренно	Умеренно
Воздух	< 3	11/16	Норма	Норма	Низкая
		5/16	Низкая	Норма	Низкая
	≥ 3	4/4	Низкая	Норма	Низкая
Вода	< 3	54/55	Норма	Норма	Низкая
		1/55	Низкая	Норма	Низкая
	≥ 3	5/25	Норма	Норма	Низкая
		15/25	Низкая	Норма	Низкая
		3/25	Умеренно	Норма	Низкая
		1/25	Сильно	Норма	Умеренно

Данные из табл. 2 показывают, что для почвенной среды, когда отношение  $PI_{max}/PI_{ave} < 3$ , результат оценки загрязнения трех методов аналогичен. Однако, когда это соотношение превышает 3, до 42,8% точек выборки показывают, что

результаты оценки между методами различны. В воздушной среде, когда это соотношение превышает 3, до 100% точек выборки результаты оценки между методами различны. Для водной среды большинство элементов имеют очень слабые уровни загрязнения, поэтому результаты трех методов довольно схожи. Однако, когда соотношение между максимальным и средним уровнями загрязнения превышает 3, до 76% точек отбора проб дают разные результаты оценки тремя вышеуказанными методами.

Проведенные исследования показывают, что методы СПЗУ и  $C_{deg}$  могут быть пригодны для оценки комплексного загрязнения в районах, где уровни загрязнения факторов не слишком отличаются (например, в сельскохозяйственных землях). Метод NPI может применяться для оценки комплексного загрязнения в сильно загрязненных районах, таких как зоны обработки отходов, промышленные районы и городские районы. Это дополнительно подтверждается интегрированной картой распределения загрязнения (рис. 2, 3 и 4). На севере и востоке находится сельскохозяйственная территория, результаты оценки трех методов одинаковы. Однако в юго-западной области, где есть городские районы, промышленные районы и зоны обработки отходов, результаты оценки загрязнения методом NPI считаются лучшими, чем два других метода. Таким образом, можно видеть, что использование метода NPI считается наиболее подходящим для исследуемой области.

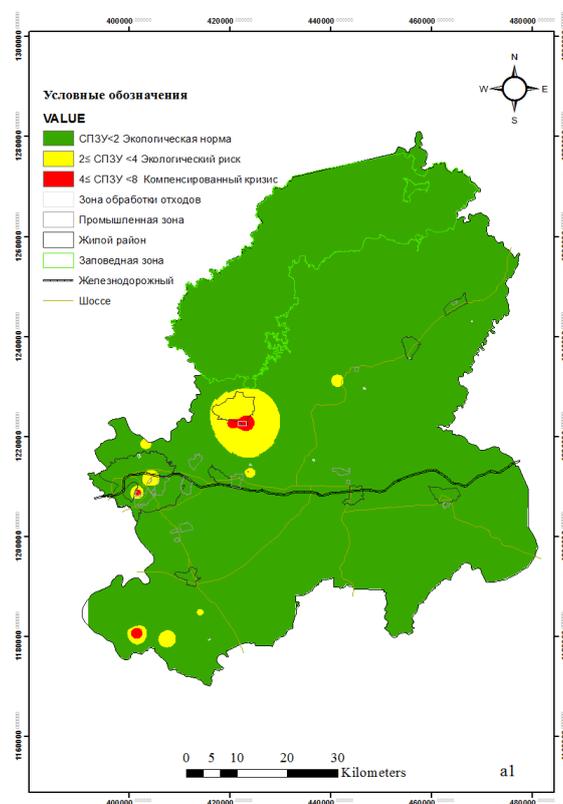


Рис. 2. Комплексная карта загрязнения на основе методов СПЗУ

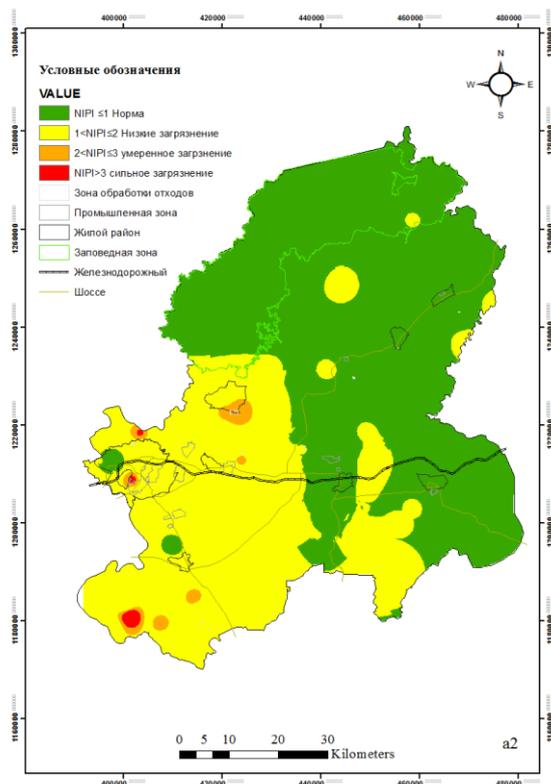


Рис. 3. Комплексная карта загрязнения на основе метода NPI

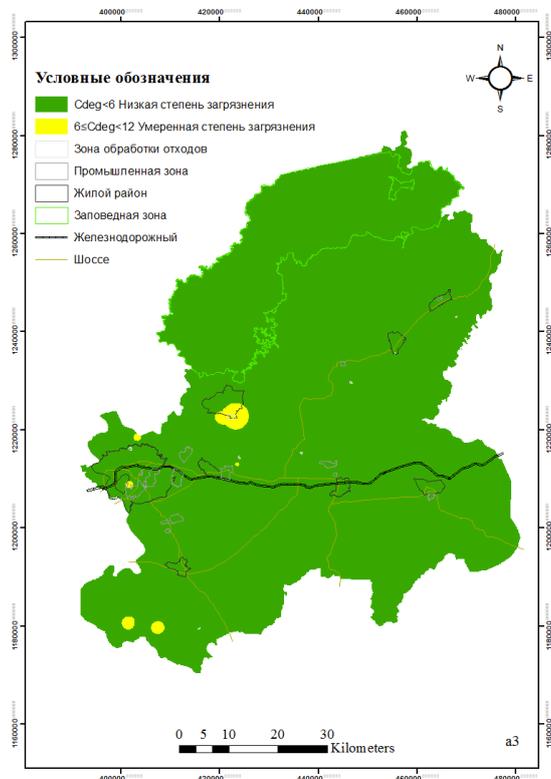


Рис. 4. Комплексная карта загрязнения на основе метода  $C_{deg}$

### *Выводы*

Из приведенного выше анализа следует, что методы СПЗУ и  $C_{deg}$  могут быть пригодны для оценки комплексного загрязнения в районах, где уровни загрязнения невысокие, например для сельскохозяйственных земель ( $PI_{max}/PI_{ave} < 3$ ). Метод NIPИ эффективен для комплексной оценки сильно загрязненных районов, таких как зоны обработки отходов, промышленные районы и городские районы, длительно используемые аграрные районы ( $PI_{max}/PI_{ave} \geq 3$ ). Основываясь на принципе экологических приоритетов, авторы считают, что применение метода NIPИ наиболее целесообразно при комплексных эколого-геологических оценках территории Вьетнама, т.к. данный метод наиболее достоверно отражает состояние природной среды в условиях различной техногенной нагрузки.

### **Список литературы**

1. Боков С.Ю., Базарский О.В. Комплексная геоэкологическая оценка геосферы жизнедеятельности населения Липецкого промрайона // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2010. № 1. С. 79–84.
2. Косинова И.И., Фонова С.И. Закономерности пространственного распределения загрязняющих веществ в городских условиях // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2015. № 2. С. 122–124.
3. Кульнев В.В., Базарский О.В. Комплексная методика геоэкологической оценки территории горнодобывающих предприятий // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2011. № 2. С. 142–147.
4. Abraham G.M.S., Parker R.J. Assessment of heavy metal enrichment factors and the degree of contamination in marine sediments from Tamaki Estuary, Auckland, New Zealand // Environmental monitoring and assessment. 2008. Vol. 136. No. 1–3. P. 227–238.
5. Determining heavy metal contamination of road dust in Delhi, India / P.V. Suryawanshi, B.S. Rajaram, A.D. Bhanarkar, C.C. Rao // Atmosfera. 2016. Vol. 29. No. 3. P. 221–234.
6. Hakanson L. An ecological risk index for aquatic pollution control: a sedimentological approach // Water Research. 1980. No. 14. P. 975–1001.
7. Loska K., Wiechula D., Korus I. Metal contamination of farming soils affected by industry // Environment International. 2004. Vol. 30. No. 2. P. 159–165.
8. Potential ecological risk assessment and prediction of soil heavy-metal pollution around coal gangue dump / X. Jiang, W.X. Lu, H.Q. Zhao, Q.C. Yang,

Z.P. Yang // Natural Hazards and Earth System Sciences. 2014. Vol. 14. No. 6. P. 1599.

9. Singh V., Joshi G.C., Bisht D. Energy dispersive x-ray fluorescent analysis of soil in the vicinity of industrial areas and heavy metal pollution assessment // Journal of Applied Spectroscopy. 2017. Vol. 84. No. 2. P. 306–311.

**Шавыкин А.А., Карнатов А.Н.**

Мурманский морской биологический институт РАН,  
г. Мурманск, shavykin@mmbi.info, karnatov@mmbi.info

**ПРЕДЛОЖЕНИЯ В ПРОЕКТ СВОДА ПРАВИЛ  
ПО ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИМ ИЗЫСКАНИЯМ  
ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА. КАРТЫ УЯЗВИМОСТИ РАЙОНОВ  
ПРИ ОЦЕНКЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ  
ДЛЯ ШЕЛЬФОВЫХ ПРОЕКТОВ**

*Введение*

В публикации сделан краткий анализ текста второй редакции свода правил СП \*\*\*.1325800.2019 «Инженерно-экологические изыскания для строительства. Общие правила производства работ» [4] с точки зрения его использования в морских шельфовых проектах. Анализируются отдельные недоработки, некорректности и пробелы текста этого нормативного технического документа (НТД), в том числе по определениям используемых понятий. Подробно рассмотрены вопросы зоны воздействия и необходимости карт уязвимости для них. Кратко говорится о зонах воздействия нефти и нефтепродуктов при их разливе, о разработке методики построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти. Сформулированы предложения по корректировке отдельных положений текста документа.

Инженерные изыскания – «это изучение природных условий и факторов техногенного воздействия в целях рационального и безопасного использования территорий и земельных участков в их пределах, подготовки данных по обоснованию материалов, необходимых для территориального планирования, планировки территории и архитектурно-строительного проектирования» [4, п. 3.15]. В то же время, «инженерно-экологические изыскания должны обеспечивать комплексное изучение и оценку инженерно-экологических условий территории (акватории, района, площадки, участка, трассы, включая зону воздействия) и составление прогноза возможных изменений инженерно-экологических условий с целью получения необходимых и достаточных материалов при обосновании планирования градостроительной деятельности» [4, п. 4.1]. Более подробно задачи инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) – в п. 4.2 [4].

*Определения некоторых понятий в проекте СП*

В п. 4.1 [4] говорится о *территории* и в скобках идет перечень – *акватория*, район, площадка, участок, трасса, включая зону воздействия. Было бы лучше, вероятно, в скобках перед словом «акватория» добавить слово «суша»

и далее – по тексту. А так не совсем ясно соотношение понятий *территория и акватория*. Если читать определения, приведенные в проекте СП (пункт 3 «Термины, определения, сокращения»), то биотоп – *участок суши или акватории ...* (п. 3.1.1), освоенная территория – *участок суши или акватории...* (п. 3.1.12). Здесь все понятно. Но зона санитарной охраны (п. 3.1.5) – *территория и/или акватория...* Тогда: *территория и акватория* – это разные понятия или все же акватория включается в понятие территория? И таких небольших, но важных некорректностей в тексте проекта СП достаточно много.

Кроме того, если для суши понятия раскрываются сравнительно полно, то для акватории – недостаточно, или такие понятия часто отсутствуют. Так, подробно раскрыты понятия *почва* (п. 3.1.17), *плодородный слой* (п. 3.1.13), *почвенная съемка* (3.1.18), а определения *донных отложений* нет, хотя оно и фигурирует в самом тексте проекта СП.

В целом в документе нет четкого определения многих понятий, часть имеет некорректные определения.

#### *Гидробиологические исследования и исследования морских экосистем в проекте СП*

Приведено определение гидробионтов (п. 3.1.2). Далее в приложении Ж (п. Ж.2.4) говорится, что гидробиологические показатели – показатели для гидробионтов, по которым оценивается состояние морских экосистем. Однако, если обратиться к таблице Ж.2 «Гидробиологические показатели, определяемые при проведении экологических изысканий морских экосистем», то в ней присутствуют показатели только для части биоты, обитающей в водной среде (от бактериопланктона до бентоса), и отсутствуют показатели для рыб и морских млекопитающих, что представляется странным. Показатели для рыб выделены в отдельный перечень по исследованию ихтиофауны (п. Ж.2.5). Морские млекопитающие, населяющие водные объекты, тоже являются гидробионтами, но в тексте о них ничего нет. Но еще более странна ситуация по морским птицам – их вообще нет в документе как компонента морской биоты и морской экосистемы! Вряд ли допустимо при строительстве и эксплуатации шельфовых проектов не учитывать воздействие на птиц и морских млекопитающих.

Сами заголовки Приложения Ж.2 и таблицы Ж.2 некорректны. Поскольку речь в заголовке таблицы только о гидробиологических показателях, то птиц и не должно быть, так как они не живут в водной толще (частично обитают на поверхности водных объектов). Однако для морской экосистемы это один из важных компонентов.

Скорее всего следует приложение Ж.2 назвать просто «Исследования морских экосистем» и включить в таблицу Ж.2 и рыб, и птиц, и морских млекопитающих.

*Зона воздействия проектируемого объекта и ее изучение  
(на этапе ИЭИ для подготовки проектной документации)*

В тексте СП нет четкого разграничения для ИЭИ на суше и на акваториях (морей, озер ...). Очень часто пункт документа относится как бы и к суше, и к акватории, но почти в 100% случаев все же к суше, а про акваторию говорится очень мало или ничего. Пример – пункт об изучении зоны воздействия объекта [4]:

«7.1.6.6 Для изучения зоны воздействия проектируемых объектов маршруты наблюдений прокладывают:

– перпендикулярно к границам основных геоморфологических элементов, максимально пересекая участки территории с различным геологическим строением, почвенным и растительным покровом;

– вдоль элементов эрозионной и гидрографической сети;

– вдоль участков развития опасных природных и природно-антропогенных процессов (при их наличии);

– вдоль направлений преобладающих ветров, по линиям поверхностного и подземного стока (при необходимости);

– зигзагообразно на участках с однородными геоморфологическими условиями с учетом структуры почвенного и растительного покрова и ландшафтно-геохимических особенностей территории и/или наличия труднодоступных мест и непроходимых препятствий (болота, водные преграды, объекты инфраструктуры и другие факторы, ограничивающие передвижение в маршрутах).

Общую протяженность маршрутов и количество площадок или точек наблюдений устанавливают в программе».

В этом пункте описано как прокладывают маршруты наблюдений и если внимательно читать, то все это относится к ИЭИ на суше (подчеркнут текст, относящийся к суше). Подробного пояснения для изучения зоны воздействия для акватории нет. Тогда возникает вопрос, а как изучить зону воздействия на акватории? Ответа на него нет в проекте СП.

*Зона воздействия для морских акваторий и карты уязвимости для них*

Следует обратиться к тому, что должен содержать отчет по результатам проведения ИЭИ в графической части (п. 4.10.3 [4]). В этом пункте, в том числе, перечислены три составляющих: *почвенная карта, карта растительного покрова, ландшафтная карта*, которые фактически относятся к суше. Ничего нет в отношении дна и донных осадков для поверхностных водных объектов. Вероятно, должна быть и карта донных осадков, и карта донной биоты.

Важный вопрос – о *картах уязвимости* от техногенного воздействия проектов строительства для акватории морей. *Карта уязвимости грунтовых вод*

*к загрязнению есть, а карты уязвимости морских акваторий от загрязнений и антропогенных воздействий нет.*

Требования о картах уязвимости акваторий от антропогенных воздействий нет и в списке приложения А (таблица А.1). В этой таблице есть граница зон воздействия, как составляющая (п. 9 таблицы А.1) – карты прогнозируемого экологического состояния. На ней должны быть указаны зоны воздействия проектируемого объекта. Ясно, что разливы нефти в основном не относятся к природно-антропогенным явлениям. Поэтому карты уязвимости могут быть разработаны только согласно п. 9 этого приложения.

Но здесь возникает вопрос – что такое границы зон воздействия для шельфового проекта по добыче или перегрузке нефти и нефтепродуктов, и что есть границы наиболее уязвимых участков? Если все же п. 9 Приложения А [4] относится и к картам уязвимости акваторий – «границы наиболее уязвимых к загрязнению участков территории» – тогда как ее составлять? Достаточно ли просто карт уязвимых участков присутствующих отдельных видов или групп биоты (и возможно каких-либо абиотических компонентов) или же необходима интегральная карта уязвимости, где будут показаны границы только наиболее уязвимых участков? При этом наиболее уязвимые участки акватории на интегральных картах определяются не так однозначно. Во-первых, это сумма уязвимости многих составляющих (фито- и зообентоса, ихтиофауны, морских млекопитающих и птиц), уязвимость которых зависит как от их обилия, так и от их удельной уязвимости к действующему антропогенному фактору. Во-вторых, в разные сезоны эта сумма для зоны воздействия будет различной. И в-третьих, количество наиболее уязвимых участков и их размер сильно зависит от алгоритма расчета.

#### *Определение зоны воздействия объекта строительства на шельфе*

Таких зон должно быть две: для безаварийной эксплуатации объекта и для аварийных ситуаций. Проблема усугубляется тем, что не ясно как определять аварийную зону воздействия. Во-первых, все зависит от времени локализации аварии с нефтью (каково оно может быть при сильном продолжительном шторме?). Во-вторых, такая зона явно может выходить за пределы лицензионной площадки (зоны ответственности конкретной компании «А»). Если зона воздействия распространяется на другой лицензионный участок (ЛУ) компании «Б», то там компания «А» не может ничего проводить. И как тогда быть с ИЭИ, производственно-экологическим мониторингом (ПЭМ) и производственно-экологическим контролем (ПЭК), с ликвидацией аварии? Все это наглядно видно на примере месторождения «Приразломный» и прилегающих лицензионных участков (ЛУ). ЛУ «Приразломный» (ПАО «Газпром нефть») зажат со всех сторон лицензионными участками ПАО «НК «Роснефть». Ширина ЛУ «Приразломный» по параллели – около 17 км, сама добычная платформа

расположена на расстоянии 7 км от границы ЛУ. Крупный разлив, а тем более при шторме будет выходить за границы ЛУ. И что тут будет зоной воздействия ИЭИ, в каких границах должен проводиться ПЭМ? В проекте СП этого нет.

Постановление Правительства РФ № 1189 [1] требует представить в плане ликвидации разливов нефти (ЛРН) зону распространения при неблагоприятных гидрометеорологических условиях. С учетом этого Постановления важно, что план ЛРН должен, вероятно, содержать прогнозируемые зоны распространения разливов нефти и нефтепродуктов при неблагоприятных гидрометеорологических условиях с описанием возможного характера негативных последствий разливов нефти и нефтепродуктов для окружающей среды, населения и нормального функционирования систем его жизнеобеспечения [1, п/п «в», п. 2, разд. II]. Тогда получается, что такая зона возможно и будет зоной аварийного воздействия проекта? И для нее необходимо указать наиболее уязвимые участки и подготовить предложения по ПЭМ? Но то, о чем говорится в [1] не является картой уязвимости. В проекте СП в отношении этих вопросов ничего нет.

#### *Нормативно-правовая проблема составления карт уязвимости*

Необходимо подробно рассмотреть вопрос о картах уязвимости от нефти. Есть ли в других российских нормативных документах требование о подготовке при планировании и использовании при ЛРН карт уязвимости? Такого требования нет как в Постановлении Правительства № 1189 от 14.11.2014 [1], так нет таких положений и в других нормативных документах.

Проблема с картами уязвимости от нефти (в нормативно-правовом плане) в определенной степени решалась, когда в СП 47.13330.2012 [2] был соответствующий пункт:

«8.4.12. При инженерно-экологических изысканиях в условиях континентального шельфа, территориального моря и внутренних морских вод должны быть получены достаточные временные ряды наблюдений, позволяющие выполнить оценку сезонной и многолетней динамики экосистем в районах планируемого освоения.

В состав картографического материала включают тематические картосхемы, содержащие информацию о распределении и уязвимости к основным видам антропогенных воздействий: бактериопланктона, фитопланктона и фотосинтетических пигментов, зоопланктона, ихтиопланктона, макробентоса, ихтиофауны, птиц и млекопитающих. На основе инженерно-гидрометеорологических изысканий составляют картосхемы преобладающих течений, температуры, солености (минерализации), прозрачности вод, их гидрохимических параметров, а также содержания в водах и донных отложениях загрязняющих веществ, гранулометрического состава донных отложений и динамики наносов.

В итоге составляют комплексную карту уязвимости природных комплексов (экосистем) к основным ожидаемым видам антропогенного воздействия, содержащую сведения о границах и характере выявленных природоохранных ограничений природопользования, а также предложения к программе производственного экологического контроля».

В этом пункте не говорилось, как конкретно составлять указанную «комплексную карту уязвимости природных комплексов (экосистем)». Но в СП 47.13330.2016 [3] даже сама формулировка такого положения уже отсутствует и действие п. 8.4.12 СП 47.13330.2012 [2] отменено. Однако на взгляд авторов следует вернуть данный пункт в текст нового СП.

### *Для чего необходимы карты уязвимости*

Кратко перечислим, для чего в общем случае необходимы карты уязвимости прибрежно-морских зон от нефти: 1) для планов и операций по ликвидации разливов нефти – для минимизации ущерба от разлива и операций по ЛРН; 2) для экологического сопровождения шельфовых проектов – для выбора наиболее оптимального варианта (ИЭИ, ОВОС), с точки зрения охраны природы от разных воздействий; 3) для планирования государственного и производственного экологического мониторинга разного уровня – для оптимизации всей системы мониторинга.

### *Существующее положение с картами уязвимости морских зон от нефти*

Крупнейшими международными экологическими организациями разработано много различных документов о воздействии нефти на морскую экосистему и ее отдельные компоненты. Подготовлены, в том числе на русском языке, рекомендации по разработке карт уязвимости. Но в России в настоящее время нет полностью готовой методики построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от антропогенных воздействий. Те карты, которые строились на основе подхода, предложенного ЗАО «Экопроект» и первоначально авторами в Мурманском морском биологическом институте КНЦ РАН, некорректны, так как основаны на арифметических действиях с ранговыми (порядковыми) величинами. Подробный разбор этих и других методик составления карт уязвимости от нефти представлен в главе 11 монографии «Кольский залив и нефть» [5].

Отказ от использования рангов (порядковых величин) приводит к нескольким проблемам. Основные – это выбор единиц измерения обилия групп биоты и обоснование коэффициентов уязвимости компонентов биоты от антропогенного воздействия.

Часть проблем, как представляется, авторам удалось решить. Эти решения изложены в патентах и ряде публикаций, а также подробно в главе 12

коллективной монографии «Кольский залив и нефть» [6]. Главное, что такая методика вполне может быть разработана и принята в России. Остается вопрос: необходимы ли карты уязвимости для шельфовых нефтегазовых проектов? И ответ все более очевиден, что всем удобнее действовать без таких карт, особенно ликвидаторам разливов.

#### *Предложения по разработке российской методики построения карт уязвимости*

Если все же вопрос разработки таких карт уязвимости актуален, то в монографии «Кольский залив и нефть» представлены предложения по реализации данного вопроса. Самое главное – положение о разработке карт уязвимости при подготовке ИЭИ необходимо включить в соответствующие НТД, в данном случае в обсуждаемый проект свода правил [4]. Возможно, наиболее целесообразно в той или иной степени повторить п. 8.4.12 СП 47.13330.2012 [2] с уточнением, что такие карты обязательны для шельфовых нефтегазовых проектов (проектов по разведочному бурению, добыче и перевалке нефти и нефтепродуктов).

#### *Заключение*

Текст 2-й редакции документа СП\*\*\*.1325800.2019 по ИЭИ для строительства [4] требует серьезной доработки: а) общего редактирования всего текста, б) редактирования понятийного аппарата, в) редактирования разделов с содержанием действий при проведении ИЭИ, особенно на акваториях морей. Необходимо:

- 1) учесть представленные предложения по общему редактированию текста, в том числе понятийного аппарата;
- 2) четко определиться с зонами воздействия строительства на акватории морей (в первую очередь с нефтегазовыми проектами);
- 3) исправить приложение Ж.2 в отношении морских птиц и морских млекопитающих;
- 4) включить в текст СП положения об обязательной разработке карт уязвимости для района воздействия для нефтегазовых шельфовых проектов;
- 5) обсудить под эгидой АИИС методику построения карт уязвимости прибрежно-морских зон от нефти с учетом того, что она может стать общероссийской методикой.

*Работа выполнена в рамках Госзадания Минобрнауки РФ № 0228-2019-0029. № государственной регистрации ААА-А18-118030690062-0 (06.03.2018).*

### Список литературы

1. Постановление Правительства РФ № 1189 от 14.11.2014 «Об организации предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на континентальном шельфе РФ, во внутренних морских водах, в территориальном море и прилегающей зоне РФ».
2. СП 47.13330.2012 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
3. СП 47.13330.2016 «СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения».
4. СП \*\*\*.1325800.2019 Инженерные изыскания для строительства. Общие правила производства работ: проект, вторая редакция.
5. Шавыкин А.А., Калинин О.П., Карнатов А.Н. Обзор методов построения карт чувствительности/уязвимости прибрежно-морских зон от нефти // Кольский залив и нефть: биота, карты уязвимости, загрязнение / Под ред. А.А. Шавыкина. СПб.: Реноме, 2018. С. 233–291.
6. Шавыкин А.А., Карнатов А.Н. Методика построения карт чувствительности/уязвимости прибрежно-морских зон от нефти // Кольский залив и нефть: биота, карты уязвимости, загрязнение / Под ред. А.А. Шавыкина. СПб.: Реноме, 2018. С. 292–317.

**Гончаров А.В.**

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра гидрологии суши,  
г. Москва, mama15333@mail.ru

## **БИОЛОГИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ (ЗАГРЯЗНЕНИЯ) ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

### *Введение*

Обитатели водоемов оказывают влияние на состав и качество воды; с другой стороны – они сами могут быть использованы как индикаторы состояния (загрязнения) водоемов. Использование одних только физико-химических методов контроля воздействия на окружающую среду оказывается недостаточным в силу большого множества и разнообразия таких воздействий. В настоящее время, в результате хозяйственной деятельности, в водоемы поступают многие сотни и тысячи химических веществ, учесть которые не в состоянии ни одна гидрохимическая лаборатория.

В такой ситуации живые организмы могут рассматриваться как уникальный «прибор», который реагирует на все вещества, находящиеся в воде, на все их комбинации и сочетания; организмы реагируют на весь комплекс условий окружающей их среды. Особенно важно то, что с помощью водных обитателей можно оценивать качество водной среды для живых организмов, для человека. Поэтому биологические методы являются неотъемлемой составной частью системы контроля загрязнения водоемов во многих странах мира, в районах расположения крупнейших промышленных объектов.

Вместе с тем нужно отметить, что методам биологического анализа присуща некоторая неопределенность, связанная с тем, что ответные реакции живых организмов обусловлены не только антропогенными воздействиями, но и природными факторами, отделить которые не всегда представляется однозначно.

Представлены некоторые принципы использования биологических методов оценки состояния (загрязнения) водных объектов. При этом выделяются три группы методов, основывающихся на: 1. использовании показательных организмов (индикаторов), 2. на видовом разнообразии биоценозов и 3. на совместном использовании двух предыдущих подходов.

### *Метод показательных (индикаторных) организмов*

Одним из первых вариантов такого метода стала широко известная система сапробности, разработанная более 100 лет назад Р. Кольквитцом (R. Kolkwitz) и М. Марссоном (M. Marsson) [8]. Эти авторы считали, что распад находящегося в составе сточных вод органического вещества имеет ступенчатый характер:

вблизи места сброса сточных вод происходит расщепление в анаэробных условиях белков и углеводов (полисапробная зона). Далее вниз по реке наблюдается окисление сперва аминокислот (а-мезосапробная зона), затем солей аммония (b-мезосапробная зона). Самоочищение заканчивается образованием нитратов (олигосапробная зона). Кольквитц Р. и Марссон М. установили четыре зоны загрязнения и дали списки видов-индикаторов, характерных для каждой из них.

В последующем система сапробности постоянно совершенствовалась: появлялись новые подходы к интерпретации результатов наблюдений, постоянно уточнялись и расширялись списки организмов-индикаторов. В этих списках, составляющих основу метода, каждому виду гидробионтов сопоставлена характерная для него степень сапробности, выражаемая числовым индексом. Так что, отобрав гидробиологические пробы в тех или иных местах водоема, определив видовую принадлежность и численность организмов, воспользовавшись списком видов-индикаторов и произведя несложные арифметические расчеты, можно определить степень сапробности водоема – то есть его загрязненности органическими веществами, находящимися на разных стадиях разложения [4, 9].

#### *Оценка по видовому разнообразию*

Обычно считается, что чем лучше условия существования организмов (чем чище вода), тем больше биотическое разнообразие. Для оценки состояния водных объектов используются такие показатели видового разнообразия, как индексы Шеннона и Пиелу [5]. Индекс Шеннона, по существу, включает в себя две характеристики – число видов и выровненность сообщества, определяемую индексом Пиелу (этот индекс принимает наибольшее значение, если все особи сообщества относятся к разным видам, наименьшее – когда все особи принадлежат одному виду).

Однако нужно иметь в виду, что разнообразие зависит также и от разнообразия местообитаний. Например, на участке реки, сложенном разноразмерными валунно-галечными отложениями видовое разнообразие обычно больше, чем на однородном песчаном грунте.

#### *Показательные организмы и видовое разнообразие*

Для оценки степени загрязненности речных вод по состоянию донных биоценозов, широко используется метод, разработанный английским исследователем Ф. Вудивиссом на р. Трент [3]. Индекс Вудивисса определяется по таблице, в которой группы организмов зообентоса расположены в порядке (сверху вниз) их исчезновения из биоценозов по мере увеличения загрязнения (веснянки, поденки, ручейники, гаммарусы и др.). Кроме того, учитывается

число видов (групп) в пробе. Таким образом, данный метод основан на оценке видового разнообразия сообщества зообентоса и индикаторной (по отношению к загрязнению) значимости отдельных представителей донного биоценоза. Биотический индекс изменяется от 10 (чистые воды) до 0 (очень грязно).

### *Результаты исследований*

Рассмотренные выше и другие аналогичные методы широко используются при проведении различных работ по оценке состояния (загрязнения) водных объектов. Автором с коллегами проанализированы многолетние данные Центрального УГМС Федерального агентства по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) по мониторингу загрязненности воды с помощью гидрохимических и гидробиологических показателей – на 37 участках 15-ти рек Московской области за период 1978–1995 гг. [1]. В результате была выявлена тесная связь между биотическим индексом Вудивисса и комплексным гидрохимическим показателем – индексом загрязненности воды (ИЗВ). Это свидетельствует о том, что донные обитатели достаточно хорошо отражают экологическую обстановку, складывающуюся на реках Московской области.

Летом 2015 и 2016 гг. автором с коллегами была произведена биологическая оценка загрязненности некоторых рек Московской области (рр. Клязьма, Москва, Нара, Протва, Пахра, Нерская). Места обследования назначались выше и ниже крупных городов – на участках рек со сходными гидрологическими характеристиками (скорость течения, расход воды, тип донных отложений). Ниже городов пробы отбирали в 50–100 м ниже выпуска в реки сточных вод с городских очистных сооружений. Состояние речных биоценозов (и качество воды) оценивалось с помощью биотического индекса Вудивисса (БИ). В результате выявлена тесная обратная связь между БИ и численностью населения городов; наибольший БИ выявлен ниже небольшого г. Верея, а малый БИ – в крупном г. Подольск. Эта связь объясняется тем, что при увеличении численности населения возрастает объем и загрязненность сточных вод, сбрасываемых в реку, что вызывает снижение видового разнообразия речных биоценозов и исчезновению видов, чувствительных к загрязнению; БИ при этом снижается.

В 2015–2016 гг. автором с коллегами проведено исследование в бассейне р. Селенги на российской территории с целью оценки ее состояния по биологическим показателям. Изучен зообентос реки в районе г. Улан-Удэ, на р. Модонкуль в районе г. Закаменск, на р. Джида, р. Уда и в дельте р. Селенга. Определены видовой состав, численность и биомасса организмов, подсчитаны биотические индексы. Показано, что речные биоценозы весьма чувствительны к загрязнению. Это проявилось в снижении биоиндикационных показателей на участке р. Селенги ниже выпуска сточных вод г. Улан-Удэ, в р. Джиде ниже

впадения р. Модонкуль, и особенно – в разрушении донных биоценозов р. Модонкуль – под влиянием загрязнений горнодобывающего комбината в г. Закаменске, накопившихся в течение десятилетий. С другой стороны, исследование показало высокую самоочищающую способность рек: восстановление донных биоценозов в р. Селенге и в р. Джиде происходит через несколько километров ниже источника воздействия. Изменение донных сообществ в дельте р. Селенги происходит под влиянием природных факторов: здесь, при переходе от верхней части дельты к нижней, резко меняются гидрологические условия и тип донных отложений. В соответствии с этим формируются определенные типы донных биоценозов [7].

### *Заключение*

Следует обратить внимание на то, что многие авторы, предостерегают от механического перенесения систем биологической индикации (индикаторных организмов), разработанных в Центральной Европе – на другие регионы в России. Необходима разработка собственных методов, учитывающих индикаторные особенности гидробионтов в данном регионе [2, 6]. Кроме того, учитывая некоторую неопределенность в результатах гидробиологической индикации, желательно использовать ее совместно с гидрохимическими методами.

### **Список литературы**

1. Алексеевский Н.И., Гончаров А.В., Семаков В.А. Соотношение антропогенных нагрузок и экологического состояния рек Московской области // Труды Академии проблем водохозяйственных наук. Русловедение и гидроэкология. Вып. 7. М.: Изд-во МГУ, 2001. С. 37–45.
2. Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири (Zoobentos as an indicator of water ecosystems state in Western Siberia): аналитический обзор // Экология. Серия аналитических обзоров мировой литературы. 2007. Вып. 85. С. 1–86.
3. Вудивисс Ф. Биотический индекс р. Трент. Макробеспозвоночные и биологическое обследование // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: труды советско-английского семинара. Л.: Гидрометеиздат, 1977.
4. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод / Под ред. Г.Г. Винберга. Л.: АН СССР, 1974. 60 с.
5. Одум Ю. Экология. Т. 2. М.: Мир, 1986. 376 с.
6. Семенченко В.П. Принципы и системы биоиндикации текущих вод. Минск: Орех, 2004. 125 с.

7. Ecological assessment of the Selenga River basin, the main tributary of Lake Baikal, using aquatic macroinvertebrate communities as bioindicators / A.V. Goncharov, N.S. Baturina, V.V. Maryinsky, A.K. Kaus, S.R. Chalov // *Journal of Great Lakes Research*. 2020. Vol. 46. Issue 1. P. 53–61.
8. Kolkwitz R., Marsson M. *Ekologie der pflanzlichen Saprobien* // *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft*. 1908. Bd. 22. S. 505–519.
9. Sladeček V. System of water quality from biological point of view // *Archiv für Hydrobiologie*. 1973. Bd. 7. H. 7. S. 808–816.

**Жигульский В.А., Чебыкина Е.Ю., Шуйский В.Ф.**

ООО «Эко-Экспресс-Сервис», г. Санкт-Петербург, [ecoplus@ecoexr.ru](mailto:ecoplus@ecoexr.ru)

## **ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗЫСКАНИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОВАРИАНТНОГО ВЫБОРА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ**

Компания «Эко-Экспресс-Сервис» имеет богатый опыт проведения инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) и производственного экологического контроля (мониторинга), который позволил систематизировать полученные результаты исследований и создать базу данных (БД) «База данных для оценки воздействия гидротехнических работ на экосистемы внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации, 2001–2019 гг.». База данных зарегистрирована Федеральной службой по интеллектуальной собственности (Роспатент) (свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020620240 от 10.02.2020). Она включает информацию о количественных и качественных характеристиках различных природных сред, оказываемого на них техногенного воздействия и его последствий.

База данных активно используется для экспресс-оценки альтернативных вариантов размещения производственных объектов. Выбор экологически безопасного и оптимального варианта размещения проводится на основе разработанной в компании ООО «Эко-Экспресс-Сервис» балльно-рейтинговой многокритериальной технологии сравнительной оценки альтернативных вариантов размещения намечаемых производственных объектов. Эта технология позволяет исключать неблагоприятные варианты размещения объекта еще на ранних стадиях проработки. Подготовка полной составляющей природоохранной проектной документации для производственного объекта требует выполнения большого объема дорогостоящих и трудоемких работ, связанных с выполнением серии разноплановых инженерных изысканий, разработки томов Оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС), Перечня мероприятий по охране окружающей среды (ПМООС или МООС).

Применение предлагаемой технологии многокритериальной оценки позволяет избежать большинства этих затрат. Для отбора критериев и определения их значений используется база данных, а также менее полные и намного более быстрые, выборочные целевые инженерные изыскания. В итоге худшие, наиболее экологически опасные варианты размещения выбраковываются в самом начале проектирования с минимальными трудовыми, временными, финансовыми затратами, а дальнейшую полную процедуру проектного цикла проходят лишь наилучшие варианты, выдержавшие предварительный отбор. Метод имеет сертификат соответствия нормативным требованиям № FSK.RU.0002.F0005798 Федерального агентства по

техническому регулированию и метрологии (Росстандарт). На него получены положительные экспертные заключения Института географии РАН и ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого». Получена третья премия на «Международном конкурсе научных, научно-технических и инновационных разработок, направленных на развитие и освоение Арктики и континентального шельфа–2018». Проекты, выполненные с использованием данного метода, успешно проходят Государственную экологическую экспертизу и получают положительные заключения в ФАУ «Главгосэкспертиза».

Сравнение вариантов производится на основе многокритериальной балльно-рейтинговой оценки в два этапа.

На первом этапе проводится определение и сравнение значений критериев экологической безопасности. Для этого используются:

– результаты целевых (специализированных) инженерно-экологических изысканий;

– базы данных компании ООО «Эко-Экспресс-Сервис»: «БД для оценки воздействия гидротехнических работ на экосистемы внутренних морских вод и территориального моря Российской Федерации, 2001–2019 гг.» (Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020620240 от 10.02.2020); «БД о прибрежных зарослевых экосистемах восточной части Финского залива» и др.

На втором этапе проводится обобщающая сводная оценка по всей совокупности критериев. Для сведения полученных результатов в общую сравнительную балльную оценку используются четыре конкурентных метода, различающиеся степенью детализации учета индикаторной значимости критериев и соотношения разнотипных участков объекта.

Количество учитываемых критериев, определяемых в ходе ИЭИ, в зависимости от характера объекта и особенностей окружающей среды, варьирует от 230 до 400. Вся совокупность критериев подразделяется на пять критериальных групп: группа № 1 – технические и технологические различия вариантов (обычно доступны определению от 10 до 15 критериев); группа № 2 – ограничения природопользования (соответственно 55–70 критериев); группа № 3 – исходное состояние окружающей среды (50–90 критериев); группа № 4 – воздействие на окружающую среду для вариантов размещения объекта (100–190 критериев); группа № 5 – критерии для сравнительной оценки вариантов размещения объекта по характеристикам возможных аварий (15–45 критериев).

На основании описанной совокупности критериев каждой из пяти групп, определяемых в ходе целевых инженерно-экологических изысканий, обработанные и сведенные в итоговую оценку были использованы на таких федерально значимых объектах, как газопровод «Северный поток-2» (компания Nord Stream 2 AG), КПЭГ на территории Кингисеппского муниципального района (ООО «НИПИ НГ «Петон») и др.

**Аскарлов Р.А., Ганова С.Д.**

РГГРУ имени Серго Орджоникидзе (МГРИ), экологический факультет, кафедра техносферной безопасности,  
г. Москва, rasul72@list.ru

## **МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В СОСТАВЕ ИНЖЕНЕРНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗЫСКАНИЙ**

### *Введение*

Инженерно-экологические изыскания (ИЭИ) выполняются для оценки современного состояния и прогноза возможных изменений окружающей среды под влиянием антропогенной нагрузки с целью предотвращения, минимизации или ликвидации вредных и нежелательных экологических и связанных с ними социальных, экономических и других последствий и сохранения оптимальных условий жизни населения, что находит отражение при составлении программы ИЭИ, в состав которых, в частности, входят медико-биологические исследования.

При проведении медико-биологических исследований проводится оценка современного состояния и прогноза возможных изменений здоровья населения под влиянием экологических условий и санитарно-эпидемиологического состояния территории. При этом оценка экологических условий должна включать покомпонентную оценку воздействия состояния среды обитания (воздуха, питьевой воды, почв, продуктов питания, объектов рекреации и других факторов) на здоровье человека на основе установленной системы санитарно-гигиенических критериев.

Это тем более актуально, что охрана здоровья населения является одним из приоритетов государственной политики и важнейшим фактором национальной безопасности. Здоровье человека определяется сложным воздействием целого ряда факторов: социально-экономических, антропогенных, природно-климатических и других факторов. При этом интенсивность влияния этих факторов на формирование здоровья населения характеризуется территориальной спецификой и особенно отчетливо различие проявляется в уровне социальных параметров населения городской и сельской местности.

Современное состояние окружающей среды в промышленно развитых регионах и городах России характеризуется высоким техногенным загрязнением, как правило, во много раз превышающим допустимые гигиенические нормы. Реально наблюдаемое нарастающее воздействие на природу и человека, тревожная отрицательная динамика демографических показателей России, объективно установленный рост заболеваемости населения, обуславливает необходимость оценки взаимосвязи комплекса факторов окружающей среды и здоровья человека в региональном аспекте (Беляев Е.Н., 2000; Онищенко Г.Г., 2001, 2007, 2008, 2010; Потапов А.И. и др., 2002, 2003;

Рахманин Ю.А., 2004, 2006). Выявление факторов риска, доказательство их роли в нарушениях здоровья человека, а также количественная характеристика зависимостей вредных эффектов от уровней воздействия конкретных факторов являются одними из фундаментальных задач современной гигиены, других разделов медицины (Новиков С.М., Рахманин Ю.А., Шашина Т.А., 2001; Рахманин Ю.А., 2009; Зайцева Н.В., 2010). Одним из основных путей их реализации является оценка риска здоровью, которая рассматривается в качестве приоритетного механизма разработки управленческих решений по охране окружающей среды в системе социально-гигиенического мониторинга с использованием количественных и качественных методов, что исключительно актуально в настоящее время (Авалиани С.Л., 2000, 2006; Киселев А.В., 2000, 2005; Маймулов В.Г., 2001; Онищенко Г.Г., 2001, 2007, 2008; Новиков С.М., 2010).

Одним из распространенных видов загрязнения окружающей среды считается контаминация тяжелыми металлами (Морщакова Е.Ф., 2000; Aceto M. et al., 2003). Металлы и их соединения благодаря высокой миграционной способности, склонности к высокой биоаккумуляции, стабильности в окружающей среде, способности накапливаться в организме, наличию ярко выраженных специфических токсических эффектов представляют опасность для здоровья человека (Воронов С.И., 1999; Чащин В.П., 2004, 2007; Litminezuk A. et al., 1999).

### *Основные задачи*

1. Провести комплексное эколого-гигиеническое исследование и определить приоритетные факторы среды обитания (атмосферного воздуха, питьевой воды, почвы, пищевых продуктов) в горнодобывающем регионе, представляющие риск здоровью населения.

2. Определить канцерогенный и неканцерогенный риск для здоровья населения в районе размещения горнодобывающих предприятий при комбинированном воздействии химических загрязнителей.

3. Изучить состояние здоровья различных возрастных групп населения по показателям общей заболеваемости и заболеваемости злокачественными новообразованиями.

4. Выявить наличие возможной связи между загрязнением атмосферного воздуха и показателями общей заболеваемости, заболеваемости злокачественными новообразованиями.

5. Разработать предложения по оптимизации региональной системы социально-гигиенического мониторинга.

### *Основные положения*

1. Особенности формирования среды обитания и структура факторов риска в горнодобывающем регионе связаны с длительной деятельностью предприятий горнодобывающей промышленности и природно-геохимическими условиями.

2. Ведущее гигиеническое значение в комплексе вредных природно-антропогенных факторов имеет высокое содержание в почве, питьевой воде и местных пищевых продуктах высокотоксичных металлов, в частности мышьяка, хрома, никеля, кадмия, свинца и ртути.

### *Материалы, методы и объем исследований*

Объектами исследования являлись состояние среды обитания (атмосферный воздух, водные объекты, питьевая вода, почва, пищевые продукты), показатели общей заболеваемости, заболеваемости злокачественными новообразованиями населения, проживающего в горнодобывающем регионе и геохимических природных условиях.

### *Выводы*

1. Риск развития неканцерогенных эффектов здоровью при поступлении токсикантов с почвенными частицами не превышает минимального. Неканцерогенный риск от химических загрязнителей пищевых продуктов для населения г. Сибай ( $HQ = 7,8$ ) формируется за счет содержания мышьяка ( $HQ = 2,46$ ), ртути ( $HQ = 1,35$ ); г. Учалы ( $HQ = 21,9$ ) – за счет хрома ( $HQ = 9,95$ ), меди ( $HQ = 5,1$ ), мышьяка ( $HQ = 5,02$ ) и оценивается как высокий. Коэффициент опасности при поступлении токсикантов с питьевой водой для населения г. Сибай равен 45,4, г. Учалы - 18,7 и оценивается как неприемлемый.

2. Суммарный канцерогенный риск от загрязнения почвы металлами по г. Учалы находится на уровне  $2,56 \cdot 10^5$ , г. Сибай –  $1,28 \cdot 10^6$ ; за счет питьевой воды соответственно –  $2,29 \cdot 10^4$  и  $1,06 \cdot 10^3$ ; пищевых продуктов соответственно –  $2,35 \cdot 10^2$  и  $3,17 \cdot 10^3$ . Суммарный индивидуальный канцерогенный риск при пероральном поступлении в организм выявленных канцерогенов из всех сред для населения г. Учалы находится на уровне  $2,38 \cdot 10^2$ , г. Сибай –  $4,23 \cdot 10^3$ , который оценивается как высокий неприемлемый уровень.

3. Суммарный неканцерогенный риск здоровью населения г. Учалы за счет выбросов ОАО «Учалынский горно-обогатительный комбинат» при хроническом аэрогенном воздействии токсических веществ на границе санитарно-защитной зоны составил 8,8 и оценивается как высокий. Более высокие уровни неканцерогенной опасности при ингаляционном поступлении веществ из атмосферного воздуха отмечаются по керосину ( $HQ = 2,1$ ), марганцу ( $HQ = 2$ ), серы диоксиду ( $HQ = 2$ ), азота диоксиду ( $HQ = 1,7$ ). Суммарный аэрогенный

канцерогенный риск находится в диапазоне среднего риска здоровью ( $2,68 \cdot 10^4$ ). Популяционный риск дополнительных случаев рака в год составил 10,3 случая на 39 323 жителей.

### *Практические рекомендации*

1. Необходимо проведение постоянного мониторинга атмосферного воздуха, почвы, питьевой воды, пищевых продуктов на территории горнодобывающего региона с целью включения в региональный информационный фонд приоритетных маркеров экспозиции для использования в оценке риска здоровью и планирования мероприятий по снижению риска до допустимого.

2. Следует развивать и совершенствовать региональную систему социально - гигиенического мониторинга путем внедрения в нее показателей риска здоровью, с учетом распределения химических веществ в атмосферном воздухе, почве, питьевой воде, пищевых продуктах для прогнозной оценки и принятия управленческих решений.

3. Государственным надзорным органам использовать методику оценки риска при планировании и проведении природоохранных мероприятий в целях сохранения и укрепления здоровья населения.

4. Предприятиям горнодобывающего комплекса провести мероприятия по снижению выбросов тяжелых металлов в окружающую среду.

*Статья подготовлена на основе автореферата «Гигиеническая оценка особенностей загрязнения объектов окружающей среды и их влияние на состояние здоровья населения горнодобывающего региона (на примере Республики Башкортостан)» (2011 г.). Территория исследования – Учалинский и Сибайский горно-обогатительные комбинаты.*

**Евсеев А.В.**

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет, кафедра рационального природопользования,  
г. Москва, avevseev@yandex.ru

## **РАДИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

Арктика – один из важнейших регионов нашей страны, включающий уникальные природные комплексы, крайне уязвимые и неустойчивые к антропогенному воздействию. Проведенные исследования показали, что наряду с тяжелыми металлами и нефтяными углеводородами в определенных районах региона зарегистрировано радиационное загрязнение, негативно влияющим на экосистемы этого региона.

Вопросам распространения и накопления радионуклидов в природной среде отдельных районов Арктики в последние десятилетия уделяется повышенное внимание. Принят ряд научных программ как международных (АМАР, АСОПС и др.), так и российских, в частности в рамках СПД «Арктика», президиума РАН и др. Одним из таких районов является Кольский п-ов, один из наиболее освоенных в хозяйственном отношении арктических районов. Там в пределах Мурманской области имеется целый ряд радиационно-опасных объектов, в том числе Кольская АЭС, места базирования военного и гражданского флота с ядерными энергетическими установками, объекты проведения подземных ядерных взрывов малой мощности, предприятия по добыче и переработке естественного радиоактивного сырья и т.д. [1].

Проводимые автором с коллегами исследования загрязнения почв и растительности радионуклидами, в том числе и  $Cs^{137}$ , на Кольском п-ове были направлены на выявление особенностей их миграции и аккумуляции в ландшафтах тундры, лесотундры и северной тайги. Главная задача этих исследований заключается в выявлении закономерностей распределения, миграции и концентрирования  $Cs^{137}$  в природных ландшафтах с целью использования полученных данных для оценки воздействия радиационных объектов на природную среду [4].

Опробование почв и растительности выполнялось для оценки распространения радионуклидов в компонентах окружающей среды, способных накапливать значительные количества отдельных радиоэлементов и оказывать непосредственное влияние на состояние здоровья населения. На данной территории преобладают иллювиально-железистые подзолистые почвы. Характерная особенность почв – резкое уменьшение величины концентрации  $Cs^{137}$  с глубиной. Максимальное содержание в почвах  $Cs^{137}$  достигало 270 Бк/кг в верхнем гумусовом горизонте иллювиально-железистой подзолистой почвы. В нижележащих горизонтах В и С концентрация этого радионуклида не превышала 10 Бк/кг, что свидетельствует об отсутствии радиальной миграции в почвенном

профиле и наличии мощного геохимического барьера в виде растительного опада и гумусового горизонта [2].

Проведенное радиогеохимическое исследование проб растительности показало значительный диапазон концентраций радионуклидов: от 0 до 179 Бк/кг. Опробование проводилось для основных видов мхов и лишайников, имеющих преимущественно атмосферное питание. Обращают на себя внимание повышенные концентрации цезия  $Cs^{137}$  (более 100 Бк/кг). Точки с такими концентрациями радионуклидов расположены в северном направлении относительно Кольской АЭС на удалении от 5 до 45 км. Разнообразие расположения точек опробования и сопоставление различных видов мхов и лишайников несколько затрудняет выявление определенной закономерности в накоплении радионуклидов. Максимальные концентрации  $Cs^{137}$  (179 Бк/кг) отмечены в 25 км к северу от Кольской АЭС. Большая часть проб находится в диапазоне концентраций 30–80 Бк/кг и лишь в отдельных точках содержание  $Cs^{137}$  составляло менее 10 Бк/кг. Вблизи АЭС не наблюдается значительного увеличения концентрации искусственных радионуклидов, что свидетельствует об отсутствии их выбросов. Опробование отдельных компонентов природной среды показало отсутствие зависимости уровня накопления искусственных радионуклидов от расстояния до АЭС, что может свидетельствовать о незначительном влиянии станции на окружающую территорию.

Были проведены исследования территории вокруг судоремонтного завода (СРЗ) «Нерпа», расположенного на севере Кольского п-ова. Для уточнения влияния СРЗ «Нерпа» на регион в 30–50 километровой зоне вокруг завода проводились исследования почвенного покрова для выявления распределения удельных активностей  $Cs^{137}$  в различных типах почв. На основании анализа уровней удельных активностей  $Cs^{137}$  в точках опробования было выделено пять градаций: 0–50, 50–100, 100–150, 150–200, более 200 Бк/кг. Наиболее высокие уровни (более 200 Бк/кг) удельных активностей наблюдаются в непосредственной близости от судоремонтного завода. Это указывает на относительно невысокий уровень влияния деятельности СРЗ «Нерпа» на окружающую среду. Экологическое состояние почв на северо-западе Кольского полуострова оценивается как удовлетворительное. Среднее содержание  $Cs^{137}$  в почвах достигает в среднем 7% от предельно допустимых концентраций.

Особое внимание было уделено Хибинскому горному массиву. Автору с коллегами проводилось исследование радиоэкологического состояния района, где расположены законсервированные в настоящее время шахты – места проведения инженерных ядерных взрывов. Проведенный анализ показал, что радиоэкологическую обстановку в Хибинском горном массиве можно оценить как благоприятную. В большей части проб содержание  $Cs^{137}$  в почвах колеблется в допустимом диапазоне от 6–60 Бк/кг. Однако есть отдельные пробы с аномальными концентрациями до 320 Бк/кг. По данным Н.А. Мельник, А.А. Райских (2008) для Хибинского горного массива и расположенного там

г. Кировска отмечается несколько повышенное содержание естественных радионуклидов в почвах, в частности  $Ka^{40}$  – 150–370 Бк/кг,  $Ra^{226}$  – 14–70 Бк/кг и невысокое  $Cs^{137}$  – 2–36 Бк/кг. Однако есть отдельные пробы с аномально высоким содержанием  $Cs^{137}$  – 270–312 Бк/кг в районе горы Куэльпорр, где расположены ныне закрытые штольни – места проведения маломощных ядерных взрывов. В снежном покрове не обнаружены искусственные радионуклиды в местах опробования, что указывает на отсутствие поступления искусственных радионуклидов из законсервированного рудника в свежевывающий снег.

Отмеченная радиоактивность штолен горы Куэльпорр имеет техногенное происхождение. Однако в Хибинах есть районы, где радиоактивное излучение достигает серьезных значений, что обусловлено повышенным природным радиационным фоном (Хибинский горный массив выделяется как радиоактивная аномалия из-за урана и тория). Таким местом, привлекающим внимание с точки зрения радиационной безопасности, является ущелье Гакмана, в котором велась подземная разработка ловчоррита – минерала, содержащего торий. Рудник просуществовал всего пять лет, затем был заброшен. В отличие от штолен горы Куэльпорр, здесь полностью отсутствует обустройство территории, и нет предупреждений об опасности. Уже на осыпи, которая ведет к штольням, радиационный фон превышает 40 мкР/ч, а у входов в штольню этот показатель выше почти в 3 раза. Диапазон содержания естественных радионуклидов радия и тория относительно высокий – от 0 до 250 Бк/кг (в районе ущелья Гакмана), что связано с высокой естественной радиоактивностью горных пород Хибинского горного массива.

Опробование в центральной части Кольского п-ова показало, что содержание других радионуклидов колеблется менее значительно, например, для  $Ra^{226}$  находится в пределах 0–10 Бк/кг при максимальном содержании 26 Бк/кг,  $Th^{232}$  – 0–4 Бк/кг. В настоящее время на всей территории области отмечаются довольно низкие уровни радиации. Основной вклад в формирование мощности дозы гамма-излучений здесь вносят естественные радиоактивные элементы (уран, калий, торий, радий), содержащиеся в горных породах. Так в отдельных местах в пределах Хибинского и Ловозерского горных массивов радиационный фон достигает максимальных значений 40 мкР/ч. На локальном уровне автором совместно с сотрудниками ИГЕМ РАН проводился детальный радиогеохимический анализ отдельных участков территории области с последующим составлением крупномасштабных карт, в частности вблизи объектов радиационной опасности. Особое внимание было уделено картографированию территории региона с целью районирования ее по различным условиям миграции и концентрирования искусственных радионуклидов. Кольский п-ов, как и все остальные регионы Арктики, испытал на себе воздействие глобальных антропогенных источников радионуклидов, возникших после освоения атомной энергии и расположенных как непосредственно в Арктике, так и далеко за ее пределами [3]. Проведенное

опробование отдельных компонентов природной среды Кольского п-ова вблизи потенциально радиоэкологически опасных объектов показало отсутствие аномально высоких концентраций радионуклидов. За последние годы не было обнаружено никаких существенных выбросов радиоактивных элементов. Это фиксируется и в официальных изданиях, в частности Мурманского УГМС.

Проведенный анализ показал, что радиоэкологическую обстановку в Хибинском горном массиве можно оценить в целом как благоприятную. В большей части проб почв содержание  $Cs^{137}$  колеблется в диапазоне от 3 до 60 Бк/кг. В Ловоозерском горном массиве в отвалах местного ГОКа отмечаются повышенные содержания естественных радионуклидов –  $Ka^{40}$  970–1100 Бк/кг,  $Ra^{226}$  – 121–195 Бк/кг,  $Th^{40}$  – 370–450 Бк/кг и невысокое содержание  $Cs^{137}$  – 5–13 Бк/кг.

Опробование мхов и лишайников в Мурманской области показало, что содержание искусственного  $Cs^{137}$  составляло 30–80 Бк/кг и лишь в отдельных случаях менее 10 и более 100 Бк/кг. В почвенном покрове концентрация этого радионуклида колебалась в пределах от 1 до 312 Бк/кг. Максимальные концентрации фиксировались в верхнем гумусовом горизонте. Характерная особенность почв – резкое уменьшение содержания радионуклида с глубиной. В ниже лежащих горизонтах почв концентрация  $Cs^{137}$  не превышала 10 Бк/кг, что свидетельствует о слабой радиальной миграции в почвенном профиле и наличии мощного геохимического барьера в виде растительного опада и гумусового горизонта.

Проведенные исследования показали, что для Мурманской области нехарактерно радиационное загрязнение природной среды, обусловленного как местными источниками поступления радионуклидов, так и отдаленными в результате дальнего переноса. Полученная информация об источниках поступления радионуклидов, закономерностях их пространственного распределения послужит основанием при выработке стратегии развития природопользования в регионе и экономических расчетах стоимости экологической реабилитации загрязненных территорий [3].

### Список литературы

1. Пивоваров Ю.П., Михалев В.П. Радиационная экология. М.: Издательский центр «Академия», 2004. 240 с.
2. Радиоэкологическое состояние почв в Апатитско-Кировском районе // Материалы Всероссийской научной конференции «Экологические проблемы северных регионов и пути их решения». Апатиты, 2008. С. 141–145.
3. Состояние окружающей природной среды Мурманской области в 2000 г. Мурманск: Мурманский комитет природных ресурсов, 2001. 186 с.
4. Телелекова А.Д., Евсеев А.В. Радионуклиды в природной среде Кольского полуострова // Проблемы региональной экологии. 2014. № 5. С. 89–94.

**Новосельцев А.С.**

АО «ТомскНИПИнефть», г. Томск, NovoseltsevAS@tomsknipi.ru

## **ПЛОДОРОДНЫЙ И ПОТЕНЦИАЛЬНО ПЛОДОРОДНЫЙ СЛОИ ПОЧВЫ КАК ОБЪЕКТЫ ОХРАНЫ С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННЫХ СТАНДАРТОВ**

В настоящее время расширение географии и масштабов строительной деятельности человека обуславливает экспоненциальный рост площадей нарушенных земель. Вместе с проведением обширных земляных работ необходимо сохранять трудновосполнимые природные ресурсы, в число которых входит плодородный слой почв.

Основная цель снятия плодородного слоя почвы (ПСП) состоит в том, чтобы сохранить его как природное тело и среду для обитания растительного мира на Земле. Для обеспечения сохранности плодородного слоя почв на территории РФ введены и действуют государственные стандарты.

Согласно определению, данному ГОСТ 17.5.1.01-83 [3], плодородный слой почвы – верхняя гумусированная часть почвенного профиля, обладающая благоприятными для роста растений химическими, физическими и биологическими свойствами. Определение не содержит в своем составе указаний о необходимости соответствия объекта определения каким-либо параметрам или стандартам.

Как видно из текста определения, указание есть на положение плодородного слоя в генетическом профиле (верхняя часть) и наличие гумусированности. Гумусированность, как признак, является качественной характеристикой, определяемой по наличию специфической окраски почвенных генетических горизонтов, обусловленной содержанием в составе горизонта специфического для почв вещества – гумуса. В почвоведении окраска является одним из основных диагностических признаков элементарных почвообразующих процессов. Без наличия белесой окраски нельзя говорить о протекании в профиле почвы процесса оподзоливания, без наличия сизой/голубоватой/зеленоватой окраски нельзя сказать о наличии процесса глееобразования, без желтой/охристой – о накоплении железа и т.д. Таким образом, плодородным слоем являются верхние гумусированные (т.е. темноокрашенные) горизонты почвы, находящиеся в верхней части генетического профиля, вне зависимости от их агрохимических характеристик, наличие и мощность которых должны определяться в процессе морфологического описания при полевом исследовании.

ГОСТ 17.4.3.02-85 [2] устанавливает требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ, предписывает обязательное снятие плодородного слоя почвы на землях всех категорий (п. 1.1). Далее

согласно п. 1.3 [2] целесообразность снятия слоев почвы устанавливаются в зависимости от уровня плодородия почвенного покрова, природной зоны и т.д.

ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] (п. 1) устанавливает требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы, а не к определению его наличия и мощности. Пункт 2 содержит требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы, которые включают, в числе прочего: определение показателей и свойств плодородного слоя почвы (не всех генетических горизонтов профиля, а только плодородного слоя, т.е. верхней гумусированной части почвенного профиля, согласно ГОСТ 17.5.1.01-83 [3]).

Также ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] установлены требования к плодородному слою почв различных природных зон – лесостепной, степной, южно-таежно-лесной, сухостепной, полупустынной, предгорной пустынно-степной, субтропической предгорной полупустынно-пустынной, субтропической кустарниково-степной и сухолесной, субтропической, влажнолесной, в северной части лесостепной зоны для серых лесных почв, горных областей пустынной и субтропической пустынной природных зон.

ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] предъявляет требования к плодородному слою для определения необходимости его снятия. При этом, если верхняя гумусированная часть почвенного профиля по какому-либо параметру не будет отвечать требованиям этого стандарта, то это не означает что, она не является плодородным слоем и отсутствует целесообразность снятия.

Потенциально плодородный слой, как объект охраны, с точки зрения стандартов, имеет неопределенное положение. В составе действующей нормативной технической документации (НТД) отсутствует прямое требование об обязательном его снятии и сохранении. В области действия ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] потенциально плодородный слой не упоминается. Однако текст стандарта содержит требование к содержанию гумуса в потенциально плодородном слое почв лесостепной и степной, сухостепной и пустынной природных зон. Это прямо указывает в почвах каких природных зон следует искать потенциально плодородный слой.

Торф, с юридической точки зрения, также не является плодородным слоем. Для термина торф есть свое определение. Торф – органическая горная порода, образующаяся в результате отмирания и неполного распада болотных растений в условиях повышенного увлажнения при недостатке кислорода и содержания не более 50% минеральных компонентов на сухое вещество (ГОСТ 21123-85 [7]).

Следовательно, на торф не распространяет свое действие ГОСТ 17.4.3.02-85 [2], а значит, торфяные горизонты почв не подлежат обязательному снятию в процессе горных работ в отличие от плодородного слоя.

Приравнивание торфяных горизонтов почв к плодородному слою, помимо отсутствия на то юридических оснований, может повлечь за собой ряд проблем. Так в условиях северной и средней тайги, как и в любой другой природной зоне, нарушение верхней оторфованной части почв с высокой долей вероятности

повлечет за собой ухудшение гидрологической ситуации и инициирует активные эрозионные процессы. Статья 13 Земельного кодекса Российской Федерации [13] устанавливает требования по защите земель и охране почв от водной эрозии. Ответственность за невыполнение установленных требований по защите земель и охране почв от водной эрозии установлена ч. 2 ст. 8.7 Кодекса Российской Федерации об административных правонарушениях [13]. Нарушение верхних горизонтов почв в зоне проектируемого сооружения будет иметь прямую причинно-следственную связь с развитием подобных процессов. При этом оценка опасности эрозии почв является одной из задач почвенных исследований, проводимых в ходе работ по инженерно-экологическим изысканиям, согласно требованиям п. 4.15 СП 11-102-97 [12].

Существующая на данный момент НТД, касающаяся специальных видов исследования, при ее разработке ориентировалась составителями на использование специалистами с профильным образованием. Дефицит таких специалистов приводит в многочисленным ошибкам в ходе выполнения работ по инженерно-экологическим изысканиям – начиная с некорректной диагностики почв, когда на территории природной зоны северной тайги выделяются дерново-подзолистые почвы, заканчивая нарушением правил отбора проб почв.

Отдельно следует обратить внимание на применение действующих стандартов, некоторые неточности, содержащиеся в их составе, и подход к актуализации НТД, действующей в данное время.

Так, например, широко известна практика применения ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] для определения наличия и мощности плодородного слоя почв, что, как уже упоминалось ранее, нелегитимно. Т.к. ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] содержит требования к плодородному слою почв, а не к отдельным субстратам (определение термина «плодородный слой почв» дано ГОСТ 17.5.1.01-83 [3]), и устанавливает порядок определения норм снятия плодородного слоя, а не обоснования его наличия и мощности.

Неточности, встречающиеся в действующей НТД, без сомнения требуют корректировки. Как пример, в ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] по тексту приложения 2 приведено, очевидно, некорректное определение термина «сильнокаменистая и сильнощелочистая почва» при указании значений объемной доли камня и щебня (для освоенных и малоосвоенных почв) в тридцатиметровом слое.

Требуется улучшения и подход к актуализации государственных стандартов. Так при актуализации ГОСТ 23740-2016 [9], который пришел на смену ГОСТ 23740-79 [8], был упразднен коэффициент пересчета содержания в почве органического углерода на содержание гумуса. При этом сам гумус стал приравниваться к валовому органическому веществу почвы, что неправильно с точки зрения почвоведения, химии почв и агрохимии.

В последнее время от специалистов региональных отделений ФАУ «Главгосэкспертиза» начали приходить однотипные замечания к отчетам по результатам проведения инженерно-экологических изысканий (ИЭИ) в части

исследования почв. Общий смысл вопросов сводится к необходимости обоснования наличия либо отсутствия плодородного слоя почв посредством результатов анализа агрохимических свойств почв, а также требование по расчету суммарного показателя загрязнения почв территории изысканий.

Касательно обоснования порядка определения наличия и мощности плодородного слоя почвы следует добавить следующее. В ГОСТ 17.5.1.01-83 [3] дано определение термина «плодородный слой почв», но оно не подразумевает в своем составе соответствия объекта определения каким-либо агрохимическим параметрам и нормативам.

Согласно ГОСТ 17.5.1.03-86 [4] определяется инженерно-геологическая характеристика для плодородного слоя почвы и прописано требование по наличию гумусированности горизонтов, которые являются искомым объектом. Таким образом, согласно ГОСТ 17.5.1.03-86 [4] при отсутствии гумусированности горизонтов почв, их нельзя приравнивать к плодородному слою.

Отдельно следует обратить внимание на замечание: «Вывод о неснятии ПСП приводится на основании не менее чем 2-х агрохимических показателей». Пункт 2 ГОСТ 17.5.3.06-85 [6] содержит требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы, в число которых входит определение показателей состава и свойств плодородного слоя. Количество показателей при этом отдельно не оговаривается.

Касаемо замечания по факту отсутствия расчета  $Z_c$  в почвах нужно отметить следующее. Основным документом, регламентирующим методику гигиенической оценки качества почвы, являются Методические указания (МУ) 2.1.7.730-99 [10]. Исходя из области применения, МУ 2.1.7.730-99 [8] являются нормативно-методической базой для осуществления государственного санитарно-эпидемиологического надзора за санитарным состоянием почв. П. 6.7 МУ 2.1.7.730-99 [10] поясняет, в том числе, порядок применения показателя  $Z_c$  для оценки уровня химического загрязнения почв: «6.7. Оценка уровня химического загрязнения почв как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов с действующими источниками загрязнения». Расчет  $Z_c$  для почв земель лесохозяйственного назначения не предусмотрен действующей НТД.

Кроме того, расчет  $Z_c$  производится при наличии загрязнения, с применением коэффициентов концентрации элементов-загрязнителей, при этом исходя из названия и методики расчета этого показателя, количество элементов загрязнителей должно быть не менее двух.

Методика расчета  $Z_c$  содержит в себе необходимость применения фоновых концентраций загрязняющих веществ. Для территории, находящейся вне зоны локального антропогенного воздействия, и отвечающей по своему географическому положению требованиям к фоновой, любая отобранная на

данной территории проба будет характеризовать собой фон. Следовательно, расчет  $Z_c$  для данной территории не имеет смысла.

Кроме того, п. 6.1 МУ 2.1.7.730-99 [10] указывает на то, что основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв химическими веществами является предельно допустимая концентрация (ПДК), или ориентировочно допустимая концентрация (ОДК) химических веществ в почве. ГН 2.1.7.2511-09 [1] в части рекомендаций по практическому применению ОДК химических веществ гласит: «При контроле за состоянием почв преимущество следует отдавать ПДК».

Еще одним спорным моментом является требование по снятию плодородного слоя почв, в котором содержатся химические элементы и вещества в концентрациях, превышающих установленные нормативы (ПДК). Данное требование противоречит ГОСТ 17.5.3.05-84 [5], где п. 2.6 прямо говорит о недопущении содержания в плодородном слое почвы радиоактивных элементов, пестицидов, тяжелых металлов и других токсичных соединений в концентрациях, превышающих предельно допустимые уровни. Кроме того, СанПиН 2.1.7.1287-03 [11] (приложение 1), регламентирует оценку степени химического загрязнения почвы и устанавливает категории загрязнения почв. П. 5 [11] устанавливает рекомендации по дальнейшему использованию почв в зависимости от их степени загрязнения. Таким образом, использование грунта, содержащего химические элементы и вещества в концентрациях, превышающих установленные нормативы (ПДК), для рекультивации земель СанПиН 2.1.7.1287-03 [11] не разрешается.

Таким образом, для соблюдения требований действующей нормативной документации, качественного выполнения ИЭИ, необходимо участие профильных специалистов на всех этапах инженерно-экологических изысканий. Особое внимание следует уделять описанию почвенных профилей и диагностике почв, наличию и мощности верхней гумусированной части почвенного профиля, подтверждению данного факта с помощью материалов фотофиксации, а также оценки необходимости ее снятия согласно требований ГОСТ 17.5.3.06-85 [6].

### Список литературы

1. ГН 2.1.7.2511-09 Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве.
2. ГОСТ 17.4.3.02-85 Охрана природы (ССОП). Почвы. Требования к охране плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
3. ГОСТ 17.5.1.01-83 Охрана природы (ССОП). Рекультивация земель. Термины и определения.
4. ГОСТ 17.5.1.03-86 Охрана природы (ССОП). Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель.

5. ГОСТ 17.5.3.05-84 Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию.
6. ГОСТ 17.5.3.06-85 Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
7. ГОСТ 21123-85 Торф. Термины и определения.
8. ГОСТ 23740-79 Грунты. Методы лабораторного определения содержания органических веществ.
9. ГОСТ 23740-2016 Грунты. Методы определения содержания органических веществ.
10. МУ 2.1.7.730-99 Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест
11. СанПиН 2.1.7.1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
12. СП 11-102-97 Инженерно-экологические изыскания для строительства.
13. Федеральный закон № 136-ФЗ от 25.10.2001 (ред. от 31.07.2020) (с изм. и доп., вступ. в силу с 28.08.2020) «Земельный кодекс Российской Федерации».