

#3(33) сентябрь 2024 г.



Окружающая среда

Санкт-Петербурга

**ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА
ПОЧВ И ГРУНТОВ**

**ОСВОЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО
ПРОСТРАНСТВА**

БОЛОТА И ТОРФЯНИКИ

**ПРИРОДНЫЙ КАМЕНЬ –
ОТ ДОБЫЧИ ДО АРХИТЕКТУРЫ**

ТЕМА НОМЕРА:

ГОРОДСКИЕ ПОЧВЫ

Приветственное слово:

4 *Е.Ю. Сухачева*

Колонка редактора

6 Тайная книга Петербурга

Тема номера

7 Палеоводоемы Финского залива – от послеледниковья до наших дней. История геологического развития

16 Трансгрессии литориновая и послелиториновая в восточной части Финского залива в георхеологической перспективе

26 Полезные ископаемые. Краткие сведения о геологическом строении

49 Почвы Санкт-Петербурга

64 Исследование качества почв и грунтов Санкт-Петербурга

76 Создание банка образцов как инструмент контроля динамики загрязнения почв Санкт-Петербурга в долгосрочной перспективе

82 Концепция актуализации мониторинга загрязнения почвогрунтов в Санкт-Петербурге

89 Оценка загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга по данным мониторинга

104 Ликвидация химических загрязнений на территории общего пользования Санкт-Петербурга

108 О градостроительных планах по освоению подземного пространства Санкт-Петербурга

111 Концепция создания геопарка «Санкт-Петербург. Древняя Балтика»



Природный камень – от добычи до архитектуры. Сохраним традиции

33

Болота и торфяники Санкт-Петербурга: история, современное состояние и место в градостроительном планировании

44



Городские почвы Санкт-Петербурга и история их изучения

57

Расчет размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды

100



ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА
Санкт-Петербурга
№3(33) Сентябрь 2024 г.



При поддержке Комитета
по природопользованию, охране
окружающей среды и обеспечению
экологической безопасности

Учредитель:

Санкт-Петербургское
государственное бюджетное
учреждение «Центр
экологического мониторинга,
экспертизы, экологического
просвещения и контроля за
радиационной обстановкой
«Минерал»

Адрес:

199106, г. Санкт-Петербург,
ул. Детская, д. 26, лит. А, пом. 4Н
Тел. 8 (812) 322-79-22

Главный редактор:

Иван Серебрицкий

Выпускающий редактор:

Ирина Тарасова

Редакционная коллегия:

Татьяна Ковалева
Борис Крылов
Александр Кучаев
Дарья Рябчук
Николай Филиппов
Артём Павловский
Александра Филиппова

Дизайн/верстка:

ИП Балуюк А.М.
197706, г. Санкт-Петербург,
г. Сестрорецк, ул. Токарева, д. 16
Тел.: +7 (812) 984-30-83
79043371744@yandex.ru

Тираж: 1000 экз.

Журнал отпечатан в типографии
ООО «ПРИНТ МАСТЕР»
111250, г. Москва,
ул. Лефортовский вал, д. 24,
подвал пом. IV, комн. 5 офис 71

Заказ №567

Журнал зарегистрирован
Управлением Федеральной
службы по надзору в сфере связи,
информационных технологий
и массовых коммуникаций по
Северо-Западному федеральному
округу 02.03.2023 г., свидетельство
о регистрации ПИ N ТУ78-02274.



Памятники
Охтинского мыса –
свидетельства
прошлого, которые
необходимо
сохранить для
будущего

118

Факты и цифры

- 123** Опыт Петербурга по управлению водными ресурсами представили на Всероссийском водном конгрессе
- 124** Вице-губернатор Алексей Корабельников дал старт экологическому дню выставки «Мой Петербург»
- 125** В Нижнем Новгороде 14 и 15 октября 2024 года пройдет Всероссийский детский экологический форум «Великие реки России глазами детей»
- 126** Петербург продолжает борьбу с сине-зелеными водорослями
- 127** Вопросы климата и экологии обсудили на Международной конференции в СПбГЭУ
- 128** Свыше трех тысяч петербуржцев стали участниками фестиваля «День эколога-2024»
- 131** Водные объекты Выборгского района очистили от водной растительности



Особый режим охраны
на заповедных территориях
Санкт-Петербурга

130

Фотография для обложки предоставлена А. Ладыгиным



Сухачева Елена Юрьевна, директор Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева – филиал ФГБНУ ФИЦ «Почвенный институт» им. В.В. Докучаева, профессор кафедры почвоведения и экологии почв СПбГУ, доктор географических наук

Уважаемые читатели журнала!

Перед вами номер журнала, который посвящен почвам и недрам Санкт-Петербурга. В повседневной жизни мы не задумываемся о том, какую огромную роль в нашей жизни играет находящийся у нас под ногами и в большинстве случаев скрытый от наших глаз мир, насколько он разнообразен, загадочен и неповторим. Почвы являются не только механической опорой для растений и основой для зданий и инженерных сооружений, но выполняют еще множество других функций. Как особые биогеомембраны, почвы в мегаполисах адсорбируют продукты метаболизма города, осуществляют преобразование и транспорт поллютантов за пределы почвенного профиля, выполняют санитарную, газо- и терморегулирующую функцию, являются хранилищем семян – своеобразной памятью фитоценоза.

Выполняя различные биосферные функции, почвы во многом обеспечивают само существование жизни на Земле. От почв зависят качество сельскохозяйственной продукции, которую мы потребляем, качество воды и воздуха, состояние лесов и парков, биоразнообразие планеты. Почвы – это среда обитания для огромного количества живых организмов. Только вдумайтесь: всего в одной чайной ложке плодородной почвы микроорганизмов больше, чем людей на нашей планете!

Почвы являются ключевым регулятором глобального цикла углерода, а запасы углерода в почвах превышают его суммарные запасы в атмосфере и биосфере. За счет депонирования углерода и уменьшения выбросов парниковых газов почвы, при их рациональном использовании, могут играть важнейшую роль в смягчении последствий изменения климата.

Несмотря на то, что почвы не являются возобновляемым ресурсом, часто им не уделяется должного внимания. По имеющимся оценкам, более трети почв мира в настоящее время деградированы вследствие процессов эрозии, засоления, уплотнения, закисления, химического загрязнения и отчуждения под карьеры, свалки, города, автомагистрали.

На урбанизированных территориях естественных почв практически нет, а существующие антропогенно-преобразованные или полностью сконструированные человеком почвы не в полной мере выполняют свои экологические функции. Широкое варьирование качественных и количественных показателей выполнения экологических функций почвами мегаполисов обусловлено разнообразием в их строении, свойствах и режимах. Таким образом, от того, какие почвы будут в нашем городе и каков их процент от площади, во многом будет зависеть и экологическая составляющая качества нашей жизни в мегаполисе. 

Тайная книга Петербурга



И.А. Серебрицкий,
канд. геол.-минерал. наук

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности

Вот и закончилось лето, пора отпусков. Кто-то побывал на дальних морях, а кто-то отдохнул в пригородах Санкт-Петербурга в своих дачных владениях, наслаждаясь красотой родного региона, возделывая землю и выращивая свой собственный урожай на наших, не самых щедрых, с сельскохозяйственной точки зрения, территориях.

Продолжая тему природных сред (напомню, что первый номер журнала этого года был посвящен атмосферному воздуху, второй – воде), в сентябрьском номере мы предлагаем уважаемым читателям познакомиться с принципиально важным природным ресурсом – почвами и немного расскажем о геологической истории и особенностях нашего города, которые оказали важное воздействие на формирование почв Санкт-Петербурга.

На территориях современных городов природные почвенные покровы редко сохраняют свой первозданный вид вследствие активной вовлеченности в хозяйственную деятельность, а также являются депонирующей средой, в которой накапливаются, в том числе, загрязняющие вещества, выпадающие из атмосферного воздуха и переносимые водой. Какие они, современные почвы Санкт-Петербурга? Опасны или нет для жителей города? На эти и многие другие вопросы мы постараемся ответить материалами ведущих специалистов и экспертов.

Но почвы и грунты несут не только экологическую нагрузку. Это огромная, полная тайн и загадок книга, которая может рассказать о природной истории региона, изменениях климата, развитии человеческого общества и многом, многом другом, и эти вопросы также не обойдены вниманием авторов.

Редакционная коллегия надеется, что предложенные вашему вниманию материалы окажутся интересными и полезными, позволяющими лучше узнать наш город Санкт-Петербург. 

Палеоводоемы Финского залива – от послеледниковья до наших дней. История геологического развития

Д.В. Рябчук, А.Ю. Сергеев, В.А. Жамойда, И.А. Неевин, Л.М. Буданов

«С первого взгляда Санкт-Петербургские окрестности любопытствующему Геологу мало обещают добычи: взор его встречает лишь весьма обширную площадь, составленную, как кажется, повсеместно из намытых и накатанных пород, отторженных от первостепенных спластований; к тому же дикие места, встречающиеся и донныне около города сего, в редком могут породить желание к изысканиям там, где нет ничего заманчивого, где нет красот живописных... По сим-то, вероятно, причинам страна сия и донныне в геологическом отношении мало известна» (Странгвейс, 1830).

«Больше ста лет прошло со времени вышеприведенных слов Странгвейса, а между тем и до сих пор сказанное им остается в силе. Насколько посчастливилось древним отложениям окрестностей Ленинграда, настолько же не повезло новейшим наносам ледникового и послеледникового времени; докучливый «нанос» не только не интересовал большинство геологов, но, наоборот, считался помехой для изучения древних отложений, скрывая их от взоров геологов часто под весьма мощной толщей своей» (Яковлев, 1925).

«Балтийское море благодаря разнообразию геологического строения и тектоники является природной лабораторией, позволяющей ставить и решать проблемы, ключевые для понимания процессов взаимодействия гидросферы, литосферы и биосферы в глубокоководных бассейнах и береговых зонах» (Харфф и др., 2011).

Балтийское море – внутреннее море Европы – является уникальным объектом для палеогеографических исследований. Балтика расположена в зоне сочленения одной из наиболее древних геологических структур планеты – Балтийского кристаллического щита и Русской плиты, что приводит к разнообразию геологического строения ее побережий. Гляциоизостатическое выравнивание (компенсационные вертикальные тектонические движения, обусловленные таянием последнего (Валдайского) ледника, центр которого располагался в Скандинавии) является причиной противоположных тектонических трендов – северо-восточные побережья Балтики поднимаются, а юго-западные испытывают нисходящие движения. Наконец, связь Балтийской впадины с Атлантическим океаном, установленная в настоящее время через довольно узкие Датские проливы, в недавнем геологическом прошлом была нестабильной. За последние 12 тыс. лет пороги стока неоднократно перекрывались ледником или исчезали вследствие региональных тектонических движений, в результате чего в Балтийской впадине чередовались пресноводные и солоноватоводные стадии развития водоема, пока,

наконец, около 8 тыс. лет назад не установилась постоянная связь с океаном. При этом уровень палеоводоемов (древних акваторий) значительно изменялся. Высокая по сравнению с Мировым океаном и некоторыми морями скорость осадконакопления позволяет геологам путем детальных исследований колонок донных отложений расшифровывать «седиментационные архивы», извлекая из них информацию об изменениях климата и палеоокеанологических параметров (соленость, температура, газовый режим) водоемов, существовавших во впадине Балтики в прошедшие геологические эпохи. Реликтовые береговые формы рельефа, маркирующие изменчивое положение береговых линий и расположенные в настоящее время под водой или достаточно высоко в пределах побережья, также предоставляют ученым важные данные для понимания того, как изменялся наш регион за последние тысячелетия.

Восточная часть Финского залива благодаря особенностям геологического строения, рельефа и региональной тектоники является одним из ключевых районов Балтийского моря с точки зрения реконструкции палеогеографического развития Балтийского региона на последнем этапе геологического развития. Пологий рельеф побережий и дна Финского залива, а также расположение в зоне современной нулевой изобазы гляциоизостатического выравнивания сделали наш регион особенно чувствительным к палеогеографическим изменениям, геологические и геоморфологические следы которых четко фиксируются и в рельефе побережий, и в характере донных отложений. А значит, расшифровать и правильно интерпретировать эти «отпечатки геологического прошлого» – сложная, интересная, увлекательная, но решаемая задача.

История геолого-геоморфологических исследований

Геологические исследования окрестностей Санкт-Петербурга имеют долгую историю. Одной из первых работ по геологии города является «Геогностическое описание Санкт-Петербургских окрестностей» действительного члена Императорского Минералогического общества Гернера-Форкса Странгвейса [Странгвейс, 1830], впервые опубликованное на английском языке в 1818 году в Лондоне, а в русском переводе – в Санкт-Петербурге в 1830-м. В 1852 году профессором Степаном Семеновичем Куторгой была издана «Геогностическая карта Санкт-Петербургской губернии» (т. е. карта дочетвертичных образований) масштаба 1:420 000 (10 верст на дюйм), сопровождавшаяся геологическими разрезами и сводной стратиграфической колонкой [Куторга, 1852]. Однако отложениям последнего этапа геологической истории в этих работах внимания не уделялось.

Восточная часть Финского залива благодаря особенностям геологического строения, рельефа и региональной тектоники является одним из ключевых районов Балтийского моря с точки зрения реконструкции палеогеографического развития Балтийского региона на последнем этапе геологического развития.

Впервые эти вопросы были подняты в 1864 году, когда была опубликована статья академика Григория Петровича Гельмерсена «О физических и геологических условиях Петербурга» [Гельмерсен, 1864], посвященная истории геологического развития района, в т. ч. поздне- и послеледниковой, образованию р. Невы, свойствам городских грунтов и литодинамике Невской дельты. Четвертичные отложения «Финляндской губернии» (включая Карельский перешеек) были исследованы Петром Алексеевичем Кропоткиным, впервые обосновавшим для этого района гипотезу материкового оледенения [Кропоткин, 1876]. В 1905–1906 годах Геологическим комитетом под руководством Николая Алексеевича Соколова осуществлено крупномасштабное (1:420 000) картирование территории города между устьем р. Невы и границей с Финляндией; детально изучались геоморфология и четвертичные отложения.

Принципиальное значение для познания геологической истории города имели схемы Герхарда Якоба де Геера [De Geer, 1912] и Вильгельма Рамсея [Ramsey, 1926], посвященные стадиям развития Балтики с выделением литориновых, анциловых и иольдиевых слоев отложений. Шведский ученый Г. де Геер в 1893

году предпринял поездку в Финляндию, Россию и Эстонию с целью изучения положения древних береговых линий на побережьях восточной части Балтийского моря на примере Финского залива. В. Рамсеем на основе обобщения данных предыдущих исследований и собственных работ и разработанной им к этому времени концепции гляциоизостатического поднятия составлены первые схемы изобаз трансгрессий послеледниковых водоемов, а также показана диахронность реликтовых береговых линий.

Первые палеогеографические реконструкции, основанные на детальных исследованиях побережий, относятся к первой четверти XX века. В 1925 году Сергеем Александровичем Яковлевым опубликован ставший классическим труд «Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей», в котором представлены результаты исследований рельефа и геологического строения ледниковых отложений и образований различных стадий развития послеледниковых водоемов – «Рыбного» озера, Иольдиевого моря, Анцилового озера (трансгрессивной и регрессивной стадий), Литоринового моря (трансгрессивной и регрессивной стадий), Древнебалтийского моря. Выделены отложения Ладожской трансгрессии.

С.А. Яковлевым составлены карты и планы окрестностей Санкт-Петербурга с изображением областей развития палеоводоемов и соответствующих им береговых форм рельефа – террас, береговых валов и «скатов» (склонов), а также изобаз поднятия для различных временных срезов [Яковлев, 1925]. Для исследования рельефа С.А. Яковлев использовал детальные топографические карты с сечением изолиний через 0,2 сажени (около 0,43 м). Особое внимание было уделено территории исторического центра Санкт-Петербурга, рельеф которого впоследствии был полностью трансформирован техногенными процессами. Впервые выделены крупные аккумулятивные формы рельефа – Лиговская коса («грядя»), предложена гипотеза формирования т. н. Сестрорецкой «косы».

Одна из наиболее ранних концепций палеогеографического развития побережья восточной части Финского залива обосновывается в работах Константина Константиновича Маркова [Марков, 1927], в которых была представлена реконструкция распространения послеледниковых бассейнов для района от Нарвского залива до Южного Приладожья. Терминология, используемая К.К. Марковым, несколько отличалась от предложенной В.

Рамсеем и С.А. Яковлевым. Между упомянутыми исследователями существовали также некоторые разногласия в общей концепции послеледникового развития рассматриваемой площади.

Во второй половине XX века на побережьях Финского залива были выполнены комплексные детальные работы по составлению геологических карт масштаба 1:50000–1:200000, с которыми можно познакомиться на сайте Института Карпинского. Применение новых технологий, в т. ч. датирование отложений разными методами, позволило раскрыть многие тайны геологической истории. В конце прошлого – начале нынешнего столетий окрестности Санкт-Петербурга стали объектом палеолимнологических [Субетто, 2009] и геоархеологических исследований. Последним будет посвящена отдельная статья в этом номере журнала.

Начиная с 1980-х годов, под руководством Михаила Александровича Спиридонова началось геолого-геофизическое картирование дна Финского залива [Спиридонов, 1989; Атлас..., 2010], позволившее исследовать затопленные ныне ледниковые и послеледниковые формы рельефа, подводные террасы, сформировавшиеся на более низком, чем современный, уровне моря, получить доступ к «седиментационным архивам» донных отложений. Морские геологические исследования и сопоставление полученных данных с результатами изучения других районов Балтики позволили дополнить «сухопутные» данные. И к настоящему моменту мы можем довольно уверенно реконструировать события недавнего геологического прошлого.

История развития восточной части Финского залива и его побережий

В ходе неоднократно повторявшихся оледенений четвертичного периода сформировались очертания береговой линии Финского залива. Считается, что форма крупных заливов южного и восточного берега – Невской губы, Копорского, Лужского и Нарвского заливов – является «отпечатком» ледниковых лопастей. Известно, что в максимальную фазу последнего оледенения (24–20 тыс. лет назад), когда южные границы ледника достигали Московской области, в окрестностях нынешнего Санкт-Петербурга толщина ледникового щита превышала три километра (рис. 1).

При последовавшем потеплении ледник начал

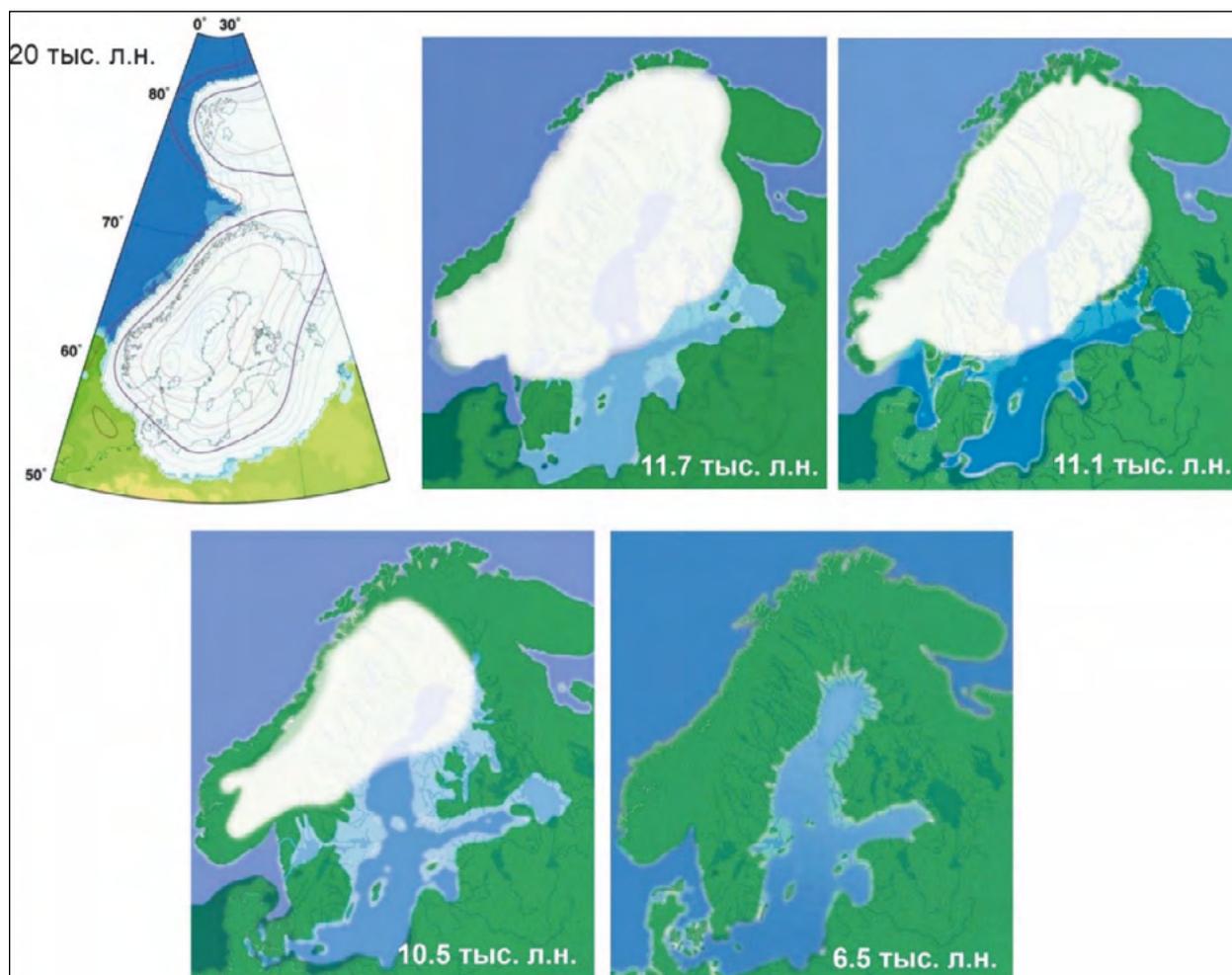


Рисунок 1. Процесс дегляциации и стадии развития палеоводоемов Балтийского моря в голоцене по [Andrén et al., 2011]. 11,7 тыс. л. н. – максимальная фаза существования Балтийского ледникового озера; 11,1 тыс. л. н. – Иольдиевое море; 10,5 тыс. л. н. – максимальная фаза трансгрессии Анцилового озера; 6,6 тыс. л. н. – максимальная фаза морской литориновой трансгрессии

таять, край его постепенно отступал, оставляя за собой огромные массы осадочного материала, принесенного ранее с севера. Так формировались ледниковые отложения, сложенные несортированным материалом – диамиктоном, содержащим частицы минералов и горных пород самого широкого гранулометрического спектра – от глины и песка до валунов и глыб, таких как знаменитый Гром-камень. Процесс этот не был линейным – он приостанавливался, и тогда вдоль края ледника формировались высокие гряды (т. н. конечные морены) и связанные с ними отложения талых вод (флювиогляциальные или водно-ледниковые).

Моренные гряды были хорошо известны исследователям с конца XIX века и на южном побережье Финского залива, и на северном, в пределах современной Финляндии, и в

Приладожье. В последние годы благодаря детальному изучению дна залива с применением современных методов нам удалось проследить такие гряды и под водой (рис. 2). Через впадину залива край ледника отступил в период между 13,5 и 11,5 тыс. лет назад. На побережьях и в пределах современного дна залива произошло отложение огромных масс песчаного и гравийно-галечного материала, а также формирование разнообразных форм ледникового и флювиогляциального рельефа (озы, камы, конечные морены). На суше, особенно на Карельском перешейке, эти формы рельефа хорошо известны каждому петербуржцу.

Тем временем тающий ледник поставлял в Балтийскую впадину огромные массы воды, а порог стока на западе был перекрыт краем ледника. Балтийская впадина, соединенная тогда с Ладожской котловиной, переполнялась

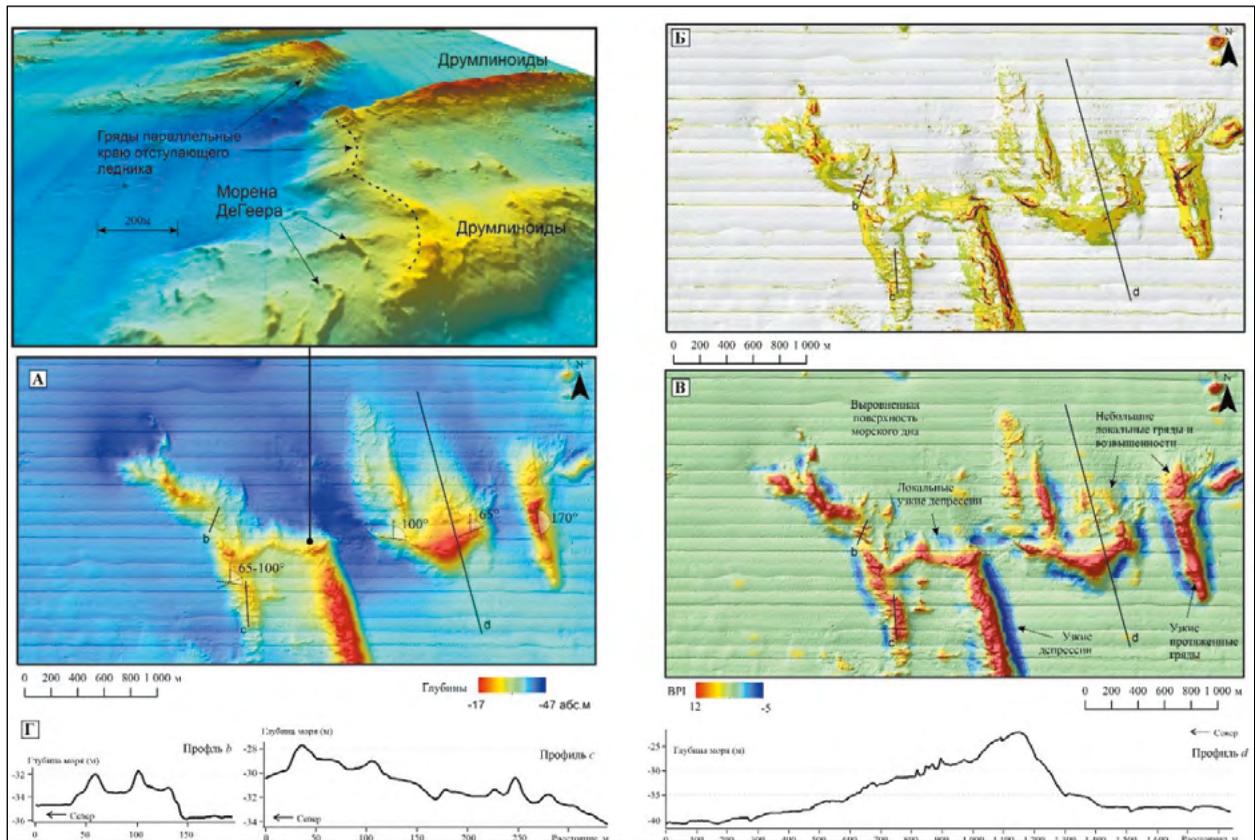


Рисунок 2. Цифровая модель рельефа (ЦМР) ключевого участка исследований в районе Выборгского залива. А – трехмерная модель по данным многолучевого эхолотирования; Б – углы наклона склонов (в градусах); В – схема BPI (Bathymetric Position Index); Г – поперечные (b) и продольные (c) профили рельефа гряд (положение профилей показано на схемах Б-Г [Рябчук и др., 2021]). Схема составлена А.Ю. Сергеевым

холодными пресными водами т. н. Балтийского ледникового озера (рис.1, 11,7 тыс. л. н.). Древние береговые формы этого времени фрагментарно сохранились в рельефе Карельского перешейка и сейчас находятся на высоте до 100 м выше уровня моря. Уровень воды повышался, а площадь ледника постепенно уменьшалась, и когда его край освободил район современных Датских проливов, произошла настоящая геологическая катастрофа – воды подпорного озера прорвали узкую сухопутную перемычку и хлынули в океан, уровень которого был тогда значительно ниже. За очень короткое время (с геологической точки зрения – за мгновение) уровень воды в Балтийском водоеме упал на 25 м! В мелководном Финском заливе это событие отмечено в геологическом разрезе эрозионной поверхностью смытых ледниково-озерных отложений, выраженной песчаным прослоем и четко читающейся на геофизических профилях (рис. 3).

На какое-то время установилась связь Балтийского бассейна с океаном. Раньше считалось, что вода во всем море стала солоноватой

На какое-то время установилась связь Балтийского бассейна с океаном.

(эта стадия была названа Иольдиевым морем), но последние исследования как в Финском заливе и Центральной Балтике, так и в Западной Балтике, где в рамках международного проекта по глубоководному бурению было пробурено и исследовано несколько скважин [Huttinen et al. 2021], показали, что влияние океана было слабым и чувствовалось только в западной части бассейна.

Фаза Иольдиевого моря в Финском заливе была пресноводной, а уровень его на завершающих стадиях был значительно ниже современного. Не только современная Невская губа, но и часть акватории залива до Березовых островов была осушена. Прорыв Балтийского ледникового озера произошел 11,7 тыс. лет назад, что по современной геохронологической



Рисунок 3. Фрагмент профиля непрерывного сейсмоакустического профилирования в восточной части Финского залива с изображением горизонта размыва между отложениями Балтийского ледникового озера и голоценовыми осадками. Условные обозначения: gIII – ледниковые отложения (морена); IgIII – ленточные глины; IgIIIbl – глины Балтийского ледникового озера; II fan – отложения Анцилового озера; mHlit – отложения Литоринового и современного Балтийского моря

шкале совпадает со временем начала последней геологической эпохи – голоцена.

Тем временем, гляциоизостатическое поднятие продолжалось. Поднялся и участок земной коры, где происходил сток балтийских вод в океан. Связь с океаном вновь прервалась. Водоем стал пресноводным, и началась новая фаза развития Балтийской котловины – Анцилово озеро. Уровень водоема в районе Финского залива постепенно поднимался, на максимальной стадии анциловой трансгрессии площадь бассейна по всему периметру водоема превышала современную. Глубоко вдающиеся в сушу заливы существовали в Нарвско-Лужской предглинтовой низменности, в пределах восточного побережья Копорского залива, к востоку от Невской губы, в Сестрорецкой низменности.

Острова Финского залива Мощный, Малый, Сескар, а также значительная часть Березового архипелага, вероятно, были полностью скрыты под водой. В северной части Карельского перешейка существовал Хенийокский пролив, соединявший Ладожское озеро с современной вершиной Выборгского залива. Около 10,5 тыс. л. н. (рис. 1) уровень озера достиг максимума, после чего открылся сток воды по р. Дана в районе современного пролива Большой Бельт и началась фаза регрессии Анцилового озера. Примерно 9,0 тыс. лет назад уровень воды в озере сравнялся с океаническим.

В восточной части Финского залива уровень воды вновь упал ниже современного. Доказательства этого можно найти и в

Острова Финского залива Мощный, Малый, Сескар, а также значительная часть Березового архипелага, вероятно, были полностью скрыты под водой.

седиментационных архивах (в виде уже упоминавшихся песчаных прослоев размыва в глинистых отложениях), и в глубоко врезанных руслах палеорек, фиксирующихся на суше. На месте современной Невской губы сформировалась заболоченная низменность (рис. 5). При низком уровне моря образовались затопленные ныне террасы, обрамляющие береговую линию Финского залива и его островов. На этих террасах сейчас добывают песок и песчано-гравийный материал для строительства.

На протяжении последних 8,5 тыс. лет связь Балтийской впадины с океаном не прерывалась. На планете происходило глобальное потепление, и уровень Мирового океана, а вместе с ним и уровень Литоринового моря, быстро поднимался. Море было более теплое и соленое, чем современная Балтика, оно существовало около 4 тыс. лет, после чего произошел постепенный переход к современным морским условиям.

В максимальную фазу литориновой трансгрессии (7,6–6,5 тыс. лет назад) вся площадь современного исторического центра Санкт-Петербурга находилась под водой (рис. 5). Береговые уступы этого времени в окрестностях

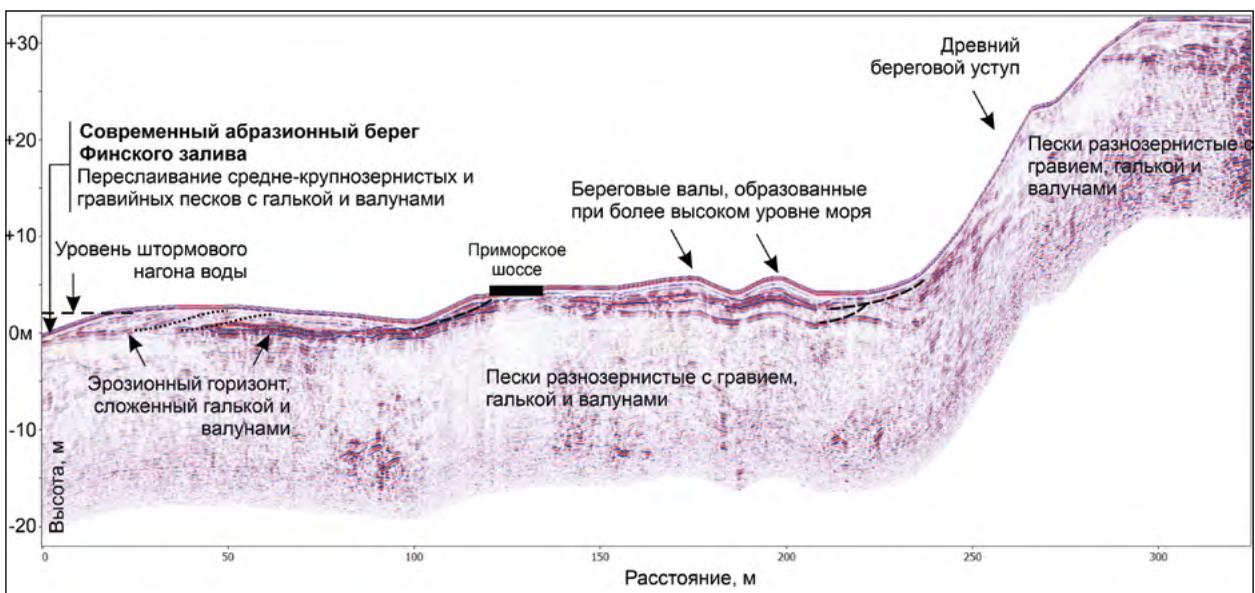


Рисунок 4. Уступ литориновой террасы в пос. Серово и геофизический (георадарный) разрез между террасой и современной береговой линией Финского залива

Условные обозначения: (f,lg IIIbI+os – флювиогляциальные и озерно-ледниковые отложения верхнего неоплейстоцена; ImN1+mN2 – озерные и морские отложения раннего-среднего голоцена, mN3 – позднеголоценовые и современные морские отложения)

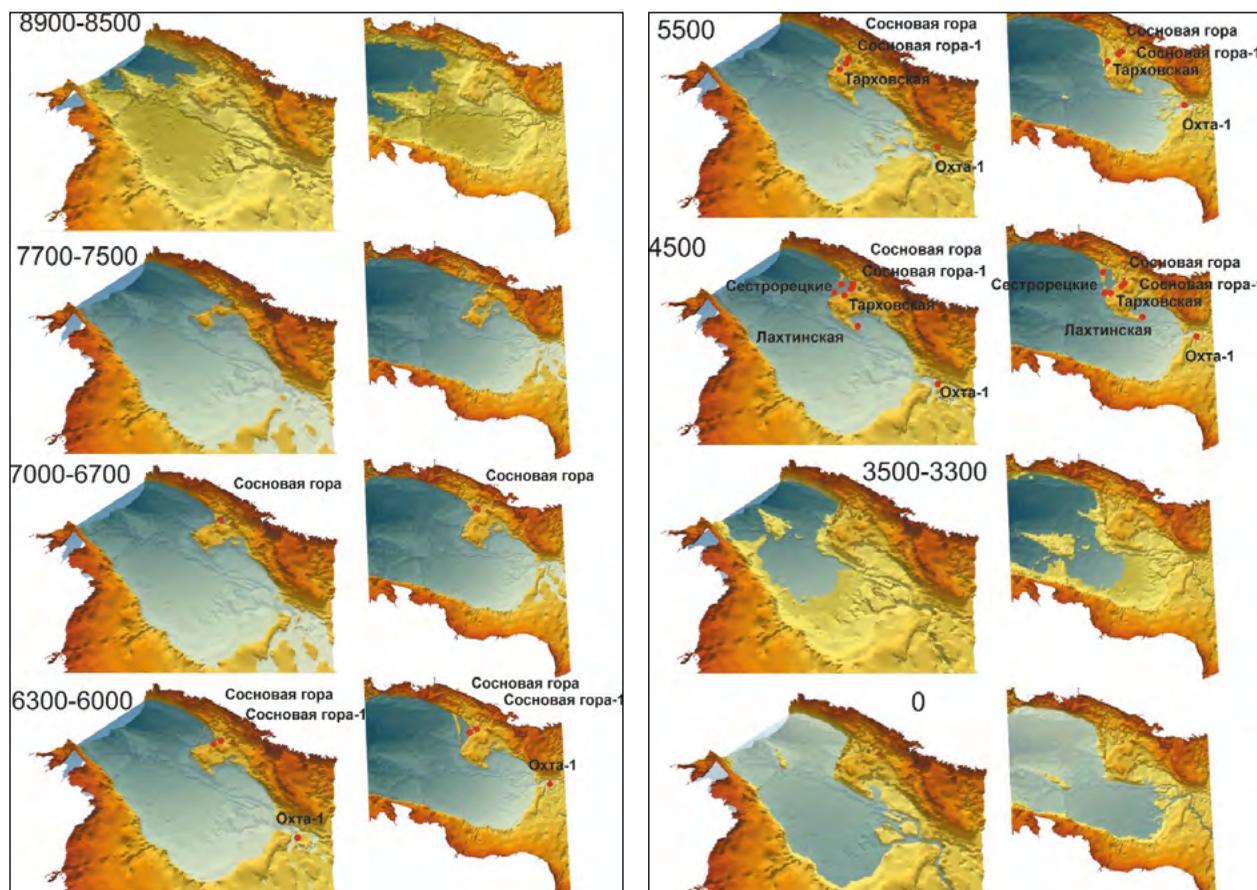


Рисунок 5. Реконструкция палеогеографического развития побережий восточной части Финского залива за последние 8900 лет. Красными точками показаны археологические памятники эпохи неолита-раннего металла. Схема составлена А.Ю. Сергеевым

города известны всем – это и терраса в Петергофе, отделяющая Нижний парк от Верхнего, и высокий уступ, протягивающийся вдоль Приморского шоссе в Курортном районе и достигающий максимума в районе пос. Серово (рис. 4). Береговая линия тогда была еще более изрезанной, чем сегодня. Глубокие заливы вдавались в сушу в Нарвско-Лужском междуречье и в районе современного Сестрорецкого разлива.

В связи с продолжающимся гляциоизостатическим поднятием уровень Литоринового моря постепенно снижался. Процесс этот тоже был нелинейным – когда падение уровня приостанавливалось, начинался активный размыв берегов, и из ранее сформировавшихся флювиогляциальных отложений в результате воздействия волн и течений формировались песчаные косы и бары. Там, где раньше были глубокие заливы, теперь можно было увидеть лагуны, отделенные от моря песчаными перемычками (подобные современным Куршской и Вислинской лагунам в

В связи с продолжающимся гляциоизостатическим поднятием уровень Литоринового моря постепенно снижался.

Калининградской области). Среди протяженных палеокос – описанные еще С.А. Яковлевым Сестрорецкая и Лиговская. Интересно, что берега палеолагуны были благоприятны для расселения наших далеких предков.

Данные морской геологии свидетельствуют, что и на самом последнем этапе развития (последние 3,5 тыс. лет) происходили колебания уровня моря, хотя уже не такие значительные, как на предыдущем этапе (рис. 5). В периоды, когда уровень моря понижался и осушенные прибрежные мелководья, покрытые песком, переваливались морскими ветрами, происходило образование дюн (например, в Сестрорецкой

низине и Нарвско-Лужской низменности). Кроме того, важнейшим палеогеографическим событием этого этапа был прорыв р. Невы из Ладожского озера, произошедший, вероятно, около 3,3–3,1 тыс. лет назад.

Как мы видим, недавняя геологическая история нашего региона была достаточно бурной. По данным наблюдений известно, что в настоящее время растет число опасных наводнений, особенно поздней осенью и зимой, более теплыми стали зимы, уровень Финского залива в последние десятилетия начал медленно расти [Гордеева, Малинин, 2017]. Означает ли это, что возможно повторение, например, литориновой трансгрессии? Геологические данные и результаты моделирования говорят о том, что в обозримом будущем это невозможно. Но климат меняется, увеличивается частота экстремальных явлений, в т. ч. штормов и наводнений. Песчаные пляжи Финского залива находятся под угрозой размыва, а низменные участки побережий – под угрозой временных затоплений. Чтобы быть уверенным в том, что «любимый город может спать спокойно», необходимо заранее разрабатывать широкий спектр мер по адаптации к климатическим изменениям и предотвращать их возможные негативные последствия с применением современных подходов и технологий.

Литература

Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря / Гл. ред. О.В. Петров. – СПб, ВСЕГЕИ, 2010, 78 с.

Гельмерсен Г.П. О физических и геологических условиях Петербурга. Императорская Академия Наук, СПб, 1864, 11 с.

Гордеева С.М., Малинин В.Н. Изменчивость морского уровня Финского залива. – СПб.: РГГМУ, 2014. – 179 с.

Кропоткин П.А. Исследования о ледниковом периоде. С.-Петербург: тип. М. Стасюлевича, 1876. – 882 с.

Куторга С.С. Программа геогностической карты Санкт-Петербургской губернии. СПб., типография Штаба Военно-Учебных заведений, 1852 г., 23 с.

Марков К.К. Краткий геологический и геоморфологический очерк северной части Кингисепского уезда // Известия центрального Гидрометеорологического бюро. Л., 1927. 117 с.

Рябчук Д.В., Сергеев А.Ю., Жамойда В.А., Петров Е.О., Буданов Л.М., Крек А.В., Бубнова

Песчаные пляжи Финского залива находятся под угрозой размыва, а низменные участки побережий – под угрозой временных затоплений.

Е.С., Данченков А.Р., Неевин И.А., Ковалёва О.А. Новые данные о дегляциации восточной части Финского залива по результатам детального геологического картирования // Региональная геология и металлогения. 2021. №86. С. 62-81.

Спиридонов М.А. Ледниковая история Финского залива. // В кн.: Геология субаквальной части зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты в пределах Финского залива. Сб. науч. трудов, 1989. – Л.: изд-во ВСЕГЕИ. С. 23-32.

Странгвейс Гернер-Фокс. Геогностическое описание С.-Петербургских окрестностей. Перевод с немецкого, сличенный с английским подлинником А.А. Дейхманом. Труды Минералогического общества, т. I, 1830.

Субетто Д.А. Донные отложения озер. Палеолимнологические реконструкции. 2009, изд-во РГПУ им. А.И. Герцена, 344 с.

Яковлев С.А. Наносы и рельеф г. Ленинграда и его окрестностей. Ч. 1, 2. Л., 1925, 1926, 264 с.

Andrén, T., Björk, S., Andren, E., Conley, D., Zillen, L., Anjar, J. 2011. The development of the Baltic Sea basin during last 130 ka. In: Jan Harff, Svante Björck, Peer Hoth (Editors). The Baltic Sea Basin, Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 75-98.

De Geer G. Geochronologie der letzten 12000 Jahre // Geol. Rundschau. – 1912. №3. – Pp.457-471.

Hyttinen, O., Quintana Krupinski, N., Bennike, O., Wacker, L., Filipsson, H.L., Obrochta, S., Jensen, J. B., Loughheed, B., Ryabchuk, D., Passchier, S., Ian Snowball, Herrero-Bervera, E., Andren, T. & Kotilainen, A. Deglaciation dynamics of the Fennoscandian Ice Sheet in the Kattégat, the gateway between the North Sea and the Baltic Sea Basin. Boreas. 2021. <https://doi.org/10.1111/bor.12494>. ISSN 0300-9483.

Ramsey W. Nivaförändringar och stenaldersbosättning i det batliska området // Fennia. – 1926. – Vol. 48. 67 p. 

Трансгрессии литориновая и послелиториновая в восточной части Финского залива в геоархеологической перспективе

Д.В. Герасимов, научный сотрудник отдела археологии Музея антропологии и этнографии им. Петра Великого (Кунсткамера) РАН, канд. ист. наук
dger@kunstkamera.ru

Современное состояние окружающей среды Санкт-Петербурга и происходящие в ней под воздействием антропогенных и природных факторов изменения являются предметом пристального внимания исследователей. Но не менее важно изучение тех процессов и событий, которые сформировали ландшафт города и окрестностей. История формирования ландшафта, включая недра и почвы, является предметом палеогеографии.

Казалось бы, территория города, отпраздновавшего 300-летие Российской академии наук и Санкт-Петербургского государственного университета, города, откуда пошла отечественная школа наук о земле, должна быть за прошедшие столетия изучена досконально в отношении геологии и географии. Тем не менее, новые исследования приносят новые открытия, а целый ряд эпизодов и событий в позднейшей, голоценовой, истории природных процессов в регионе Санкт-Петербурга до сих пор вызывает оживленные дискуссии в научной среде.

Настоящая статья посвящена одному из дискуссионных вопросов, связанных с ярким природным событием в истории региона в голоцене – литориновой трансгрессией Балтийского моря. На протяжении всего голоцена восточная часть региона Финского залива испытывала неоднократные воздействия водных осцилляций – трансгрессий и регрессий, происходивших как в результате изменений уровня Мирового океана, так и вследствие тектонических движений – проявлений изостатического поднятия Фенноскандии. Последнее, согласно наиболее распространенным представлениям, компенсирует прогибание земной коры под весом Скандинавского ледникового щита.

Представления о компенсационном гляциоизостатическом поднятии Фенноскандии и сопредельных территорий, как и об основных трансгрессивно-регрессивных стадиях прабалтики, сформировались уже к концу XIX века (De Geer, 1891; Яковлев, 1925; Марков, 1931). По некоторым оценкам, толщина ледникового покрова в районе Санкт-Петербурга во время максимума последнего оледенения около 22 000 лет назад оценивается более чем в три километра. В центральной части ледникового щита, на территории современной Швеции, мощность льда была еще больше. После стаивания ледника начался подъем опустившихся под его весом участков земной коры. Этот процесс, соответственно, происходит быстрее там, где находился более мощный слой льда и больший прогиб земной коры, к периферии он затухает.

Градиент изостатического поднятия на Карельском перешейке направлен с юго-востока на северо-запад. В результате этого процесса происходит перекосяние крупных водоемов: линия уреза воды отступает от северо-западных берегов и наступает на юго-восточных. Изостатический подъем Фенноскандии стал причиной неоднократных изменений уровня и очертаний Балтийского моря, а также перестройки гидрографической системы в регионе, в т. ч.



Карта восточной части региона Финского залива и упомянутых в тексте памятников археологии (красные кружки): 1 – Озерное 3; 2 – Силино; 3 – Вещево 1; 4 – Сюрье 1; 5 – Большое Заветное 4; 6 – Куркиеки 33; 7 – Комсомольское 3; 8 – Косколово 9; 9 – Лахта; 10 – Охта 1

имевших катастрофический характер. И хотя сам Санкт-Петербург расположен на нулевой изобазе, т. е. территория города непосредственно не испытывает поднятия, воздействие изостатического процесса сыграло здесь важнейшую роль в формировании ландшафта. История балтийского водоема в позднем плейстоцене – голоцене обстоятельно изложена в представленной в этом номере журнала статье Д.В. Рябчук с соавторами. Это позволяет непосредственно перейти к рассмотрению основной темы – динамики литориновой трансгрессии.

Начало стадии Литоринового моря в истории Балтики фиксируется на основании датировок

отложений, сформировавшихся в солонowodных условиях. Это означает проникновение соленой воды в балтийскую акваторию в результате выравнивания ее уровня с уровнем Мирового океана. Наличие огромного пресноводного водосбора балтийского водоема препятствовало проникновению океанической воды, поэтому процесс этот был растянут во времени приблизительно от 9000 до 8500 л. н. (лет назад – здесь и далее указан возраст условно от 1950 г., определенный на основании калиброванных радиоуглеродных дат).

В восточной части Финского залива и на Карельском перешейке проникновение соленой воды отмечается в донных отложениях малых

озер и болот для промежутка 8400–5100 л. н. (Клейменова и др., 1988; Кузнецов, Субетто, 2019). Конец стадии Литоринового моря датируется после 4500 л. н., когда в результате обмеления Датских проливов происходит значительное опреснение воды в Балтике (Huvärinen et al., 1988).

Во время существования Литоринового моря происходил подъем уровня Мирового океана, проявившийся в разных частях земного шара и, вероятно, связанный с быстрым таянием ледников во время теплого атлантического периода, на который приходится климатический оптимум голоцена. В истории Балтики эта осциляция получила название литориновой трансгрессии. Максимум трансгрессии фиксируется, по разным оценкам, в интервале от 7500 до 6800 л. н., после чего уровень моря постепенно понижался (Miettinen, 2002, p. 81; Sandgren et al, 2004, p. 378, Rosentau et al, 2013).

Отложения максимума литориновой трансгрессии зафиксированы на абсолютных высотных отметках до 20 м севернее Выборга, на высоте 10 м над уровнем моря в южной части Карельского перешейка (Клейменова и др., 1988; Субетто и др., 2002; Huvärinen, 1999; Sandgren et al., 2004) и около 11,5 м в Нарвско-Лужском междуречье на южном побережье Финского залива (Сергеев и др., 2020). При этом в разных частях Балтики было зафиксировано разное количество расположенных на разной высоте береговых уровней, сформированных, как предполагалось, в литориновое время. На этом основании разные исследователи выделяли от одного до восьми пиков трансгрессии разной интенсивности в литориновой стадии Балтики (Долуханов, 1969; Марков, 1931; Ramsey, 1927; Нуурпә, 1937; Huvärinen, 1999; Miettinen, 2002). Кроме того, в начале XX века ведущими специалистами по геологии Санкт-Петербурга именно на основании изученных в окрестностях города отложений активно обсуждался вопрос о послелиториновых трансгрессиях Балтики. С.А. Яковлев выделял древнебалтийскую трансгрессию на границе суббореального и субатлантического периодов (Яковлев, 1925, с. 185). Эту точку зрения поддерживал и П.М. Долуханов, предполагавший возможность от двух до четырех послелиториновых трансгрессий, хотя, вероятно, не таких мощных, как это представлял себе С.А. Яковлев (Долуханов, 1969, с. 56).

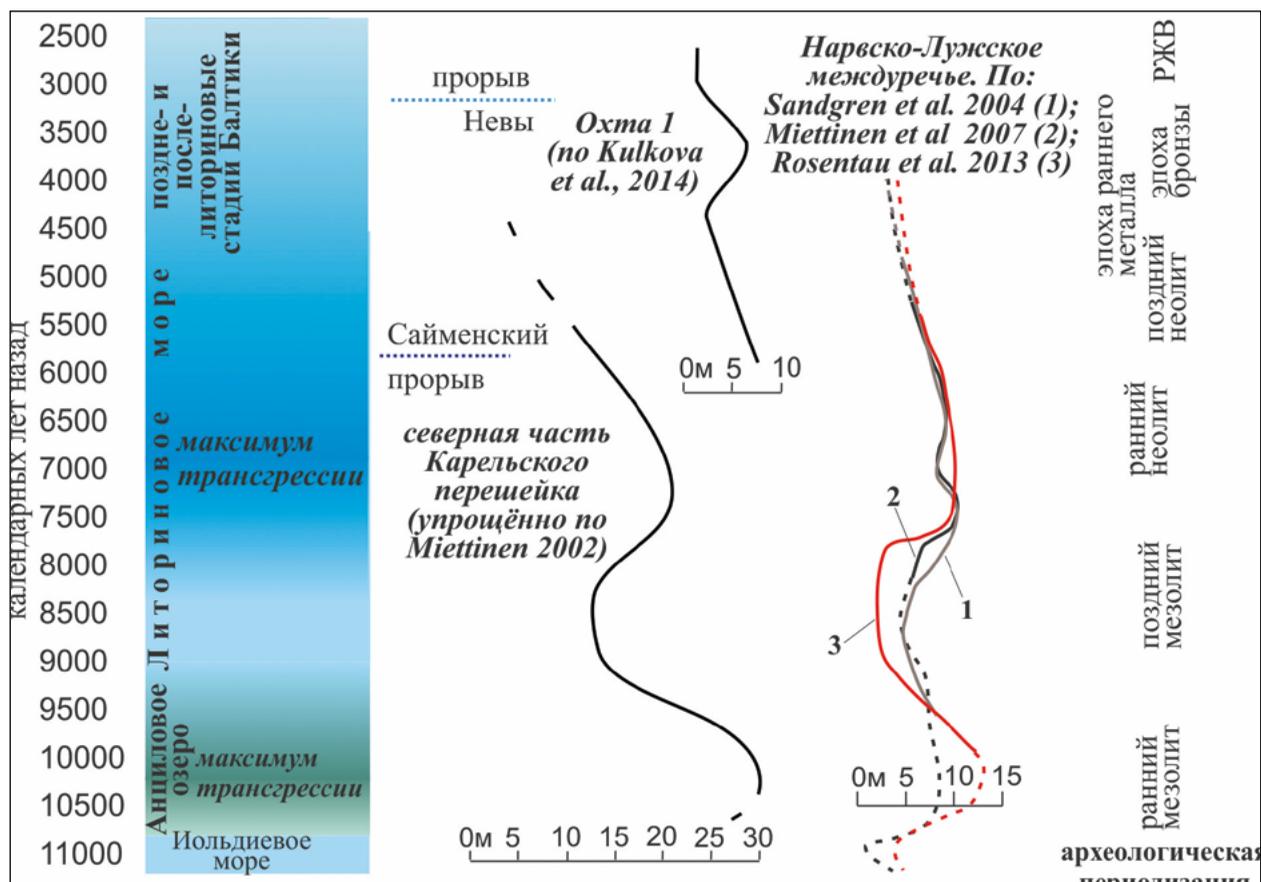
К.К. Марков, однако, полагал, что других осцилляций уровня Балтики после завершения стадии Литоринового моря в регионе не было.

Он датировал наносы, интерпретированные С.А. Яковлевым как древнебалтийские, временем Литоринового моря и временем Анцилового озера, наносы литоринового времени по С.А. Яковлеву (Марков, 1931, с. 226–231). В чем же причина такого разнообразия мнений? Для того чтобы в этом разобраться, следует попытаться понять, что послужило для них основанием.

Уровни уреза воды в Балтике в древности маркируются береговыми образованиями – аккумулятивными террасами и береговыми валами. Изучение последовательности террас и береговых валов побережья Финского залива на территории Финляндии позволило финскому исследователю Э. Хыйпя выделить четыре пика трансгрессий в стадию Литоринового моря – L1-L4 (Нуурпә, 1937). Возраст этих пиков определялся по соответствию набора пыльцы растений, выделенного в отложениях древних береговых валов, палинологической схеме Блитта-Сернандера и предлагавшейся для нее хронологии, в то время совсем не обеспеченной абсолютными датировками. Именно в палинологических определениях и их интерпретации заключались основные разногласия между С.А. Яковлевым и К.К. Марковым относительно возраста наносов морских трансгрессий.

В настоящее время возможности использования палинологических определений образцов из песчаных береговых геологических образований в качестве хронологических маркеров подвержены серьезной критике, вполне справедливой, на наш взгляд, но порой чрезмерно категоричной. Определение возраста геологических отложений в случае отсутствия возможностей прямого их датирования основано на соотношении характеристик этих отложений, полученных методами гранулометрии, палинологии, диатомового анализа, геохимии и др., с периодом максимально локализованной палеогеографической хронологии.

Эти периоды определяются, в первую очередь, на основании анализа характеристик опорных разрезов, датированных другими методами, прежде всего радиоуглеродным. Примером может быть соотношение пыльцевого спектра слоя памятника с хронологией палинозон. Очевидно, что лишь комплексный анализ данных, полученных разными независимыми методами, позволяет достаточно уверенно сопоставлять отложения из разных разрезов и с высокой степенью достоверности выявлять синхронные отложения. При этом анализируемые разрезы



Модели изменений береговых линий восточной части Финского залива в голоцене

должны представлять достаточно длительный хронологический интервал, на протяжении которого отчетливо диагностируются несколько смен условий осадконакопления.

Современное изучение динамики осцилляций крупных палеоводоемов во многом основано на методе каскадных озер (Кузнецов, Субетто, 2019), а наиболее важным источником для датирования древних береговых линий являются отложения малых озер и болот. Метод основан на том, что при регрессивных фазах от большого водоема постепенно изолируются малые озера, в которых при этом меняются условия осадконакопления. При трансгрессивных фазах малые озера вновь могут соединяться с акваторией большого водоема, что опять же отражается на условиях осадконакопления.

Колонки отложений изучаются комплексом естественнонаучных методов. На основании полученных данных выделяются слои, отложившиеся в условиях крупного водоема. Датирование этих слоев, прежде всего с помощью радиоуглеродного метода, позволяет определить время их формирования, а высота

порога стока малых озер (болот) характеризует уровень изучаемого крупного палеоводоема на период формирования слоя. Полученные таким образом высотные характеристики указывают на минимально возможный, но не максимальный уровень воды в большом палеоводоеме на каждый исследуемый период.

Уровень уреза воды в определенные периоды прошлого может быть определен путем измерения высоты соответствующих террас, сформировавшихся в период стабилизации водоема. Однако выделение террасы, сформировавшейся в период отложения конкретного слоя озерно-болотной пачки, может быть затруднено, поскольку серия трансгрессивных и регрессивных фаз является причиной наложения схожих геоморфологических объектов, образовавшихся в разные периоды.

Ввиду вышеизложенного, важнейшими источниками для изучения древних береговых линий являются археологические памятники (Герасимов, Кулькова, 2003; 2006; Герасимов, Субетто, 2009). Человеческие коллективы проникают в Восточную Фенноскандию,

по-видимому, уже на стадии Иольдиевого моря (Pesonen et al., 2022). Во времена Анцилового озера восточная часть региона Финского залива, включая Карельский перешеек, уже была освоена первобытными коллективами. В стадию Литоринового моря население начинает активно использовать ресурсы прибрежной зоны наряду с охотой на наземных млекопитающих и рыболовством в реках и на внутренних водоемах. Это определило систему расселения древнего человека (Герасимов и др., 2010а). Возможно, охота на ластоногих, и прежде всего на балтийскую и ладожскую нерпу (Seitsonen et al., 2017), во многом обеспечила устойчивость системы жизнеобеспечения древнего населения. Большинство известных памятников каменного века Карельского перешейка и южного побережья Финского залива расположены по берегам древних заливов, протоков, связанных с Балтикой и Ладогой, и приурочено непосредственно к древним береговым линиям и морским косам. Изменения береговых линий в результате изостатического поднятия и перестроен гидрографической системы являлись причиной изменения местоположения древних стоянок и поселений.

Располагавшиеся на берегу единого водоема древние стоянки маркируют максимально возможный уровень воды на время своего существования. Фазы трансгрессий характеризуются выявляемыми в разрезах археологических памятников прослойками древних водных наносов. Расположенные на разных высотах синхронные памятники, во время своего функционирования находившиеся на берегу одного и того же крупного водоема (Балтики или Ладоги), при должной оценке их геоморфологического положения могут быть использованы для расчета градиента изостатического поднятия в определенные хронологические интервалы.

Использование данных археологии для решения вопросов геологии и палеогеографии относится к сфере геoarхеологии. Геoarхеологические исследования можно понимать, как изучение формирования культурного слоя археологических памятников в контексте природных процессов осадконакопления. Культурно-хронологическая атрибуция археологических контекстов позволяет, в числе прочего, решать вопросы генезиса и возраста вмещающих, подстилающих и перекрывающих геологических отложений.

Решение вопросов абсолютной хронологии отложений на основании археологических данных, как и в случае использования биостратиграфических и геохимических методов, основано на сопоставлении соответствующих характеристик культурных слоев изучаемого разреза (археологический контекст, состав пыльцы и диатомовых водорослей) с характеристиками слоев опорных археологических комплексов. Возраст археологических комплексов может быть определен на основании радиоуглеродного датирования, а также с помощью археологической типологии. По достоверности и точности датирования традиционные биостратиграфические методы стоят в одном ряду с методом датирования на основании археологической типологии, а для определения возраста объектов моложе 2000 лет значительно уступают последнему.

Датирование комплекса при помощи археологической типологии – это один из наиболее разработанных собственно археологических методов. Он основан на наличии в датированном комплексе артефактов, обладающих хорошо выраженными характеристиками, позволяющими отнести их к определенному археологическому типу. Хронологические рамки бытования предметов, относящихся к определенным типам, т. е. обладающих устойчиво повторяющимся сочетанием признаков (Колпаков и др., 2013: с. 40), могут быть определены на основании аналогий из датированных другими методами замкнутых комплексов. Собственно, хорошо разработанная археологическая типология выявляет хронологические границы существования артефактов с определенными характеристиками.

Географическое положение и геологическая история Карельского перешейка обусловили формирование здесь археологических памятников, на которых в стратиграфическом порядке залегают разновременные комплексы каменного века – эпохи раннего металла, перекрытые и разделенные отложениями трансгрессивных фаз древних водоемов. Такие памятники были выявлены лишь в последние два с половиной десятилетия, ранее их существование здесь даже не предполагалось (Герасимов, 2015). Археологические комплексы на этих памятниках не только надежно датируются на основании естественнонаучных данных, но и могут до известной степени рассматриваться как гомогенные, отложенные единовременно в археологическом смысле

и запечатанные вышележащими водными наносами. Определенные на основании типологии хронологические рамки формирования археологических комплексов, как и наличие в культурном слое образцов для радиоуглеродного датирования, дает дополнительные возможности для определения возраста отложений, представленных в стратиграфии археологических памятников.

Судя по данным исследований донных отложений Ладоги и озер, входивших в акваторию Ладоги до образования Невы, соленая морская вода не проникала в Ладожское озеро даже в пору максимума литориновой трансгрессии (Квасов, Абрамова, 1966). Это положение полностью подтверждается данными, полученными при изучении разреза многослойного археологического памятника Озерное 3, расположенного на высоте 16 м над ур. м. на берегу одного из рукавов Хейнийокского пролива ниже порога стока Ветокаллио, расположенного на современной абсолютной отметке 15,4 м (Сапелко и др., 2008). Тем не менее, согласно археологическим и биостратиграфическим данным, подпор стока Хейнийокского пролива вызвал повышение уровня воды во всей системе водосбора.

Мезолитическое поселение на Озерном 3 было затоплено, и выше культурного слоя сформировался полуметровый слой песчаных наносов. На памятниках Силино и Вещево 1 позднемезолитические и раннеолитические культурные слои, перекрытые наносами времени прорыва Саймы, различимы между собой литологически, хотя не разделены археологически стерильными прослойками (Герасимов, 2015). Это позволяет предполагать возможность кратковременного подтопления во время максимума литориновой трансгрессии поселений позднего мезолита, расположенных на современных отметках 16–19 м над ур. м. в северной части Карельского перешейка. На южном побережье Финского залива был изучен позднемезолитический памятник Сюрье 1, культурный слой которого перекрыт водными наносами мощностью около 20 см с кровлей на абсолютных отметках около 12 м (Герасимов и др., 2010б).

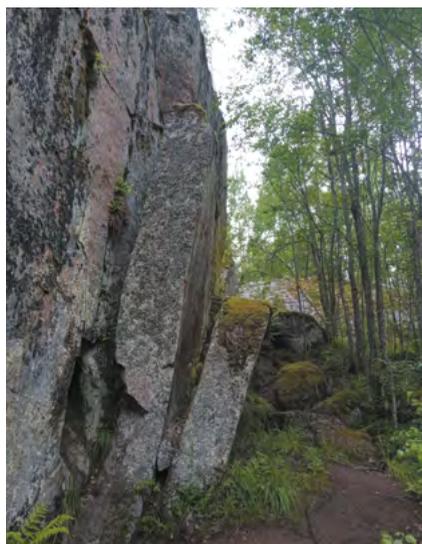
Временем после максимума литориновой трансгрессии (7300 л. н.) датируются комплексы с раннеолитической керамикой типа сперрингс на Карельском перешейке и нарвской керамикой на южном побережье Финского залива. Стоянки

По результатам проводившихся на рубеже XX–XXI веков исследований донных отложений озер, расположенных вблизи береговой линии восточной части Финского залива, фиксируется две трансгрессии литоринового времени: ранняя, с более мощной амплитудой, и поздняя, менее выраженная.

раннего неолита в Приладожье расположены на тех же террасах, что и позднемезолитические. В северо-западной части озера они находятся на отметках 24–25 м над уровнем моря (Большое Заветное 4, Куркиеки 33); в 40 км к юго-западу – на высоте около 17 м (Комсомольское 3). Таким образом, на многих археологических памятниках Карельского перешейка выявлены комплексы позднего мезолита и раннего неолита, залегающие в стратиграфической последовательности с наличием в разрезах признаков кратковременного затопления участка.

Создается впечатление, что древнее население вынуждено было покинуть участки поселений в результате наводнения, которое продолжалось относительно недолго, после чего вернулось на прежние места обитания. Имеющиеся модели изменений уровня Балтики показывают, что трансгрессия была достаточно быстрой – скорость подъема воды для Нарвско-Лужского междуречья может быть оценена в 8 м за 500 лет, и уровень моря находился на максимальных отметках в пределах 750 лет. Оценки, выполненные для других участков Балтики, схожи, хотя в действительности подъем воды мог происходить быстрее, а максимальный уровень удерживался более короткое время. К сожалению, в настоящее время разрешающая способность имеющегося комплекса методов не позволяет определенно ответить на данный вопрос.

По результатам проводившихся на рубеже XX–XXI веков исследований донных отложений озер, расположенных вблизи береговой линии восточной части Финского залива, фиксируется две трансгрессии литоринового времени: ранняя, с более мощной амплитудой, и поздняя, менее выраженная. Модель изменений береговых линий Балтики, разработанная на основании комплекса палеогеографических, геоморфологических и археологических данных, полученных по результатам исследований в Нарвско-Лужском



Гранитные блоки, отколовшиеся от скал в результате, предположительно, сейсмического толчка. Ленинградская обл., Выборгский р-н, пос. Красный Сокол. Фото автора



Геологический разрез (а) близ памятника каменного века Косколово 9 (Нарвско-Лужское междуречье), демонстрирующий возвратно-поступательное изменение береговых линий Балтики в голоцене, и его часть подробнее (б). Фото автора

междуречье (Rosentau et al., 2013), свидетельствует о наличии лишь одного пика трансгрессии. Примечательно, что в наиболее поздних моделях изменений уровня Балтики представлен лишь один пик литориновой трансгрессии, два пика и более показаны в более ранних моделях, хотя разрешающая способность используемых методов, как и объем используемых для разработки моделей данных, со временем растет.

Весьма показательно, что на всех представленных за последние два десятилетия надежно обоснованных моделях изменений береговых линий хронологическим пределом уверенных реконструкций является возраст около 5300 л. н., когда уровень моря опустился в северо-западной части Карельского перешейка ниже современных отметок 10 м над ур. м., а в Нарвско-Лужском междуречье – ниже 5 м над ур. м. (следует, однако, учитывать продолжающийся изостатический подъем – на то время урез воды располагался ниже). Такая ситуация обусловлена как в целом недостаточной изученностью озёрно-болотных отложений, расположенных на низких абсолютных отметках, так и сложностью уверенного выделения отложений стадии изоляции в условиях, когда водоем расположен близко к современному берегу моря.

Исключением является модель, разработанная на основании изучения отложений Охтинского мыса в Санкт-Петербурге (Kulkova et al., 2014). Эти работы были проведены в

рамках междисциплинарных исследований, осуществлявшихся в 2008–2009 годах Санкт-Петербургской археологической экспедицией. Уникальный комплекс археологических объектов на Охтинском мысе (Гусенцова и др., 2024) представляет материальные свидетельства освоения человеком региона от раннего неолита до наших дней, на протяжении более чем шести тысячелетий, практически без хронологических лагун. Выявление здесь частично перекрытых слоев водных отложений остатков поселения каменного века породило горячие дискуссии в академической среде и в значительной степени изменило существовавшие на начало XXI века представления о поздних этапах геологической истории города и об осцилляциях Балтики в позднем голоцене. Данные стратиграфического и планиграфического анализа распространения находок, типология артефактов, результаты литологических и геохимических исследований убедительно показывают, что прибрежные участки поселения возрастом 5900–5600 л. н. оказались затоплены на относительно короткий (в несколько столетий) промежуток времени.

Исследованный в начале XX века в черте современного Санкт-Петербурга культурный слой Лахтинской стоянки (Земляков, 1928), датированный на основании типологии около 4500 л. н., перекрыт слоем водных отложений мощностью до метра. В последние годы свидетельства затопления участков древних

поселений с археологическими материалами, датированными первой половиной – серединой IV тыс. до н. э. (5900–5600 л. н.), были получены при раскопках археологических памятников в Нарвско-Лужском междуречье.

Эти данные позволяют предположить, что в начале – первой половине IV тыс. до н. э. в восточной части региона Финского залива имело место понижение уровня Балтики, после чего наблюдалась еще одна стадия подъема воды. Однако можно ли действительно рассматривать запечатленное в геологических архивах явление, как регрессию уровня моря? Учитывая, что оно является частью Мирового океана, затруднительно представить природный механизм, вызвавший относительно кратковременное (около 1,5 тыс. лет) понижение уровня этой огромной инертной системы и последовавшую затем еще более кратковременную трансгрессию.

Более реалистичной представляется комбинация изостатических и эвстатических процессов. Судя по имеющимся наблюдениям, изостатический подъем Скандинавского кристаллического щита происходит не линейно, а дискретно, в виде серии тектонических сдвигов. Об этом свидетельствует малая размерность серий расположенных на разной высоте береговых образований голоценового времени, наблюдаемых в восточной части Финского залива. Как правило, выделяется две–три основные береговые линии, которые могли сформироваться в достаточно длительные периоды стабилизации уровня Балтики. Свидетельства неравномерного блокового поднятия территории отмечались геологами уже во второй половине XX века (Eronen, Ristaniemi, 1922). О неравномерном блоковом поднятии свидетельствуют и наблюдаемые несоответствия в реальном распределении археологических памятников Карельского перешейка относительно модели линейного изостатического поднятия (Федорова и др., 2017).

Такие тектонические сдвиги должны были сопровождаться землетрясениями, и свидетельства происходивших в голоцене землетрясений в регионе неоднократно представлялись научному сообществу (Никонов и др., 2009; 2014). Поначалу они были восприняты весьма критически, однако с течением времени все больше специалистов готовы принять возможность таких событий в относительно недавнем (по геологическим меркам) прошлом (Subetto et al., 2018). Возможно, увеличение размерности серий расположенных на разных

высотах древних береговых линий ближе к центральной части Скандинавского щита может быть связано с более активным изостатическим подъемом земной коры.

Морская регрессия, наступившая в восточной части Финского залива, согласно палеогеографическим реконструкциям, после 6200 л. н., могла быть следствием не понижения собственно уровня моря, а относительно резкого подъема участка земной поверхности. Прорыв вод озера Древняя Сайма в акваторию Ладожского озера и образование реки Вуоксы являются достаточно хорошо изученной и вполне надежно датированной возрастом около 5900 л. н. природной катастрофой (Герасимов, Субетто, 2009; Oinonen et al. 2014). Именно с этим событием связывают выявленные на Карельском перешейке молодые по геологическим меркам следы тектонических толчков (Subetto et al., 2018).

В результате относительно быстрого подъема значительные площади лишенной растительности песчаной поверхности, прежде расположенной ниже уреза воды вблизи берега, оказались на суше. Такая ситуация могла способствовать образованию дюн, которые хорошо представлены на южном побережье Финского залива. В настоящее время они в большинстве своем стабильны и покрыты лесом. Хронология эпизодов активного образования дюн в регионе пока разработана недостаточно, но для Нарвско-Лужского междуречья относительно недавно были получены OSL-даты, указывающие на формирование дюн около 3500 л. н. Эти даты хорошо согласуются с результатами исследований колонок морских донных отложений и подводных террас, в соответствии с которыми около 3500 кал. л. н. произошло относительное понижение уровня моря и осушение обширных участков сформировавшихся ранее песчаных аккумулятивных форм (Сергеев и др., 2020).

Эти данные несколько отличаются от хронологии модели позднеголоценовой трансгрессии, разработанной по результатам исследований Охтинского мыса. Согласно этой модели, максимальный подъем воды фиксируется около 3600 л. н. Тем не менее, сам пик выделяется вполне уверенно. Вероятно, именно его и следует рассматривать (по крайней мере, с точки зрения хронологии), как максимум трансгрессии Мирового океана, фиксируемый для региона Финского залива. Тектонический подъем участка суши около 5900 л. н. нарушил линейный рост абсолютных отметок береговой линии, но с

течением времени освободившиеся от воды участки поверхности вновь были затоплены, а затем вновь осушены.

Предлагаемая модель изменений береговых линий Литоринового моря в восточной части Финского залива имеет на данный момент гипотетический характер, хотя, как представляется, не противоречит имеющейся совокупности данных, полученных при изучении как природных, так и археологических объектов. Дальнейшие исследования, в т. ч. радиоуглеродное датирование образцов из затоплявшихся археологических комплексов среднего – позднего неолита, помимо поселения Охта 1, позволят придать модели большую основательность.

Источники

Абрамова С. А., Давыдова Н. Н., Квасов Д. Д. История Ладожского озера в голоцене по данным спорово-пыльцевого и диатомового анализов // История озер Северо-Запада. Л., 1967. С. 113–132.

Герасимов Д.В., Кулькова М.А. Хронологическая атрибуция археологических комплексов многослойных памятников Силино и Большое Заветное 4 на Карельском перешейке по геохимическим данным. // Неолит – энеолит юга и неолит севера Восточной Европы. СПб., 2003. – С. 181–192.

Герасимов Д.В., Кулькова М.А. Опыт реконструкции взаимодействия человека и окружающей среды в каменном веке на материалах Северо-Западного Приладожья (по данным археологии, геохимии и палеогеографии) // Первобытная история и культура Европейского Севера. Проблемы изучения и научной реконструкции. Соловки, 2006. – С. 321–336.

Герасимов Д.В., Субетто Д.А. История Ладожского озера в свете археологических данных // Известия РГПУ им. Герцена. 2009. №106. – С. 37–49.

Герасимов Д.В., Крийска А., Лисицын С.Н. Освоение побережья Финского залива Балтийского моря в каменном веке // Материалы III Северного археологического конгресса. Екатеринбург, Ханты-Мансийск: «ИздатНаукСервис», 2010а. С. 28–53.

Герасимов Д.В., Лисицын С.Н., Кулькова М.А. Местонахождение Сюрье 1 – свидетельство первичного заселения восточной оконечности Финского залива // Научные исследования и музейные проекты МАЭ РАН в 2009 г. Радловский сборник. СПб., 2010б. – С. 204–208.

Герасимов Д.В. «Мал золотник, да дорог!»: об опорных комплексах каменного века – эпохи раннего металла юго-восточной части региона Финского залива. // Древние культуры Восточной Европы: эталонные памятники и опорные комплексы в контексте современных археологических исследований. Замятнинский сборник. Вып. 4. СПб., 2015. – С. 192–206.

Гусенцова Т.М., Сорокин П.Е., Кулькова М.А. Памятник эпох неолита и раннего металла Охта 1 в Санкт-Петербурге. СПб.: МАЭ РАН, 2024. – 300 с.

Долуханов П.М. История Балтики. Москва: Наука, 1969. – 114 с.

Земляков Б.Ф. Неолитическая стоянка в Лахте // Естествознание в школе. 1928, №2. – С. 70–85.

Клейменова Г.И., Вишневская Е.М., Долуханов П.М., Латышева Н.М. К палеогеографии Северо-Восточного побережья Финского залива в среднем и позднем голоцене // ИВГО, 1988. Т. 120. Вып. 4. – С. 302–314.

Колпаков Е.М., Бочкарев В.С., Васкул И.О., Вишняцкий Л.Б., Власова Е.В., Ковалев А.А., Чеснокова Н.Н., Шаров О.В. Классификация в археологии. СПб.: ИИМК РАН, 2013. – 251 с.

Кузнецов Д.Д., Субетто Д.А. Стратиграфия донных отложений озер Карельского перешейка. М.: Геос, 2019. – 119 с.

Марков К.К. Развитие рельефа Северо-Западной части Ленинградской области. Труды Главного геологоразведочного управления ВСНХ СССР. Вып. 117, 1. М.; Л.: Геол. изд-во, 1931. – 256 с.

Никонов А.А., Энман С.В., Флейфель Л.Д. Современные и позднеголоценовые вертикальные движения земной коры в юго-восточной Балтике – переходной зоне от Фенноскандинавского щита к Русской плите // Физика Земли. 2009. №8. – С. 51–65.

Никонов А.А., Шварев С.В., Сим Л.А., Родкин М.В., Бискэ Ю.С., Маринин А.В. Скальные палеосейсмодеформации на Карельском перешейке (ключевой участок «Пещеры Иностранцева», Ленинградская область) // Доклады Академии наук. 2014. Т. 457, №5. – С. 591.

Сапелко Т.В., Лудикова А.В., Кулькова М.А., Кузнецов Д.Д., Герасимов Д.В., Субетто Д.А. Реконструкция среды обитания человека на территории Карельского перешейка (по материалам исследования многослойного поселения Озерное 3) // Хронология, периодизация и кросскультурные связи в каменном веке (Замятнинский сборник, вып. 1). СПб., 2008. – С. 149–164.

Сергеев А.Ю., Герасимов Д.В., Рябчук Д.В., Буданов Л.М., Ковалева О.А. Эволюция

Кудрукюльской палеокосы (Нарвско-Лужское междуручье) в позднем голоцене по данным геоархеологических исследований // Известия Русского географического общества. 2020. Т. 152, №2. – С. 55–69.

Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Савельева Л.А., Арсланов Х.А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись Балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. 2002. Сер. 7, вып. 4 (№ 31). – С. 75–85.

Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Савельева Л.А., Арсланов Х.А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. 2002. Сер. 7, вып. 4 (№31). – С. 75–85.

Федорова М.Е., Герасимов Д.В., Анисимов М.А. Неотектонические процессы на южном побережье Финского залива и на Карельском перешейке: попытка осмысления в свете геоархеологических данных // Фундаментальные проблемы квартара: итоги изучения и основные направления дальнейших исследований. Материалы X Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. 25–29 сентября 2017 г., Москва. М: Геос, 2017. – С. 442–444.

Яковлев С.А. Наносы и рельеф города Ленинграда и его окрестностей. Том I. Л.: Научно-мелиорационный институт, 1925. – 186 с.

De Geer G. Quaternary changes of level in Scandinavia // Bulletin of the Geological Society of America. 1891. Vol. 3. – P. 65–68.

Eronen M, Ristaniemi O. Late quaternary crustal deformation and coastal changes in Finland // Quaternary International. 1992. Volumes 15–16 – P. 175–184.

Hyvärinen H. Shore displacement and Stone Age dwelling sites near Helsinki, Southern coast of Finland // Dig it all. Papers dedicated to Ari Siiriainen. Helsinki: Jyväskylä, 1999. – P. 79–89.

Hyvärinen H., Donner J., Kessel H., Raukas A. The Litorina sea and Limnea sea in the Northern and Central Baltic // Problems of the Baltic Sea history. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, 1988. A III. №148. – P. 25–35.

Hyypä E. Post-glacial changes of shore-line in South Finland // Bulletin de la commission geologique de Finlande. 1937. №120. – 225 p.

Kulkova M.A., Gusentsova T.M., Sapelko T.V., Nesterov E.M., Sorokin P.E., Ludikova A.V., Ryabchuk D.V., Markova M.A. Geoarcheological investigations on the development of the Neva River delta (Gulf of Finland) during the Holocene // Journal of Marine Systems. 2014. Vol. 129. – P. 19–34.

Miettinen A. Relative sea level changes in the eastern part of the Gulf of Finland during the last 8000 years. Helsinki: Suomalainen. tiedeakatemia., 2002. – 102 p.

Miettinen A., Saveliev, L., Subetto D.A., Dzhinoridze R., Arslanov K. Palaeoenvironment of the Karelian Isthmus, the easternmost part of the Gulf of Finland, during the Litorina Sea stage of the Baltic Sea history // Boreas. 2007. №36. – P. 441–458.

Oinonen M., Pesonen P., Alenius T., Heyd V., Holmqvist-Saukkonen E., Kivimäki S., Nygrén T., Sundell T., Onkamo P. Event reconstruction through Bayesian chronology: Massive mid-Holocene lake-burst triggered large-scale ecological and cultural change // The Holocene. 2014. Vol. 24, Iss. 11. – P. 1419–1427.

Pesonen P., Hertell E., Mannermaa K., Manninen M., Rostedt T., Simponen-Robins L., Taipale N., Tallavaara M. Research on the Mesolithic of North Karelia in 2003–2017. Implications for the early postglacial archaeology of Northern Europe // Odes to Mika: Festschrift for Professor Mika Lavento on the occasion of his 60th birthday. Monographs of the Archaeological Society of Finland. Vol. 10. Helsinki: Archaeological Society of Finland, 2022. – P. 45–55.

Ramsey W. Eustatic changes of sea level and the neolithicum // Suomen Muinaismuistoyhdistuksen Aikakauskirja. Bd. XXXVI: 2. Helsinki: K.F. Puromiehen Kirjapaino O.Y, 1926. – 18 p.

Rosentau A., Muru M., Kriiska A., Subetto D. A., Vassiljev J., Hang T., Gerasimov D., Nordqvist K., Ludikova A., Lõugas L., Raig H., Kihno K., Aunap R., Letyka N. Stone Age settlement and Holocene shore displacement in the Narva-Luga Klint Bay area, eastern Gulf of Finland // Boreas. 2013. Vol. 42 (4). – P. 912–931.

Sandgren P., Subetto D.A., Berglund B.E., Davydova N.N., Savelieva L.A. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // GFF. 2004. Vol. 126. – P. 363–380.

Seitsonen, O., Seitsonen S., Broderick L. G., Gerasimov D. Burnt Bones by Europe's Largest Lake: Zooarchaeology of the Stone Age and Early Metal Period Hunter-Gatherers at Lake Ladoga, NW Russia // Journal of Archaeological Science: Reports. 2017. Vol. 11. – P. 131–146.

Subetto D.A., Shvarev S.V., Nikonov A.A., Zaretskaya N.E., Poleshchuk A.V., Potakhin M.S. New evidence of the Vuoksi river origin by geodynamic cataclysm // Bulletin of the Geological Society of Finland. 2018. Vol. 90, №2. – P. 275–289. 

Полезные ископаемые

Краткие сведения о геологическом строении

Территория Санкт-Петербурга расположена в зоне сочленения Балтийского щита, сложенного породами кристаллического фундамента, и Русской платформы, образованной древними осадочными породами. Кристаллический фундамент, представленный в основном гранитоидным комплексом, имеет сложное блоковое строение и залегает на глубине от 140 м на западной окраине Курортной зоны до 300 м у южных границ города.

Разрез осадочного чехла в основании представлен отложениями вендского комплекса (редкинский и котлинский горизонты), моноклинально залегающими на кристаллическом фундаменте. Редкинский горизонт (старорусская свита) в нижней части представлен преимущественно песчаниками и алевролитами мощностью 10–30 м, перекрытыми аргиллитоподобными глинами и алевролитами мощностью не более 10–15 м. В Котлинском горизонте выделены нижняя и верхняя подсвиты. К нижней подсвите приурочены гдовские слои с преобладанием песчаников и алевролитов мощностью до 30 м. Гдовские слои залегают в основном на отложениях редкинского горизонта, а в местах их выклинивания непосредственно на породах кристаллического фундамента. Залегающие выше отложения верхней подсвиты котлинской свиты представлены мощной толщей (до 150 м) переслаивающихся глин с редкими прослоями песчаников.

На размытой поверхности отложений вендского комплекса залегают песчаники и алевролиты ломоносовской свиты лонтоваского горизонта нижнего кембрия. Их мощность не превышает 10–12 м. На дочетвертичную поверхность свита выходит узкой полосой шириной один–два километра в южных районах города. Перекрываются песчаники ломоносовской свиты мощной (115–120 м) толщей голубовато-серых глин сиверской свиты лонтоваского горизонта. Отложения сиверской свиты выходят на дочетвертичную поверхность широкой полосой 12–18 км вдоль южного побережья Финского залива, выше по разрезу залегают локально развитые пески и песчаники среднего и верхнего отделов кембрия.

Только на юге Красносельского и Пушкинского

районов в разрезе осадочного чехла появляются карбонатные отложения ордовикского комплекса мощностью до 40 м, содержащие прослой ураноносных диктионемовых сланцев. Самыми молодыми дочетвертичными образованиями, выходящими на дочетвертичную поверхность на крайнем юге города и имеющими весьма ограниченное распространение, являются породы наровского горизонта среднего девона, представленные мергелями и доломитами с прослоями глин.

Четвертичные отложения различного генезиса практически полностью перекрывают с поверхности территорию города. На большей части их мощность не превышает 20–30 м. Четвертичные отложения отличаются частой литологической изменчивостью как в плане, так и в разрезе. Наиболее полно разрез четвертичных отложений представлен в древних погребенных долинах, где их мощность возрастает до 100–130 м. Здесь в составе четвертичных отложений выделяются два–три моренных песчано-глинистых горизонта и разделяющие их песчаные межморенные слои.

Геологическое строение территории определяет характер изменения состояния ресурсов геологической среды по площади и глубине, возможность их использования, необходимые ограничения антропогенной нагрузки на них.

Твердые полезные ископаемые

Геологическое строение определяет комплекс видов твердых полезных ископаемых, представленных на территории Санкт-Петербурга. В основном это полезные ископаемые, связанные с четвертичными отложениями

(торф, пески, глины и т. п.). С более древними породами ордовикского возраста, ограниченно распространенными в южной части города, связаны скопления фосфоритов, не имеющие в настоящее время промышленного значения. Здесь же выявлены повышенные содержания урана, упомянутые выше.

Подавляющее большинство месторождений полезных ископаемых выявлено и разведано на территории города в сороковые–шестидесятые годы прошлого столетия. Основная их масса представлена глинами, пригодными для изготовления кирпича и керамзита, с запасами от первых сотен тыс. м³ до 9,5 млн м³. В 30–50-е годы на территории города было разведано 20 месторождений глинистого сырья, на базе которых работали кирпичные заводы небольшой мощности.

Выделяются две площади локализации месторождений: первая – на Карельском перешейке в районе ст. Белоостров, Дибунь, Песочная, Левашово, вторая – в Приневской низменности. На Карельском перешейке глинистое сырье связано с четвертичными отложениями, на Приневской низине – как с четвертичными, так и с кембрийскими отложениями (сиверская свита). Полезная толща всех разведанных месторождений, за исключением Дачного и Мартышкинского, представлена озерно-ледниковыми ленточными глинами. В 60-е годы в связи с ликвидацией заводов оставшиеся запасы были списаны с балансового учета как утратившие промышленное значение.

В 1946 году в районе Парголово было разведано два месторождения минеральных красок озерно-

болотного происхождения: Парголовокское I и Парголовокское II с запасами 3 тыс. и 5 тыс. т сырья соответственно. Красочное сырье признано пригодным для получения умбры (Парголовокское I) и сиены жженой и умбры (Парголовокское II). Месторождения не разрабатывались. В 1990 году их запасы были списаны с баланса как утратившие промышленное значение в связи с изменением требований стандарта к сырью и непригодностью для производства художественных красок.

В период с 1951-го по 1970 год в районе Красного Села в основании ордовикской толщи были выявлены и разведаны два месторождения фосфоритонесущих песков (Красносельское и Дудергофское) с глубиной залегания полезной толщи от 18 до 85 м при средней мощности два-четыре метра. Только первое из них частично попадает на территорию Санкт-Петербурга.

В 1964 году конторой «Геоминвод» разведано месторождение гиттиевых глин¹, используемых в настоящее время на Сестрорецком курорте в качестве лечебных грязей, запасы гиттиевых глин были переоценены в свете изменившихся требований по промышленным категориям в 1997 году.

Предшествовавшими разведке поисково-оценочными работами были охвачены практически все перспективные участки залежей гиттиевых глин, сапропелей и лечебных торфов на Карельском перешейке (Ольгино-Лахтинский массив; береговые зоны рек Малая Сестра (Заводской канал) и Гладышевка; Сестрорецкое, Парголовокское, Пелогеевское, Тарховское болота, озера Гладышевское, Медное), а также южнее Финского залива на территории Ленинградской

¹ Гиттиевые глины – особый вид грязей, глинистые илы – минерализованные тонкодисперсные осадки современных или древних (погребенных) водоемов с небольшим содержанием органических веществ и отсутствием сульфидов железа, с низкой коллоидальностью и влагоемкостью, повышенной липкостью, обычно серого цвета.

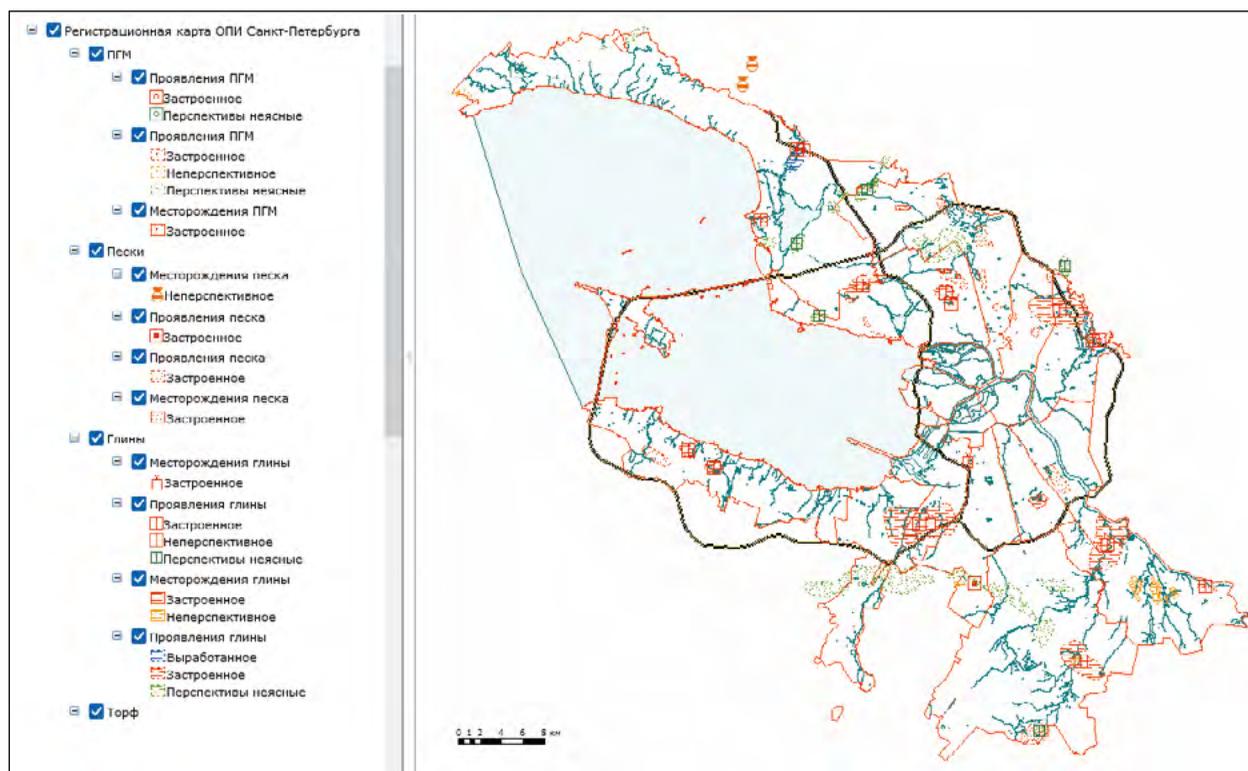
Гиттиевые глины (шведское название органических илов) представляют собой переуплотненный глинистый ил, погребенный под более молодыми четвертичными осадками: торфами и песчано-глинистыми отложениями. Поэтому сестрорецкая лечебная грязь оказалась надежно защищенной от антропогенного воздействия и сохранилась до наших дней в первозданном виде.

Гиттиевые глины в исходном виде имеют темно-серый с черными пятнами цвет, иногда коричневый оттенок, очень плотные, при размокании становятся пластичными, мягкими, без запаха, иногда со слабым болотным запахом. По содержанию органических веществ гиттиевые глины приближаются к сапропелям. Минерализация грязевого раствора в нативных глинах невелика – меньше 1 г/л. Ионный состав раствора – сульфатно-гидрокарбонатный натриево-магниевый или магниевый-натриевый.

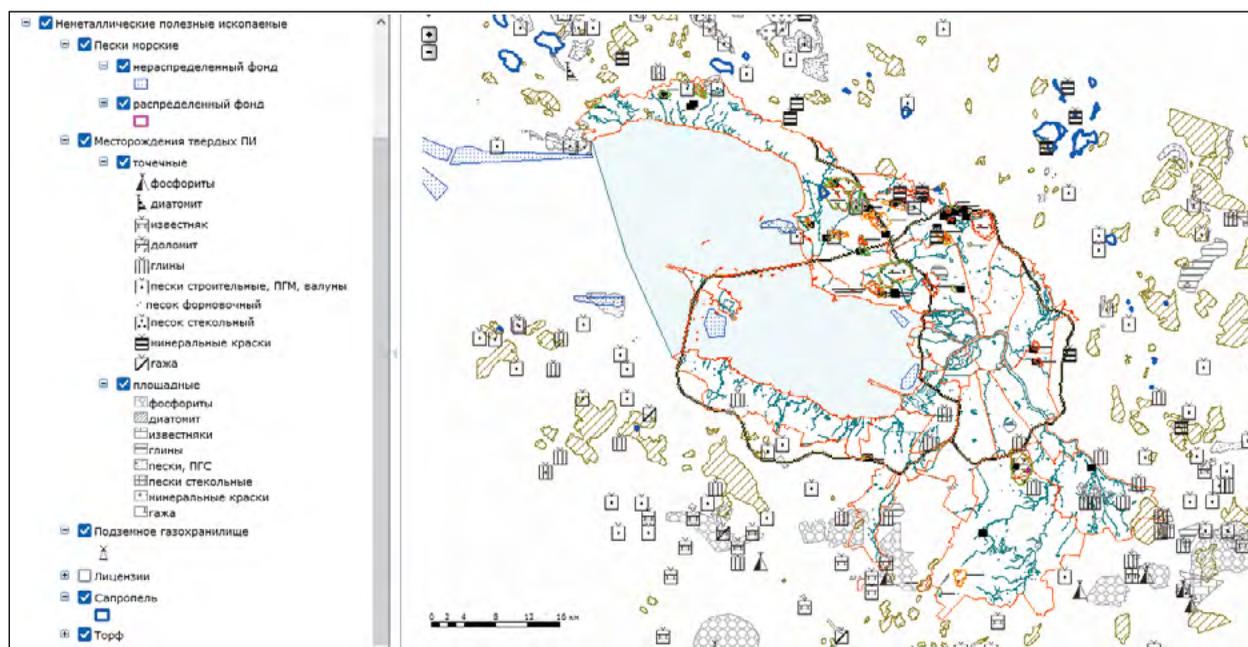
Гиттиевые глины обладают одним редким и интересным биологическим свойством – способностью к глубокому биологическому самоокислению на воздухе, в результате которого они становятся ультракислыми высокоминерализованными железистыми (купоросными) илами. Гиттиевая глина приобретает резко кислую реакцию (рН 3,5 и ниже); грязевой раствор многократно увеличивает минерализацию до 10–20 г/л и становится сульфатно-железистым.

Окисленная гиттиевая глина как лечебная грязь не имеет известных аналогов и является уникальной. Повышенная кислотность окисленных гиттий обеспечивает быстрое освобождение грязей от патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, попадающих в грязь в процессе лечебного использования, что обеспечивает замкнутый грязеоборот. Окисленные гиттии обладают значительной антимикробной активностью в отношении многих микроорганизмов.

Сестрорецкая грязь оказывает расслабляющее, противовоспалительное действие, нормализует тонус мышц, улучшает состояние кожи. Благодаря своему составу сестрорецкая грязь интенсифицирует микроциркуляцию крови и лимфы, улучшает обменные процессы и тканевое дыхание, стимулирует процессы регенерации, нормализует работу сальных и потовых желез. Значительная сорбционная емкость и сложный фазовый состав делают сестрорецкую грязь эффективным отшелушивающим и очищающим средством.



Регистрационная карта общераспространенных полезных ископаемых Санкт-Петербурга



Неметаллические полезные ископаемые

области. Для детальной разведки был выбран Сестрорецкий участок, содержащий лучшее по качеству полезное ископаемое. Запасы гиттиевых глин Сестрорецкого месторождения подсчитаны на площади 695 тыс. м² в количестве 856,2 тыс.

м³, в т. ч. площадь месторождения по категории запасов «В» (разведанные) составляет около 43 га при запасах 581,8 тыс. м³.

Месторождение лечебных гиттиевых глин расположено в западной части государственного

природного заказника регионального значения «Сестрорецкое болото», образованного в 2011 году. Месторождение относится к особо ценным природным объектам заказника. На территории заказника допускается разведка и добыча лечебных гиттиевых глин в границах горного отвода площадью 5,66 га.

В 1998 году в границах горного отвода был сформирован земельный участок по адресу: Санкт-Петербург, поселок Белоостров, Сестрорецкое шоссе, участок 1 (в районе железнодорожного моста), для размещения объектов здравоохранения и социального обеспечения, в границах которого гиттиевые глины в качестве лечебного природного ресурса используются ОАО «Санаторий Сестрорецкий курорт», имеющим лицензию на право пользования недрами с целью их разведки и добычи. Проектный уровень добычи 300–400 м³/год, фактическая добыча не превышает 100 м³/год. Обеспеченность запасами только на лицензионном участке при проектном уровне годовой добычи составляет 150 лет, на всем месторождении – более 1000 лет.

Кроме гиттиевых глин в 1964 году также были предприняты поиски лечебных торфов. Было обследовано несколько перспективных участков. По предварительным данным Тарховское болото содержит торф с высоким содержанием гуминовых кислот, битумов и других веществ, обладающих свойствами биостимуляторов. Торф Тарховского болота после дополнительных исследований может быть пригоден для лечебного использования.

К общераспространенным полезным ископаемым на территории Санкт-Петербурга относятся:

- галька, гравий, валуны;
- глины (кроме бентонитовых, палыгорскитовых, огнеупорных, кислотоупорных, используемых для фарфорово-фаянсовой, металлургической, лакокрасочной и цементной промышленности, каолина);
- известняки (кроме используемых в цементной, металлургической, химической, стекольной, целлюлозно-бумажной и сахарной промышленности, для производства глинозема, минеральной подкормки животных и птицы);
- пески (кроме формовочного, стекольного, абразивного, для фарфорово-фаянсовой, огнеупорной и цементной промышленности, содержащего рудные минералы в промышленных концентрациях);
- песчаники (кроме битуминозных, диасомовых,

флюсовых, для стекольной промышленности, для производства карбидкремния, кристаллического кремния и ферросплавов);

- песчано-гравийные, гравийно-песчаные, валунно-гравийно-песчаные, валунно-глыбовые породы;
- сапрпель (кроме используемого в лечебных целях);
- суглинки (кроме используемых в цементной промышленности);
- торф (кроме используемого в лечебных целях).

На территории Санкт-Петербурга разведаны 29 месторождений торфа, из которых 17 числятся на территориальном балансе запасов торфа по торфяным месторождениям Санкт-Петербурга, запасы 10 месторождений списаны с баланса, одного – выработаны, еще один не стоял на балансе. В настоящее время добыча торфа на территории города не ведется и не планируется. Разрабатываемые месторождения торфа на территории города отсутствуют. Торфяное месторождение «Обуховское» с запасами 3420 тыс. т разрабатывалось с 1949 года. В последнее десятилетие разработки уровень добычи торфа не превышал 8–15 тыс. т в год, что связано с ограниченностью рынка сбыта. В 2007-м и 2008 году добыча торфа не производилась. Срок действия лицензии на разведку и добычу торфа истек в ноябре 2008 года. По состоянию на 01.01.2022 на государственном балансе числится 86,5 тыс. т балансовых запасов. Забалансовые запасы составляют 2027 тыс. т.

Земельные участки в границах торфяных месторождений по большей части ранее застроены, имеют развитую инфраструктуру или входят в зоны планируемой застройки и рекреационные зоны (согласно Генеральному плану Санкт-Петербурга). Для территории Санкт-Петербурга экономически более выгодно использовать земли для строительства и развития инфраструктуры, а не с целью добычи ОПИ (торфа).

По мере расширения территории городской застройки перспективы освоения минерально-сырьевой базы твердых полезных ископаемых представляют все меньший интерес. С 1970 года минерально-сырьевая база твердых полезных ископаемых в связи с бесперспективностью их добычи в условиях города не наращивалась. В настоящее время на территории города эксплуатируется только месторождение лечебных гиттиевых глин «Сестрорецкое».

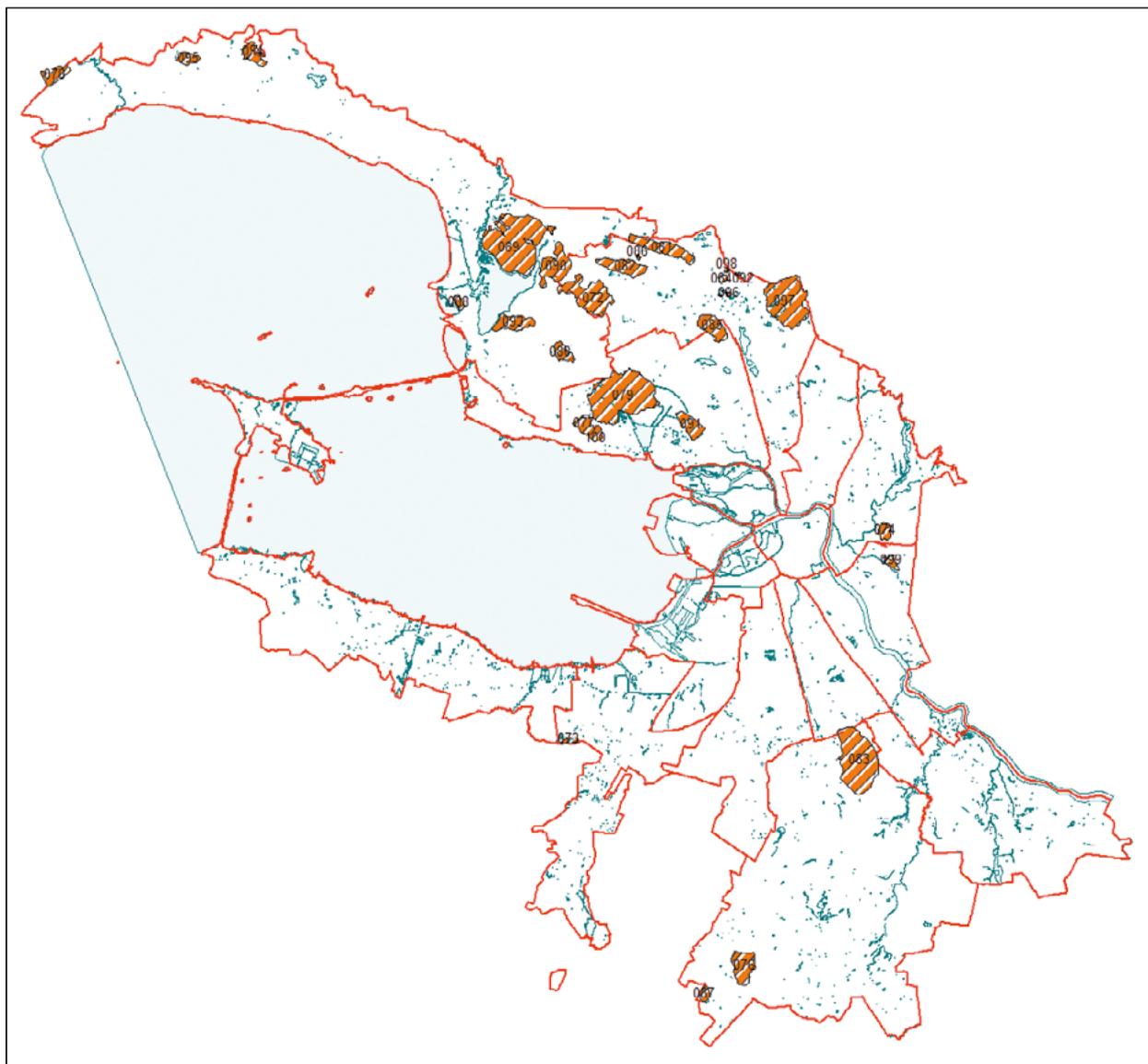


Схема расположения месторождений и проявлений торфа

Ресурсы подземных вод

Водоснабжение Санкт-Петербурга базируется, главным образом, на использовании поверхностных вод р. Невы. Доля подземных вод в общем балансе города составляет около 2%. Вместе с тем, водоснабжение Курортного и Красносельского районов обеспечиваются за счет подземных вод более чем на 50%. Перспектива увеличения этой составляющей связывается с вовлечением в эксплуатацию всех неосвоенных разведанных запасов пресных подземных вод.

На территории города по состоянию на 1 января 2024 года право пользования недрами предоставлено на основании 142 лицензий.

Среди недропользователей – промышленные предприятия, предприятия коммунального хозяйства, санатории и оздоровительные комплексы, детские сады, базы отдыха, коттеджные поселки и др., в т. ч. и индивидуальные предприниматели. Подземные воды используются как для хозяйственно-питьевого водоснабжения населения (Курортный, Красносельский районы, города Петродворец, Ломоносов, Кронштадт), так и для технологического обеспечения промышленных объектов. Минеральные подземные воды используются для бальнеологических целей (ОАО «Санаторий Сестрорецкий курорт», СПб ГБУЗ «Санаторий для детей «Детские Дюны») и для розлива в бутылки с

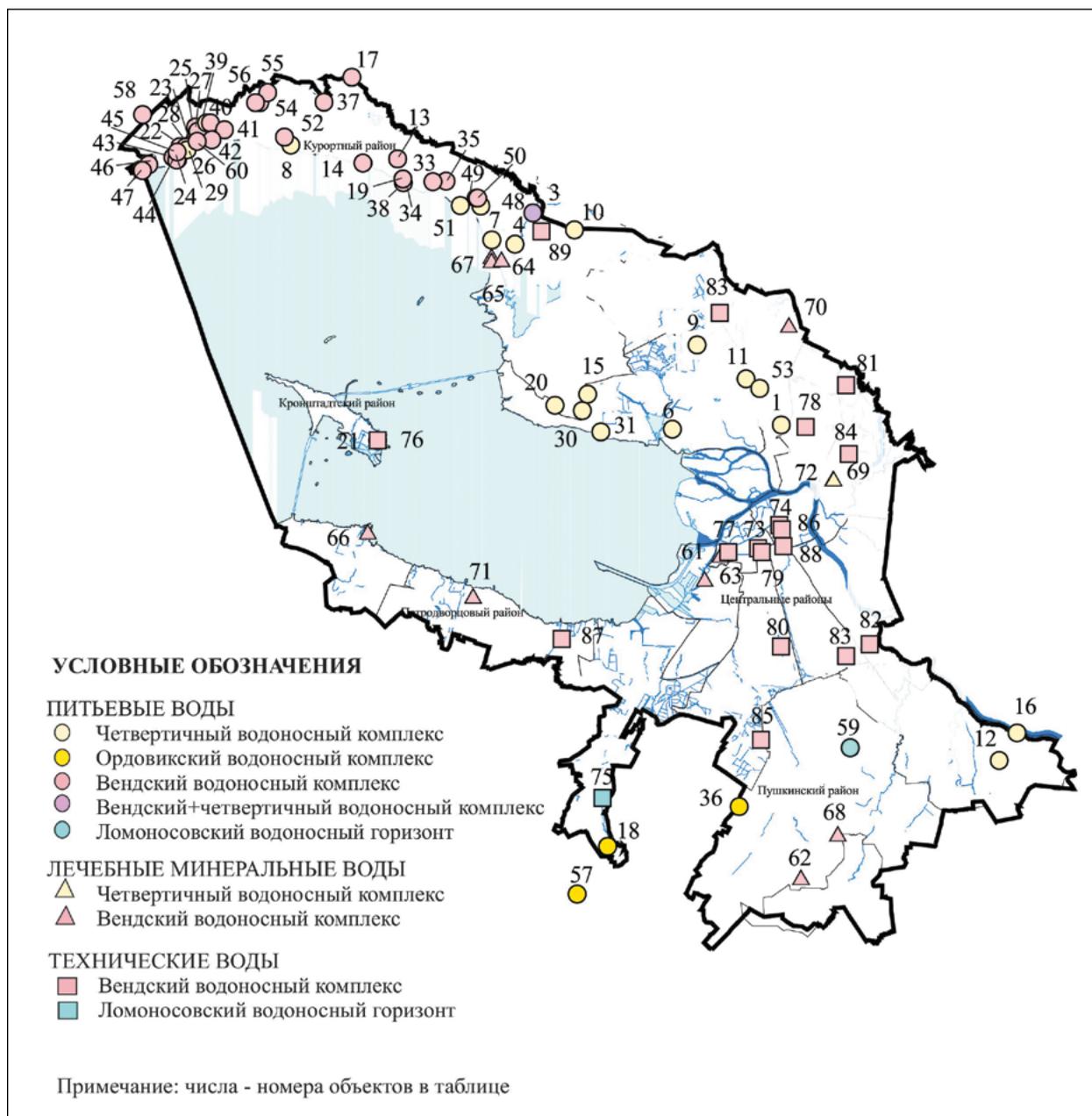


Схема месторождений и участков месторождений подземных вод, эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов

последующей реализацией. На территории города расположено широко известное месторождение минеральных железистых вод «Полюстрово».

Учетный суммарный водоотбор на водозаборах хозяйственно-питьевого и производственно-технического водоснабжения (пресные и солоноватые воды) по территории Санкт-Петербурга в 2022 году составил 13,473 тыс. м³/сут, из которых на Курортный район приходится 80,6% от общего объема водоотбора; в Красносельском районе добыто 16,2%. В

Колпинском, Приморском и Пушкинском районах суммарный водоотбор 0,431 тыс. м³/сут, при этом большая часть приходится на Приморский район. Добыча подземных вод на месторождениях (участках месторождений) составила 11,941 тыс. м³/сут (88,8% от суммарной по Санкт-Петербургу), а также добыча на месторождениях с забалансовыми запасами – 0,019 тыс. м³/сут.

Преобладающая (центральная) часть города лишена источников пресных подземных вод. Сосредоточенные здесь ресурсы подземных вод

вендского водоносного комплекса, залегающего на глубине порядка 200 м, непригодны для питьевых целей: минерализация воды в 3–6 раз превышает санитарную норму. Водоотбор минерализованной воды из вендского водоносного комплекса связан с техническим водоснабжением предприятий Санкт-Петербурга. Суммарный водоотбор технических (соленые и рассолы) подземных вод в 2022 году составил 1,053 тыс. м³/сут.

Основной объем подземных вод добывается в Красногвардейском и Центральном районах города, соответственно, 39,2% от общей добычи и 35,7%. Для резервного водоснабжения оценены запасы подземных вод вендского водоносного комплекса на 10 месторождениях в Санкт-Петербурге (Корчминское, Невское, Московское, Стрельнинское, Кронштадтское, Волковское, Пулковское, Муринское, Кушелевское, Санкт-Петербургское) в количестве 21,941 тыс. м³/сут и одно месторождение в Ленинградской области – Заневское с утвержденными 1,5 тыс. м³/сут.

Возможность увеличения подземной составляющей в балансе водопотребления Санкт-Петербурга установлена в восьмидесяти годы разведочными работами по выявлению запасов подземных вод, приуроченных к погребенной долине, протягивающейся вдоль побережья Финского залива от Лисьего Носа до пл. Мужества в Санкт-Петербурге. По результатам разведки выделены участки Лисьеносовский, Морской, Восточнолахтинский, Байконурский, Байконурский 2 Долинного месторождения; Удельнинский, Коломяжский, Каменский участки Гражданского месторождения, перспективные для создания скважинных водозаборов в системе резервного водоснабжения города с оцененными запасами суммарно в 29,1 тыс. м³/сут.

Перспектива развития недропользования в Санкт-Петербурге связана, главным образом, с добычей пресных подземных вод для питьевого водоснабжения населения на территории Курортного района, где сосредоточены основные их запасы. Вплоть до конца шестидесятых годов добыча подземных вод осуществлялась бессистемно рассредоточенными скважинами. В последующий период на данной территории были разведаны шесть крупных месторождений подземных вод, суммарные запасы которых в настоящее время составляют 72 тыс. м³/сут. На базе трех из них созданы централизованные скважинные водозаборы, обеспечивающие питьевой водой население Курортного района, включая город Зеленогорск, поселки Комарово и Репино.

Подземные воды также являются источником водоснабжения юго-западных городов-спутников Санкт-Петербурга. Водоснабжение Ломоносова и Кронштадта в настоящее время осуществляется благодаря транспортировке по трубопроводам подземных вод из каптажей, расположенных на территории Ленинградской области в зоне разгрузки ордовикского водоносного комплекса (Варваринский, Гостилицкий и Вильповицкий участки Ижорского месторождения). Общее количество подземной воды, переданной в Санкт-Петербург с территории области, в 2022 году составляет 24,87 тыс. м³/сут.

Город Красное Село ранее снабжался водой из самого крупного на территории Санкт-Петербурга Красносельского водозабора, эксплуатирующего пресные подземные воды ордовикского водоносного комплекса Красносельского участка Ижорского месторождения. Однако с завершением работ по обеспечению условий смешения воды из подземных источников с водой поверхностных источников на ВС «Дудергофская» объем добычи подземных вод на водозаборе значительно сократился.

Из 12 разведанных в пределах Санкт-Петербурга месторождений минеральных подземных вод эксплуатируется только три с суммарным водоотбором 0,059 тыс. м³/сут. Большая часть добываемых минеральных вод (99,3%) приходится на Курортный район, где осваиваются запасы хлоридных натриевых вод вендского комплекса на Малосестрорецком месторождении, Курортнодюновском и Курортносестрорецком участках Петербургского месторождения. В Красногвардейском районе водоотбор минеральных питьевых железистых подземных вод полюстровского (московского-валдайского) водоносного горизонта четвертичных межморенных отложений (месторождение Полюстровское 1) составляет 0,7% от общей добычи.

Большая часть ресурсов пресных подземных вод в Санкт-Петербурге разведана. Прирост запасов подземных вод за последние три года отсутствует. 

Природный камень – от добычи до архитектуры. Сохраним традиции

А.З. Романовский, генеральный директор,
М.А. Желобанов, ведущий геолог
ООО «Геостром»

В архитектурном отношении СПб – Ленинград является каменным памятником под открытым небом и в то же время важнейшим объектом туристического бизнеса. Закономерно, что центр города признан ЮНЕСКО мировым наследием. Санкт-Петербург изначально строился как русский город нового типа – на основе детальных генеральных планов с широким использованием разнообразного природного каменного материала, с учетом исторического опыта и мастерства лучших строителей, зодчих, ваятелей и резчиков по камню как России, так и Европы.

Спектр природных каменных материалов, использованных при строительстве Санкт-Петербурга, весьма разнообразен. Это и изверженные породы (гранитоиды различных расцветок, габброиды), метаморфические породы (кварциты, мраморы, талько-хлориты, шунгитовые сланцы), осадочные породы (известняки, доломиты, туфы-травертины). Диапазон стратиграфических подразделений – от протерозоя до четвертичных отложений. Значительная часть природного камня для строительства и отделки интерьеров архитектурных памятников города добывалась в его ближайших и дальних окрестностях, в пределах современных территорий Ленинградской области и Республики Карелия.

На первом этапе строительства города основными камнями являлись карбонатные породы волховского горизонта ордовикского возраста (доломитизированные известняки, доломиты и известняковые туфы), которые в большом объеме добывались из месторождений, расположенных на относительно небольшом расстоянии к югу от Петербурга (в пределах 100–120 км). Они использовались главным образом для устройства фундаментов, кладки цокольных этажей, сооружения лестниц, в т. ч. парадных, колонн, кладки полов, настилки тротуаров и т. п. Известняковые туфы широко применялись в декоративной отделке зданий.

В дальнейшем, на протяжении XIX и XX веков, наряду с карбонатными породами для создания большого числа уникальнейших

сооружений (дворцов, крупных государственных и общественных зданий, каменных набережных и мостов, высокохудожественных памятников и др.) потребовались более прочные высокодекоративные материалы. Источником их послужили выявленные в эти годы месторождения гранитов, габбро-диабазов, диоритов, мраморов, кварцитов и других горных пород, распространенных в относительной близости к городу, на территории Выборгской и Олонецкой губерний.

В этот период из месторождений Северо-Запада России широко использовались граниты красные рапакиви и серые сердобольские, мраморы рускеальские, ювеньские и тивдийские, шокшинские кварциты, брусненские и пухтинские кварцито-песчаники, нигозерские шунгитовые сланцы.

Необходимость сохранения первоначального облика зданий и сооружений исторического центра города и дворцово-парковых ансамблей пригородов (Пушкина, Павловска, Ломоносова, Гатчины), а также целостности восприятия исторического пространства не вызывает сомнений. Войны, революции и связанные с ними периоды упадка городского хозяйства, агрессивная природная среда мегаполиса привели к тому, что значительное число исторических зданий и сооружений понесло потери в первоначальном облике.

В период подготовки празднования 300-летия города был проведен большой объем реставрационных работ. Серьезной проблемой



Гранит рапакиви (слева), сердобольский гранит (справа)

и недостатком многих из них является то, что утраты часто восполняются другими, не схожими с оригиналом камнями или синтетическими материалами. Некомпетентное проведение реставрационных работ и новое строительство в историческом центре зачастую приводит к утрате первоначального исторического замысла зодчих, строителей, каменотесов, воплощенного в шедеврах архитектуры, что является невосполнимым ущербом.

Современные требования к реставрации подразумевают использование природного аутентичного камня. Масштабы реставрационных работ будут возрастать. В совокупности это требует создания сырьевой базы природного декоративно-облицовочного камня на основе ранее разрабатывавшихся каменных ломов и карьеров в Карелии и Ленинградской области для выявления альтернативных месторождений, где может производиться добыча природного камня, аналогичного прежнему.

В последние годы в Санкт-Петербурге проводятся масштабные реставрационные работы, для которых необходимо использование оригинального, аутентичного природного камня. Актуальной становится проблема поиска и добычи такого камня для качественной реставрации, удовлетворяющей требованиям к сохранению исторического культурного наследия. Учитывая, что добыча природного камня производилась в границах Российской империи, было организовано сотрудничество между Финляндией и Россией: название проекта «История и будущее природного камня в архитектуре – мост между Юго-Восточной Финляндией и Россией (Поддержка каменной

промышленности и трансграничных рыночных цепочек, т. е. геологии, добычи, культуры и традиции)» (аббревиатура NaStA).

С российской стороны в проекте участвовали от ООО «Геостром» Анатолий Зиновьевич Романовский и Максимилиан Александрович Желобанов, Санкт-Петербургское ГБУ «Центр экологического мониторинга, экспертизы, экологического просвещения и контроля за радиационной обстановкой «Минерал»; Анна Яковлевна Тутакова (Горный университет императрицы Екатерины II); Игорь Викторович Борисов (региональный музей Северного Приладожья, кандидат географических наук). Все работы производились при тесном взаимодействии с КГИОП и КПП СПб. Основными задачами проекта являлись:

- обследование и уточнение мест (старые карьеры) добычи аутентичных каменных материалов;
- оценка перспективы возобновления добычи в современных условиях – выявление возможных месторождений-аналогов. Ответственным исполнителем ООО «Геостром» проведены геологические изыскания.

По проекту получены следующие результаты:

- составлен каталог архитектурных зданий и сооружений с определением типов природных камней и их описанием. Район исследования охватывал Санкт-Петербург, Ленинградскую область и основные города Юго-Восточной Финляндии, где в строительстве широко использовался природный камень. Информация по таким архитектурным объектам собрана, систематизирована и актуализирована по типам используемых природных

камней. Создана база данных исторических мест добычи природного камня.

- области исследования в Юго-Восточной Финляндии – Кюменлааксо, Южная Карелия и Уусимаа, в России – Ленинградская область (на Карельском перешейке), северо-западное Приладожье Республики Карелия.

При рассмотрении истории применения природного камня в строительстве города до 1917 года хронологически выделяются три периода: 1-й – 1703–1760 годы, 2-й – 1761–1860 годы, 3-й – 1861–1917 годы.

В начальный период строительства Петербурга в архитектуре господствовал стиль барокко (1703–1760). Он характеризуется применением в больших количествах природного камня из месторождений карбонатных пород, расположенных на относительно небольших расстояниях от города (в пределах 100–120 км). Эти породы серых, светло-серых, зеленоватых тонов представлены известняками, доломитами, доломитизированными известняками, известковыми туфами. Они использовались главным образом для устройства фундаментов, кладки цокольных этажей, сооружения лестниц, настилки тротуаров. При возведении храмов из крепких доломитизированных известняков изготовляли базы для колонн и пилястр, капители, карнизы и другие архитектурные детали. Известковые туфы использовались при создании скульптур, для сооружения фонтанов, устройства балюстрад и других декоративных целей.

Основным строительным материалом при этом являлись доломитовые известняки, т. н. «дикари» волховского горизонта ордовикского возраста. Ломки этого камня были сосредоточены по берегам рек Волхов, Сясь, Мга, Тосна и др. По-видимому, позднее стали разрабатываться известняки идаверского горизонта ордовика в районе Гатчины, вдоль р. Пудость, у деревень Парицы, Черницы и др. В долине р. Пудость с петровских времен эпизодически разрабатывалось Пудостьское месторождение известкового туфа четвертичного возраста. Этот туф представляет собой пористую, мягкую, легко обрабатываемую породу, твердеющую при длительном нахождении на воздухе. В качестве месторождения-аналога для путиловских «дикарей» предлагается месторождение Назиевское.

Объемы использования других каменных материалов (гранитов, мрамора) в этот период были заметно ограничены. Граниты, получаемые

из ломок на островах Ладожского озера и Финского залива, в основном использовались при сооружении пристаней и верфей на Неве и в Кронштадте, оборонительных фортов в Финском заливе, реже – в общественных и жилых зданиях. В отделке некоторых богатых особняков применялись мраморы из Ювеньского месторождения Олонецкой губернии.

Период монументального строительства Петербурга (1761–1860) охватывает архитектуру классицизма в России. Это время интенсивного строительства, когда возводилось большое количество монументальных зданий, характеризуется использованием в огромных объемах различных типов горных пород в качестве конструктивных и декоративно-облицовочных материалов. Источником их послужили выявленные в эти годы месторождения гранитов, габбро-диабазов, диоритов, мраморов, кварцитов и других горных пород, распространенных в относительной близости к Петербургу, на территории Выборгской и Олонецкой губернии. В этот период широко использовались граниты красные рапакиви и серые сердобольские, рускеальские, ювеньские и тивдийские мраморы, шокшинские кварциты и брусненские кварцито-песчаники, нигозерские шунгитовые сланцы, путиловские и гатчинские доломитизированные известняки, известковые туфы.

Граниты рапакиви, слагающие крупный Выборгский интрузивный массив, были известны у строителей и архитекторов под названием «финляндские граниты». Среди них в основном использовались овоидные разновидности. Они интенсивно разрабатывались со второй половины XVIII века на Выборгском побережье Финского залива и ряде прибрежных островов. Они применялись в больших объемах для сооружения колоннад, цокольных этажей и стилобатов монументальных зданий, фонтанов, строительства каменных мостов, набережных. Месторождения характеризовались высокой блочностью камня. Особенно этим отличались питерлиты месторождения Питерлак, расположенного на двух островах возле одноименной мызы. В настоящее время оно находится на территории Финляндии. Здесь в свое время были добыты крупнейшие монолиты для колоннад Исаакиевского и частично Казанского соборов, а также один из самых больших монолитов, из которого была сооружена Александровская колонна на Дворцовой площади Санкт-Петербурга.



Каменная ломка и блоки-заготовки с о. Тулолансаари, места исторической добычи камня для Атлантов Эрмитажа

Граниты, известные под названием «сердобольский камень», также широко применялись при строительстве в этот период. Они представлены темно-серыми и серыми мелко- и среднезернистыми разновидностями. Ломки их известны вдоль северо-западного побережья Ладожского озера и на ряде островов, расположенных вблизи пос. Яккима и г. Сортавала.

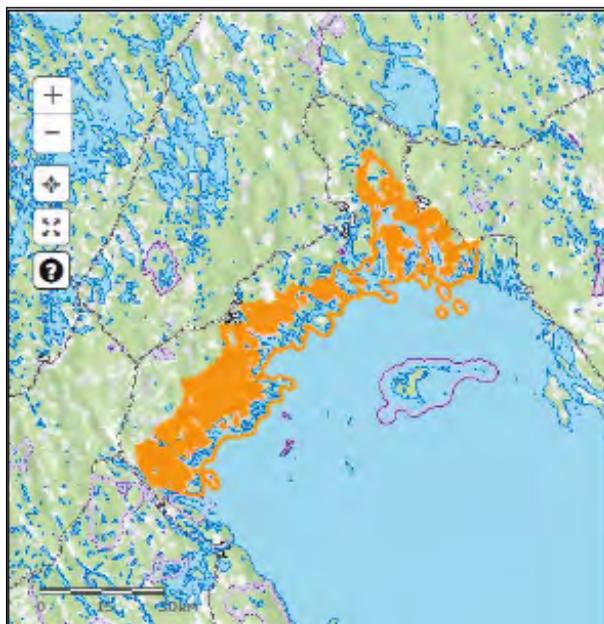
Блоки из этих гранитов использовались для многих монументальных зданий, таких как Инженерный замок, Казанский собор и др. Из них высечены колоннады Зимнего дворца и в здании Нового Эрмитажа, изготовлены Атланты, поддерживающие портик Нового Эрмитажа, пьедесталы для многих памятников. В ходе работ по проекту «NaStA» установлено, что ведение добычных работ полезных ископаемых на исторических карьерах невозможно в связи с тем, что все острова северного побережья Ладожского озера расположены на особо охраняемой природной территории «Ладожские шхеры».

В связи с этим в результате проведенных ООО «Геостром» геологоразведочных работ выявлены месторождения-аналоги, камень которых по своим художественно-декоративным характеристикам близок к аутентичному камню.

Во второй половине XVIII века архитекторы

и строители стали использовать другую разновидность красных гранитов, названную «валаамскими гранитами». Под этим названием объединялись высокодекоративные красные мелкозернистые граниты о. Германа (Сюскоянсари) и средне- и крупнозернистые граниты о. Путсаари. На этих островах, расположенных вдоль северо-западных берегов Ладожского озера, добычу гранитов вели монахи Валаамского монастыря.

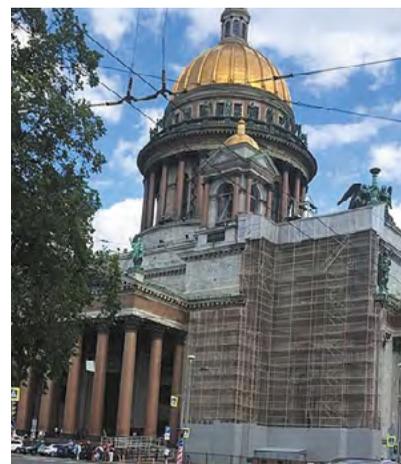
Широко в это время использовались главным образом в интерьерах зданий мраморы из месторождений, открытых в середине XVIII века на Балтийском кристаллическом щите, – Ювеньского, Рускеальского, Белогорского (Тивдийская группа). Первыми начались разработки Ювеньского месторождения на о. Арсенсари у северного берега Ладожского озера. Мрамор применялся в интерьерах Зимнего и Мраморного дворцов, дворцово-парковых комплексов Царского Села и Петербурга. Рускеальское месторождение было открыто в 1765 году. Мрамор из него в больших объемах использовался для внутренней отделки Зимнего, Мраморного, Екатерининского дворцов, Инженерного замка, Казанского и Исаакиевского соборов. Им облицованы наружные стены дворца Юрьевской (Малый Мраморный дворец), а также Исаакиевского собора.



Границы особо охраняемой природной территории «Ладожские шхеры»



Каменная ломка на острове Путсаари



Мрамор с «итальянского» карьера в горном парке Рускеала использован при строительстве Исаакиевского собора в Санкт-Петербурге

Тивдийская группа объединяет более 10 месторождений цветного мрамора северного Прионежья, из которых наиболее известным является Белогорское, открытое в 1750 году. Розовый мрамор из этого месторождения использовался для колонн и пилястр Исаакиевского собора, Мраморного дворца и других известных зданий.

В середине XVIII века в западном Прионежье было открыто Шокшинское месторождение малиновых кварцитов, нашедших свое применение в архитектурном оформлении Эрмитажа, Исаакиевского собора, Инженерного замка, пьедестала памятника Николаю I на Исаакиевской площади. В рассматриваемый

период для отделки интерьеров начал использоваться черный шунгитовый сланец с Нигозерского месторождения Центральной Карелии.

Продолжалось использование путиловской и тосненской плиты из доломитизированных известняков, гатчинского камня для цоколей зданий, лестниц, полов и тротуаров. Гатчинские известняки использовались в строительстве Гатчинского дворца и Камероновой галереи в Царском Селе. Широкое применение в эти годы нашли пудостьские туфы для оформления пригородных дворцовых комплексов, парковых сооружений в Гатчине, Павловске, Петергофе. Их применяли для создания скульптурных групп



Тивдийская группа месторождений цветного мрамора

зданий Горного института, Адмиралтейства, Биржи и Ростральных колонн на стрелке Васильевского острова. Ниже представлена фотография добычных работ на Путиловском месторождении доломитизированного известняка.

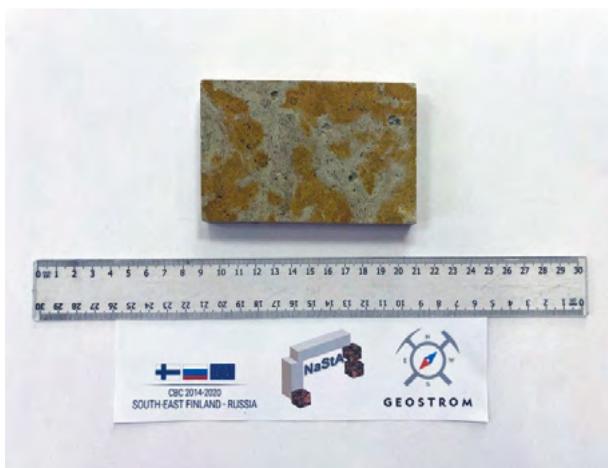
Третий период применения природного камня в архитектуре и строительстве столицы Российского государства в эпоху капитализма (1861–1917) наступил после отмены крепостного права. Основным видом сооружений становятся доходные дома, строящиеся для постоянно растущего населения столицы. Одновременно возводятся здания различных учреждений (акционерных обществ, банков, учебных заведений, театров и др.), создаются здания нового типа (вокзалы, магазины, рынки) сооружаются особняки аристократической знати, процветающих предпринимателей, финансистов, купцов. Вместе с тем продолжается строительство мостов, набережных, храмов и т. д. В это время в строительстве преобладали три сменявших друг друга архитектурных направления: эклектизм, модерн и неоклассицизм.

В связи с увеличением объемов строительства в начале периода резко увеличилось потребление естественного камня, прежде всего из карбонатных пород как наиболее доступных. Значительно возросла добыча камня на известных месторождениях в Сясьском, Волховском, Мгинском, Тосненском районах губернии. Из-за резко возросшего спроса камень в это время в значительных объемах ввозился также из Эстонии.

Известняк применялся для цоколей и цокольных этажей многоэтажных жилых домов, особняков, общественных зданий, устройства лестниц, пандусов и других архитектурно-строительных деталей. Преимущественно использовались путиловские известняки («дикари»), оказавшиеся весьма погодоустойчивыми.

Для облицовки фасадов в это время использовались более дешевые искусственные материалы (штукатурка, глазурованная плитка, декоративный кирпич). Высокодекоративные горные породы использовались в ограниченных объемах. Это главным образом граниты из уже известных к этому времени месторождений. В отделке интерьеров в это время использовались в основном итальянские мраморы, т. к. как после окончания строительства Исаакиевского собора добыча белогорского и рускеальского мраморов Карелии была прекращена.

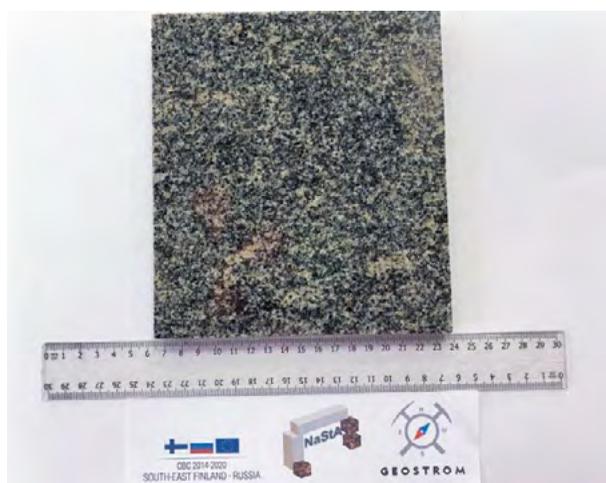
В конце XIX века в архитектуру пришел стиль модерн. В широких масштабах начали вновь применяться естественные камни из известных месторождений Балтийского щита. Из наиболее известных объектов следует отметить особняк Кшесинской, костел в Ковенском переулке, Витебский вокзал, здание Азовско-Донского банка на Большой Морской ул., дом компании «Зингер» (Дом книги) на Невском пр., гостиница «Астория» на Исаакиевской площади, жилые дома на Каменноостровском пр., торговый дом Елисеева на Невском пр. и др. Для их облицовки применялись прежде всего граниты с месторождений северо-западного побережья Ладожского озера (Тиурула,



Отполированная плитка из Путиловского доломитизированного известняка и ведение добычных работ



Отполированная плитка из каменогорского гранита и ведение добычных работ



Сюсюняясари, Импиниemi) и вновь выявленных (Антреа, Сайрала).

Начало XX века в архитектуре города ознаменовалось возвратом к классицизму, который рассматривается как неоклассицизм. В то время для облицовки фасадов широко применялся природный камень (главным образом гранит). Примерами сооружений в стиле неоклассицизма могут служить банкирский дом Вавельберга на Невском пр., здание Русского торгово-промышленного банка на Большой Морской, 15, жилые дома на Каменноостровском и Большом проспектах Петроградской стороны. Особо следует отметить восточный флигель Михайловского дворца (Музей этнографии), здание которого поставлено на высокий цоколь из красных гранитов рапакиви (выборгитов). В оформлении интерьеров дворца использованы цветные мраморы Белогорского месторождения. Для этого на нем в 1902 году специально была возобновлена добыча.

Интенсивное строительство Петербурга в эти годы обусловило создание специализированной промышленности по добыче и обработке камня. Сырьевой базой горнодобывающей промышленности являлись в основном месторождения, разрабатывавшиеся в XVIII–начале XIX веков, приуроченные к Выборгскому массиву гранитов рапакиви на побережье Финского залива, и куполовидным структурам северо-западного и северного Приладожья. Из гранитов рапакиви Выборгской интрузии создано свыше 4 км набережных. Сердобольские граниты использовались при сооружении устоев Литейного и Троицкого мостов, валаамские граниты – при строительстве Витебского вокзала и при создании пьедесталов памятников Екатерине II, Н.А. Римскому-Корсакову и др.

На рубеже XIX и XX веков, по мере развития сети железных дорог, началось освоение новых месторождений Карельского перешейка,



Белогорское месторождение цветного мрамора

расположенных возле железнодорожных станций (месторождение гранитов Ковантсари (Возрождение), Антреа (Каменногорское), Сайрала (Бородинское)). Граниты этих месторождений широко использовались для облицовки ряда зданий и сооружений Санкт-Петербурга, среди которых можно в качестве примеров отметить здание Геологического комитета на Васильевском острове (граниты месторождения Ковантсари), устои Большеохтинского моста (граниты месторождения Антреа), Елисеевский магазин (граниты месторождения Сайрала), ряд жилых зданий на Каменноостровском и Невском проспектах.

К этому же времени относится начало разработки в центральной Карелии сегозерских месторождений (Калливо-Муренанвара и др.) талько-хлорита (т. н. горшечный камень) – мягкой, легкообрабатываемой светло-зеленоватой породы, обладающей высокой погодостойкостью. Этот камень в начале XX века был использован для облицовки фасадов зданий на Каменноостровском пр., Большой Конюшенной ул. и ряда других домов города.

Ниже в таблице 1 приводится каталог месторождений природного камня, применявшегося в архитектуре и при строительстве Петербурга в дореволюционный период. В нем перечислены основные месторождения облицовочного камня Северо-

Запада Российской Федерации, использованного в то время. Основная их часть в настоящее время по той или иной причине не разрабатывается. Практически для каждой разновидности природного облицовочного камня, использованного при строительстве Санкт-Петербурга, определена возможность получения аутентичного камня – либо из прежних мест добычи, либо из альтернативных выявленных объектов-аналогов.

Достиженные результаты

- Установлены основные месторождения – источники природного камня при формировании исторического центра нашего города, которое составляет 32 объекта. Установлены месторождения облицовочного камня, которые могли бы по своим декоративным свойствам использоваться как аналоги оригиналов для реставрационных работ. Примерами таких месторождений могут быть месторождения гранитов рапакиви (Крутая гора, Михайловское, Полиловское, Кравцовское и др.), т. н. «сердобольских» гранитов месторождения Звонкое и Туокслаhti или Салминского (месторождения Муставара, Коркеамяки и др.).

- Подготовлена эталонная коллекция полированных плиток средним размером 10×15 см из оригинального камня с исторических

Таблица 1

Каталог основных месторождений декоративного облицовочного камня, использовавшегося в исторических архитектурных памятниках и сооружениях г. Санкт-Петербурга

№пп	Месторождения	Вид камня	Примеры использования в архитектуре СПб	История эксплуатации месторождения; возможные аналоги
Ленинградская область				
Выборгский район				
1	Возрождение (Ковантсари)	Серый, розовато-серый гранит рапакиви	Здание на Большой Морской ул., обелиск Победы на пл. Восстания	Разрабатывается с начала XX века
2	Каменногорское (Антреа)	Серый мелкозернистый гранит	Большеохтинский мост, гостиница «Астория»	Разрабатывалось с начала XX века и в настоящее время
3	Бородинское (Сайрала)	Красный порфиоровидный гранит	Елисеевский магазин, Мемориал защитникам Ленинграда на площади Победы, здание б. германского посольства на Исаакиевской пл.	1974–1975 годы; месторождение проявления Линиярвинское, Краснобогородское
4	Монрепо	Крупноовоидный красный гранит рапакиви	Колоннады в интерьере Казанского собора, в вестибюле Нового Эрмитажа, в церкви Инженерного замка	До 1917 года; месторождения Крацовское, Полиловское
5	Месторождения побережья Финского залива (Вилаеки, Сонлахти, Быковы и Рогалеви острова и др.)	Гранит рапакиви, крупноовоидный красный	Парапеты, подпорные стенки, пристани, спуски набережных Невы, рек и каналов, архитектурное оформление стрелки Васильевского острова, облицовка невской стороны Петропавловской крепости, цоколи Биржи, Академии наук, эрмитажных зданий	До 1917 года; месторождения Крацовское, Полиловское
Волховский район				
6	Бабино Сельцо, Путиловское	Плитчатый известняк	Цоколи, лестницы, площадки дворцов Зимнего, Строгановского, Воронцовского и др., а также большинства других зданий центра Санкт-Петербурга. Из плитчатого известняка возведены крепости в Старой Ладoge (XII век), Копорье (XIII век)	
7	Сясьское	Плитчатый известняк		
Тосненский район				
8	Тосненское	Плитчатый известняк	Цоколи, лестницы, площадки дворцов Зимнего, Строгановского, Воронцовского и др., а также большинства других зданий центра Санкт-Петербурга	Назиевское, Войтоловское
Гатчинский район				
9	Парицкое	Плитчатый известняк	Облицовка дворцов Гатчинского, Павловского и других парковых зданий и сооружений в пригородах Санкт-Петербурга	
10	Пудостьское	Известковый туф	Скульптуры и скульптурные группы Горного института, Биржи, Адмиралтейства, Ростральных колонн, наружные стены и колоннада Казанского собора, архитектурное и скульптурное оформление парковых комплексов и дворцов	Проявление туфа в Псковской области

Республика Карелия				
Сортавальский район				
11	Риеккалансари Ваннисенсари (острова Ладожского озера)	сердобольский гранит мелкозернистый серый	Цоколи Инженерного замка, Казанского собора, Невские ворота в Петропавловской крепости	Разрабатывалось до 1917 года
12	Тулолансари	сердобольский гранит	Атланты портика Нового Эрмитажа, колоннада в интерьере этого здания, колоннада на Иорданской лестнице Зимнего дворца, устои Благовещенского моста	Разрабатывалось в XIX веке
13	Рускеальское	мрамор	облицовка Исаакиевского собора, внутренняя отделка Зимнего и Мраморного дворцов, Казанского и Исаакиевского соборов, Инженерного замка	Разрабатывалось с 1769-го по 1990 год
14	Ювеньское	мрамор	Отделка Мраморного дворца, здания на Миллионной ул.	Разрабатывалось с 1769-го по 1805 год
Лахденпохский район				
15	Яккима и др. месторождения Лахденпохского района	сердобольский гранит	Внешние и внутренние колонны Дворца труда, базы для пьедестала памятника Екатерине II, фасад здания по Большой Морской ул.	Месторождение Звонкое (Выборгский район)
16	Тиурула	Темно-серый гранит	Облицовка домов на Каменноостровском пр., портик и пилястры здания на Невском пр.	Месторождение Звонкое, Каменногорское (Выборгский район)
17	Путсари	валаамские граниты розовато- серые	Пьедесталы памятников Екатерине II, Н.А. Римскому- Корсакову	Разрабатывал Валаамский монастырь (1870–1910)
Питкярантский район				
18	Сюскюянсари (о. Германа)	валаамские граниты красные, розовато-красные	Облицовки зданий на Большой Морской ул., Невском пр., костел в Ковенском пер., царский павильон на Витебском вокзале, особняк Кшесинской, храм Воскресения Христова на канале Грибоедова	С конца XIX века по 1941 год разрабатывалось Валаамским монастырем
19	Импиниемское	сердобольские граниты серые, розовато-серые, среднезернистые	До революции широко использовались как декоративный «сердобольский гранит». Львиный каскад в Петродворце, колонны Славы со статуями Победы у въезда на Конногвардейский бульвар	Разрабатывалось до 1917 года
Кондопожский район				
20	Белогорское	Цветной мрамор	Внутренняя отделка Мариинского и Мраморного дворцов, Казанского и Исаакиевского соборов, Инженерного замка, Государственного Эрмитажа; колоннада Музея этнографии	Под название «тивдийские каменные ломки» разрабатывается с середины XVIII века
21	Красногорское, Лижмозерское	мрамор	Отделка интерьеров дворцов и храмов Санкт-Петербурга	
22	Нигозерское	шунгитовые сланцы	Внутренняя отделка Казанского и Исаакиевского соборов и Зимнего дворца	Использовался начиная с 1770 года

Вепская национальная волость

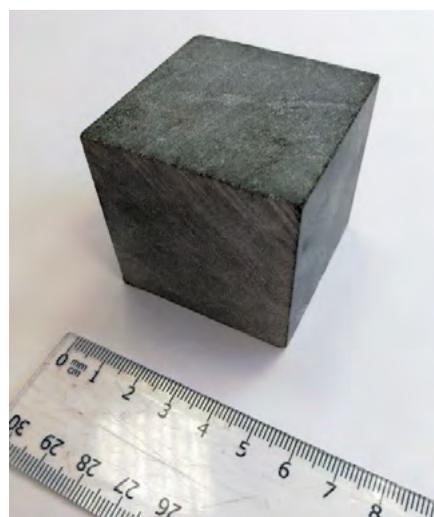
23	Шокшинское	Розовые красные малиновые кварциты	Оформление интерьера Исаакиевского собора, фриз Инженерного замка, пьедестал памятнику Николаю I, колоннада в вестибюле Старого Эрмитажа	Добыча ведется с середины XVIII века; месторождение Западноонежское (Подпорожский район)
24	Брусненское	Зеленовато-серый песчаник	Парадная лестница Мраморного дворца, детали Благовещенского моста, внешняя отделка Мариинского дворца	С XVII века Брусненское разрабатывалось как месторождение точильного камня

Медвежьегорский район

25	Калливо-Муренанвара	Талько-хлорит	Здания на Каменноостровском пр., на Большой Конюшенной ул., на Васильевском острове	С конца XIX века и в настоящее время
----	---------------------	---------------	---	--------------------------------------

Территория, подчиненная администрации г. Петрозаводска

26	Соломенское	Вулканическая брекчия	Внутренняя отделка Исаакиевского собора	Известно с конца XVIII века
----	-------------	-----------------------	---	-----------------------------



Общий план карьера на месторождении Калливо-Муренанвара и кубик из камня талько-хлорит

месторождений и месторождений-аналогов. Каменный материал месторождений-аналогов исследован на содержание естественных радионуклидов в соответствии с НРБ-99/2009 «Нормы радиационной безопасности».

- Учитывая актуальность проблемы использования аутентичного природного камня для реставрации, необходимо создание резервной минерально-сырьевой базы и закрепление добычи исключительно для целей реставрации (эпизодической добычи). Этот вопрос должен быть решен на межведомственном уровне в сотрудничестве МПР РФ, Роснедр, правительств г. Санкт-Петербурга, Ленинградской области и Республики Карелия.

- Таким образом, впервые проведены работы по систематизации и актуализации информации об использовании природного

камня как в строительстве Санкт-Петербурга, так и исторических местах его добычи.

- Достигнутые результаты необходимо учитывать, что позволит наилучшим образом организовать работы, связанные с реставрацией памятников исторического и культурного наследия, и значительно упростить коммуникацию между контрагентами. Совместное сотрудничество России и Финляндии по проекту «NaStA» принесло весомые плоды и выявило новые направления исследований. Глобальные идеи настоящего российско-финского проекта целесообразно продолжить реализовывать в Карелии и Ленинградской области совместно с профильными организациями при тесном взаимодействии с КГИОП.

Болота и торфяники Санкт-Петербурга: история, современное состояние и место в градостроительном планировании

Наверное, каждому жителю Санкт-Петербурга известно, что город был основан на сырых болотистых землях; по А.С. Пушкину – «вознесся из топи блат». Не все эти территории были болотами в географическом смысле, т. е. торфяниками, однако в начале XVIII века было, по-видимому, заболочено не менее 40% площади современного Петербурга. Но далеко не все знают, что и в настоящее время на территории Северной столицы насчитывается свыше 170 км² заболоченных земель (около 12% площади), в т. ч. около трех десятков торфяников, общая площадь которых превышает 76 км² – свыше 5% площади города (рис. 1).

По мере развития города болота в его черте и в ближайших окрестностях осушались, местами засыпались грунтом, использовались в сельском хозяйстве и под застройку. Так, в целях ведения сельского хозяйства были частично осушены Лахтинское и Усть-Тосненское болота. Жилые районы были построены, в частности, на месте Шуваловского и частично Лахтинского болот; промышленно-логистическая застройка полностью заняла выработанный Глухозерский торфяник и большую часть Обуховского.

Осушение болот проводилось в окрестностях города также с целью увеличения продуктивности лесов и улучшения их рекреационных свойств. Для этого, в частности, были осушены практически все болота западной части Курортного района.

Всего в границах Санкт-Петербурга расположено свыше 36 км² осушенных в разной степени верховых и переходных торфяников. На них, в зависимости от типа торфяной залежи и степени осушения, формируются преимущественно сосновые и березовые кустарничково-сфагновые, осоково-сфагновые, а иногда и кустарничково-зеленомошные леса (рис. 2).

В условиях интенсивной рекреационной нагрузки на осушенных торфяниках легко возникают торфяные пожары, они часто наблюдаются, например, в осушенной части

Лахтинского болота и в парке Сосновка.

С середины XIX до конца XX века на нынешней территории Санкт-Петербурга велись торфоразработки. Особенно интенсивны они были в период блокады Ленинграда, когда торф оставался основным доступным топливом для городских электростанций. В частности, были полностью выработаны (и позже застроены) Глухозерский и Шуваловский торфяники, почти полностью – Стародеревенский и Обуховский, в значительной степени – Лахтинское болото.

Всего было выработано не менее 40 км² торфяников, однако до настоящего времени сохранилось лишь около 8 км² ландшафтов торфяных выработок. Наиболее крупные из них – части Лахтинского, Левашовского, Парголового, Обуховского, Кондакопшинского болот, а также болото в парке Сосновка (рис. 3). Торфоразработки, особенно выработанные карьерным способом, еще более опасны в пожарном отношении, чем осушенные торфяники.

Осушенные неглубокие низинные болота быстро теряют признаки заболоченности (в частности, в них срабатывается торфяной горизонт), поэтому основная их часть не попадает в наше рассмотрение и в табл. 1. Тем не менее, можно обоснованно предположить, что нижние части парков Петергофской дороги и парк Дубки в Сестрорецке расположены на осушенных низинных болотах побережья Финского залива.

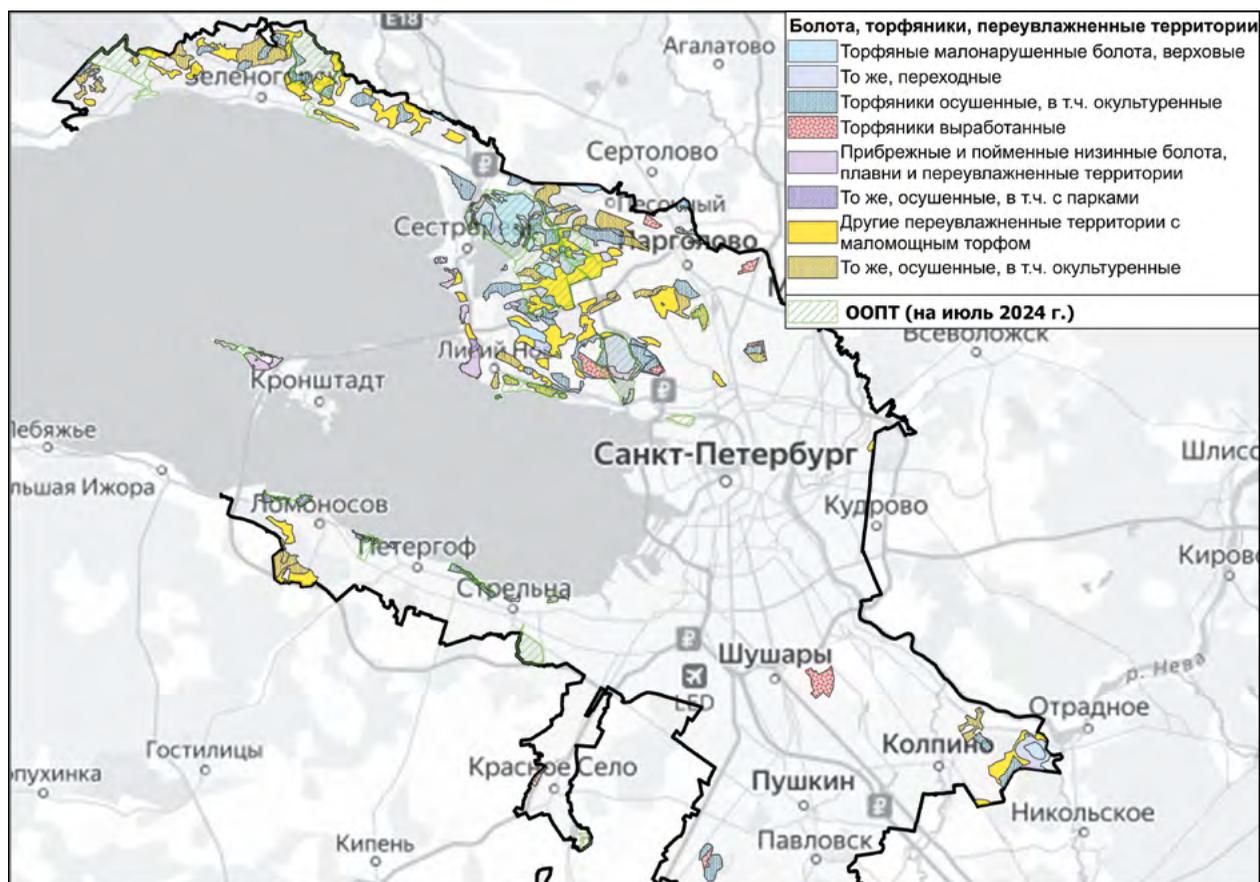


Рисунок 1. Болота, торфяники, переувлажненные территории Санкт-Петербурга

Таблица 1. Болота, торфяники и переувлажненные территории Санкт-Петербурга. Составлено по данным Атласа ООПТ Санкт-Петербурга (2016), актуализированным на 2024 год

	Площадь, квадратные километры				Доля площади города
	Относительно ненарушенные	Осушенные, в т. ч. окультуренные	Выработанные	Всего	
Верховые и переходные торфяники (мощность торфа более 0,5 м)	31,6 в т. ч. верховые – 14,4 переходные – 17,2	36,5	7,8	75,9	5,3%
Прибрежные и пойменные переувлажненные территории: низинные болота, топи и плавни	9,9	3,1		13,0	0,9%
Другие переувлажненные территории с маломощным торфом	51,1	29,5		80,6	5,6%
Всего	92,6	69,1	7,8	169,5	11,8%
Доля площади города	6,4%	4,8%	0,6%	11,8%	



Рисунок 2. Сосновый лес на осушенном торфянике. Заказник «Озеро Щучье»



Рисунок 3. Выработанный торфяник в парке Сосновка



Рисунок 4. Черноольховая топь на переувлажненной приморской равнине (Стрельнинский берег)



Рисунок 5. Верховой участок Сестрорецкого болота



Рисунок 6. Переходный участок Сестрорецкого болота



Рисунок 7. Грядово-озерковый комплекс на Сестрорецком болоте

Кроме того, на месте таких болот создаются намывные территории, в частности для строительства портовых сооружений (последний пример – порт Бронка). Планируются и дальнейшие намывы.

В результате на настоящий момент в Санкт-Петербурге осталось примерно 41 км² болот, избежавших радикальных техногенных воздействий, в т. ч. 14 км² верховых и 17 км² переходных болот. Кроме того, на приморской литориновой террасе остались неосушенными примерно 10 км² низинных болот и заболоченных равнин, крайне ценных для сохранения биоразнообразия (рис. 4).

Крупнейшее из сохранившихся болот – Сестрорецкое (14 км²) в Курортном районе, включающее верховые (рис. 5) и переходные (рис. 6) участки, а также хорошо выраженный грядово-озерковый комплекс (рис. 7).

Природные комплексы болот являются крайне важными элементами экологического каркаса нашего города, они важны для сохранения биологического и ландшафтного разнообразия, гидрологического режима. Кроме того, болота позволяют увидеть, какой была значительная часть нынешней территории Санкт-Петербурга до основания здесь города и на ранних этапах его развития.

С другой стороны, сохранившиеся в пределах

мегаполиса болота и торфяники являются не просто природными объектами, они «вплетены» в городскую ткань, где каждый участок территории выполняет (или должен выполнять) определенную функцию. В самом общем виде эти функции определяются функциональным зонированием, определяемым Генеральным планом развития города, и территориальным зонированием, установленным разрабатываемыми на основе Генплана Правилами землепользования и застройки (ПЗЗ). Отметим, что, хотя в Санкт-Петербурге в конце 2023 года принят новый Генеральный план, действующие ПЗЗ пока соответствуют старому Генплану.

Кроме того, в границах города расположены 17 особо охраняемых природных территорий (ООПТ) общей площадью свыше 92 км². Согласно законодательству, на ООПТ не действуют градостроительные регламенты ПЗЗ, вместо них применяются режимы особой охраны ООПТ. Среди существующих ООПТ две состоят преимущественно из болотных массивов – это заказники «Сестрорецкое болото» и «Юнтоловский». В них обоих, разумеется, предусмотрено сохранение соответствующих болот. В образованном в 2023 году заказнике «Левашовский» также охраняется достаточно крупное для города Большое Марково болото.

Рассмотрим теперь соотношение

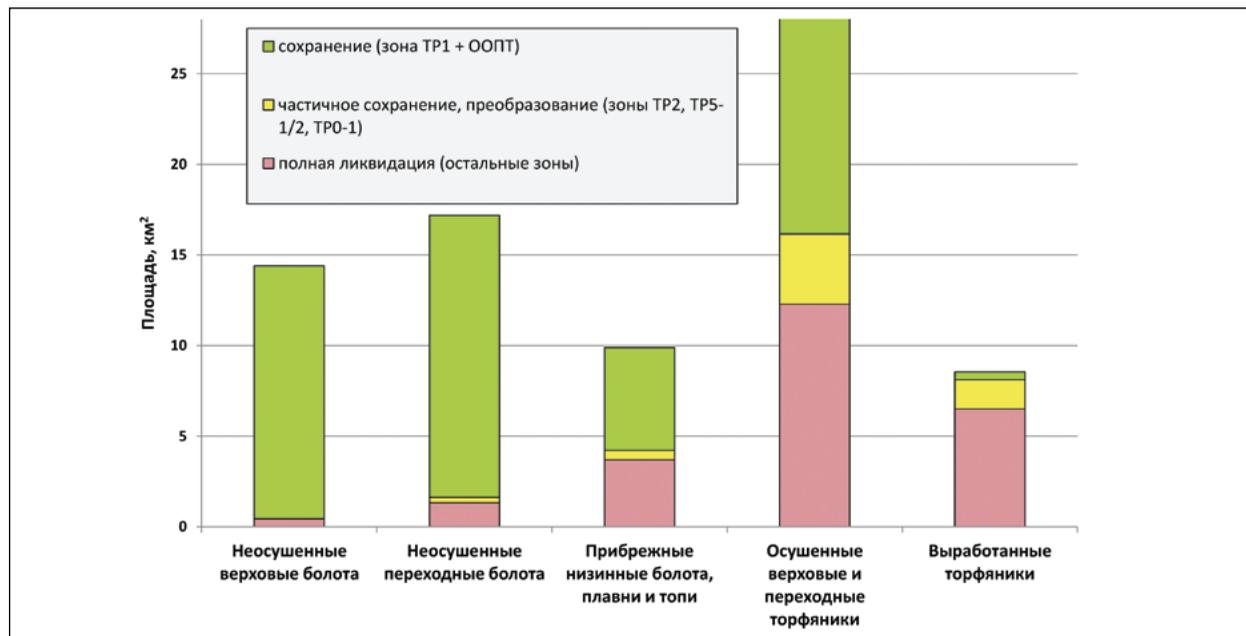


Рисунок 8. Перспективы сохранения болот и торфяников Санкт-Петербурга

сохранившихся болотных массивов и территориальных зон ныне действующих ПЗЗ. В отношении к природным комплексам болот и торфяников эти территориальные зоны можно разделить на следующие типы:

1. Зоны, предусматривающие сохранение природных комплексов, в т. ч. болот. Это одна зона, но обширная – зона городских лесов ТР1. В нее попадает большинство болот города.

2. Зоны, в которых ландшафты выполняют преимущественно рекреационные либо защитные функции: зона зеленых насаждений ТР2, зоны водоохранных и санитарно-защитных зеленых насаждений ТР5-1 / ТР5-2 и зона пляжей и других прибрежных территорий ТР0-1. Попавшие в эти зоны болота и торфяники, по идее, должны быть благоустроены и приспособлены для рекреации (в ТР5-1, ТР5-2 возможна частичная застройка).

3. Все остальные территориальные зоны, реализация функционала которых не может осуществляться на любых болотах и торфяниках, поэтому последние, попав в такие зоны, должны быть полностью ликвидированы. Это зоны жилой, промышленной и деловой застройки, санаторно-курортных учреждений, развития улично-дорожной сети и т. д.

Если объединить болота, расположенные на существующих ООПТ и в территориальной зоне ТР1 в одну категорию болот, подлежащих сохранению, а остальные распределить по оставшимся двум типам зон, мы получим следующее распределение (рис. 8).

Видно, что малонарушенные верховые и переходные болота Санкт-Петербурга в целом неплохо защищены (под защитой находится свыше 93% их общей площади). Тревогу вызывает возможная застройка некоторых низинных болот (в основном речь идет о намечаемом намыве между Дубковским и Тарховским мысами). На этих ценных в природоохранном отношении территориях планируется создание новых ООПТ.

Отдельной проблемой является наличие свыше 160 га выработанных торфяников в рекреационных зонах, поскольку непонятно, как именно их можно использовать для рекреации и как предотвратить при этом торфяные пожары. Такие участки есть на Левашовском, Стародеревенском торфяниках, в парке Сосновка и в некоторых других местах.

Источники

Атлас особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга / Отв. ред. В.Н. Храмцов, Т.В. Ковалева, Н.Ю. Нацваладзе. СПб., 2013.

Исаченко, Г.А., Резников А.И. Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие // БИОСФЕРА. 2014. Том 6, №3. С. 231-249.

Танфильев Г.И. О болотах Санкт-Петербургской губернии. 1899. 

Почвы Санкт-Петербурга

Экспансия городов на окружающие земли неизбежно ведет к кардинальному изменению почв и почвенного покрова. На урбанизированных территориях практически полностью исчезают естественные почвы, а на их месте появляются совершенно новые образования, не имеющие аналогов в природе. Прогнозирование последствий влияния урбанизации на почвы и качество выполнения ими экологических функций является безотлагательной задачей, стоящей перед учеными-почвоведом.

Санкт-Петербург является родиной науки о почвах. В 1883 году в Императорском Санкт-Петербургском университете прошла блестящая защита докторской диссертации В.В. Докучаева «Русский чернозем», которая стала основополагающим трудом новой науки – почвоведения. В нашем городе по инициативе В.В. Докучаева было создано первое почвенное учреждение – Центральный музей почвоведения, который впоследствии стал носить имя ученого. В.В. Докучаевым была разработана и первая в мире комплексная программа изучения почв города как часть общего плана детального естественно-исторического, физико-географического и сельскохозяйственного исследования Санкт-Петербурга и его окрестностей.

Однако работа не была завершена, и практически до конца XX столетия почвенные исследования в Санкт-Петербурге носили локальный и эпизодический характер. Лишь в последние десятилетия стали проводиться более масштабные исследования почв нашего города. В 2013 году сотрудниками Центрального музея почвоведения им. В.В. Докучаева и кафедры картографии СПбГУ впервые была создана почвенная карта Санкт-Петербурга (М. 1:50 000). В настоящий момент завершена работа по актуализации информации о почвах города на 2024 год (рис. 1).

При определении картографических выделов на почвенной карте Санкт-Петербурга учитывались процентное соотношение площадей почв и не почвенных образований (здания, асфальтированные участки); характер распределения почв в пространстве и компонентный состав почвенного покрова. В легенде к цифровой почвенной карте Санкт-Петербурга 50 выделов.

Почвенный покров территории, ограниченной современными административными границами Санкт-Петербурга, характеризуется значительной пространственной и временной неоднородностью, как по компонентному

Санкт-Петербург – один из первых мегаполисов в России и мире, в котором создана почвенная карта.

составу, так и по расположению почвенных ареалов в пространстве. Это связано не только с разнообразными природными условиями Санкт-Петербурга, но и разной степенью и масштабом воздействия человека на почвы на различных этапах строительства города, а также в центре, на окраинах, на промышленных территориях, в «спальных» районах и лесопарках.

В центральной части города более чем за три столетия полностью изменился облик ландшафтов дельты Невы. Все естественные почвы были разрушены или погребены под «культурным слоем», ведь постоянные наводнения обусловили необходимость поднятия поверхности. В результате в центральной части города образовался антропогенный слоистый субстрат, мощность которого достигает четырех и более метров. В редких случаях под «культурным слоем» можно обнаружить сохранившиеся естественные почвы.

Естественный почвенный покров территории города до его основания

До основания Санкт-Петербурга значительная часть территории была заболочена и покрыта лесами. Для понимания того, какие именно почвы были распространены на территории будущего города, был использован Докучаевский закон функциональной связи между почвами и факторами почвообразования. Ученые провели комплексный анализ геологических, геоморфологических и гидрологических карт Санкт-Петербурга, материалов почвенных и археологических исследований, и в результате



Рисунок 1. Почвенная карта Санкт-Петербурга М 1:50 000. Составители Е.Ю. Сухачева, Б.Ф. Апарин, Т.А. Андреева (2013). Актуализация на 2024 год: Е.Ю. Сухачева, Т.А. Андреева, Г.А. Касаткина, С.В. Глухарева

была составлена почвенная карта-схема территории на период, предшествовавший освоению человеком (рис. 2).

В естественном почвенном покрове дельты Невы абсолютно доминировали аллювиальные почвы, которые формировались в условиях периодического затопления во время наводнений (фото 1). На возвышенных местах находились ареалы более сухих (дренируемых) почв, в профиле которых заметны признаки вертикального переноса веществ – альфегумусового процесса

и подзолообразования. В прибрежной зоне в результате деятельности прибоя и русловых процессов реки Невы береговая линия на протяжении тысячелетий постоянно изменялась, появлялись и исчезали мелкие заливы, острова меняли свою форму, увеличивались в размерах. В краевых, как правило, западных частях островов процессы абразии берега водами реки Невы и Финского залива препятствовали образованию полноразвитых аллювиальных почв. Здесь формировались слабо развитые маршевые почвы

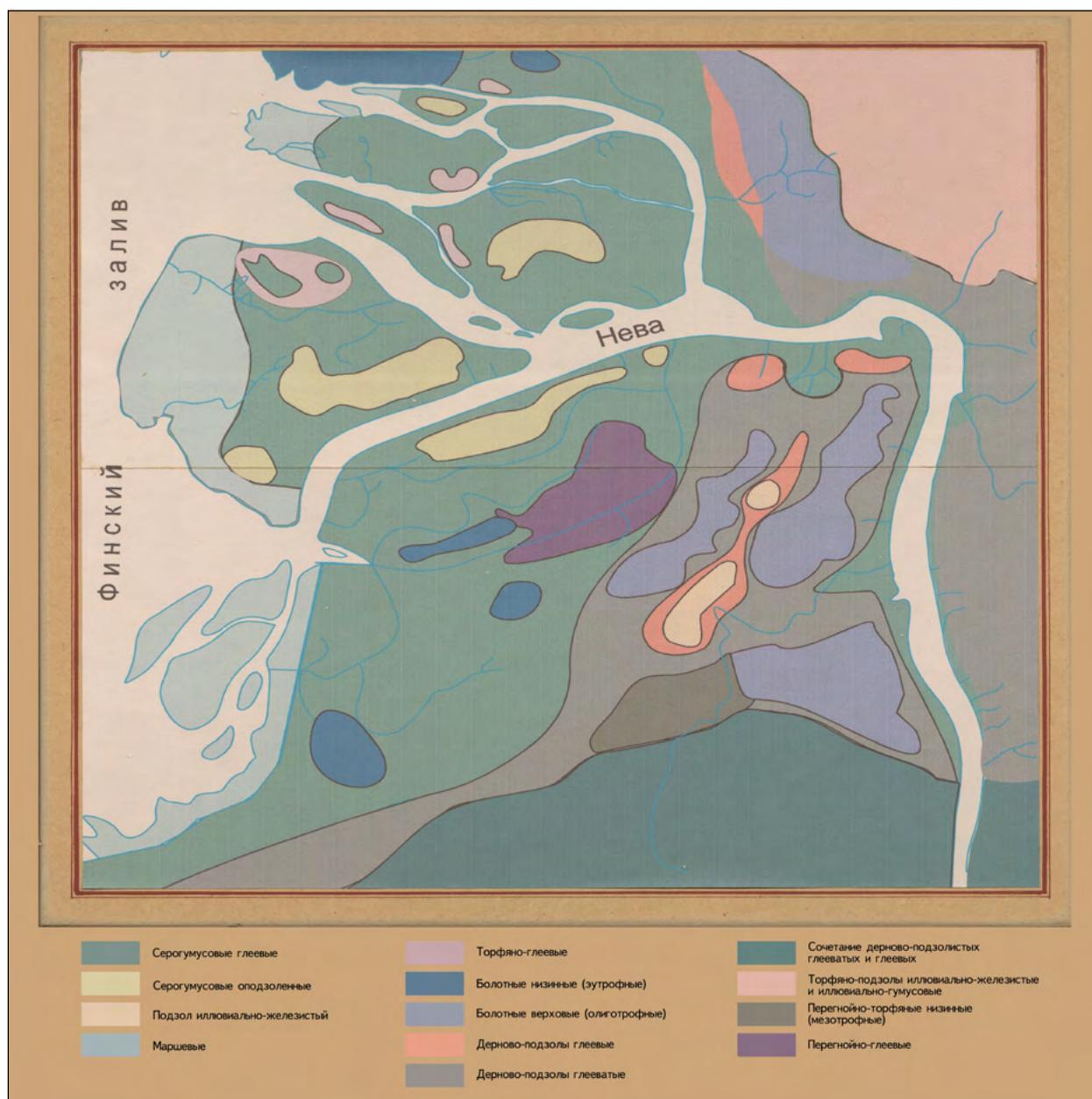


Рисунок 2. Карта-схема почвенного покрова территории исторического центра Санкт-Петербурга на период, предшествовавший освоению человеком

с гумусовым горизонтом мощностью менее 5 см.

На второй Литориновой террасе (современный Литейный, Суворовский, Лиговский проспекты), которая имела относительное превышение 4–6 м, преобладали различные подзолы (фото 2) и торфяные почвы (фото 3). Согласно плану местности 1698 года по современной территории Лиговского проспекта проходила дорога, которая шла по наиболее сухим местам. В районе площади Восстания находился ареал подзола иллювиально-железистого, что подтверждается не только данными анализа

геологических шурфов и рельефа местности, но и историческими материалами. Например, известно, что в 1744 году Елизавете Петровне персидским шахом были подарены 14 слонов, которые были размещены в сухом сосновом бору, типичными почвами которого являются подзолы без признаков переувлажнения. С двух сторон от древней дороги по шведской карте находились болота. Торф мощностью более 1,5–2,0 м был вскрыт скважинами в районе улиц Мытнинская, Полтавская, Тамбовская, Днепропетровская и станции метро «Достоевская».

Таблица 1. Характеристика почв и почвенного покрова ландшафтов Санкт-Петербурга

Характеристика почвенного покрова	Ландшафты		
	Естественные	Агроландшафты	Урбанизированные
Континуальность	Континуальный	Континуальный	Дискретный
Компоненты почвенного покрова	Естественные почвы	Антропогенно-преобразованные почвы	Антропогенно-трансформированные или искусственно сконструированные почвы
Особенности морфологического строения почвенного профиля	Ненарушенная система генетических горизонтов	Наличие окультуренного агрогенно-преобразованного горизонта, часто стратифицированные и осушенные (окисленно-глеевые) горизонты	Наличие насыпного горизонта, отсутствие или слабовыраженная генетическая связь между насыпным горизонтом и нижележащей слоистой толщей
Факторы формирования почв	Естественные	Естественные и антропогенные	Антропогенные (прямые и косвенные)
Геометрия почвенных ареалов	Округлые, вытянутые, часто незамкнутые	Прямоугольные, часто замкнутые	Квадратные, прямоугольные, линейные. Всегда замкнутые
Размер почвенных контуров	$n \text{ км}^2$	$n \text{ 1000 м}^2 - n \text{ км}^2$	$n \text{ 100 м}^2 - n \text{ 1000 м}^2$



Фото 1. Погребенная под «культурным слоем» аллювиальная почва



Фото 2. Погребенный под «культурным слоем» подзол.
Фото А.В. Русакова

Закономерности в формировании почв Санкт-Петербурга

С момента основания города в формировании почв ведущую роль начинает играть антропогенный фактор. На протяжении более трех столетий Санкт-Петербург расширяет свою территорию, на которой появляются антропогенно-нарушенные почвы со срезанными, насыпными или перемешанными верхними горизонтами. Значительную долю площади начинают занимать полностью сконструированные человеком почвы, не имеющие аналогов в естественных ландшафтах (урбаноземы, интродуцированные почвы, стратоземы, конструктороземы). Из-за

строительства зданий, прокладки каналов и мощеных улиц прерываются связи между ареалами почв, тем самым нарушается одна из важнейших характеристик организации естественного почвенного покрова – континуальность.

Почвообразующие породы мегаполиса также имеют существенное отличие от естественных, как по составу, так и по строению. Как правило, они слоистые. В этом аспекте антропогенные породы похожи на аллювиальные отложения. Отличием является, то что в мегаполисе породы обычно разнородные по структуре и составу, с большим количеством артефактов различного размера и объема. Среди включений стекло, металл, пластмасса, бетон, асфальт, кирпичи, дерево, известь. Антропогенные почвообразующие



Фото 3. Торфяная почва



Фото 4. Аллювиальная торфяно-глиевая оруденелая почва



Фото 5. Маршевая почва побережья Финского залива



Фото 6. Подзол иллювиально-гумусовый глееватый



Фото 7. Торфяная почва верхового болота



Фото 8. Торфяно-подзол глеевый



Фото 9. Серогумусовая почва на песках



Фото 10. Дерново-подзол



Фото 11. Подзол иллювиально-железистый

породы характеризуются, как правило, наличием градиентов водопроницаемости, теплопроводности, водоудерживающей способности, а также наличием геофизических и химических барьеров.

В разных ландшафтах Санкт-Петербурга по характеру почв и их расположению в пространстве выделены различные типы почвенного покрова.

Естественные почвы в лесопарках, на охраняемых территориях и островах с сохранившейся естественной растительностью

Почвы с ненарушенным строением почвенного профиля (естественные почвы) на территории Санкт-Петербурга частично сохранились в небольших по площади лесных массивах на побережье Финского залива (Курортный, Ломоносовский и Петродворцовый районы), в заказниках («Гладышевский», «Сестрорецкое болото», «Озеро Щучье», «Юнтоловский», «Комаровский берег», «Дудергофские высоты», «Стрельницкий берег», «Парк Сергиевка») и территориях лесопарковых зон. Спектр естественных почв отличается разнообразием,

отражающим то значительное количество комбинаций факторов почвообразования, которое характерно для ландшафтов современной территории города.

Несмотря на то, что Санкт-Петербург расположен в обширной по площади дельте реки Невы, для которой типичными являются аллювиальные почвы, в современном почвенном покрове города их практически нет. Небольшие ареалы аллювиальных почв сохранились только в поймах малых рек. Аллювиальные серогумусовые встречаются на хорошо дренируемых участках под луговой растительностью, аллювиальные торфяно- и перегнойно-глеевые (фото 4) – на заболоченных участках пойм.

На южном побережье Финского залива и острове Котлин формируются маршевые почвы. Их почвенный профиль состоит из слабо развитого гумусового горизонта, залегающего на слоистой толще, в которой наблюдаются погребенные гумусированные слои (фото 5).

Массивы торфяных почв верховых (фото 7) и низинных болот на почвенной карте СПб выделены на территориях заказников «Юнтоловский», «Левашовский лес» и «Сестрорецкое болото». Мелкие ареалы таких



Фото 12. Дерново-подзолистая почва



Фото 13. Серогумусовая темнопрофильная почва на диктионемовых сланцах



Фото 14. Агрозем



Фото 15. Профиль почвы, сконструированный человеком

почв встречаются в межкамковых понижениях на территории заказника «Озеро Щучье», в парке «Осиновая роща» севернее поселка Парголово, в Охтинском учебно-опытном лесхозе.

В Петродворцовом районе небольшой контур болотных эутрофных почв низинного болота расположен в нижней части парка «Сергиевка». На территории парка «Сосновка», находящегося в жилом массиве на севере города, болото занимает северо-восточную часть парка и представляет уникальный природный комплекс на урбанизированной территории. В прошлом безлесное верховое болото заросло низкорослой сосной до 10 м высотой, что связано с осушением. Несмотря на изменившийся гидрологический режим территории парка, на части болотного массива морфологический облик и свойства болотных почв практически не изменились.

На северном побережье Финского залива широко распространены подзолы иллювиально-гумусовые глееватые (фото 6) и глеевые (фото 8) и торфяно-подзолы глеевые. Они часто встречаются в сочетании с торфяно-глеевыми под сосновыми заболоченными лесами на отложениях легкого гранулометрического

состава. На морских террасах, дюнах и береговых валах в прибрежной зоне Финского залива преобладают серогумусовые почвы (фото 9).

В лесопарковых зонах и зонах отдыха часто выделяются контуры дерново-подзолов (фото 10). Их ареалы находятся под сосновыми и смешанными лесами на породах легкого гранулометрического состава в условиях хорошего дренажа. Если учесть, что дерново-подзолы практически не встречаются в естественных ландшафтах области, следует предположить, что дерново-подзолы образовались под косвенным влиянием антропогенного фактора при изменении растительности.

Подзолы (фото 11), профиль которых состоит из маломощной лесной подстилки, подзолистого и альфегумусового горизонта, имеют очень слабую устойчивость к любым антропогенным воздействиям. Даже при незначительной рекреационной нагрузке (например, в лесопарковых зонах) верхняя часть почвенного профиля вследствие малой мощности и легкого гранулометрического состава почвы легко разрушается.

Дерново-подзолистые почвы (фото 12),

широко распространенные в области, на территории города занимают ограниченную площадь. Это связано с тем, что дерново-подзолистые почвы распространены в Пушкинском и Колпинском районах, где большая часть этих почв преобразована в агроземы.

В городе, как правило, на охраняемых территориях, можно встретить почвы, занесенные в Красную книгу почв. Например, в районе Красного Села была обнаружена уникальная – серогумусовая темнопрофильная на дикиониевых сланцах (фото 13). Ареал этой почвы находится под угрозой полного исчезновения.

Почвы сельскохозяйственных земель

В агроландшафтах, расположенных в административных границах Санкт-Петербурга, преобладают высококультурные почвы – агроземы (фото 14). Характерным признаком этих почв является мощный, более 30 см гумусовый горизонт, который образовался из маломощных естественных горизонтов в результате длительного окультуривания. Агроземы, расположенные на территории города, в большинстве случаев были осушены, что хорошо прослеживается по их цветовой гамме в нижней части профиля. Ареалы агроземов имеют правильную геометрическую форму, обусловленную границами сельскохозяйственных угодий и дренажными каналами. В настоящее время происходит интенсивная застройка территории бывших сельхозугодий, при этом современные технологии позволяют сохранить уникальный гумусовый горизонт, который создавался десятилетиями.

Почвы урбанизированных территорий

В центральной части современного города абсолютно доминируют сконструированные человеком почвы (фото 15). Для почвенного покрова урбанизированных территорий характерна мелкоконтурность. Связь между почвенными ареалами разрушена либо отсутствует изначально, т. к. большинство почв «создано» человеком. При этом необходимо отметить, что человек создать почву не может. Возможно лишь взять гумусовый горизонт, который формировался сотни, а иногда и тысячи лет, и перенести его в другую среду, искусственно сконструировав почвенный профиль.

В центре Санкт-Петербурга (Центральный, Василеостровский, Адмиралтейский и Петроградский районы) небольшие ареалы почв с небольшим по мощности насыпным гумусовым горизонтом расположены во дворах и скверах, реже вдоль проспектов. Они занимают менее 5% площади. В зеленых зонах центра города, которые изначально формировались как парки (Летний сад, сквер у Казанского собора, парк усадьбы Шереметевых и др.), можно встретить почвы с мощным гумусовым насыпным горизонтом – стратоземы.

В промышленных и офисных районах в Кировском, Московском, Фрунзенском, Невском, Красногвардейском районах города почвенные ареалы расположены фрагментарно, преобладают почвы с маломощным насыпным горизонтом. В районе порта почвы часто сформированы на намытых грунтах.

Жилые районы города послевоенной застройки (в Московском, Кировском, Калининском, Приморском районах). Во дворах находятся контуры почв квадратной или прямоугольной формы. Доминируют почвы с маломощным насыпным горизонтом. Отсутствие естественных почв обусловлено тем, что эти кварталы строились на месте старых заводов и бывших жилых районов.

Жилые районы города застройки 60-х годов («хрущевки» во Фрунзенском, Невском, Калининском, Красногвардейском, Красносельском районах). Ареалы почв занимают более 50% от площади. Размер почвенных контуров, как правило, более 2000 м². Значительную долю занимают нарушенные естественные почвы или бывшие агропочвы. **В жилых районах застройки конца XX – начала XXI века** преобладают искусственно сконструированные почвы. Ареалы этих почв занимают небольшие площади в пространстве, ограниченном рисунком зданий и тротуаров. Практически полное отсутствие нарушенных естественных почв объясняется современными технологиями строительства объектов, в отличие от периода послевоенной застройки и застройки 60–80-х годов XX века.

Парки на берегах Финского залива (Южно-Приморский парк, Приморский парк Победы, парк 300-летия г. Санкт-Петербурга). Доминируют почвы, сформированные на намытых грунтах с маломощным насыпным горизонтом. 

Городские почвы Санкт-Петербурга и история их изучения

А.В. Русаков¹, А.А. Шешукова¹, К.А. Бахматова¹

¹ Санкт-Петербургский государственный университет, a.rusakov@sbpu.ru

Санкт-Петербург – третий по численности город Европы, самый северный город в мире с населением более 1 млн человек, поэтому вопросы экологического состояния урбанизированных территорий остаются актуальными как никогда. В городской среде, как и в естественных ландшафтах, почвы являются одним из главных компонентов экосистем, в т. ч. и урбоэкосистем. Почвы в городе формируются под влиянием зонально-климатических условий почвообразования и при ведущей роли антропогенного фактора.

Климат Санкт-Петербурга – умеренный, переходный от умеренно-континентального к умеренно-морскому – соответствует подзоне южной тайги. Основная часть города находится в пределах Приневской низменности – террасированной озерно-ледниковой равнины, формирование которой происходило под влиянием поздне- и послеледниковых водоемов (Геологический атлас Санкт-Петербурга, 2009).

Центральная часть города расположена на самой нижней ступени Приневской низменности – Литориновой террасе, с высотными отметками в пределах нескольких метров над уровнем моря. Свое название терраса получила по наименованию Литоринового моря, одной из стадий развития Балтийского моря в голоцене, существовавшего в период около 8,5–4,5 тыс. лет назад (Andrén et al., 2011). Литориновые отложения представляют собой пески, супеси и суглинки серого и голубовато-серого цвета с прослоями хорошо разложившегося торфа.

На территории Приневской низменности наблюдается несколько террас, образованных приледниковыми, морскими и озерными бассейнами позднеледникового и голоценового возраста. Высоты террас возрастают в северном направлении. Почвообразующими породами на этих террасах являются рыхлые четвертичные отложения – моренные суглинки (на юге города – обогащенные элювием карбонатных пород), озерно-ледниковые (ленточные) глины, водно-ледниковые пески и супеси.

Согласно почвенно-географическому

районированию России (Добровольский, Урусевская, 2006), территория Санкт-Петербурга относится к северной окраине Прибалтийской провинции дерново-подзолистых слабогумусированных и болотно-подзолистых почв. Под влиянием городской среды природные факторы почвообразования меняются: увеличивается среднегодовая температура воздуха (зимой на 1–2° за счет притока промышленного тепла и летом на 0,5–1,0° вследствие нагревания мостовых и каменных зданий), выравнивается рельеф, засыпаются мелкие водотоки. Около 4% территории города (5315 га) представляет собой засыпанные в прошлом водные объекты, а в центральных районах на долю погребенной гидрологической сети приходится 20–33%.

Изменяется режим поверхностных и грунтовых вод из-за запечатывания земной поверхности дорожными покрытиями. Для Санкт-Петербурга, особенно его центральной части, характерно близкое к поверхности (на глубине не более 2–3 м) залегание грунтовых вод, которое оказывает влияние на почвообразовательные и ландшафтно-геохимические процессы. Важной особенностью городов является техногенное загрязнение почв, воздуха и воды. Отмечается, что водоносный горизонт в Санкт-Петербурге повсеместно загрязнен, минерализация воды обычно более 1 г/л, часто отмечается повышенное содержание хлоридов, сульфатов, аммония, органических соединений, углекислоты (Дашко и др., 2011). Плоский равнинный рельеф, близкое

залегание грунтовых вод, влажный климат определяют значительное переувлажнение почв города.

До завершения строительства комплекса защитных сооружений центр города ежегодно подвергался воздействию наводнений, которые оставили следы в почвах в виде чередующихся слоев гумусовых горизонтов и супеси. На самых ранних этапах городского строительства важнейшей задачей были осушительные работы: строились каналы, расчищались реки, углублялось их дно, создавались водоемы, проводилось снятие, а иногда и засыпка торфяных отложений (Дашко и др., 2011). Вынутый минеральный грунт использовался для повышения поверхности территории. Насыпные слои в городских почвах отличаются по мощности и вещественному составу. Суммарная их мощность колеблется от 0,9 до 2,0 м, реже до 4 м.

Начало изучению городских почв Санкт-Петербурга положил основатель почвоведения В.В. Докучаев, который обратил внимание на необходимость комплексного исследования городской среды и в 1890 году выступил с предложением о необходимости провести «детальное естественно-историческое, физико-географическое и сельскохозяйственное исследование С.-Петербурга и его окрестностей». В рамках исследования предполагалось составить геологическую, почвенную, ботаническую, ветеринарную и другие карты. Почвенная карта должна была быть составлена в масштабе 100–500 саженей в дюйме, при этом определение морфологического строения почв, определения их химических и механических свойств, состава и динамики почвенного воздуха, почвенной воды, а также измерение температуры почвы на различных глубинах. Фактически речь шла о составлении экологического атласа городской среды на основе системного подхода (Апарин, 2005; Исаченко, Резников, 2014).

К работе, помимо В.В. Докучаева, были привлечены и другие крупные ученые того времени: А.А. Тилло, А.А. Иностранцев, А.Н. Бекетов, И.В. Мушкетов, А.И. Воейков, А.В. Советов, Г.И. Танфильев и др. В рамках этого проекта вышла работа А.А. Иностранцева «Вода и почва Петербурга» (1910), где было много новых сведений о почвах, геологии и палеогеографии Санкт-Петербурга. А.А. Иностранцев обратил внимание на высокий уровень стояния грунтовых вод и загрязнение городских почв отходами и мусором. К сожалению, в связи с болезнью и

смертью В.В. Докучаева его грандиозный проект остался в основном нереализованным. Воплощать в жизнь идеи В.В. Докучаева предстояло ученым последующих поколений. Предложенный В.В. Докучаевым системный мультидисциплинарный подход сохраняет значимость и поныне, но фундаментальный труд, где отражение, в т. ч. и картографическое, нашли бы все аспекты городской среды, Петербург ожидает до сих пор.

В первой половине XX века было опубликовано лишь несколько работ, полностью или частично посвященных почвам окрестностей Петербурга (Прасолов, 1922; Ризположенский, 1922; Шокальская, 1925; Тихеева, 1936). В 1982 году вышла знаковая статья В.А. Долотова и В.В. Пономаревой о почвах ленинградского Летнего сада, где авторы подчеркнули необходимость изучения и картографирования городских почв. При этом В.А. Долотов и В.В. Пономарева не рассматривали почвы под городскими зелеными насаждениями как сугубо специфические, а видели в них результат почвообразования под широколиственными древесными породами на насыпном субстрате, сходный по строению с окультуренными дерново-подзолистыми почвами, а по составу гумуса – с бурыми лесными.

На рубеже XX и XXI веков публикации о городских почвах и в отечественной, и в мировой литературе стали многочисленными. В Санкт-Петербурге толчком к расширению почвенных исследований городской территории стали масштабные земляные работы, связанные с подготовкой к 300-летию города. В этот период проводились ремонт коммуникаций, реставрация исторических зданий, благоустройство садов и парков. Работы в центре города сопровождалось археологическими исследованиями, к которым в ряде случаев подключались и почвоведы. Все это позволило накопить значительный объем данных о полнопрофильном строении городских почв Петербурга, вплоть до природных почвообразующих пород.

В работах о почвах Санкт-Петербурга обсуждались разные аспекты их строения и функционирования, проблема реконструкции природной обстановки до строительства города (Апарин, Русаков, 2003; Сухачева, 2005; Матинян, Русаков, 2006; Капелькина и др., 2007; Апарин, Сухачева, 2013; Русаков и др., 2013; Matinian, Bakhmatova, 2016; Апарин и др., 2018; Бахматова и др., 2022). Ряд исследований был посвящен почвам городских садов и парков (Ковязин и др., 2010; Матинян и др., 2008, 2015, 2017; Matinian et



Рисунок 1. Дерново-подбур супесчаный на флювиогляциальных песках (парк Политехнического университета)



Рисунок 2. Дерново-глеевая стратифицированная почва на литориновых супесях (Елагин остров). На правом снимке хорошо видна интенсивная перерытость профиля дождевыми червями



al., 2019, 2021; Bakhmatova et al., 2023). Отдельно исследованы специфичные для Санкт-Петербурга почвы на намывных территориях (Максимова, Абакумов, 2015). Изучались биологические свойства дневных и погребенных почв города (Русаков, Новиков, 2003).

Почвы Санкт-Петербурга принимались во внимание при разработке и совершенствовании классификации городских почв России (Прокофьева и др., 2014; Апарин, Сухачева, 2015). Весь накопленный материал позволил разработать концепцию картографирования почвенного покрова мегаполисов и создать первую почвенную карту Санкт-Петербурга в масштабе 1:50000 (Апарин, Сухачева, 2014). Огромное количество публикаций традиционно посвящено экологической оценке городских почв, в основном проблеме загрязнения тяжелыми металлами (Надпорожская и др., 2000; Апарин и др., 2003; Матинян, Бахматова, 2007; Капелькина, 2007; Уфимцева и др., 2011; Уфимцева, Терехина, 2014; Shamilishvili et al., 2015; Лебедев, Агафонова, 2017; Дьячкова, 2020), полиароматическими углеводородами (Чуков и др., 2006; Лодыгин и др., 2008; Шамилишвили и др., 2016), противогололедными смесями (Герасимов, Чугунова, 2016, 2018).

Исходные природные почвы в городе без существенных преобразований профиля могут локально сохраняться только в парках или городских особо охраняемых природных

территориях. Разнообразие этих почв зависит от природных ландшафтных условий. Так, в северной части города (парк Политехнического университета) встречаются дерново-подбуры на флювиогляциальных песках (рис. 1). Почвы этого парка сформированы под пологом широколиственной растительности с участием хвойных пород. Отличительной особенностью почвенного покрова парка является слабое проявление антропогенного фактора (вне территории асфальтированных дорожек, тропиной сети), которое выражено в практически ненарушенном строении изученных почвенных профилей с серией естественных почвенных горизонтов.

В некоторых случаях эти внешне природные почвы могут быть сильно загрязнены токсичными веществами (например, тяжелыми металлами), и тогда, согласно «Классификации и диагностике почв России» (2004), называются хемоземами. В связи с важной функциональной ролью почв природно-рекреационной и природоохранной зон в экосистемах изучение их экологического состояния и качества имеет особую актуальность.

Еще одним компонентом городского почвенного покрова являются почвы с той или иной степенью антропогенной трансформации профиля – с увеличенной мощностью поверхностного горизонта (стратифицированные) (рис. 2) или перемешанные с поверхности (турбированные).

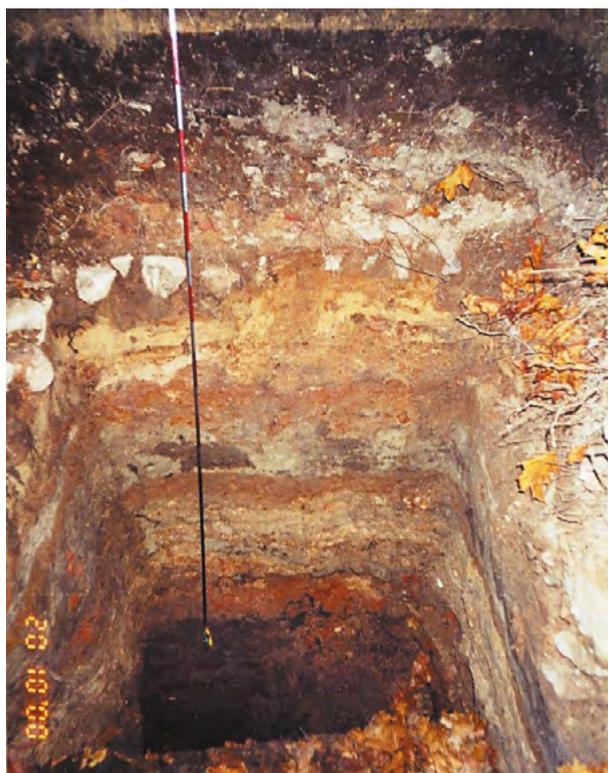


Рисунок 3. Строение профиля урбостратозема (археологический раскоп в сквере у здания Двенадцати коллегий). Выделяются верхний насыпной гумусированный слой, фрагмент булыжной мостовой, нижние стратифицированные слои. В основании разреза – погребенная темногумусово-глеевая почва на литориновых отложениях

Мощность гумусового горизонта может увеличиваться в почвах парков благодаря целенаправленному окультуриванию почв ради создания благоприятных условий для декоративных видов растений.

В центральной части города при наличии плотной застройки природные почвы можно обнаружить только в погребенном состоянии под насыпным (культурным) слоем, на глубине 1,5–2,0 м (рис. 3). В этом случае дневные почвы являются полностью антропогенными – урбостратоземами (урбаноземами). Профиль этих почв состоит из серии чередующихся насыпных слоев, с антропогенными включениями, занимающими более 10% от объема горизонта (рис. 4, 5). Такие слои называют горизонтами урбик (UR) от лат. *urbanus* – городской. Перемещенные в ходе строительства грунты, которые становятся частью городских почв и нередко содержат многочисленные включения строительного мусора, называют техногенными горизонтами (ТСН), а урбостратоземы с такими горизонтами – урбостратоземами техногенными (Прокофьева и др., 2014). Иногда в профиле урбостратоземов сохраняются булыжные мостовые или выложенные камнем садовые дорожки.



Рисунок 4. Включения в профиле урбостратозема (Каменный остров, наб. Малой Невки, землепользование на месте бывшей усадьбы купчихи Петровой). Цифрами обозначены включения: 1 – биоморфы (корни, древесина, кости и т. д.); 2 – антропоморфы (кирпич, керамика, стекло и т. д.); 3 – литоморфы (природные каменистые включения)

Таким образом, по морфологическим свойствам городские почвы отличаются разновозрастностью и гетерогенностью составляющих их слоев, присутствием антропогенных включений. Практически все слои городских почв отличаются

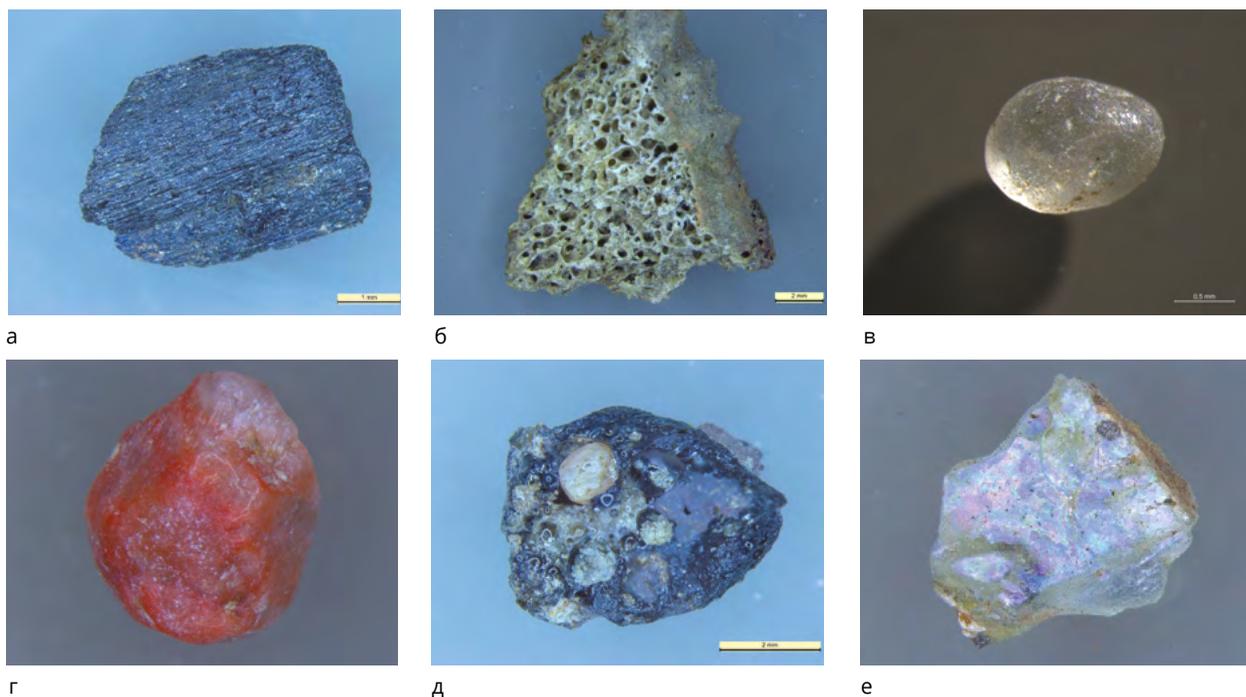


Рисунок 5. Почвенные включения под микроскопом: а – уголь, б – фрагмент кости, в – зерно кварца, г – полевого шпат, д – спек из печи стекольной мастерской, е – стекло XIX века

высокой щелочностью и карбонатностью, что обусловлено привнесением строительного мусора и нисходящей миграцией минерализованных растворов. Под мощной (150–190 см) толщей культурного слоя в центральной части Санкт-Петербурга обнаружены морфологически хорошо сохранившиеся целинные серогумусово- и темногумусово-глеевые почвы, составлявшие естественный фон почвенного покрова территории до основания (массовой застройки) города. Поднятие дневной поверхности в центральной части Санкт-Петербурга за 300 лет составило около 2 м.

Современное изучение городских почв Санкт-Петербурга продолжает исследования, начатые В.В. Докучаевым, на новом методическом и техническом уровне. Актуальность этой темы будет возрастать со временем в связи с ростом темпов урбанизации в России и в мире.

Литература

1. Апарин Б.Ф. 130 лет проекту профессора Императорского Санкт-Петербургского университета В.В. Докучаева о детальном естественно-историческом, физико-географическом и сельскохозяйственном исследовании Санкт-Петербурга и его окрестностей // Материалы научной конференции «Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей», 5-7 декабря 2005 г. СПб., 2005. С. 5-8.
2. Апарин Б.Ф., Русаков А.В. Почвы и почвенный покров зоны восточного полукольца кольцевой автодороги (КАД) вокруг Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2003. Сер. 3. Вып. №2 (11), с. 103-116.
3. Апарин Б.Ф., Русаков А.В., Налетов В.В. Оценка экологического состояния и прогноз воздействия кольцевой автодороги вокруг Санкт-Петербурга на почвы и почвенный покров // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2003. Сер. 3. Вып. №3 (19), с. 66-86.
4. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Почвенный покров Санкт-Петербурга: «из тьмы лесов и топи блат» к современному мегаполису // Биосфера, 2013. Т. 5, №3, с. 327-352.
5. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Принципы создания почвенной карты мегаполиса (на примере Санкт-Петербурга) // Почвоведение, 2014, №7, с. 790-802.
6. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю. Классификация городских почв в системе Российской и Международной классификации почв. // Бюллетень Почвенного ин-та им. В.В. Докучаева. 2015. Вып. 79, с. 53-72.
7. Апарин Б.Ф., Сухачева Е.Ю., Булышева А.М., Лазарева М.А. Гумусовые горизонты почв урбозкосистем // Почвоведение, 2018, №9, с.

1071-1084.

8. Бахматова К.А., Шешукова А.А., Панова Е.Г., Егорова С.А. Литориновые отложения как природный субстрат городских почв Санкт-Петербурга // Грунтоведение, 2022, №2(19), с. 40-50.

9. Вопрос об исследовании Санкт-Петербурга и его окрестностей в естественно-историческом, физико-географическом и сельскохозяйственном отношениях на VIII съезде русских естествоиспытателей и врачей. Речь С.-Петерб. городского Головы В.И. Лихачева. Доклад проф. С.-Петерб. Университета В.В. Докучаева. СПб.: Тип. Шредера, 1890. – 23 с.

10. Геологический атлас Санкт-Петербурга. Отв. ред. Н.Б. Филиппов. СПб.: Комильфо, 2009. – 57 с.

11. Герасимов А.О., Чугунова М.В. Воздействие противогололедных средств на основе хлоридов магния на высшие растения и почвенные микроорганизмы // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2016, вып. 217, с. 16–31.

12. Герасимов А.О., Чугунова М.В. Оценка действия противогололедных реагентов разного химического состава на рост травянистых растений и почвенное дыхание // Биосфера, 2018, т. 10, №4, с. 273-281.

13. Дашко Р.Э., Александрова О.Ю., Котюков П.В., Шидловская А.В. Особенности инженерно-геологических условий Санкт-Петербурга // Развитие городов и геотехническое строительство, 2011, вып. 1, с. 1-47.

14. Долотов В.А., Пономарева В.В. К характеристике почв ленинградского Летнего сада // Почвоведение. 1982. №9, с. 134-138.

15. Дьячкова О.Н. Влияние загрязнения почвы на экологическую безопасность городской среды Санкт-Петербурга // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, 2020, №1, с. 67-71.

16. Иностранцев А.А. Вода и почва Петербурга. СПб., 1910. – 89 с.

17. Исаченко Г.А., Резников А.И. Ландшафты Санкт-Петербурга: эволюция, динамика, разнообразие // Биосфера, 2014. Т. 6, №3, с. 231-249.

18. Капелькина Л.П. Экологические особенности почв Санкт-Петербурга // Экологическая безопасность. Научно-информационный бюллетень. 2007, №1-2 (17-18), с. 48-56.

19. Капелькина Л.П. Мельничук И.А., Часовская В.В. Почвы Летнего сада // Известия

Санкт-Петербургской лесотехнической академии, 2007, вып. 180, с. 86-95.

20. Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. – Смоленск: Ойкумена, 2004. – 342 с.

21. Ковязин В.Ф., Усков И.Б., Державин Л.М. Парковые экосистемы Санкт-Петербурга различной степени урбанизации и агрохимические свойства их почв // Агрохимия, 2010, №3, с. 58-66.

22. Лебедев С.В., Агафонова Е.К. Эколого-геохимическая оценка загрязнения окружающей среды по данным мониторинга содержания тяжелых металлов в почвогрунтах и снежном покрове (на примере Василеостровского района Санкт-Петербурга) // Вестник С.-Петерб. ун-та, Науки о Земле. 2017, т. 62, вып. 4, с. 357-369.

23. Лодыгин Е.Д., Чуков С.Н., Безносиков В.А., Габов Д.Н. Полициклические ароматические углеводороды в почвах Васильевского острова (Санкт-Петербург) // Почвоведение, 2008, №12, с. 1494-1500.

24. Максимова Е., Абакумов Е. Намывные почвы Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2015, сер. 3, вып. 3, с. 93-102.

25. Матинян Н.Н., Бахматова К.А. Экологическая оценка «петербургского огорода» // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2004, сер. 3, вып. 3, с. 96-105.

26. Матинян Н.Н., Бахматова К.А., Коренцвит В.А. Почвы Летнего сада (Санкт-Петербург) // Почвоведение, 2017, №6, с. 643-651.

27. Матинян Н.Н., Бахматова К.А., Шешукова А.А. Почвы бывшей усадьбы Шереметевых // Вестник СПбГУ, 2008, сер.3, вып.2, с. 91-100.

28. Матинян Н.Н., Гостинцева Е.В., Бахматова К.А. Почвы и почвенный покров садов и парков Фрунзенского района Санкт-Петербурга. СПб., Нестор-История, 2015. - 80 с.

29. Матинян Н.Н., Русаков А.В. Почвы петербургские // Три века Санкт-Петербурга. Энциклопедия в трех томах. Т. II. Девятнадцатый век. Книга пятая. Изд-во Филологического ф-та Санкт-Петербургского государственного университета. 2006. - с. 570-573.

30. Надпорожская М.А., Слепян Э.И., Ковш Н.В. О почвах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2000, сер. 3, вып. №1 (3), с. 116-126.

31. Прасолов Л.И. Естественные условия сельского хозяйства в Петроградском подстоличном районе. Почвы Шушарской фермы. Пг., 1922. – 23 с.

32. Прокофьева Т.В., Герасимова М.И., Безуглова О.С., Бахматова К.А., Гольева А.А., Горбов С.Н., Жарикова Е.А., Матинян Н.Н., Наквасина Е.Н., Сивцева Н.И. Введение почв и почвоподобных образований городских территорий в классификацию почв России // Почвоведение, 2014, №10, с. 1155-1164.
33. Ризположенский Р.В. Описание Петроградской губернии в почвенном отношении. Казань, 1922. – 126 с.
34. Русаков А.В., Новиков В.В. Биологическая активность современных и погребенных почв исторического центра Санкт-Петербурга // Микробиология, 2003, т. 12, №1, с. 117-125.
35. Русаков А.В., Никонов А.А., Савельева Л.А., Пинахина Д.В. Погребенные позднеголоценовые почвы культурно-исторического памятника «Ниеншанц» (г. Санкт-Петербург) // Почвоведение, 2013, №1, с. 17-31.
36. Сухачева Е.Ю. Принципы реконструкции почвенного покрова Санкт-Петербурга на момент основания города // Материалы научной конференции «Экология Санкт-Петербурга и его окрестностей», 5-7 декабря 2005 г. СПб., 2005. - с. 98-101.
37. Тихеева Л.В. Погребенные почвенные образования (почвы и торфяники) четвертичного времени в окрестностях Ленинграда // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева, 1936, т. XIII.
38. Труды Комиссии по исследованию С.-Петербурга и его окрестностей в физико-географическом, естественноисторическом, сельскохозяйственном, гигиеническом и ветеринарном отношениях. Под ред. Проф. В.В. Докучаева. Ч.1. СПб.: Тип. Евдокимова, 1894. – 488 с.
39. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В., Абакумов Е.В. Физико-химическая характеристика урбаноземов Центрального района Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2011, сер. 7, вып. 4, с. 85-97.
40. Уфимцева М.Д., Терехина Н.В. Эколого-геохимическая оценка почв исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2014, сер. 7, вып. 2, с. 122-136.
41. Чуков С.Н., Лодыгин Е.Д., Габов Д.Н., Безносиков В.А. Полициклические углеводороды в почвах Санкт-Петербурга // Вестник С.-Петерб. ун-та, 2006, сер. 3, вып.1, с. 119-129.
42. Шамилишвили Г.А., Абакумов Е.В., Габов Д.Н., Алексеев И.И. Особенности фракционного состава полициклических ароматических углеводородов и полиэлементного загрязнения почв урбанизированных территорий и их гигиеническая характеристика (на примере почв функциональных зон Санкт-Петербурга) // Гигиена и санитария, 2016, 95 (9), с. 827-837.
43. Шокальская З.Ю. Почвенно-геологический очерк окрестностей Шувалова и Елагина острова // Тр. Почв. ин-та. СПб., 1925. – С. 222-257.
44. Andrén T., Björck S., Andrén E. et al. The development of the Baltic Sea Basin during the last 130 ka // The Baltic Sea Basin / Harff J., Björck S., Hoth P. (eds.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. P. 75-97.
45. Bakhmatova K.A., Sheshukova A.A., Panova E.G., Egorova S.A. Soil Transformations in the Littorina Terrace Under the Impact of Urbanization (St. Petersburg, Russia) // Biogenic – Abiogenic Interactions in Natural and Anthropogenic Systems 2022. Eds.: Frank-Kamenetskaya, O.V., Panova, E.G., Vlasov, D.Y., Alekseeva, T.V. Springer Nature, 2023. P. 455-473.
46. Matinian N.N., Bakhmatova K.A. Urban soils of Saint Petersburg (Russia). Europäische Akademie der Naturwissenschaften, Hannover, 2016. - 28 p.
47. Matinian N.N., Bakhmatova K.A., Sheshukova A.A. Anthropogenic and natural soils of urban and suburban parks of Saint Petersburg, Russia // Urbanization: Challenge and Opportunity for Soil Function and Ecosystem Services. Conference proceedings, SUITMA 2017. Eds.: V.I. Vasenev, E. Dovletyarova, Z.Cheng et al. Book series Springer Geography. Springer Int. Publ., 2019. P. 212-220.
48. Matinian N.N., Bakhmatova K.A., Sheshukova A.A. Urban Soils in the Historic Centre of Saint Petersburg (Russia) // Advances in Understanding Soil Degradation. Eds.: Saljnikov, E., Mueller, L., Lavrishchev, A., Eulenstein, F. Springer Nature, 2021. P. 755-774.
49. Shamilishvili G.A., Abakumov E.V., Ryumin A.G. Assessment of the mobile forms of zinc and copper content in soil samples from areas of different land use on example of the Krasnogvardeisky District of the St. Petersburg // Environmental Earth Sciences, 2015, 74, p. 3417-3431. 

Исследование качества почв и грунтов Санкт-Петербурга

А.В. Горький, ООО «Институт проектирования, экологии и гигиены»

Почвы и геологическая среда

В природоохранной деятельности широко используется понятие «геологической среды», которая, с одной стороны, оказывает непосредственное и постоянное влияние на человечество, а с другой – подвергается воздействию хозяйственной деятельности человека. Но каковы же пространственные характеристики этого термина?

В строении Земли выделяются несколько слоев (оболочек), верхней и самой тонкой из которых является земная кора, характеризующаяся твердым состоянием вещества и имеющая мощность на суше 30–70 км (сотая часть расстояния до центра Земли), что и позволяет называть этот слой «корой». При этом самая глубокая скважина в мире – Кольская сверхглубокая – имеет глубину 12 262 м, что составляет менее трети земной коры и тысячные доли расстояния до центра Земли. Практическая же деятельность человека осуществляется до еще меньших глубин и обычно ограничена первыми километрами, что и определяет пространственные границы «геологической среды», интересующей нас в рамках природоохранной деятельности.

При этом в самой верхней части земной коры происходит ее взаимодействие с другими природными средами: биосферой, гидросферой и атмосферой, в результате чего формируется специфическое образование двойственной природы, состоящее как из минеральной основы, формируемой при разрушении в поверхностных условиях горных пород, так и органической, образующейся в результате взаимодействия с биосферой. Именно это уникальное природное образование и называется «почвой», которая фактически является основой существования всего живого на суше.

Таким образом, в понятие «геологическая среда» включаются:

- почвы, техногенные грунты и верхние горизонты горных пород;
- подземная гидросфера (подземные воды, включающие в т. ч. и грунтовые);

• газовая составляющая, формирующаяся как глубинными геологическими процессами, так и приповерхностными, включая биохимические.

При этом почвы являются предметом рассмотрения как геологических наук (поверхностная часть литосферы), так и биологических. Кроме того, именно с этим верхним слоем литосферы мы все контактируем каждый день, идя и возвращаясь с работы, гуляя, строя дома и хозяйственные объекты, добывая полезные ископаемые, копая свои огороды и цветники.

Понятно, что воздействие человечества и геологической среды (включая почвы) хоть и не равнозначно, но взаимно, причем оценка рисков от такого взаимодействия для человека должна производиться для всех составляющих геологической среды. Однако изученность воздействия трех вышеуказанных составляющих геологической среды на ноосферу (сферу деятельности человечества, Вернадский В.И.) неравнозначна: состояние и воздействие водной и газовой фаз изучено гораздо лучше, чем твердой фазы – т. е. почв и грунтов.

Это хорошо видно даже из «Перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» (Распоряжение Правительства РФ от 20 октября 2023 года №2909-р), согласно которому в воздушной и водной среде нормируются 293 и 265 веществ соответственно, а в твердой фазе (почвах) – всего 87, т. е. в три раза меньше.

Конечно, почвы и грунты не относятся к основным жизнеобеспечивающим средам, однако так же имеют большое значение для обеспечения экологической безопасности, во-первых, как начальное звено пищевых цепей (что не столь значимо для Санкт-Петербурга). Во-вторых, как интегральный показатель (и одновременно источник вторичного загрязнения основных жизнеобеспечивающих сред) экологического состояния окружающей среды. В-третьих, как источник прямого воздействия

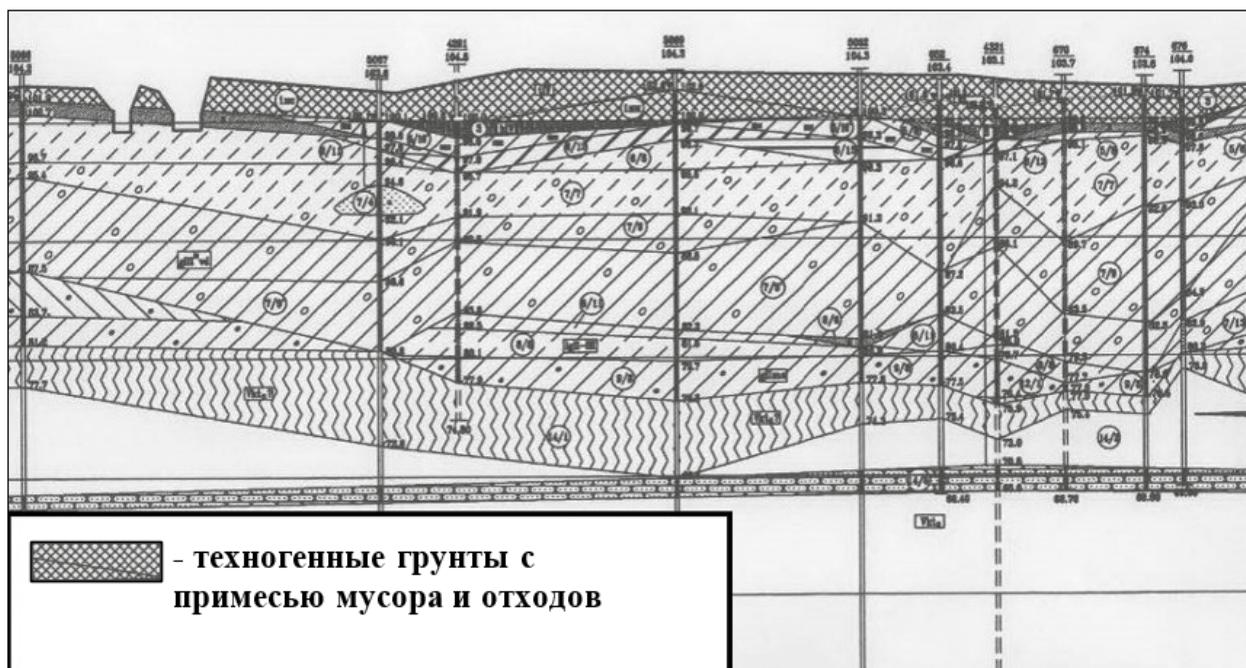


Рисунок 1. Типичный вид инженерно-геологического разреза на территории Санкт-Петербурга

на здоровье населения, особенно детей, за счет непосредственного контакта и попадания в организм.

Почвы являются одним из главных объектов окружающей среды, трудновозобновимым природным ресурсом, обладающим плодородием, центральным связующим звеном биосферы, главным источником получения продуктов питания, жизнеобеспечения и жизнедеятельности человека, средой обитания и источником существования растительного и животного мира, первоосновой экономического и социального развития, благосостояния общества, национальным достоянием России.

Состояние почв оказывает воздействие на окружающую среду и природные ресурсы, уровень экономического и социального развития государства, здоровье населения. Без решения проблем охраны почв невозможно устойчивое развитие биосферы, безопасность и благополучие нынешнего и будущих поколений людей.

По данным Международной организации по защите почв (ISCO) около 25% земель, вовлеченных человечеством в хозяйственное использование, уже подверглось деградации или загрязнению. Однако это среднестатистический уровень для всей планеты, а реальное распределение зон и участков загрязнения неравномерен. Наиболее интенсивное загрязнение характерно для территорий крупных городов, где происходит максимальное накопление технофильных

элементов и токсичных органических соединений, замыкание техногенных циклов миграции химических веществ.

При этом следует отметить, что мощность почвенного слоя крайне невелика – для северо-запада России обычно не превышает 0,5 м, да и на территориях населенных пунктов практически полностью отсутствует, замещаясь техногенными специфичными органо-минеральными образованиями с той или иной примесью строительного и бытового мусора, реликтами исходных природных типов почв. Данные образования различными специалистами именуются почво-грунтами, техноземами, урбаноземами и т. д. и характеризуются той или иной степенью техногенного загрязнения.

На рис. 1. приведен типичный инженерно-геологический разрез в Санкт-Петербурге, верхняя часть которого сложена техногенными грунтами с постоянной примесью мусора и отходов мощностью до 10 м.

Этот многометровый «культурный» слой формируется в результате городской жизнедеятельности (многократное строительство на одних и тех же площадках со сносом предыдущих строений и подсыпкой при строительстве песчано-гравийных смесей), с которой часто и связаны т. н. «исторические загрязнения». В качестве примера приведем только одну вырезку из старых карт города (рис. 2), из которой становится ясной причина



Рисунок 2. Участки исторических загрязнений на территории Санкт-Петербурга

повышенной загрязненности тех или иных участков в районе пересечения Обводного канала с Московским проспектом. Из многолетних исследований геологов и почвоведов следует, что природные типы почв встречаются на урбанизированных территориях только в виде реликтов либо на незначительных по площади участках, а подавляющая часть поверхностного слоя представлена именно урбаноземами – т. е. техногенными грунтами.

Состояние городских почв и грунтов поверхности имеет важнейшее значение для оценки экологического состояния той или иной территории, т. к. хотя на урбанизированных территориях они не представляют интерес как начальное звено пищевых цепей, но являются интегральным показателем экологического состояния окружающей среды и потенциальным источником вторичного загрязнения приземного слоя атмосферы, поверхностных и грунтовых вод. Кроме вторичного негативного воздействия на здоровье населения через продукты питания или загрязнение вод и воздуха возможно и прямое воздействие загрязненных почв на здоровье населения – особенно детей – за счет

непосредственного контакта и поступления почв и грунтов в организм (особенно на игровых площадках).

История экологических исследований почво-грунтов Санкт-Петербурга

Исследования почв Санкт-Петербурга проводились еще с XIX века – именно в Петербургском университете началась история почвоведения как науки (основатель – В.В. Докучаев, кстати, тоже был геологом). Однако эти исследования касались в основном биологического аспекта проблемы: генезиса, классификации и параметров, связанных с их плодородием. Исследования почв города, как составной части литосферы, оказывающей воздействие на безопасность жизнедеятельности человека, были начаты геологами Санкт-Петербургского государственного университета (Институт земной коры СПбГУ) в начале 1980-х годов. Под руководством канд. геол.-минерал. наук И.К. Неждановой были проведены работы по обследованию качества почво-грунтов города. В ходе работ было отобрано около 600 проб в парках, скверах и внутридворовых садиках. Впервые были



Рисунок 3. Отбор проб в Невском районе СПб



Рисунок 4. Отбор проб в историческом центре СПб

построены карты загрязнения приоритетными тяжелыми металлами, сделана попытка построения карты суммарного загрязнения Санкт-Петербурга. Материалы данных исследований вошли в первый «Экологический атлас Санкт-Петербурга», изданный в 1992 году.

Однако привысокой неоднородности как самих техногенных почво-грунтов, так и их загрязнения, его мозаичности столь редкая и неравномерная сеть не позволяла достоверно определить уровни загрязнения территорий, планировать природоохранные и градостроительные мероприятия. Кроме того, результаты не были сформированы в электронный банк данных, что привело к их дальнейшей потере и невозможности практического использования.

С 1991 года к данной проблеме подключился специализированный экологический филиал ФГУП «Урангео» – «Региональный геоэкологический центр» (в дальнейшем «Российский геоэкологический центр (РГЭЦ)»), приняв эстафету от НИИ ЗК СПбГУ. Причем это не форма речи, а реальный этап, когда сотрудники этих организаций работали вместе, дополняя опыт друг друга. В результате этой совместной работы были определены фоновые содержания химических элементов и веществ в почвах и грунтах региона, которые являются базой для всех дальнейших оценок загрязнения почво-грунтов.

Фоновые содержания тяжелых металлов для Петербурга опубликованы в Аналитическом обзоре Ленкомэкологии «Экологическая обстановка в Санкт-Петербурге в 1992 г.» (1993). С 1991 года РГЭЦ приступил к планомерному обследованию загрязнения городских почво-грунтов. Пробоотбор осуществлялся по сети

200x200 м, которая гарантированно (т. е. с вероятностью 1,0) выявляет хотя бы одной точкой участки химического загрязнения площадью более 6,3 га (размером от 250x250 м). Методика работ учитывала весь накопленный в СССР опыт геохимических (литохимических) исследований и существовавшие на тот момент санитарно-гигиенические нормативные документы по оценке качества почв: использование только смесевых проб, отбираемых с пробных площадок 25 кв. м на глубину 10 см, при выполнении всех мероприятий по недопущению их вторичного и перекрестного загрязнения (рис. 3, 4).

За счет различных источников финансирования (Минэкологии, Правительства Санкт-Петербурга, собственные средства РГЭЦ) в результате 20-летних работ была сформирована одна из крупнейших в Европе база данных по состоянию почв и грунтов урбанизированной территории, включающая как сведения по всем тяжелым металлам трех классов опасности, так и по приоритетным органическим соединениям: нефтепродуктам, бен(а)пирену, ПХБ и метаболитам ДДТ. Динамика годовых объемов исследований приведена на рис. 5.

Следует сразу отметить, что для литосферы Земли органические соединения нехарактерны (за исключением природных углеводородов, в т. ч. галогенсодержащих в вулканических газах), хотя содержания углерода, водорода и кислорода как элементов велики. Именно поэтому геохимия, как наука о химических процессах в литосфере, исторически занималась в основном неорганическими соединениями и элементами, и вся аналитическая база геологических производственных и научных организаций была направлена именно на эту группу загрязнителей,

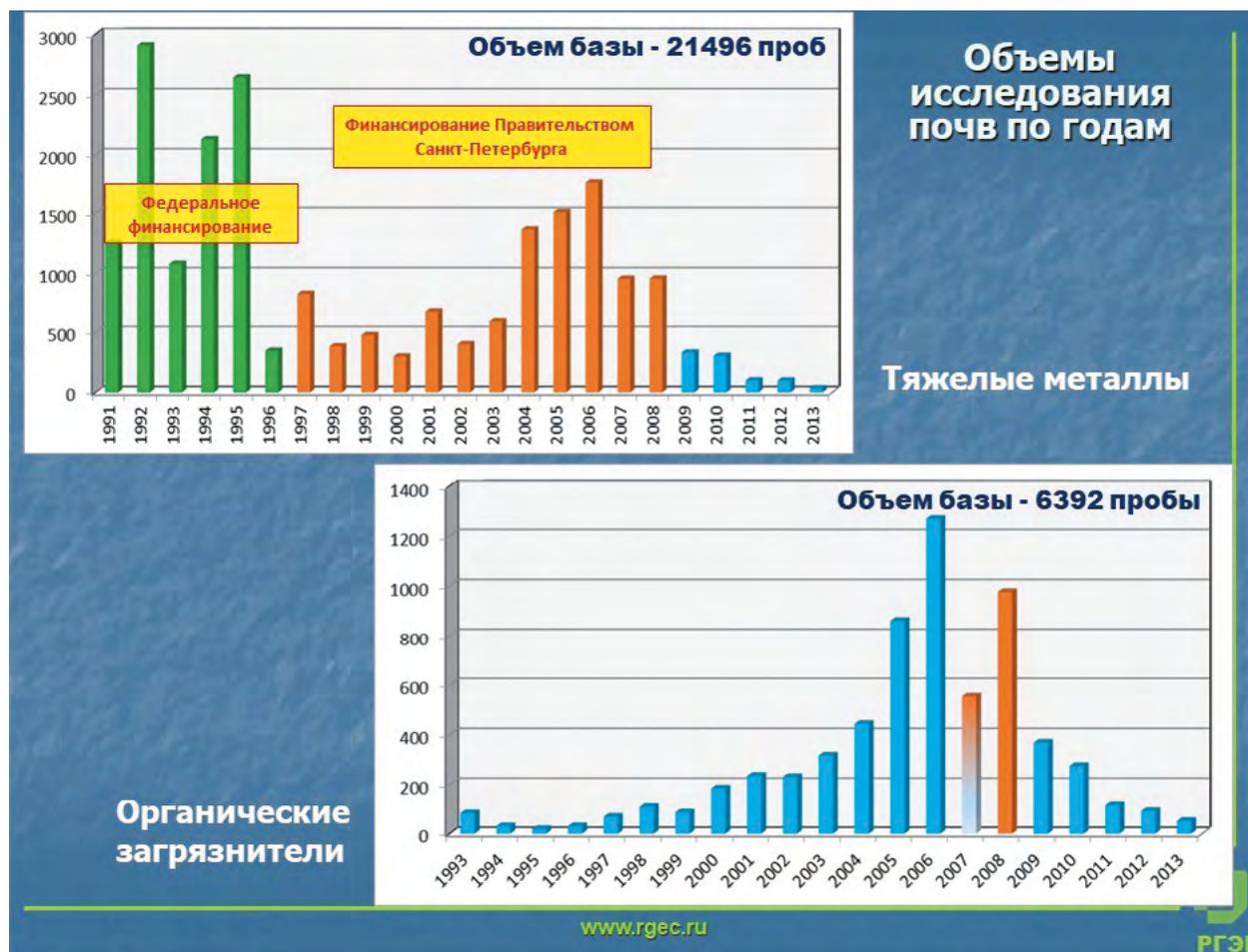


Рисунок 5. Объемы банка данных по загрязнению почво-грунтов Санкт-Петербурга

наиболее значимой частью которой – с экологических позиций – являются т. н. «тяжелые металлы».

С точки зрения геологических наук, данный термин крайне размыт, т. к. в зависимости от того, какой мы принимаем критерий (атомную массу, плотность и др.), существенно меняется перечень этих металлов, при этом в него всегда будут включаться благородные металлы, которые химически достаточно инертны. Поэтому фактически этот термин является гигиеническим и природоохранным и включает элементы, в наибольшей степени оказывающие токсическое действие на человека и другие живые организмы (например, относящийся к первой группе опасности мышьяк вообще является не металлом, а металлоидом). Понятно, что перечень таких элементов конечен и заведомо меньше таблицы Менделеева – т. е. априорно менее 118.

В то же время перечень органических соединений превышает в настоящее время 180 млн веществ (!), большинство из которых

являются не природными, а синтезированными человеком. Понятно, что число токсичных органических веществ должно быть на несколько порядков больше, чем «тяжелых металлов».

В мировой практике оценка уровней загрязнения тех или иных территорий производится чаще всего по полициклическим ароматическим углеводородам (ПАУ), стойким органическим загрязнителям (диоксины/фураны, полихлорированные бифенилы, хлорорганические пестициды), кроме того, к данному основному перечню часто добавляют и циклические углеводороды (бензол, толуол, этилбензол).

Процедура аналитических исследований органических токсикантов существенно сложнее, чем тяжелых металлов, требует специального оборудования и гораздо дороже, что сказывается на объемах отбора данных проб (бенз(а)пирена, как индикатора всей группы ПАУ, ПХБ и ДДТ, как основные составляющие группы СОЗ).

Дополнительно к вышесказанному, в 2002–

2006 годах была проведена предварительная оценка загрязнения почво-грунтов города дибензодиоксинами/дибензофуранами (ПХДД/ПХДФ). Данная работа проведена РГЭЦ с участием ФГУП ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (группа под руководством А.М. Крылова). На настоящий момент оценка качества почво-грунтов выполнена на более чем 70% территории Санкт-Петербурга, включая весь исторический центр и основные зоны жилого строительства вне его. Необследованными остались краевые зоны города в Ломоносовском, Красносельском, Пушкинском и Колпинском районах юга города, Выборгского и Курортного районов севера.

Изначально все геохимические работы были ориентированы на практические нужды города, и их результаты формировались в виде геоинформационной системы, пригодной для использования в городском кадастре, генпланировании и оценке любых участков при решении вопросов размещения инвестиционных проектов, городского строительства. В настоящее время единственным владельцем и эксплуатантом данной базы является Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга.

С 2019 года Комитет по природопользованию возобновил работы по оценке состояния почв и грунтов города, но уже только в части мониторинговых наблюдений, выполняемых по ранее разработанной программе.

Проблемы оценки качества почво-грунтов

Оценку качества природных сред можно проводить двумя путями: либо сравнивая с аналогичной средой вне зоны возможных загрязнений (т. е. с обычными природными / фоновыми / содержаниями), либо сравнивая с расчетными и официально установленными нормами.

Первый метод приемлем для качественной оценки техногенного воздействия для веществ, встречающихся в природе (т. е. для всех тяжелых металлов), и лишь незначительной части органических токсикантов, большая часть которых в природных условиях вообще отсутствует. При этом, такое сравнение не позволяет оценить риски здоровью от выявленного загрязнения, определить необходимость и срочность реабилитационных мероприятий. Кроме того, т. к. природные почвы обычно на 60–80% наследуют химический состав материнских горных пород, на

которых они развиваются, фоновые показатели для них имеют региональные ограничения. Недопустимо использование, например, указанных в ряде нормативных документов фоновых характеристик «для средней полосы России», как некой всероссийской нормы от Калининграда до Владивостока.

Фоновые характеристики должны определяться и использоваться на региональном уровне с учетом геохимических особенностей территории (принадлежность к той или иной геохимической провинции). Именно поэтому исследования в Санкт-Петербурге были начаты с определения регионального фона, который потом и использовался при оценке результатов, однако использовать данные параметры, например, для Архангельской области невозможно.

Второй подход предполагает определение научно обоснованных содержаний токсикантов в почвах и грунтах, не оказывающих негативного воздействия на человека и остальной природной среды. Эти граничные содержания (нормы) должны учитывать сорбционные свойства различных литологических разностей почво-грунтов и пути воздействия состава почво-грунтов на человека, определяемый осуществляемой хозяйственной деятельностью на оцениваемой территории: выращивание пищевой продукции (т. е. начало пищевых цепочек), или детская игровая площадка (где возможно пероральное поступление токсикантов в организм), или береговая зона (где происходит прямой смыв с поверхности грунтов в водный объект), или же металлургический/химический/горно-обогатительный комбинат, существующий много лет.

Данный подход позволяет количественно оценивать риски, генерируемые загрязнением для человека и других объектов окружающей среды, но только при одновременной реализации двух вышеуказанных принципов. Кроме того, теоретически эти уровни не зависят от географического расположения территории. То есть система нормирования должна быть многоуровневая: различная для почв и грунтов песчанистого, суглинистого и органического состава (различия в буферной емкости) и учитывающая вид контакта человека с этой средой (пищевая цепочка, гигиенически значимые или малозначимые территории).

Следует отметить, что, несмотря на декларирование приверженности вышесказанному и указанию на возможность

Таблица 1. Сравнение нормативов качества почв и грунтов в разных странах

Показатель	Россия	Финляндия		Германия		Эстония	
	ПДК/ОДК (для песчаных грунтов)	Целевой (желательный) уровень	Уровень санации	Целевой (желательный) уровень	Уровень санации	Целевой (желательный) уровень	Уровень санации
Hg	2,1	0,5	2/5*	0,1	10/80	0,5	2/10
Pb	32	60	200/750	40	200/2000	50	300/600
As	2	5	50/100	10	н.д.	20	30/50
Zn	55	200	250/400	н.д.		200	500/1500
Cd	0,5	1	10/20	н.д.	10/60	1	5/20
Бенз(а)пирен	0,02	0,2	2/15	н.д.	2/12	0,1	1/10
ПХБ	0,02	0,1	0,5/5	н.д.	0,4/40	0,1	5/10
Метаболиты DDT	0,1	0,1	1/2	н.д.	н.д.	0,1	0,5/5
Нефтепродукты	-	-	1000/3500**	н.д.	н.д.	100	500/5000

Примечания: * - для экологически значимых территорий (жилых)/ для промышленных участков;

** - нормативы установлены раздельно для фракций, указана сумма норм всех фракций;

н.д. - нет данных;

использования многоуровневых норм для почв и грунтов как в федеральном законодательстве (ст. 1, 20, 28 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды»), так и методических документах (МУ 2.1.7.730-99), фактически они являются одноуровневыми (СанПиН 2.1.3684-21, ПП №800, ПП № 2323 и др.), причем ориентированными на самый жесткий подход – транслокационный, неприемлемый для большей части территории РФ, и в т. ч. Санкт-Петербурга.

В настоящее время РФ является единственной страной мира, использующей одноуровневые нормативы, причем с нарушением собственного законодательства, ведь Роспотребнадзором данные нормативы установлены только для территорий населенных мест и сельскохозяйственных угодий, которые составляют всего 23,4% территории России, а для остальных 76,6% ее территории их использование нелегитимно.

Более того, в вопросах нормирования существуют внутренние противоречия. Например, в соответствии с СанПиН 2.1.3685-21 содержания органических загрязнителей до 2 ПДК считаются допустимыми, однако во всех документах по реабилитации почв указано требование очистки до уровней ПДК, что как минимум в четыре раза увеличивает объемы подлежащих санации грунтов, а чаще всего даже технологически недостижимо.

Понятно, что использование наиболее «жестких» норм гарантирует отсутствие рисков здоровью при любом виде использования территории, но является чрезмерным для всех не гигиенически значимых территорий. Мы заранее хотим обеспечить качество земель (т. е. не только почв, но и грунтов), необходимое для выращивания помидоров, на территории таежных

лесов, северных тундр и южных солончаков, хотя сами разработчики норм ограничивают их применение только землями населенных мест и сельскохозяйственных угодий (что и так является чрезмерным). Сопоставим нормирование РФ с мировым подходом, взяв для примера ближайшие к нашему региону страны (табл. 1).

- Во всех странах также определен наиболее жесткий норматив – аналог наших ПДК, который именуется (в разных странах) либо «целевым», либо «желательным» уровнем содержаний (т. е. в любом случае не повсеместно и всегда требуемым, но желательным – являющимся целью, к которой надо стремиться, особенно при выращивании пищевой продукции).

Несмотря на различия, данный параметр в рассматриваемых странах для всех веществ варьируется в пределах порядка и близок к российским ПДК, хотя чаще всего последние в два-десять раз все-таки жестче (за исключением ртути, норма которой почему-то в четыре-двадцать раз мягче, чем в других странах).

- Однако, как уже говорилось выше, в российском нормировании нет учета реального пути воздействия загрязнения в зависимости от вида использования территории, что реализовано во всех остальных странах мира как норма «Уровень санации» – т. е. уровень, превышение которого неприемлемо, т. к. генерирует риски здоровью населения и требует обязательных мероприятий по ликвидации загрязнения. Этот уровень учитывает гигиеническую значимость оцениваемых территорий, разделяя их (как минимум) на две категории: в Эстонии на жилые и промышленные; в Финляндии – используемые под промышленные, складские, транспортные зоны и прочие хозяйственные цели (зависит от экологической значимости оцениваемого участка).

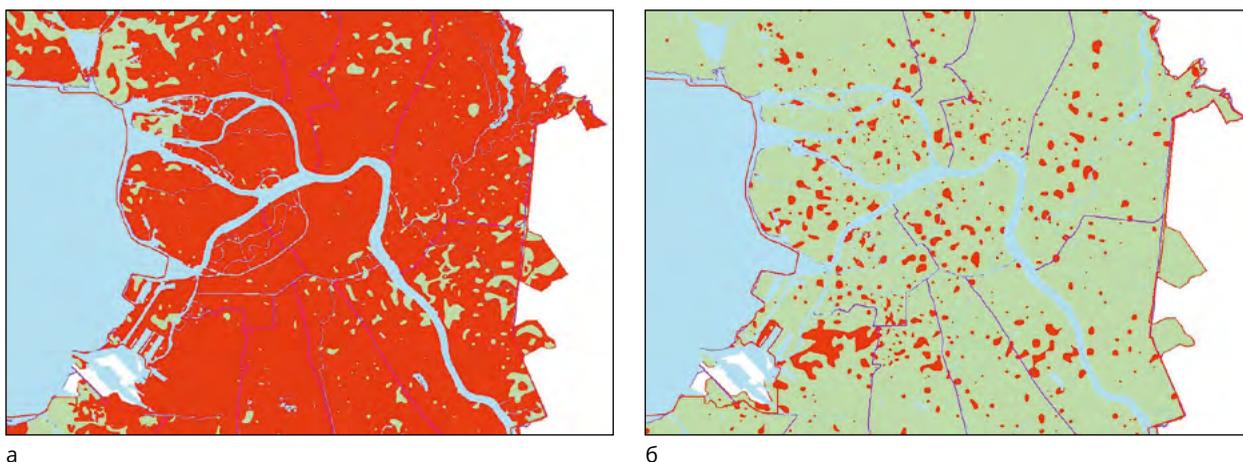


Рисунок 6. Грунты исторического центра города, не соответствующие российским ПДК свинца (а) и уровню санации для игровых площадок Германии (б)

Минимальные уровни санации (для жилых зон), как раз и необходимые для практических действий, отличаются от российских ПДК в большую сторону от четырех до 100–250 (!) раз, причем в наибольшей степени – для органических токсикантов. Расхождения между нашими гигиеническими нормами и мировой практикой для промышленных и транспортных зон больше предыдущих еще в два–десять раз (т. е. европейские нормы по бенз(а)пирену до 750 раз, а по ПХБ – до 2000 раз выше).

Проиллюстрируем данное расхождение российского и мирового нормирования следующим примером. Содержание свинца в поверхностном слое грунтов исторического центра Санкт-Петербурга превышает установленный для песчаных грунтов норматив (рис. 6 а), т. е. требует повсеместного удаления как на игровых площадках, так и на территориях расположенных там предприятий, придомовых и придорожных газонах. Однако, в соответствии с немецким регулированием, неприемлемый уровень риска для размещения детских площадок (т. е. максимально «жесткий») устанавливается для существенно меньших территорий (рис. 6 б), причем эти территории еще сократились бы при учете фактических видов использования земель.

Так как учет наихудшего сценария является идеологической основой всего гигиенического нормирования, вопрос изменения гигиенических норм не стоит, но для реализации положений ФЗ-7 «Об охране окружающей среды» о различии понятий «нормативы качества окружающей среды» и «требований в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия

населения», организации реальной процедуры массовой реабилитации загрязненных почв и грунтов необходимо введение дополнительных норм их качества, действующих как вне зоны регулирования СанПиН, так и в их пределе для гигиенически незначимых (промышленных) территорий.

В 2005 году для Санкт-Петербурга была сделана попытка введения таких дополнительных показателей: в рамках разработки методических рекомендаций по оценке экологического состояния старых промышленных площадок, в которой приняли участие сотрудники РГЭЦ, Центра Госсанэпиднадзора в Санкт-Петербурге, Комитета по градостроительству и немецкие эксперты, были использованы положения МУ 2.1.7.730-99 о возможности использования для принятия административных решений документов Минэкологии и предложены дополнительные оценочные показатели для промышленных и транспортных зон в целях принятия решений о необходимости их санации (рис. 7). Данные рекомендации были введены в действие в том же году приказом Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга.

В то же время и в Москве был введен аналогичный документ, использовавший чуть отличные, но близкие подходы. Однако в дальнейшем в связи с лишением субъектов Федерации права создания региональных экологических норм данные документы потеряли силу. Для тяжелых металлов, кроме того, используется суммарный показатель Zс, рассчитываемый по определенной формуле с



Рисунок 7. Методические рекомендации, использующие мировую практику учета вида хозяйственного использования земель при оценке качества почво-грунтов

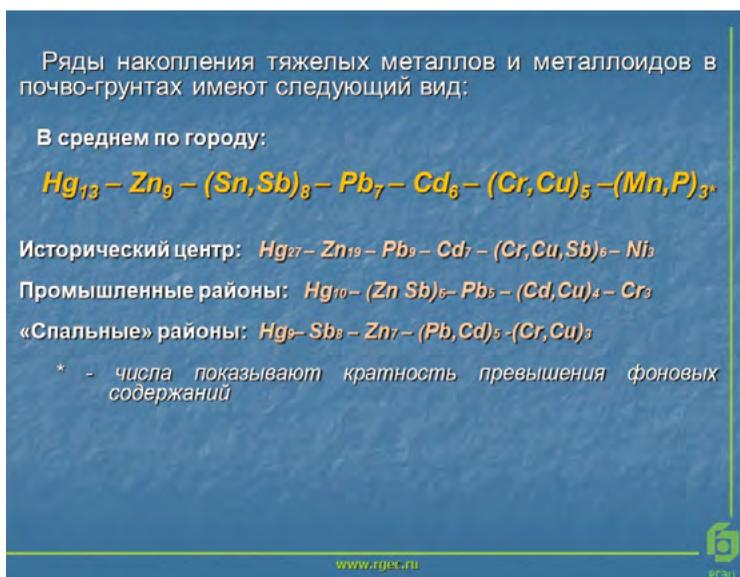


Рисунок 8. Ряды накопления тяжелых металлов в почво-грунтах Санкт-Петербурга

учетом фоновых содержаний и используемый для прогнозной оценки риска здоровья.

Однако этот показатель был разработан для ныне мало применяемого атомно-эмиссионного спектрального анализа, которым определялись сразу 20–40 элементов и включались в расчет все, превышающие фоновые характеристики более чем в 1,5 раза. Именно для такого большого числа переменных были эмпирически определены градации качества почв. С момента введения СанПиН 2.1.7.1287-03, которым был определен стандартный перечень определяемых элементов (всего семь элементов), расчеты по установленной формуле уже не соответствовали эмпирическим градациям разработчиков.

Результаты исследования почв и грунтов Санкт-Петербурга

Результаты оценки качества почво-грунтов Санкт-Петербурга могут быть представлены как в виде статистических оценок их загрязнения по городу и отдельно его районам, так и в виде карт и схем распределения показателей, с выделением зон и участков различной степени загрязнения.

Ранее (до 2009 года) такие результаты многократно размещались в аналитических обзорах «Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге», ежегодно издаваемых Комитетом по природопользованию, охране окружающей среды

и обеспечению экологической безопасности и доступных сейчас для ознакомления во всех крупных библиотеках города.

Кратко суммируя, можно отметить:

Загрязнение почво-грунтов тяжелыми металлами. Интенсивность загрязнения почво-грунтов города тяжелыми металлами в сравнении с чистыми региональными грунтами видна из рядов их накопления (рис. 8), на которых цифрами приведена кратность превышения фоновых содержаний. Видно, что вне зависимости от зоны города в число основных входят ртуть, цинк, свинец и кадмий, содержания которых от 5 до 27 раз превышают фоновые.

Однако, как и говорилось выше, сравнение с фоновыми содержаниями только фиксирует степень техногенного воздействия, но не позволяет оценивать риски окружающей среде и населению от загрязнения. Для этого используют сравнение с нормативными значениями (ПДК/ОДК, несмотря на все вышеуказанные их недостатки), которое показывает (рис. 9), что наиболее остро стоит проблема свинцового и цинкового загрязнения почв, для которых из года в год выявляется соответственно 60% и 70% проб с превышением нормативов. В зависимости от района, от 1 до 19% проб характеризуются пятикратным превышением ОДК.

Уровни загрязнения почв и грунтов рекреационных и селитебных зон города практически идентичны и существенно

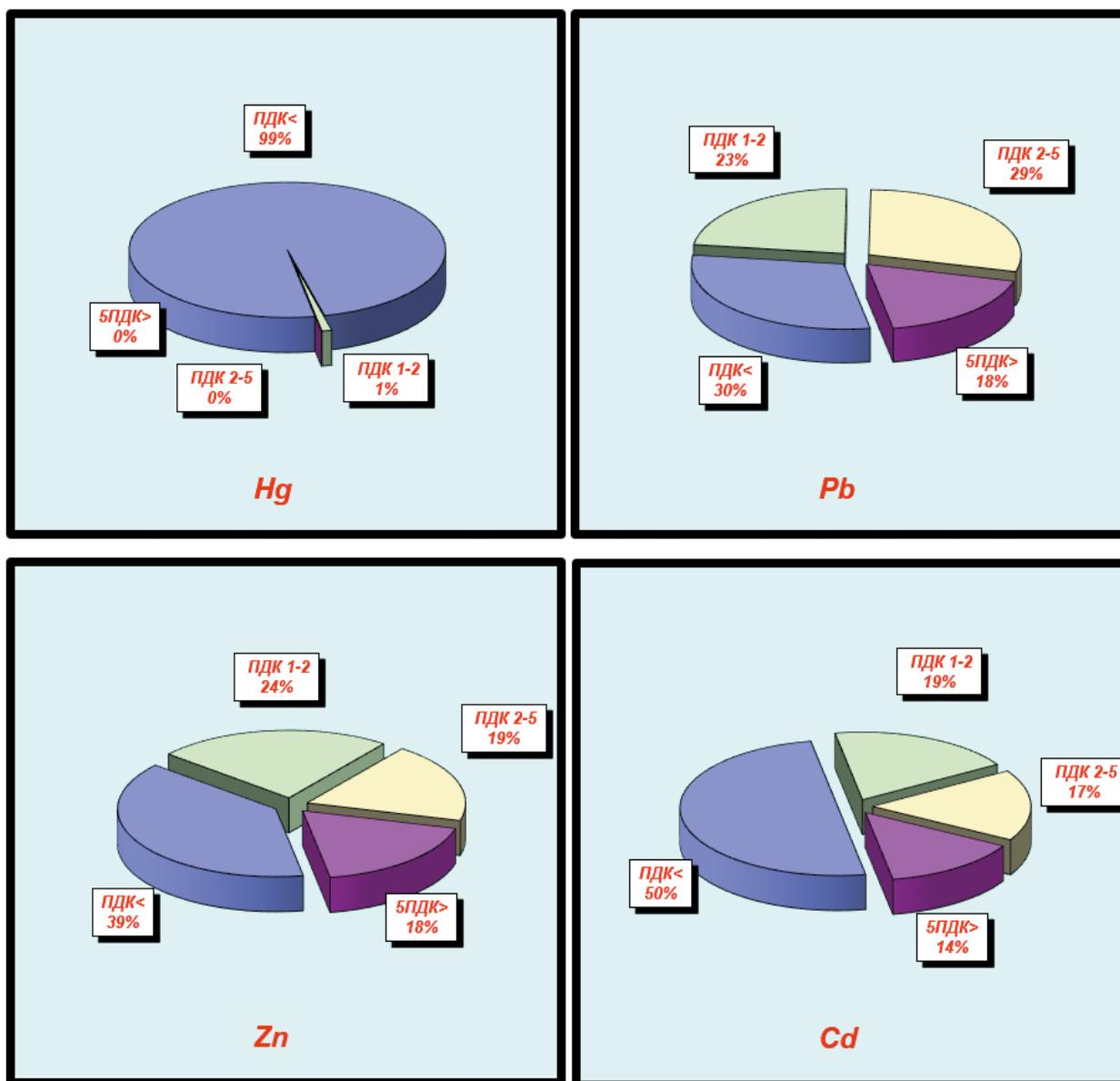


Рисунок 9. Загрязнение почв города тяжелыми металлами 1-го класса опасности

отличаются от промышленных зон, где доля проб, соответствующих требованиям норм, уменьшается в четыре–двенадцать раз и не превышает 18%. Таким образом, более 85% проб на промышленных территориях не соответствуют нормам, причем в 40% проб содержания свинца, кадмия и цинка превышают ОДК более чем в пять раз.

По величине показателя суммарного загрязнения наиболее загрязненными являются селитебные зоны районов исторического центра (Центральный, Адмиралтейский, Петроградский и Василеостровский) и районов, где селитебные зоны перемежаются с промышленными (Красногвардейский, Невский).

Загрязнение почв Санкт-Петербурга органическими токсикантами

В табл. 2 приведены средние содержания приоритетных органических загрязнителей в почвах как города в целом, так и в зонах различного вида хозяйственного использования, на основании которой хорошо видно, что наиболее значимым для города является загрязнение полициклическими ароматическими углеводородами (бенз(а)пиреном), содержание которого превышает ПДК в среднем по городу в восемь раз, а максимальное накопление происходит в промышленных зонах.

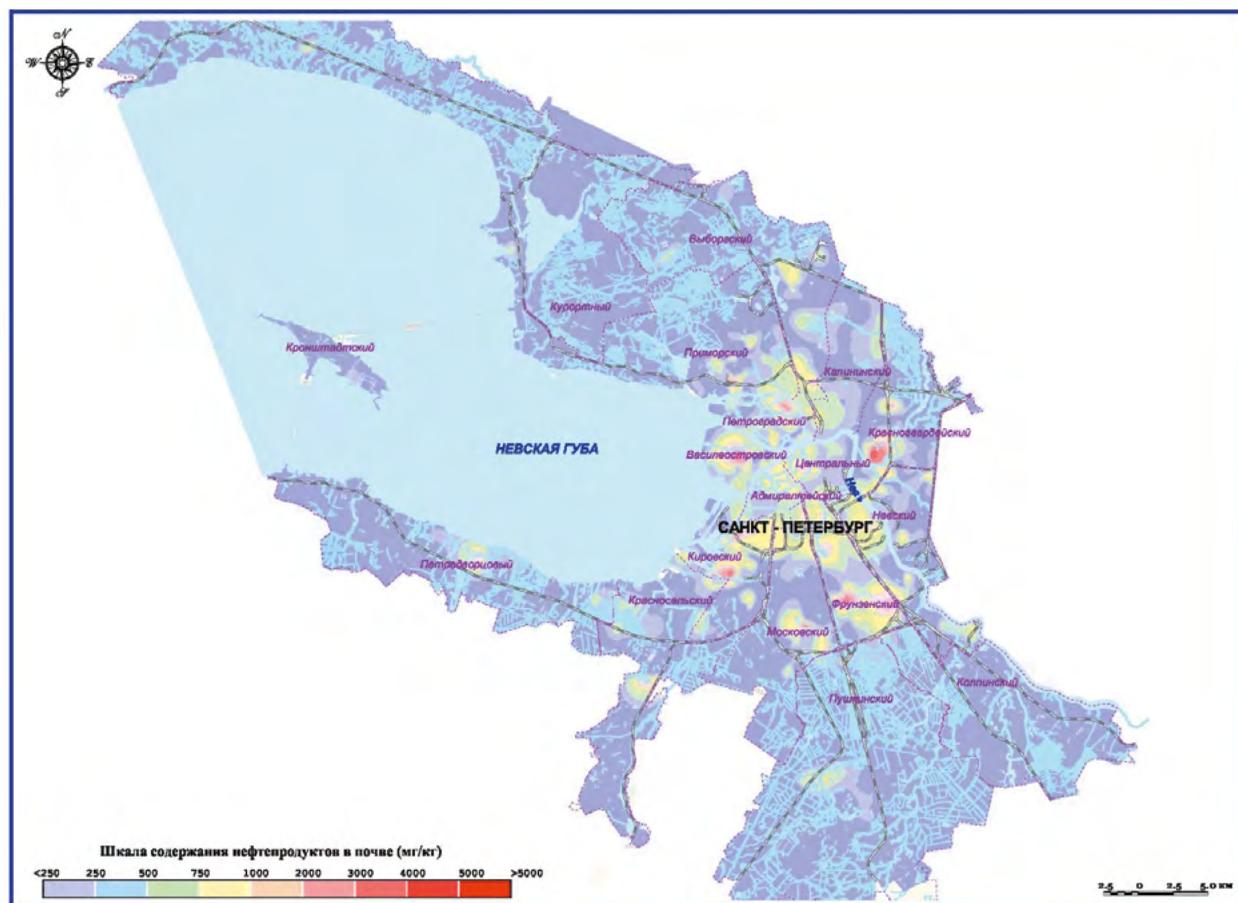


Рисунок 10. Карта загрязнения почво-грунтов Санкт-Петербурга ПХБ

Таблица 2. Средние содержания органических токсикантов в почво-грунтах различного вида землепользования (мг/кг)

Токсиканты	ПДК	Санкт-Петербург	Вида землепользования		
			рекреации	жилые зоны	промзоны
Бенз(а)пирен	0,02	0,154	0,109	0,174	0,245
ПХБ	0,02	0,056	0,036	0,054	0,119
метаболиты ДДТ	0,1	0,064	0,081	0,071	0,097
Нефтепродукты	-	609	268	498	914

При этом еще раз надо указать на чрезвычайные расхождения российских норм с мировой практикой именно по органическим токсикантам: в сравнении с нормами всех европейских стран ни по одному контролируемому веществу не выявлено превышение норм даже для детских площадок.

Суммарное содержание диоксинов (ПХДД/ПХДФ) в токсическом (диоксиновом) эквиваленте колеблется от 0,007 до 14,0 нг/кг, составляя в среднем для Санкт-Петербурга 2,1 нг/кг при норме для почв населенных мест 50 нг/кг (СанПиН 2.1.3685-21). Для города в целом

характерно отсутствие значимого загрязнения стойкими органическими загрязнителями: полихлорированными бифенилами, хлорорганическими пестицидами и диоксинами (ПХДД/ПХДФ), о чем ранее неоднократно сообщалось в аналитических обзорах.

Однако в связи с изменением в СанПиН 2.1.3685-21 норматива суммы ПХБ с 0,06 на 0,02 (т. е. ужесточении нормы в три раза) и, несмотря на отсутствие значимого числа потенциальных источников их поступления (отдельная работа РГЭЦ по заказу Комитета природопользования была посвящена этой проблеме), приходится

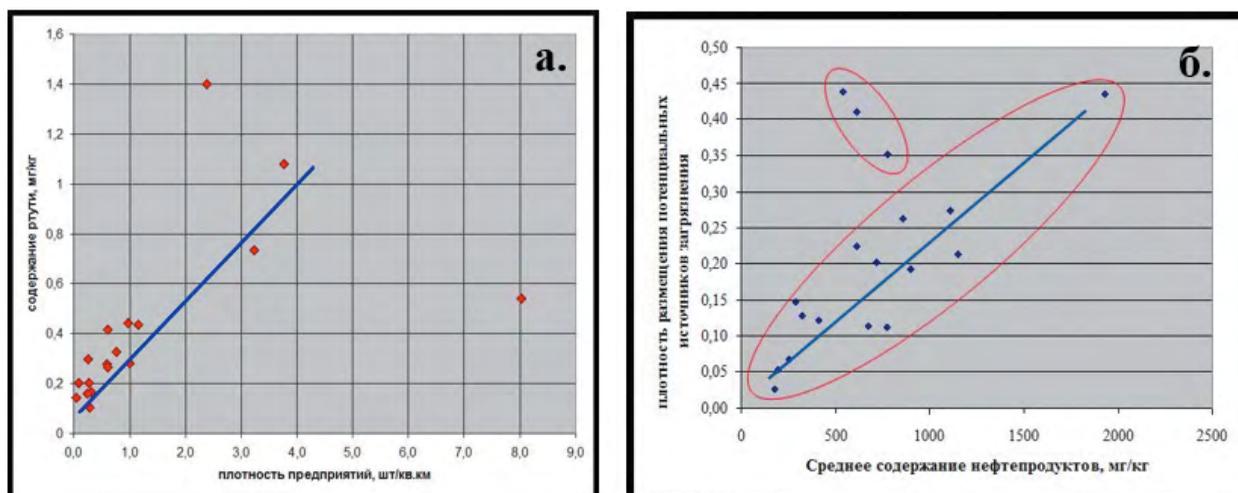


Рисунок 11. Зависимость загрязнения почво-грунтов районов города от плотности размещения предприятий, использующих ртуть (а) и нефтепродукты (б)

изменить оценку загрязненности города с категории «чистой» на «опасную», что еще раз фиксирует проблемы с нормированием в России.

На рис. 10 приведена карта загрязнения города ПХБ, показывающая, что большая часть города все-таки ими не загрязнена, а повышенные средние содержания связаны с локальными зонами интенсивного загрязнения в отдельных районах города. Синим цветом на карте указаны незагрязненные территории (в соответствии с ранее действовавшими нормами), которые теперь большей частью требуется относить к умеренно загрязненным.

Хотелось бы наглядно показать связь уровней загрязнения почво-грунтов Санкт-Петербурга с наличием техногенных источников. На рис. 11 приведены графики зависимости уровней загрязнения грунтов районов города от плотности размещения на их территории предприятий, использующих ртуть (рис. 11 а) и нефтепродукты (рис. 11 б). Хорошо видно, что чем выше плотность размещения таких производств, тем выше уровни загрязнения. Величина коэффициента корреляции плотности размещения потенциальных источников загрязнения со средним содержанием нефтепродуктов в почвах города составляет 0,6, что явно свидетельствует о существенной связи.

Заключение

В результате многолетних работ в Санкт-Петербурге создана крупнейшая в России геоинформационная система по качеству почв и грунтов поверхности, позволяющая не только

давать быструю оценку любому ее участку, но и заранее учитывать качество почво-грунтов при планировании использования территорий в тех или иных целях, учитывать существующие экологические риски и разрабатывать программы реабилитационных мероприятий.

Определены приоритетные для города загрязнители, для которых (с учетом выявленных корреляционных зависимостей) необходимо установить объекты-источники, что далее позволит планировать компенсирующие мероприятия. Используя созданный банк данных, совместно с гигиенистами выполнена предварительная оценка рисков здоровью детей от свинцового загрязнения грунтов.

Кроме того, имеющийся картографический материал позволил обоснованно разместить площадки мониторинга почв-грунтов города (который был начат в 2019 году) как в зонах максимального, так и минимального загрязнения – для фиксации динамики состояния этой составляющей геологической среды.

При этом для всей России сдерживающим фактором по улучшению качества почво-грунтов является нормативная база, не соответствующая потребностям страны и не учитывающая мировой опыт как в части определения норм, так и методики работ по оценке качества почв и грунтов. 🌍

Создание банка образцов как инструмент контроля динамики загрязнения почв Санкт-Петербурга в долгосрочной перспективе

В.В. Решетов, К.А. Коршак, И.А. Матвеев

Загрязнение почв – одна из глобальных экологических проблем современности. Для контроля за состоянием почв и предотвращения их загрязнения необходимо проводить регулярный мониторинг.

Проблемы мониторинга загрязнения почв в прошлом были связаны с отсутствием систематического подхода и современных технологий. До недавнего времени мониторинг загрязнения почв проводился эпизодически и без единой методологии. Это затрудняло оценку масштабов загрязнения и его влияния на окружающую среду и здоровье человека. Кроме того, в прошлом мониторинг загрязнения почв часто ограничивался анализом отдельных компонентов загрязнения, таких как тяжелые металлы или пестициды. Комплексный подход, учитывающий все аспекты загрязнения, был редкостью. Также стоит отметить, что в прошлом методы анализа были менее точными и чувствительными, что приводило к отсутствию понимания реального уровня загрязнения почв.

С развитием технологий и научных знаний исследования загрязнения почв стали более эффективными и точными. Современные методы позволяют проводить комплексный анализ загрязнения, выявлять его источники и оценивать риски для окружающей среды и здоровья человека. Одним из инструментов мониторинга загрязнения почв может являться создание банка образцов почв. Данный подход приобретает все большую актуальность с учетом развития научно-технического прогресса в области лабораторных исследований и реализуется в ряде европейских стран [1]. Так, в Великобритании благодаря созданию банка почвенных образцов в исследовательском

центре Ротамстеда было достоверно установлено увеличение концентраций кадмия в почвах с 1850-х годов до 1987 года на 27–55% в связи с выбросами в атмосферу [2].

Также благодаря анализу архивных образцов верхнего слоя почвы Швейцарской сети мониторинга почв (Swiss Soil Monitoring Network (NABO)) за период с 1995-го по 2008 год с известными схемами применения пестицидов проводится мониторинг изменения их концентраций со временем, оценивается степень их разложения [3].

В настоящее время территория Санкт-Петербурга практически не сохранила автохтонных (или естественных) почв, за исключением отдельных выделов и таксонов на периферии города (Курортный, Петродворцовый, Красносельский районы и др.). За последние полвека было выполнено несколько итераций по определению загрязнения городской территории:

- в 1970-е годы силами Ленинградского (ныне Санкт-Петербургского) университета;
- с 1991-го по 2008 год силами Регионального геоэкологического центра (филиал ФГУП «Урангео»);
- с 2013-го по 2015 год силами ГГУП СФ «Минерал»;
- регулярный мониторинг почв с 2019-го по 2024 год силами ООО «ТехноТерра».

Работы первых двух итераций велись с применением эмиссионно-спектрального метода, который считается полуколичественным,

что подтверждается сравнением более ретроспективных данных с результатами 2019–2024 годов: разброс концентраций по ряду показателей (в особенности по тяжелым металлам) составляет от десятков до сотен тысяч мг/кг [4]. Следовательно, применяемые сегодня методы анализа в дальнейшем также будут считаться уже менее точными, и, сохранив отобранные сегодня образцы почв, в будущем возможно проанализировать с применением более совершенных лабораторно-аналитических методов.

Кроме того, почвы Санкт-Петербурга испытывают на себе техногенную нагрузку за счет различных факторов, а именно:

- трансграничного переноса поллютантов;
- общегородских выбросов и работы автотранспорта;
- импактных воздействий промпредприятий и транспортных узлов;
- аварийных ситуаций и др.

В ближайшем будущем, очевидно, будут происходить следующие процессы:

- снижение выбросов от автотранспорта за счет увеличения доли электромобилей;
- снижение выбросов от сжигания тяжелого органического топлива (уголь, мазут) с преобладанием условно чистого газа или атомной энергетики;
- ужесточение экологического нормирования и природоохранных мероприятий;
- увеличение глубины переработки отходов и др.

Так, по результатам мониторинга 2019–2024 годов устанавливается значительное снижение концентраций свинца в транспортной зоне города относительно ретроспективных данных 90-х годов. Вероятнее всего, главной причиной сокращения эмиссии свинца является запрет использования свинцовых присадок к бензину (с 2003 года). Тем не менее, т. к. реальная оценка загрязненности почв в 90-е годы значительно завышена из-за применения полуколичественных методов анализа, сделать однозначные выводы о причинах изменения динамики загрязнения почв сейчас не представляется возможным.

Также необходимо отметить, что с учетом географического положения Санкт-Петербурга, крупных промышленных предприятий и логистических центров, интермодальных грузопотоков в дальнейшем в мегаполисе или на сопредельных территориях возможны эксцессы, которые приведут к загрязнению почв. К таким

Повторный анализ ранее отобранных проб почв играет ключевую роль в мониторинге и оценке состояния почв, особенно в контексте улучшения методов анализа вещественного состава на фоне антропогенеза.

эксцессам в первую очередь можно отнести:

- аварии на промышленных предприятиях и складах;
- аварии при перевозке опасных грузов;
- аварии на радиационно опасных объектах или объектах ядерной энергетики;
- крупные природные и техногенные пожары;
- возможные военные или террористические акции и др.

Необходимо еще раз подчеркнуть важность повторного анализа ранее отобранных проб почв как базы сравнения. Почва, как депонирующая среда, является летописью антропогенных изменений не только собственно почв, но загрязнения атмосферы. Повторный анализ ранее отобранных проб почв играет ключевую роль в мониторинге и оценке состояния почв, особенно в контексте улучшения методов анализа вещественного состава на фоне антропогенеза. С развитием технологий и появлением новых методик исследования повторный анализ позволяет не только подтвердить ранее полученные результаты, но и выявить новые аспекты изменения техногенного геохимического фона, которые могли быть упущены ранее.

Во-первых, повторное исследование дает возможность проверить точность и надежность предыдущих анализов. С течением времени и развитием науки методы анализа становятся более совершенными, что может привести к пересмотру ранее полученных данных. Например, улучшение аналитических методов может позволить обнаружить более низкие концентрации загрязняющих веществ или выявить новые химические соединения, которые ранее были недоступны для обнаружения.

Во-вторых, повторный анализ помогает отслеживать динамику изменений в состоянии почв. Регулярное повторение исследований позволяет увидеть, как меняются уровни загрязнения, плодородие почв, кислотность и другие параметры с течением времени. Это особенно важно для территорий, подверженных

антропогенному воздействию, где изменения могут происходить быстро.

В-третьих, повторное исследование способствует повышению достоверности и надежности данных. Повторение анализов с использованием разных методов и подходов позволяет получить более полную картину состояния почв как индикатора загрязнения всех природных сред и снизить риск ошибок, связанных с использованием одного метода.

Таким образом, повторный анализ проб почв должен являться неотъемлемой частью процесса мониторинга и оценки состояния почв. Он позволяет не только подтвердить ранее полученные результаты, но и выявить новые аспекты, которые могут быть важны для понимания динамики изменений в почвах и разработки эффективных стратегий управления земельными ресурсами.

Таким образом, принимая во внимание все вышесказанное, создание банка образцов почв позволяет решать следующие задачи:

- *Оценка и фиксация текущего состояния почв.* Банк образцов позволяет получить и зафиксировать во времени объективную информацию о состоянии почв на сегодняшний момент с учетом текущей степени антропогенной нагрузки.

- *Прогнозирование изменений.* Банк образцов позволяет отслеживать динамику загрязнения почв во времени. Это помогает предсказать возможные последствия загрязнения и разработать меры по их предотвращению.

- *Сравнение с другими регионами.* Банк образцов позволяет сравнивать состояние почв в разных регионах. Это помогает выявить общие тенденции загрязнения в стране и определить наиболее проблемные регионы.

- *Разработка рекомендаций.* На основе анализа данных из банка образцов можно разработать более объективные рекомендации по охране почв и рациональному использованию земельных ресурсов.

Методология создания банка образцов

Для создания банка образцов почв необходимо выполнить следующие основные шаги:

- выбор мест отбора проб. Места отбора проб должны быть репрезентативными для города и отражать различные условия землепользования;
- отбор проб. Пробы должны быть отобраны в соответствии с установленными методиками,

В рамках проведения работ по Государственному контракту №066-24 от 12.03.2024 г. на оказание услуг по оценке уровня загрязнения почвогрунтов на территории Санкт-Петербурга в зоне влияния промышленных объектов, транспортной зоны и селитебной в целях осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды (исполнитель работ – ООО «ТехноТерра»), параллельно с отбором проб на базовых площадках в 2024 году был произведен отбор дополнительных проб для создания банка образцов, что позволит зафиксировать уровень загрязнения почв на момент проведения мониторинга в 2024 году.

принятыми в текущей системе мониторинга;

- хранение проб. Пробы должны храниться в условиях, обеспечивающих их сохранность и неизменность свойств;

- анализ проб. Пробы должны быть проанализированы на содержание загрязняющих веществ с применением оптимальных на сегодняшний день методов анализа;

- обработка данных. Данные об анализе проб должны быть обработаны и систематизированы. Необходимо создание базы данных о концентрациях загрязняющих веществ, которая должна быть доступна широкому кругу пользователей.

Относительно реализуемой на сегодняшний день концепции мониторинга почв в Санкт-Петербурге, формируемый банк образцов должен отвечать следующим принципам:

- быть представительным и охватывать всю территорию города;

- представлять основные городские ландшафты;

- не иметь следов аномального загрязнения (проливов нефтепродуктов и т. д.);

- не содержать инородные включения в большом объеме;

- количество проб должно быть не менее 50 шт.

В рамках проведения работ по



Рисунок 1. Высушивание проб



Рисунок 2. Пробы в банках

Государственному контракту №066-24 от 12.03.2024 г. на оказание услуг по оценке уровня загрязнения почвогрунтов на территории Санкт-Петербурга в зоне влияния промышленных объектов, транспортной зоны и селитебной в целях осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды (исполнитель работ – ООО «ТехноТерра»), параллельно с отбором проб на базовых площадках в 2024 году был произведен отбор дополнительных проб для создания банка образцов, что позволит зафиксировать уровень загрязнения почв на момент проведения мониторинга в 2024 году.

Общая концепция и подход к выбору мест отбора проб для создания банка определены следующим образом:

- пробы отбирались в каждом административном районе города (всего 18 районов), чтобы в дальнейшем отслеживать динамику загрязнения не только для всего города в целом, но и отдельно по каждому административному району, которые между собой достаточно разнятся по степени антропогенной нагрузки;

- в каждом районе отобрано по четыре пробы (таким образом, банк сформирован из 72 проб (при общем количестве базовых площадок равном 124);

- из четырех проб три отобраны на площадках с большей антропогенной нагрузкой и одна – с меньшей (т.н. «фоновые» пробы в рекреационных зонах города (сады, парки, скверы, ООПТ);

- упор делался на формирование банка почв по социально значимым территориям (большинство проб отобрано в жилой зоне).

Кроме того, учитывались следующие аспекты:

Банк образцов почв позволяет законсервировать время в материальном формате депонирующей среды как индикатора состояния природной среды Санкт-Петербурга 2024 года.

- *отобранные и перемешанные образцы имеют объем, рассчитанный на три-пять анализов по определенному сегодняшней программой мониторинга перечню показателей основных загрязнителей (если мониторинг будет повторяться в дальнейшем, то можно будет сравнивать с уровнем 2024 года на протяжении 50–70 лет);*

- *описание мест отбора (акт отбора) и фотофиксация должны быть уникальны для каждой пробной площадки.*

Сводный перечень выбранных площадок мониторинга для формирования банка образцов представлен в табл. 1.

После отбора проб для формирования банка было сделано следующее:

- пробы были высушены без принудительного нагрева до воздушно-сухого состояния (рис. 1) в алюминиевых лотках (алюминий не входит в перечень анализируемых показателей по программе мониторинга);

- из отобранного материала были удалены (при наличии) крупные камни, мусор, растительные остатки;

- пробы были упакованы в стеклянные банки объемом 4 л (рис. 2), закрыты непроницаемыми крышками. Каждая банка пронумерована, этикетка заклеена скотчем (шифр согласно табл. 1);

Таблица 1. Перечень площадок мониторинга для формирования банка образцов

Номер точки*	Шифр пробы для банка	Номер точки*	Шифр пробы для банка
Курортный		Невский	
2	2-КРТ-24-Ж-6	66	66-НСК-24-Ж-6
3	3-КРТ-24-Ж-6	68	68-НСК-24-ТА-6
5	5-КРТ-24-ТА-6	69	69-НСК-24-П-6
6	6-КРТ-24-Р-6	71	71-НСК-24-Ж-6
Выборгский		Колпинский	
8	8-ВБГ-24-Ж-6	74	74-КЛП-24-П-6
13	13-ВБГ-24-Р-6	75	75-КЛП-24-Ж-6
15	15-ВБГ-24-Ж-6	76	76-КЛП-24-П-6
16	16-ВБГ-24-ТА-6	78	78-КЛП-24-Ж-6
Приморский		Пушкинский	
19	19-ПРМ-24-Р-6	79	79-ПШК-24-Ж-6
23	23-ПРМ-24-Ж-6	81	81-ПШК-24-Ж-6
24	24-ПРМ-24-ТА-6	82	82-ПШК-24-Р-6
26	26-ПРМ-24-П-6	84	84-ПШК-24-Ж-6
Петроградский		Фрунзенский	
29	29-ПТГ-24-Р-6	87	87-ФРЗ-24-ТА-6
30	30-ПТГ-24-Ж-6	88	88-ФРЗ-24-ТЖД-6
31	31-ПТГ-24-Ж-6	90	90-ФРЗ-24-Ж-6
33	33-ПТГ-24-П-6	91	91-ФРЗ-24-ТЖД-6
Василеостровский		Московский	
34	34-ВСЛ-24-Ж-6	92	92-МСК-24-Ж-6
36	36-ВСЛ-24-Ж-6	93	93-МСК-24-ТА-6
37	37-ВСЛ-24-П-6	94	94-МСК-24-Р-6
38	38-ВСЛ-24-Ж-6	97	97-МСК-24-П-6
Адмиралтейский		Кировский	
42	42-АДМ-24-ТЖ-6	99	99-КРВ-24-П-6
43	43-АДМ-24-Ж-6	101	101-КРВ-24-ТА-6
44	44-АДМ-24-Р-6	102	102-КРВ-24-Ж-6
45	45-АДМ-24-П-6	103	103-КРВ-24-Р-6
Центральный		Красносельский	
46	46-ЦТР-24-Р-6	106	106-КРС-24-Ж-6
49	49-ЦТР-24-П-6	107	107-КРС-24-П-6
51	51-ЦТР-24-ТА-6	109	109-КРС-24-Ж-6
52	52-ЦТР-24-Ж-6	110	110-КРС-24-Р-6
Калининский		Петродворцовый	
54	54-КЛН-24-Ж-6	112	112-ПТР-24-Р-6
55	55-КЛН-24-Р-6	113	113-ПТР-24-ТА-6
56	56-КЛН-24-Ж-6	114	114-ПТР-24-Ж-6
57	57-КЛН-24-П-6	116	116-ПТР-24-Ж-6
Красногвардейский		Кронштадтский	
59	59-КРГ-24-ТА-6	Кронштадтский	29-ПТГ-24-Р-6
60	60-КРГ-24-Ж-6	30	30-ПТГ-24-Ж-6
61	61-КРГ-24-П-6	31	31-ПТГ-24-Ж-6
62	62-КРГ-24-Ж-6	33	33-ПТГ-24-П-6

* Номер точки соответствует номерам базовых площадок, отбор на которых реализуется в рамках программы мониторинга с 2021 года



Рисунок 3. Банк почвенных образцов на складе ООО «ТехноТерра»

- тара, уплотнение крышки и маркировка были выбраны таким образом, чтобы не оказывать влияние на содержание основных поллютантов в отобранных образцах;

- банки упакованы в пластиковые светонепроницаемые контейнеры, пригодные для их хранения и перемещения;

- место хранения банка – склад ООО «ТехноТерра», где всегда сохраняется постоянная температура воздуха (рис. 1–3).

В заключение можно сказать, что банк образцов почв является важным инструментом мониторинга загрязнения почв. Он позволяет получить объективную картину состояния среды, выявить источники загрязнения и принять меры по их устранению. Создание и поддержание банка образцов почв должно быть приоритетной задачей, требующей совместных усилий государства, бизнеса и общества.

В нашем материальном мире почти все можно восстановить, исправить, отреставрировать, но нельзя восстановить прошедшее время. Банк образцов почв позволяет законсервировать время в материальном формате депонирующей среды как индикатора состояния природной среды Санкт-Петербурга 2024 года. Расчетный срок хранения составляет 40–50 лет с возможностью примерно раз в десять лет повторять аналитические исследования.

Источники

1. The UKCEH Soil Bank [Электронный ресурс] URL: <https://www.ceh.ac.uk/our-science/research-facilities/ukceh-soil-bank>;

2. K.C. Jones, C.J. Symon, A.E. Johnston. Retrospective analysis of an archived soil collection II. Cadmium, Science of The Total Environment, Volume 67, Issue 1, 1987, Pages 75-89 [Электронный ресурс] URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0048969787900672>;

3. Aurea C. Chiaia-Hernandez, Armin Keller, Daniel Wächter, et al. Long-Term Persistence of Pesticides and TPs in Archived Agricultural Soil Samples and Comparison with Pesticide Application Environ. Sci. Technol. 2017, 51, 18 [Электронный ресурс] URL: <https://doi.org/10.1021/acs.est.7b02529>;

4. Технический отчет о выполнении работ «Оценка уровня загрязнения почвогрунтов на территории Санкт-Петербурга», Государственный контракт №053-23 от 21.03.2023 г. Шифр: 34/23, 2023 г. Заказчик: Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. ©

Концепция актуализации мониторинга загрязнения почвогрунтов в Санкт-Петербурге

В.В. Решетов, К.А. Коршак, К.А. Ладина

Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в рамках своей деятельности и в соответствии с законодательством осуществляет государственный мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, в т. ч. почвогрунтов.

На данный момент отсутствуют какие-либо утвержденные методические указания, которые бы четко определяли, каким образом необходимо проводить мониторинговые исследования почвогрунтов всей территории города в его административных границах – не установлен ни перечень контролируемых показателей, ни рекомендуемая плотность сети опробования. В связи с этим за период с 2019-го по 2024 год в рамках мониторинга почвогрунтов Санкт-Петербурга реализовывалось несколько различных программ мониторинга с целью выбора наиболее приемлемой для нашего города.

Тем не менее, в общем случае, опираясь как на опыт проведения мониторинга в других крупных городах (в основном, в Москве), так и на принципы организации мониторинга промышленных предприятий, концепция мониторинга городских почв должна включать следующие основные элементы:

- *определение источников загрязнения.* Необходимо провести описание всех потенциальных источников загрязнения почвогрунтов в городе, включая промышленные предприятия, автотранспорт, свалки и т. п.;

- *выбор показателей загрязнения.* На основе анализа источников загрязнения необходимо выбрать показатели, которые будут использоваться для оценки состояния почвогрунтов;

- *выбор методов мониторинга.* Необходимо определить методы отбора проб почв, их анализа и интерпретации результатов. Методы должны быть надежными, точными и доступными;

За период с 2019-го по 2024 год в рамках мониторинга почвогрунтов Санкт-Петербурга реализовывалось несколько различных программ мониторинга с целью выбора наиболее приемлемой для Санкт-Петербурга.

- *создание системы сбора и обработки данных.* Необходимо создать систему сбора данных о состоянии почвогрунтов от различных источников (промышленных предприятий, лабораторий, органов власти и т. п.). Система должна обеспечивать автоматизированную обработку данных и их представление в удобном для анализа виде;

- *анализ и интерпретация данных.* На основе собранных данных необходимо проводить анализ и интерпретацию результатов, выявляя тенденции и закономерности загрязнения почвогрунтов. Результаты анализа должны использоваться для принятия управленческих решений;

- *принятие мер по снижению загрязнения.* На основании результатов мониторинга необходимо разрабатывать и реализовывать мероприятия по снижению загрязнения почвогрунтов, такие как внедрение новых технологий, ужесточение контроля за выбросами, рекультивация земель и т. п.

Так, в 2019-м и 2020 году мониторинг почвенного покрова проходил по разработанной программе, основанной на заложении базовых

площадок размером 800×800 м, внутри которых с разной частотой (в зависимости от года обследования) отбирались пробы почвогрунтов с участков 5×5 м. Картирование территории также производилось для каждой площадки 800×800 м, а не для всего города в целом. Кроме того, в 2019-м и 2020 году площадки мониторинга также не повторялись между собой.

Исследования 2019-го и 2020 года показали, что распространение загрязнения в пределах площадки 800×800 м неравномерно, однако в целом значения варьируют в пределах одной, реже двух категорий загрязнения. В связи с этим в качестве площадок долгосрочного мониторинга были выбраны единичные площадки 5×5 м.

На основании Договора №179-23 от 18.09.2023 г. по заказу Комитета по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности в 2023 году были выполнены работы по актуализации разработанной в 2020 году программы мониторинга почвогрунтов.

Принимая во внимание все вышесказанное, актуализация программы, главным образом, состояла из трех блоков:

- выбор и обоснование пунктов наблюдений;
- обоснование периодичности обследования;
- подбор приоритетных для наблюдений показателей для мониторинга почвогрунтов на основании ранее проведенных исследований и требований нормативных документов.

Выбор и обоснование пунктов наблюдений и периодичности их обследования

Для формирования равномерной изученности почвогрунтов на территории Санкт-Петербурга, а также справедливого обеспечения населения информацией об экологической обстановке при формировании сети наблюдения следует учитывать административное деление города. Его территория разделена на 18 административных районов: Курортный, Приморский, Выборгский, Калининский, Невский, Красногвардейский, Петроградский, Василеостровский, Центральный, Адмиралтейский, Фрунзенский, Колпинский, Пушкинский, Московский, Кировский, Красносельский, Петродворцовый, Кронштадтский.

На настоящий момент нормирование загрязняющих веществ в России основано на концепции предельно допустимых концентраций (ПДК), единых для всей территории страны, без учета характера землепользования. ПДК

Исследования 2019-го и 2020 года показали, что распространение загрязнения в пределах площадки 800×800 м неравномерно, однако в целом значения варьируют в пределах одной, реже двух категорий загрязнения.

основаны на оценке риска здоровью человека и естественного геохимического фона. Однако в зонах различного типа землепользования (промышленные, сельскохозяйственные, жилые и т. д.) различны не только интенсивность антропогенной нагрузки на окружающую среду, но и характер воздействия окружающей среды на человека и его здоровье (время воздействия, воздействующие агенты (пыль, потребление продукции, выросшей на загрязненных грунтах).

Исходя из различий степени и характера загрязнения почвогрунтов в разных функциональных зонах Санкт-Петербурга, а также в целях обеспечения потенциальной возможности разработки нормативов для территорий с разным характером землепользования в России, в рамках мониторинга целесообразно выделить четыре типа пунктов наблюдений с выделением подтипов внутри них:

- территории промышленных зон и в зоне влияния промышленных объектов, в т. ч. исторических. При выборе пункта наблюдений приоритет отдается территориям вокруг мощных и крупных источников, территориям промышленных центров и (или) территориям вокруг них;

- транспортные зоны (за исключением трубопроводного транспорта) – территории, непосредственно примыкающие к крупным транспортным магистралям:

- объекты автомобильного транспорта;
- объекты железнодорожного транспорта;

- селитебные зоны. Загрязнение почвогрунтов на селитебных территориях, главным образом, формируется под воздействием транспортных магистралей и выбросов промышленных предприятий. Помимо этого, в ближайшем окружении могут быть промышленные источники выбросов, такие как котельные, ТЭЦ, небольшие производственные объекты. При выборе пункта наблюдений и интерпретации полученных результатов необходимо принимать во внимание возможное индустриальное прошлое

ныне населенных мест. В связи с разнородностью селитебных территорий в границах города можно выделить следующие подтипы:

- современная плотная многоэтажная застройка вне исторического центра города;
- многоэтажная застройка в исторической части города с высокой степенью антропогенной нагрузки;

- мало- и среднеэтажная застройка на территории с низкой степенью антропогенной нагрузки в пригородных районах Санкт-Петербурга;

- рекреационные зоны. Они, как правило, испытывают меньшую антропогенную нагрузку, в т.ч. в части химического загрязнения почвогрунтов от мощных точечных источников выбросов, а также автотранспорта. Относительно сплошной почвенный покров, имеющий умеренную степень механических нарушений, отражает осредненное загрязнение атмосферного воздуха в районе. В условиях крупных городов зеленые зоны играют особую роль, в т.ч. они отвечают за самоочищение атмосферы и улучшение микроклимата. Среди рекреационных зон целесообразно выявить следующие подтипы:

- парки/скверы на территории города с высокой степенью антропогенной нагрузки;
- парки/скверы в пригородных районах города;
- пригородные леса и территории особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга вне исторической части города.

В рамках работ по актуализации программы дополнительно было предложено проведение импактного мониторинга у заводов по сжиганию осадка (ЗСО) сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Исследования почвогрунтов в рамках импактного мониторинга могут проводиться отдельно от основной программы работ на базовых площадках ввиду их особой социальной значимости и необходимости в скорейшем определении степени воздействия заводов по сжиганию осадка на окружающую среду.

В ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга» эксплуатируются три завода по сжиганию осадка (ЗСО) сточных вод:

- завод на Центральной станции аэрации (о. Белый);
- завод на Юго-Западных очистных сооружениях (Красносельский р-н, Волхонское ш. 123);
- завод на Северной станции аэрации (пос.

Предлагаемая схема заложения дополнительных площадок мониторинга в зоне потенциального влияния заводов базируется именно на п. 5.3.1 МУ 2.1.7.730-99.

Ольгино).

В соответствии с п. 5.3.1 МУ 2.1.7.730-99 при контроле за загрязнением почв промышленными источниками площадки для отбора проб располагают на площади трехкратной величины санитарно-защитной зоны вдоль векторов розы ветров на расстоянии 100, 200, 300, 500, 1000, 2000, 5000 м и более от источника загрязнения.

Предлагаемая схема заложения дополнительных площадок мониторинга в зоне потенциального влияния заводов базируется именно на п. 5.3.1 МУ 2.1.7.730-99. Однако в рамках мониторинговых исследований целесообразно ограничиться радиусом обследования в 1000 м (размер ориентировочной СЗЗ для предприятий первого класса опасности) в виду того, что на большем удалении от заводов уже будет накладываться влияние других источников загрязнения. Исключение составляют лишь площадки вблизи завода на Центральной станции аэрации в связи с тем, что станция со всех сторон окружена водой. Дополнительные площадки заложены на удалении от станции на Канонерском острове.

Таким образом, при формировании схемы расположения базовых площадок мониторинга принимались во внимание следующие аспекты:

- равномерное покрытие города сетью пунктов пробоотбора;
- представленность всех административных районов для справедливой информированности населения;
- учет разных функциональных зон территории города (рекреационные, селитебные, промышленные, транспортные);
- приоритет селитебным, а среди них социально значимым территориям (густонаселенным районам, территориям около детских садов, школ, больниц);
- необходимость проведения импактного мониторинга у объектов повышенного риска.

В связи с тем, что целесообразная **периодичность** отбора проб на площадках для большинства загрязняющих веществ в городах

составляет не менее трех лет (Приказ Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии (Росреестр) №П/0315 от 22.07.2021 г., Приказ Минприроды России от 30.07.2020 №524), а также в соответствии с анализом полученных результатов на предыдущих этапах мониторинга была выработана следующая схема мониторинга:

- ежегодное обследование 124 базовых площадок, определенных в рамках мониторинга 2021–2023 годов. Базовые площадки будут являться своеобразным каркасом для репрезентативного отслеживания динамики содержания загрязняющих веществ относительно предыдущих этапов мониторинга (2021–2023 годов);

- ежегодное обследование 86 площадок из 258 дополнительных с таким расчетом, чтобы одни и те же площадки были исследованы один раз в три года. Таким образом, ежегодное обследование 86 площадок за три года позволит построить сеть мониторинга, включающую 258 дополнительных площадок. Количество площадок в каждый конкретный год может корректироваться с сохранением периодичности обследования одной и той же площадки один раз в три года. Дополнительные площадки в рамках ежегодного обследования должны располагаться во всех административных районах города;

- обследование 42 площадок импактного мониторинга (один раз в три года).

Отдельного описания требует обоснование периодичности исследования почвогрунтов на содержание стойких органических загрязнителей – диоксинов и фуранов (ПХДД/ПХДФ). Так, по результатам предыдущих исследований (2022–2023 годов) в соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», превышения над допустимыми уровнями по содержанию ПХДД/ПХДФ не зафиксированы. Все значения оказались значительно ниже установленных ПДК для селитебных территорий (50 нг/кг). Однако при оценке динамики загрязнения было установлено, что в ряде административных районов отмечается незначительное увеличение содержания ПХДД/ПХДФ в почвогрунтах, что говорит о необходимости продолжения регулярных наблюдений, но с большей периодичностью.

Таким образом, для определения диоксинов и фуранов (ПХДД/ПХДФ) предлагается следующая схема мониторинга:

- обследование 124 базовых площадок

При изучении загрязнения почвогрунтов и проведении трехлетнего цикла наблюдений (опробования всех 424 площадок) следует проанализировать полученные результаты и, при необходимости, изменить дополнительные пункты наблюдений.

2022–2023 годов (площадки №1–124), исходя из аспектов, описанных выше (один раз в три года);

- обследование 42 площадок импактного мониторинга (один раз в три года).

Следовательно, общая сеть мониторинга составляет 424 площадки (рис. 1). Базовые площадки №1–124 являются своеобразным каркасом для репрезентативного отслеживания динамики содержания загрязняющих веществ относительно предыдущих этапов мониторинга (2021–2023 годы). Дополнительные площадки (258 площадок) позволяют улучшить качество статистической обработки данных и картографического материала, способствуют в корректировке наблюдательной сети.

При изучении загрязнения почвогрунтов и проведении трехлетнего цикла наблюдений (опробования всех 424 площадок) следует проанализировать полученные результаты и, при необходимости, изменить дополнительные пункты наблюдений.

Приоритетные для наблюдений показатели для мониторинга почвогрунтов

При обосновании выбора приоритетных для наблюдений показателей необходимо руководствоваться следующим:

- рекомендуемым перечнем в нормативных документах (ГОСТ Р 53123-2008, Приказ Минприроды России от 30.07.2020 №524, ГОСТ Р 70281-2022 и др.);

- анализом результатов мониторинга прошлых лет;

- наличием установленного допустимого уровня (ПДК) содержания загрязняющих веществ в почве.

Согласно ГОСТ Р 53123-2008 основную часть загрязнений в промышленных почвах составляют тяжелые металлы (кадмий, хром, медь, ртуть, никель, свинец, цинк, кобальт,

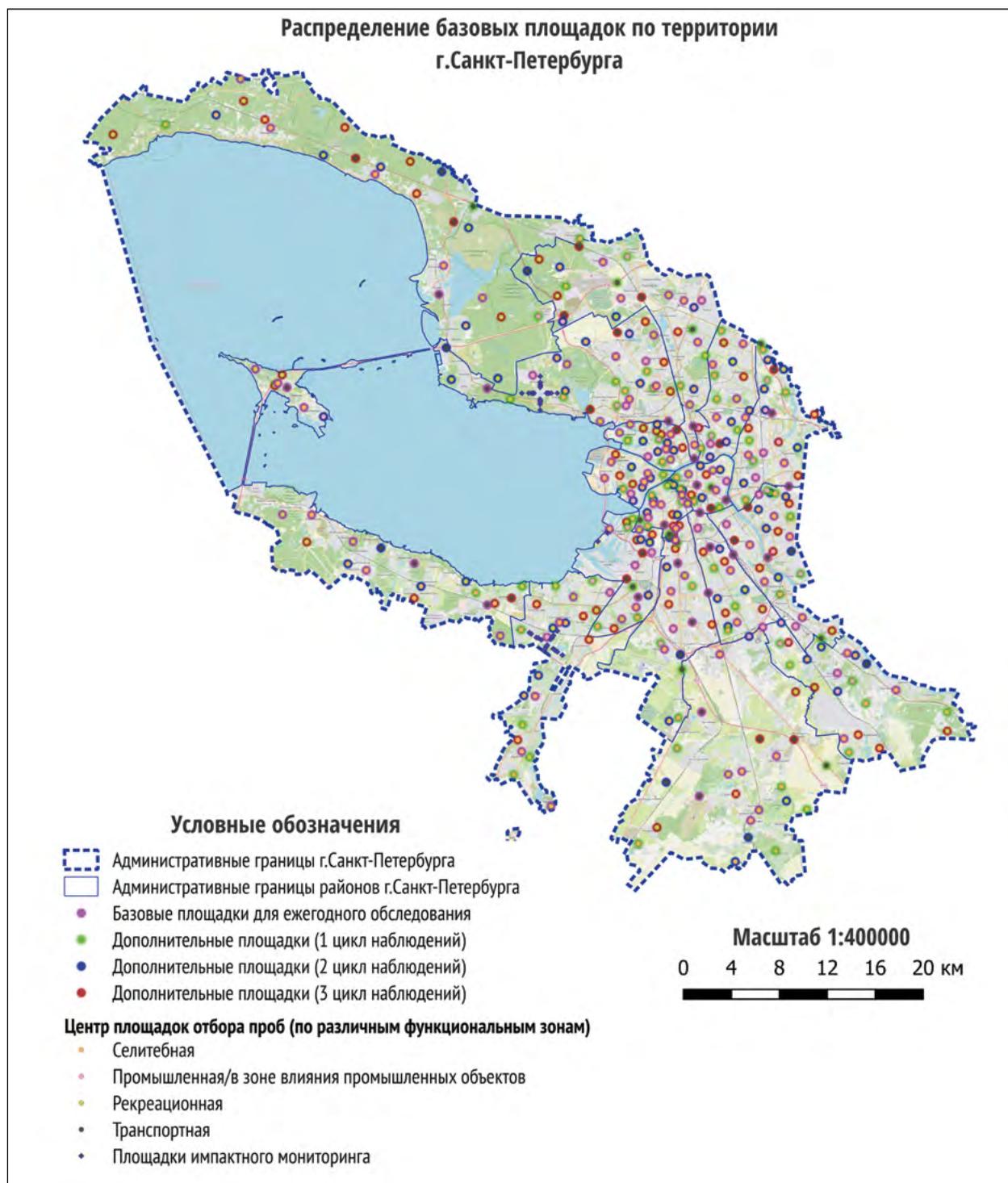


Рисунок 1. Схема расположения площадок мониторинга в Санкт-Петербурге (424 площадки)

марганец), мышьяк, твердые углеводороды, экстрагируемые галогенорганические соединения, полихлорированные ароматические углеводороды.

Согласно п. 253 Приказа Минприроды

России от 30.07.2020 №524 «Об утверждении требований к проведению наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением» приоритетными веществами для оценки диффузного загрязнения почв являются:

- тяжелые металлы: кадмий, хром, медь, свинец, ртуть, никель, цинк;
- металлоиды: мышьяк, сурьма, селен;
- стойкие органические загрязнители (СОЗ): ПХБ, диоксины, фураны, стойкие запрещенные пестициды;
- полициклические ароматические углеводороды.

Исходя из результатов анализа ретроспективных мониторинговых исследований, приоритетными загрязняющими веществами в почвогрунтах на территории Санкт-Петербурга являются тяжелые металлы (кадмий, медь, никель, свинец, цинк, ртуть, сурьма, марганец, кобальт, хром (VI)), мышьяк, ПХБ, ПХДД/ПХДФ, хлорорганические пестициды и бенз(а)пирен, причем по содержанию бенз(а)пирена отмечаются максимальные превышения допустимого уровня.

Одной из экологических проблем в северных городах является накопление легкорастворимых солей в зимний период, вызванное внесением противогололедных реагентов. Засоление городских почв снижает почвенное плодородие и таким образом вредит зеленым насаждениям, приводя к их повреждению и гибели. В засоленных почвах возрастает подвижность ряда загрязнителей, в частности ПАУ и тяжелых металлов, что способствует их миграции в сопредельные среды. По сравнению с фоном состав водной вытяжки в городе отличается многократным увеличением содержания ионов Na^+ , Cl^- , HCO_3^- , увеличивается значение pH. Максимальные коэффициенты концентрации по данным ионам отмечаются вблизи крупных и средних дорог, несколько меньшие – во дворах [2, 3].

Для оценки степени засоления почв необходимо определить величину плотного остатка водной вытяжки, а также сделать анализ водной вытяжки на содержание главных ионов (Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , CO_3^{2-} , Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+). Данные исследования целесообразно проводить в зонах обработки территории антигололедными смесями (транспортная, селитебная, промышленная, рекреационная зона в черте города).

В селитебных и рекреационных зонах, помимо вышеобозначенных показателей, целесообразно оценить показатели плодородия почв, влияющие на условия произрастания растений. К таким показателям относятся содержание гумуса по Тюрину, содержание аммонийного и нитратного

Одной из экологических проблем в северных городах является накопление легкорастворимых солей в зимний период, вызванное внесением противогололедных реагентов.

азота, подвижных форм фосфора, обменного калия.

Сводный перечень анализируемых показателей в зависимости от функциональной зоны города представлен в табл. 1.

Актуализированная программа была рассмотрена и согласована Департаментом Росгидромета по СЗФО, что подтверждает ее соответствие целям и задачам мониторинга, а также действующим нормативным документам.

С целью повышения качества интерпретации результатов мониторинга и определения потенциальных источников загрязнения необходимо продолжить регулярные наблюдения на предложенных к обследованию площадках мониторинга.

Реализация концепции мониторинга загрязнения почв позволит обеспечить контроль за состоянием почв в Санкт-Петербурге и предотвратить дальнейшее ухудшение экологической ситуации. Это будет способствовать сохранению природных ресурсов, обеспечению экологической безопасности и улучшению качества жизни населения города.

Источники

Технический отчет по результатам оказанных услуг «Актуализация программы по организации и ведению на территории Санкт-Петербурга государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды по объекту мониторинга – почвы, осуществляемого в рамках территориальной системы наблюдений», Договор №179-23 от 18.09.2023 г.

М.Ф. Дорохова, Н.Е. Кошелева, Е.В. Терская. Экологическое состояние городских почв в условиях антропогенного засоления и загрязнения (на примере Северо-Западного округа Москвы) // Теоретическая и прикладная экология – №4, 2015. – С. 16-24.

Кулакова Н.Ю., Н.П. Шабанова. Засоление почв – одна из проблем городского озеленения // Актуальные проблемы лесного комплекса. Вып.

Таблица 1. Сводный перечень анализируемых показателей в зависимости от функциональной зоны города

Показатель	Функциональная зона города			
	Зона влияния промышленных объектов	Транспортная зона	Селитебная зона	Рекреационная зона
рН водн.	-	-	+	+
рН сол.	+	+	+	+
Гранулометрический состав (частицы от 10 мм до <0,01 мм включительно)	+	+	+	+
Кадмий	+	+	+	+
Медь	+	+	+	+
Никель	+	+	+	+
Свинец	+	+	+	+
Цинк	+	+	+	+
Ртуть	+	+	+	+
Сурьма	+	+	+	+
Селен	+	+	+	+
Хром общ.	+	+	+	+
Хром (VI)	+	+	+	+
Мышьяк	+	+	+	+
Марганец	+	+	+	+
Кобальт	+	+	+	+
Бенз(а)пирен	+	+	+	+
Нефтепродукты	+	+	+	+
ПХБ	+	+	+	+
Полихлорированные дибензо-парадиоксины/дибензо-фураны (ПХДД/ПХДФ)	+	+	+	+
ДДТ	+	+	+	+
ДДЭ	+	+	+	+
ДДД	+	+	+	+
Гумус по Тюрину	-	-	+	+
Анализ водной вытяжки на содержание главных ионов (Cl ⁻ , SO ₄ ²⁻ , HCO ₃ ⁻ , CO ₃ ²⁻ , Na ⁺ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , K ⁺)	+	+	+	+
Плотный остаток	+	+	+	+
Подвижный фосфор (по Кирсанову)	-	-	+	+
Обменный калий (по Кирсанову)	-	-	+	+
Нитратный азот	-	-	+	+
Аммонийный азот	-	-	+	+

№54, 2019. – С. 127-131.

Приказ Минприроды России от 30.07.2020 №524 «Об утверждении требований к проведению наблюдений за состоянием окружающей среды, ее загрязнением» (зарегистрировано в Минюсте России 14.12.2020 №61430).

Аналитические материалы по Санкт-Петербургу для включения в «Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге». Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Санкт-Петербург, 2011–2023 гг. 

Оценка загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга по данным мониторинга

В.В. Решетов, К.А. Коршак, К.А. Ладина

В Санкт-Петербурге проблема загрязнения почвогрунтов стоит особенно остро. Город является крупным промышленным центром, в котором расположено множество предприятий, выбрасывающих в атмосферу вредные вещества. Кроме того, город активно растет и развивается, увеличивается протяженность автомобильных дорог.

Почва является естественным фильтром для атмосферных загрязнений, поглощая и удерживая вредные вещества. Эти загрязнения могут проникать в грунтовые воды, а также снова испаряться в атмосферу. Таким образом, существует тесная связь между загрязнением почвы и атмосферы. Проводя мониторинговые исследования загрязнения почв, мы также получаем косвенные сведения об уровне загрязнения воздуха, что особенно важно для принятия мер по обеспечению здоровья населения.

На территории Санкт-Петербурга наиболее планомерно мониторинговые исследования почвогрунтов проводятся Управлением Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу. Помимо Роспотребнадзора, исследования почв осуществляет Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности Правительства Санкт-Петербурга. По заказу комитета в период с 1991-го по 2008 год проводился мониторинг загрязнения почв и грунтов Российским геоэкологическим центром – филиалом ФГУП «Урангео» (РГЭЦ). С 2013-го по 2015 год подобные работы проводились СПб ГБУ «Минерал», а с 2019-го по 2024 год мониторинговыми исследованиями занималась организация ООО «ТехноТерра».

В Санкт-Петербурге мониторинг загрязнения почвогрунтов с 2021 года проводится регулярно по специально подготовленной программе с

целью контроля состояния окружающей среды и предотвращения возможных негативных последствий. В данной статье мы рассмотрим результаты мониторинга за последние три года.

В рамках государственного мониторинга почвогрунтов Санкт-Петербурга в 2021-м и 2022 году было обследовано 120 площадок, а в 2023-м – 124 площадки мониторинга почвогрунтов в 18 районах города: Курортном, Выборгском, Приморском, Петроградском, Василеостровском, Адмиралтейском, Центральном, Калининском, Красногвардейском, Невском, Колпинском, Пушкинском, Фрунзенском, Московском, Кировском, Красносельском, Петродворцовом и Кронштадтском. Процесс отбора проб представлен на рис. 1–3.

Обследованные площадки мониторинга располагались в разных функциональных зонах города: в селитебной зоне (54 площадки), в рекреационной зоне (25 площадок), в промышленной зоне или в зоне влияния промышленности (22 площадки), а также в транспортной зоне (23 площадки). В соответствии с программой мониторинга загрязнение почвогрунтов на территории Санкт-Петербурга оценивалось путем сравнения фактических содержаний с ПДК, а также с ретроспективными данными по трем группам загрязняющих веществ:

- тяжелые металлы и металлоиды – 11 элементов 1–3-х классов опасности (1-й класс: ртуть, кадмий, свинец, мышьяк, цинк; 2-й класс: никель, кобальт, хром, медь, сурьма; 3-й класс: марганец);



Рисунки 1–3. Отбор проб почвогрунтов на базовых площадках в 2023 году

- органические загрязнители – бенз(а)пирен, нефтепродукты;
- стойкие органические загрязнители (СОЗ) – ПХБ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, ПХДД/ПХДФ.

Исследования содержания ПХДД и ПХДФ (диоксинов и фуранов) включены в программу мониторинга с 2022 года для контроля степени воздействия потенциальных источников их образования (в городе это заводы по сжиганию осадка сточных вод ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»). Дополнительно была проведена оценка засоления (для всех функциональных зон) и потенциального плодородия почвогрунтов (для селитебной и рекреационной зон).

Для выявления закономерностей распределения содержания загрязняющих веществ в почвогрунтах по районам города применены методы пространственной и статистической обработки данных. Среди различных методов определения среднего содержания загрязняющих веществ (среднее арифметическое, медиана, мода) за основной был выбран расчет медианного значения, т. к., в отличие от среднего арифметического, медиана менее чувствительна к выделяющимся из общей выборки значениям, а мода лишь характеризует наиболее часто встречающееся значения в массиве данных.

Тем не менее, с целью подтверждения достоверности полученных данных в рамках исследований 2023 года также был произведен расчет среднего арифметического. Так, распределение содержания загрязняющих веществ в почвогрунтах городов редко подчиняется закону нормального распределения ввиду большого количества локальных источников их поступления в окружающую среду. Выборка из достоверных результатов исследований, как правило, будет содержать ряд выделяющихся значений («выбросов»), которые могут на несколько порядков отличаться от

основного массива данных. «Нормальность» распределения в первом приближении можно установить по сопоставлению результатов расчета медианы и среднего арифметического – близость значений этих статистических параметров друг к другу является одним из признаков нормального распределения данных. Следует отметить, что для достаточно большого количества наблюдений при исключении из статистических расчетов «выбросов» распределение содержания загрязняющих веществ в почвогрунтах становится близким к нормальному [1].

Ниже приведены результаты исследований почвогрунтов (значения среднего арифметического и медианного содержания загрязняющих веществ, а также минимальное и максимальное значение) в пределах площадок мониторинга за 2021–2023 годы (табл. 1 и 2).

Следует пояснить, что согласно методике ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.56-08 для оптимизации контроля содержания ПХДД и ПХДФ (диоксинов и фуранов) были установлены коэффициенты токсической эквивалентности (I-TEF – International Toxicity Equivalency Factor). Они выражают токсичность диоксинов и фуранов в соотношении с 2,3,7,8-ТХДД (2,3,7,8-тетрахлордibenзо-п-диоксин). Это вещество является широко изученным и представляет наиболее токсичное действие диоксиновой группы, поэтому оно используется в качестве эталона. Токсичность других ПХДД и ПХДФ выражается в коэффициентах токсичности – долях от токсичности 2,3,7,8-ТХДД, принятой за единицу.

I-TEF позволяет преобразовать количественные аналитические данные для отдельных ПХДД и ПХДФ в единый токсический эквивалент (I-TEQ – International Toxicity Equivalent) и таким образом оценить токсичность по порядку величины.

Для получения I-TEQ в пробе масса каждого химического вещества в смеси умножается на его I-TEF, а затем суммируется со всеми другими

Таблица 1. Сводный перечень анализируемых показателей в зависимости от функциональной зоны города

Параметр	Содержание элемента, мг/кг*										
	As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	Co	Mn	Cr(VI)	Sb
2021											
Медиана	<0,20	0,315	17,3	<0,050	6,02	19,35	47	2,15	113	0,02	0,62
Среднее	0,29	0,630	30,73	<0,050	6,46	24,25	61,83	2,89	132,6	0,023	0,696
Минимум	<0,20	<0,010	0,88	<0,050	0,73	3,62	3,69	0,27	<10	<0,01	<0,50
Максимум	3,78	31,1	293	<0,050	24,5	87	350	11,7	665	0,040	2,01
2023											
Медиана	<0,20	0,74	17,25	<0,050	7,1	29,3	71,5	1,595	193	<0,030	0,65
Среднее	0,36	1,40	32,61	<0,050	8,43	42,89	104,51	2,11	229,76	0,030	0,73
Минимум	<0,20	0,146	2,1	<0,050	0,58	2,46	4,4	<0,1	<10	<0,030	<0,5
Максимум	3,8	79	380	0,077	46	199	410	11,62	1210	0,056	7
Нормативные уровни											
ПДК1)	2	0,5	33	2,1	20	32	55	-	1500	0,05	4,5

Примечания:

- 1) ПДК согласно СанПиН 1.2.3685-21 для супеси (наиболее строгий норматив);
- 2) «-» – нормативный уровень не установлен;
- 3) «*» – в 2022 году исследования не проводились

Таблица 2. Содержание органических загрязнителей в почвогрунтах г. Санкт-Петербурга (2021-й, 2022-й и 2023 год)

Параметр	Бенз(а)пирен, мг/кг	Нефтепродукты, мг/кг	Сумма ПХДД/ПХДФ, нг-I-TEQ/кг
2021			
Медиана	0,058	106	-*
Среднее	0,078	153	-*
Минимум	<0,005	<5	-*
Максимум	0,94	950	-*
2022			
Медиана	-*	-*	0,157
Среднее	-*	-*	0,996
Минимум	-*	-*	«-»
Максимум	-*	-*	15,929
2023			
Медиана	0,055	104,0	0,432
Среднее	0,15	144,5	0,36
Минимум	<0,005	<5	0,001
Максимум	1,9	1060	5,558
Нормативные уровни			
ПДК	0,021)	10002)	501)
Примечания:			
1) ПДК согласно СанПиН 1.2.3685-21;			
2) Допустимый уровень согласно Письму Роскомзема от 27.03.1995 №3-15/582;			
3) «нг» – нанограмм;			
4) «-*» – исследования не проводились;			
5) «-» – значения меньше предела обнаружения, пересчет массовой доли на эквивалент токсичности не производился.			

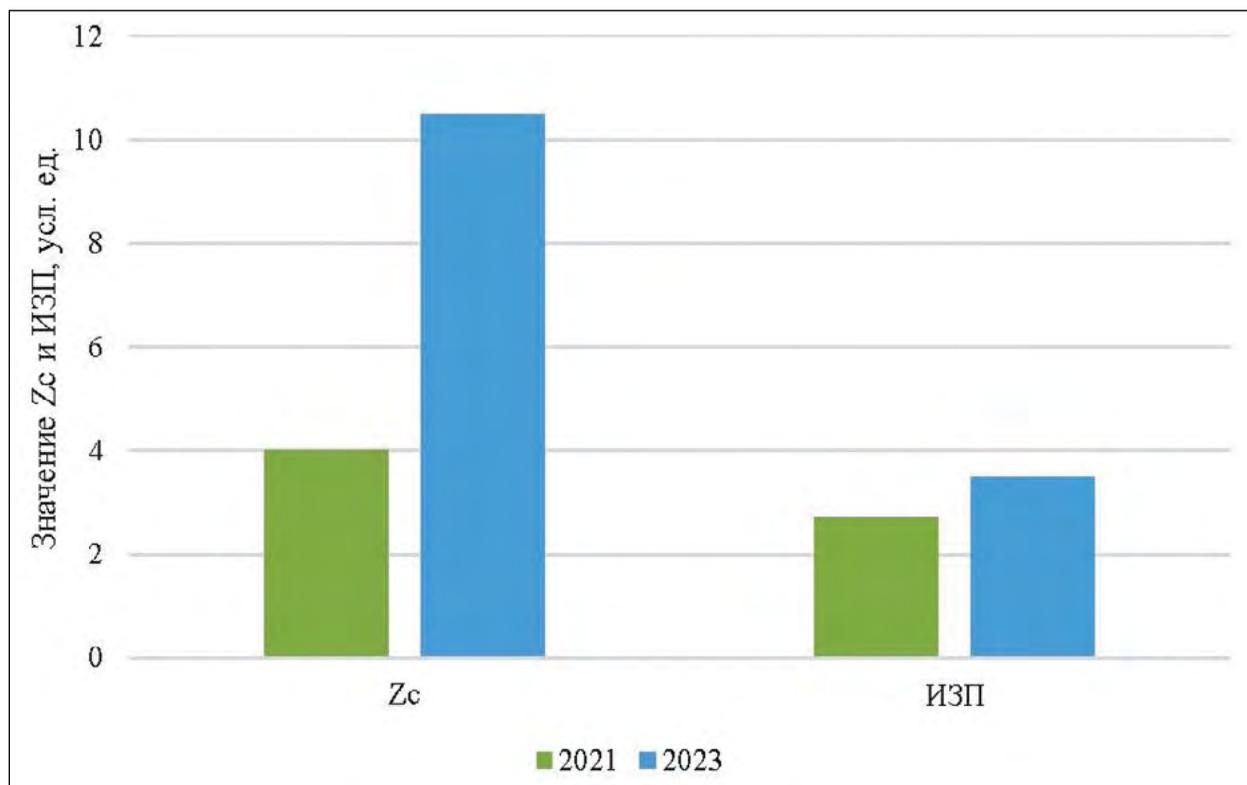


Рисунок 4. Сравнение результатов исследований по медианным значениям показателей Zc и ИЗП за 2021-й и 2023 год

Таблица 3. Показатели загрязненности почвогрунтов г. Санкт-Петербурга (2021-й и 2023 год)

Zc _{медиана} (характеризует превышение содержания тяжелых металлов и металлоидов над фоном*) ¹⁾	ИЗП _{медиана} (характеризует превышение содержания тяжелых металлов и металлоидов, а также органических загрязнителей над ПДК) ²⁾
2021	
4,0	2,7
2023	
10,5	3,5

Примечания:

¹⁾ Категория согласно МУ 2.1.7.730-99: <16 усл. ед. – «Допустимая»; 16–32 усл. ед. – «Умеренно опасная»; 32–128 усл. ед. – «Опасная»; >128 усл. ед. – «Чрезвычайно опасная». Суммарный показатель загрязненности почв Zc рассчитывался при условии, что коэффициент концентрации Kк>1,0;

²⁾ ИЗП рассчитывался при условии, что коэффициент опасности Ко>1,0.

*- фоновые концентрации приняты согласно информационно-аналитическому сборнику «О состоянии окружающей среды в Ленинградской области». – СПб., 2010. – 412 с.

химическими веществами, чтобы получить общую массу, взвешенную по токсичности.

Для комплексной оценки загрязненности почвогрунтов были рассчитаны показатель суммарного загрязнения (Zc) по тяжелым металлам и металлоидам и индекс загрязнения почв (ИЗП) по всем исследованным показателям (тяжелым металлам и металлоидам, органическим загрязнителям). Индекс Zc характеризует превышение содержания тяжелых металлов и металлоидов над фоном [2], в то время как ИЗП характеризует превышение перечисленных

поллютантов над ПДК.

Достоинство индекса ИЗП в том, что он учитывает не только металлы, но и другие нормируемые вещества. На ряде примеров показано, что количество гигиенически опасных геохимических аномалий, выявляемых с помощью ИЗП, в несколько раз больше, чем фиксируемых показателем суммарного загрязнения Zc [3].

Результаты расчетов индексов загрязнения почв представлены в табл. 3.

Сравнение результатов исследований по медианным значениям показателей Zc и ИЗП за

2021-й и 2023 год представлено на рис. 4.

Из рис. 4 и табл. 3 видно, что значительных изменений в уровне загрязнения почв за два цикла наблюдений не фиксируется. Тем не менее, т. к. некоторое увеличение показателей Z_c и ИЗП все же наблюдается, очевидным становится проведение регулярных наблюдений для определения линии тренда по динамике уровня загрязнения для нивелирования различных погрешностей, возникающих в ходе каждого цикла наблюдений.

Сравнение уровня загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга в разрезе административных районов и функциональных зон по данным за 2023 год

Тяжелые металлы. Наименьшие медианные значения суммарного показателя загрязнения Z_c характерны для почвогрунтов Курортного, Калининского, Приморского и Колпинского районов. Наибольшие значения характерны для почвогрунтов районов с крупными промышленными зонами, функционирующими длительный период: Фрунзенский район (промзона «Волково»), Московский (Новоизмайловская, Лиговская промзоны и др.), Адмиралтейский район (Адмиралтейская промзона, промзона у Обводного канала) и Василеостровский (промзона «Уральская», «Балтийская»).

Во Фрунзенском районе медианные значения Z_c соответствуют «умеренно опасной» категории загрязнения, во всех остальных районах медианные значения Z_c соответствуют «допустимой» категории.

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» превышения над допустимыми уровнями по содержанию тяжелых металлов:

- в селитебной зоне отмечены на 18 из 54 площадок (33,3%). Превышения по содержанию кадмия выявлены на семи площадках (1,1-158,0 ПДК), меди на трех площадках (2,45-10,3 ПДК), никеля на одной площадке (2,3 ПДК), свинца на девяти площадках (1,12-5,94 ПДК), цинка на 13 площадках (1,14-7,45 ПДК), сурьмы на одной площадке (1,56 ПДК), хрома (VI) на одной площадке (1,12 раз);

- в рекреационной зоне отмечены на двух из 25 площадок (8%). Превышения по содержанию

кадмия выявлены на одной площадке (1,58 ПДК), свинца на двух площадках (1,31-1,38 ПДК), цинка на одной площадке (1,25 ПДК);

- в промышленной зоне (зоне влияния промышленности) отмечены на семи из 22 площадок (31,8%). Превышения по содержанию кадмия выявлены на четырех площадках (1,14-2,5 ПДК), меди на одной площадке (11,52 ПДК), никеля на одной площадке (1,04 ПДК), свинца на двух площадках (1,31-3,19 ПДК), цинка на шести площадках (1,25-6,73 ПДК);

- в транспортной зоне отмечены на двух из 23 площадок (8,7%) по содержанию кадмия (1,76-1,86 ПДК), меди на двух площадках (1,33-2,15 ПДК), свинца на двух площадках (1,75-4,31 ПДК), цинка на двух площадках (2,16-4,36 ПДК).

Бенз(а)пирен. Наименьшие медианные значения содержания бенз(а)пирена характерны для почвогрунтов Красносельского, Невского, Выборгского и Петроградского районов. Наибольшие значения отмечены в Московском, Адмиралтейском, Красногвардейском и Кировском районах.

Во всех районах города, кроме Красносельского, Невского, Выборгского, медианные значения содержания бенз(а)пирена превышают установленное ПДК в 1,23–6,95 раза.

Превышения над допустимыми уровнями по содержанию бенз(а)пирена установлены во всех административных районах города. Все это говорит о высоком уровне загрязнения почвогрунтов бенз(а)пиреном на территории Санкт-Петербурга в целом.

В соответствии с требованиями СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» превышения над допустимыми уровнями по содержанию бенз(а)пирена:

- в селитебной зоне отмечены на 43 из 54 площадок (79,6%) от 1,30 до 95,00 ПДК;

- в рекреационной зоне отмечены на 12 из 25 площадок (48,0%) от 1,30 до 6,35 ПДК;

- в промышленной зоне (зоне влияния промышленности) отмечены на 17 из 22 площадок (77,3%) от 1,45 до 85,50 ПДК;

- в транспортной зоне отмечены на 17 из 23 площадок (73,9%) от 1,65 до 94,50 ПДК.

Нефтепродукты. Наименьшие медианные значения содержания нефтепродуктов характерны для почвогрунтов Петродворцового, Красносельского, Курортного и Калининского районов. Наибольшие значения отмечены

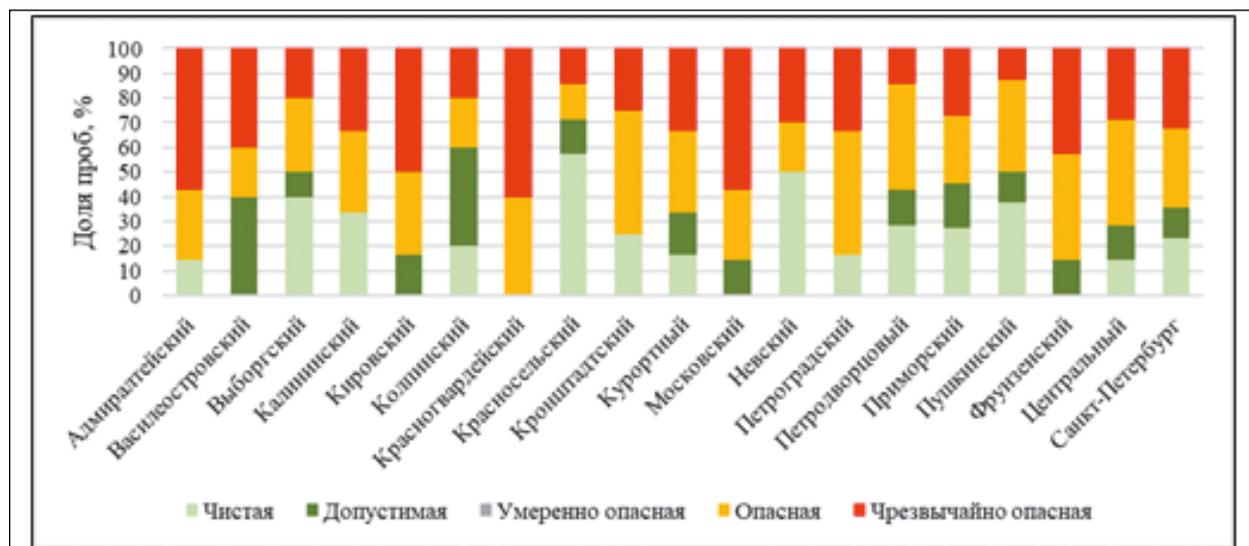


Рисунок 5. Соотношение проб почвогрунта разных категорий загрязнения по химическим показателям в районах г. Санкт-Петербурга в 2023 году

в Адмиралтейском, Московском, Невском и Приморском районах.

Во всех районах города медианные значения содержания нефтепродуктов не превышают установленное ПДК (1000 мг/кг), что говорит о низком уровне загрязнения почвогрунтов нефтепродуктами на территории Санкт-Петербурга в целом. Максимальная концентрация нефтепродуктов, незначительно превышающая ПДК, была зафиксирована только на одной площадке Приморского района, расположенной в транспортной зоне.

Значения комплексного индекса загрязнения почв $ИЗП > 1,0$ диагностируют «загрязненный» грунт, и чем они выше, тем хуже состояние окружающей среды. По медианному значению ИЗП наиболее загрязненными являются почвогрунты на площадках мониторинга в Невском и Московском районах, а наименее – в Курортном, Выборгском и Петроградском.

Исходя из критериев санитарно-гигиенической оценки почв, изложенной в СанПиН 1.2.3685-21, для всех проб была определена их категория загрязнения. На исследованных площадках наибольшая доля проб «чрезвычайно опасной» категории загрязнения по химическим показателям отмечена в Красногвардейском, Адмиралтейском, Московском и Кировском районах города. В целом по городу доля проб «чрезвычайно опасной» категории загрязнения составила около 32%. Соотношение проб разных категорий загрязнения представлено на рис. 5.

Стойкие органические загрязнители.

На площадках мониторинга во всех

административных районах города не зафиксировано загрязнения почвогрунтов СОЗ. Превышения установленных ПДК отсутствуют. Концентрации ПХБ, ДДТ, ДДЭ, ДДД во всех пробах составляют меньше порога обнаружения ($< 0,1$ мкг/кг).

Наименьшие медианные значения содержания ПХДД/ПХДФ в почвогрунтах характерны для Красносельского, Петродворцового, Пушкинского, Приморского и Курортного районов. Наибольшие значения отмечены в Московском, Адмиралтейском и Василеостровском районах.

Наивысшие максимальные значения по содержанию ПХДД/ПХДФ отмечены в Выборгском, Кронштадтском, Красногвардейском, Фрунзенском и Московском районах.

Оценка динамики уровней загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга

Для оценки динамики уровней загрязнения почвогрунтов на территории административных районов Санкт-Петербурга был проведен сравнительный анализ современных и ретроспективных данных за три периода: 1990–2000-е, 2013–2015-е и 2021–2022 годы. Стоит учесть, что данные за период 2013–2015 годов содержат сведения только по жилым и рекреационным зонам, в связи с чем медианные значения содержаний загрязняющих веществ в почвогрунтах могут быть занижены.

Тяжелые металлы. В большинстве административных районов наблюдается снижение медианных значений показателя

загрязнения Zc с 1990–2000-х годов. Такая тенденция согласуется с планомерным уменьшением доли проб, не соответствующих санитарно-гигиеническим нормативам по химическим показателям в Санкт-Петербурге за последние 10 лет, зафиксированным в рамках санитарно-гигиенического мониторинга, проводимого Роспотребнадзором [4]. Тем не менее, наблюдается повышение уровня загрязнения тяжелыми металлами по сравнению с 2021 годом, но данный уровень остается ниже, чем в 1990–2000-х.

Бенз(а)пирен. Динамика загрязнения почвогрунтов бенз(а)пиреном по районам города неоднозначна, что может быть обусловлено разным изменением степени транспортной нагрузки в различных частях города. Тем не менее, некоторые закономерности удалось установить по функциональным зонам города.

Так, медианное значение содержания бенз(а)пирена в почвогрунтах селитебной и транспортной зоны с 1990–2000-х годов по настоящее время не изменилось и остается стабильно высоким, что обусловлено выбросами автотранспорта на крупных магистралях и на территориях с густой транспортной сетью. Медианное значение содержания бенз(а)пирена в почвогрунтах рекреационной зоны с 1990–2000-х годов по настоящее время снизилось в 2,8 раза. Медианное значение содержания бенз(а)пирена в почвогрунтах промышленной зоны незначительно возросло (в 1,1 раза) и остается стабильно высоким.

Нефтепродукты. В большинстве административных районов города наблюдается снижение медианных значений содержания нефтепродуктов в почвогрунтах с 1990–2000-х годов по настоящее время, за исключением Курортного, Выборгского, Приморского, Василеостровского, Адмиралтейского, Невского, Московского районов.

Стойкие органические загрязнители. По результатам сравнения полученных данных 2023 года с ретроспективными данными по содержанию стойких органических загрязнителей на территории Санкт-Петербурга можно отметить, что концентрация ПХБ и ДДТ во всех исследованных районах значительно ниже медианного значения за периоды с 1990–2000-х годов. С учетом такого значительного сокращения концентраций рекомендуется провести межлабораторное сличение результатов исследований по данным СОЗ среди

площадок мониторинга, по которым, согласно ретроспективным данным, фиксировались наибольшие концентрации.

В Курортном, Выборгском, Колпинском, Красносельском, Невском, Калининском, Центральном, Адмиралтейском, Василеостровском и Петроградском районах зафиксировано увеличение медианных значений содержания в почвогрунтах диоксинов и фуранов (ПХДД/ПХДФ) относительно результатов 2022 года. В ряде районов (Колпинский, Адмиралтейский, Центральный, Калининский, Красногвардейский и Московский) медианные значения также увеличились относительно более ретроспективных данных (2003–2007 годы). Максимальные значения, в свою очередь, планомерно уменьшаются практически во всех районах города.

С целью визуализации полученных результатов были построены карты загрязнения почвогрунтов Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (по показателю Zc), бенз(а)пиреном, диоксинами и фуранами (рис. 6–11) за 2021-й, 2022-й (только по диоксидам и фуранам) и 2023 год.

На картах наиболее ярко выражены зоны так называемого «остаточного загрязнения» в центральной части города (территории с «умеренно опасной» и «опасной» категориями загрязнения по показателю Zc), а также зоны разовых выделяющихся значений в периферийных районах.

По аналогии с пространственным распределением загрязнения тяжелыми металлами на картах прослеживаются зоны повышенного загрязнения в центральной части города. В северных районах Санкт-Петербурга также выделяются зоны наиболее высокого загрязнения.

На картах четко прослеживаются зоны повышенных концентраций в северных районах, зоны т. н. «остаточного загрязнения» в центральной части, зоны разовых выделяющихся значений в периферийных районах города.

Оценка потенциального плодородия почвогрунтов

В рамках работ по оценке потенциального плодородия почвогрунтов в 2023 году было обследовано 79 площадок, из них 25 расположены в рекреационной зоне, 54 – в селитебной. Основными показателями, позволяющими

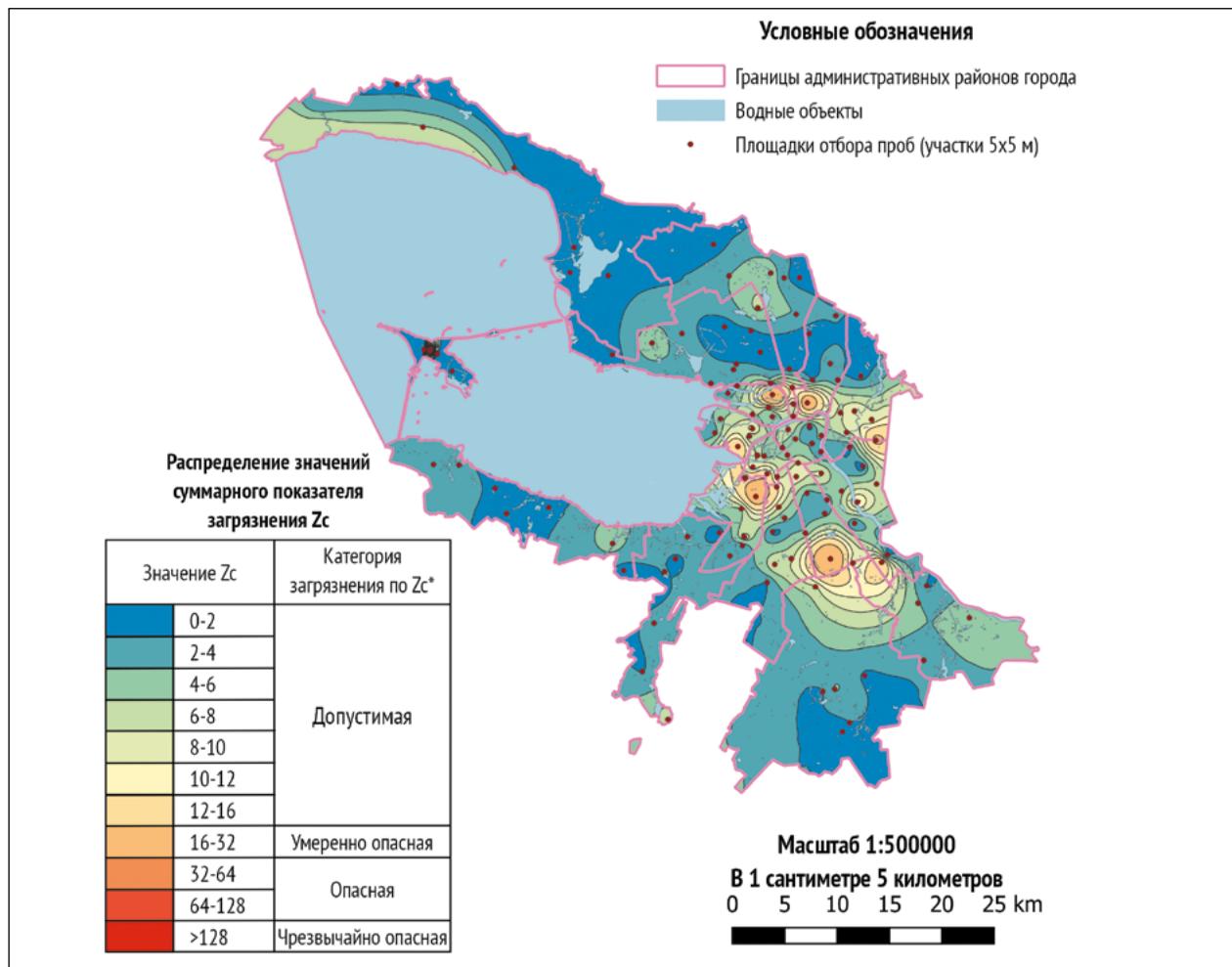


Рисунок 6. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (по показателю Zc) по данным 2021 года

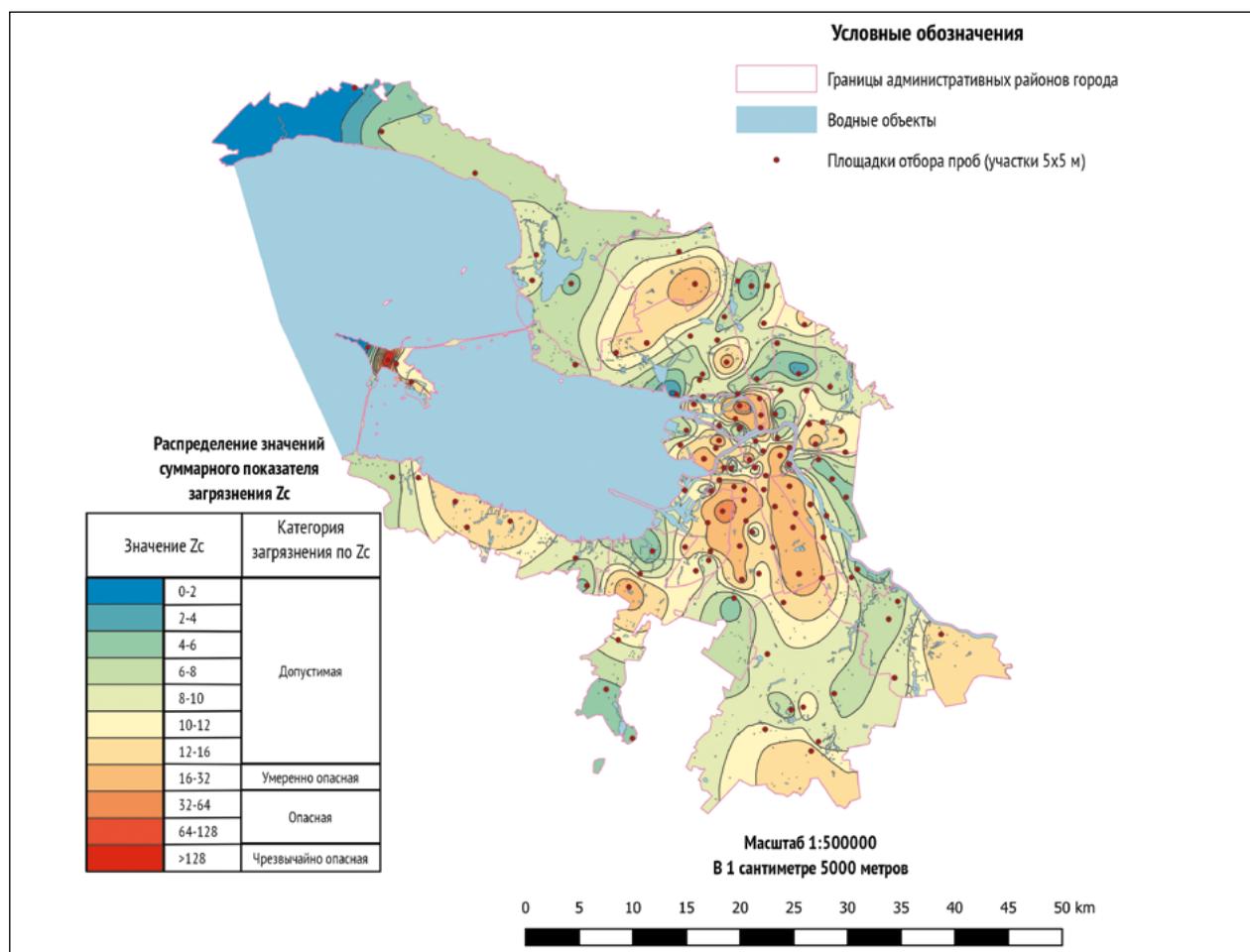


Рисунок 7. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга тяжелыми металлами (по показателю Zc) по данным 2023 года

оценить качество почвогрунтов с точки зрения их плодородных свойств, являются рН водной и солевой вытяжки, подвижный фосфор, обменный калий, нитратный азот, аммонийный азот, содержание гумуса.

На обследованных площадках почвы с очень высоким (>10%) и высоким (6–10%) содержанием гумуса составляют меньше половины от исследованных проб (39% проб). В 32% проб почвогрунтов содержание гумуса среднее, доля проб с очень низким (<2%) и низким (2–4%) содержанием составляет 29% (суммарно).

С одной стороны, почвы достаточно хорошо обеспечены подвижным фосфором и калием, большой процент почв (57%) обладает нейтральной и слабощелочной реакцией среды, наиболее благоприятной для роста растений. С другой стороны – почвы с высоким и очень высоким содержанием гумуса составляют меньше половины исследованных проб.

Такое неравномерное распределение характеристик почвенного плодородия может быть обусловлено рядом факторов: заменой верхнего почвенного слоя и применением минеральных удобрений в результате благоустройства территории, загрязнением почв продуктами сгорания топлива.

Оценка засоления почвогрунтов

Оценка засоления почвогрунтов проводилась на всех площадках мониторинга. Доля проб с незасоленными почвогрунтами составила 58%, остальные 42% являются слабозасоленными. Можно предположить, что засоление почвогрунтов противогололедными реагентами незначительно или отсутствует и не влияет на миграцию ряда загрязнителей в сопредельные среды. Исследованные почвогрунты благоприятны для произрастания растений (для городского озеленения), а также для жизнедеятельности почвенных организмов.

Обобщая итоги выполненных работ и сравнивая их с результатами предыдущих лет, можно сделать следующие выводы:

- Загрязнение почвогрунтов в целом для всех районов города не носит угрожающий характер, что не исключает выявления высоких уровней загрязнения в отдельных локациях.

- К постоянным компонентам загрязнения городских почв наряду с бенз(а)пиреном относятся кадмий, медь, свинец, цинк, однако их

роль в загрязнении почв снижается.

- Подтверждена приоритетная роль бенз(а)пирена в загрязнении почвогрунтов Санкт-Петербурга, что может быть объяснено установленным нормативами заниженным порогом.

- Содержание стойких органических загрязнителей, таких как ПХБ, ДДД, ДДЭ, ДДТ, в почвогрунтах на выбранных площадках мониторинга оказалось ниже порога обнаружения.

- Загрязнение почвогрунтов диоксинами и фуранами (ПХДД/ПХДФ) также остается на очень низком уровне относительно ПДК. Тем не менее, незначительное увеличение медианных концентраций в ряде районов говорит о наличии в городе потенциальных источников поступления в почвогрунты диоксинов и фуранов.

- Значительного засоления почв не происходит несмотря на применение антигололедных реагентов.

- Плодородие почв сохраняется на удовлетворительном уровне, что важно для поддержания рекреационной роли почвогрунтов.

- Значительных изменений в уровне загрязнения почв за два цикла наблюдений не фиксируется, хотя некоторое увеличение показателей Zс и ИЗП все же наблюдается. Очевидной становится необходимость проведения регулярных наблюдений для определения линии тренда по динамике уровня загрязнения для нивелирования различных погрешностей, возникающих в ходе каждого цикла наблюдений.

- Анализ пространственного совпадения мест с наибольшими концентрациями ряда загрязнителей позволяет подтвердить очевидный вывод о том, что основным источником поступления данных поллютантов является автомобильный транспорт и промышленность.

С целью повышения качества интерпретации результатов мониторинга и определения источников загрязнения необходимо продолжить регулярные наблюдения на установленных площадках мониторинга.

Источники

1. Иванюкович Г.А. Статистический анализ экогеологических данных / под ред. И.М. Хайковича, В.В. Куриленко. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010. 204 с.

2. Информационно-аналитический сборник «О состоянии окружающей среды в Ленинградской

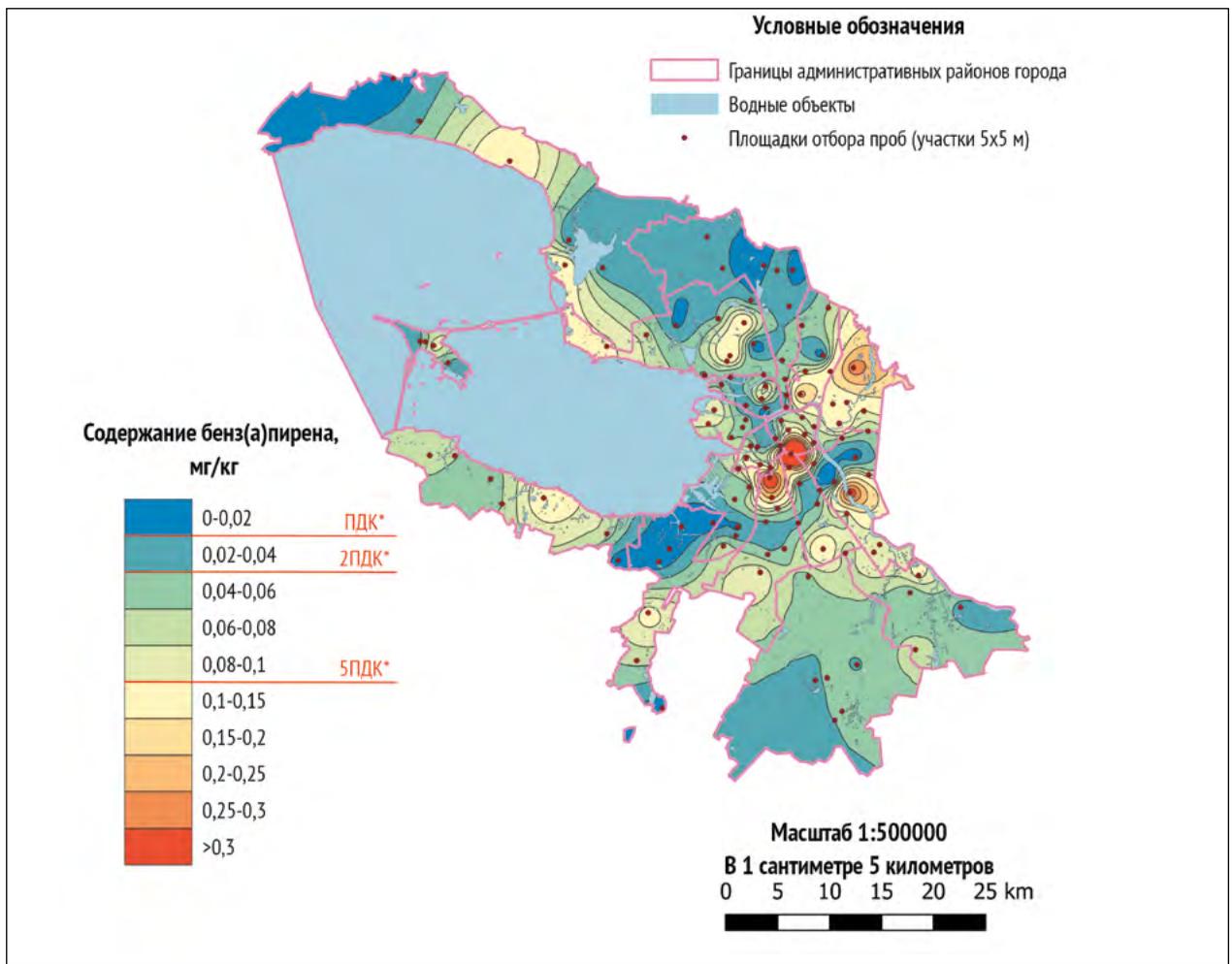


Рисунок 8. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга бенз(а)пиреном по данным 2021 года

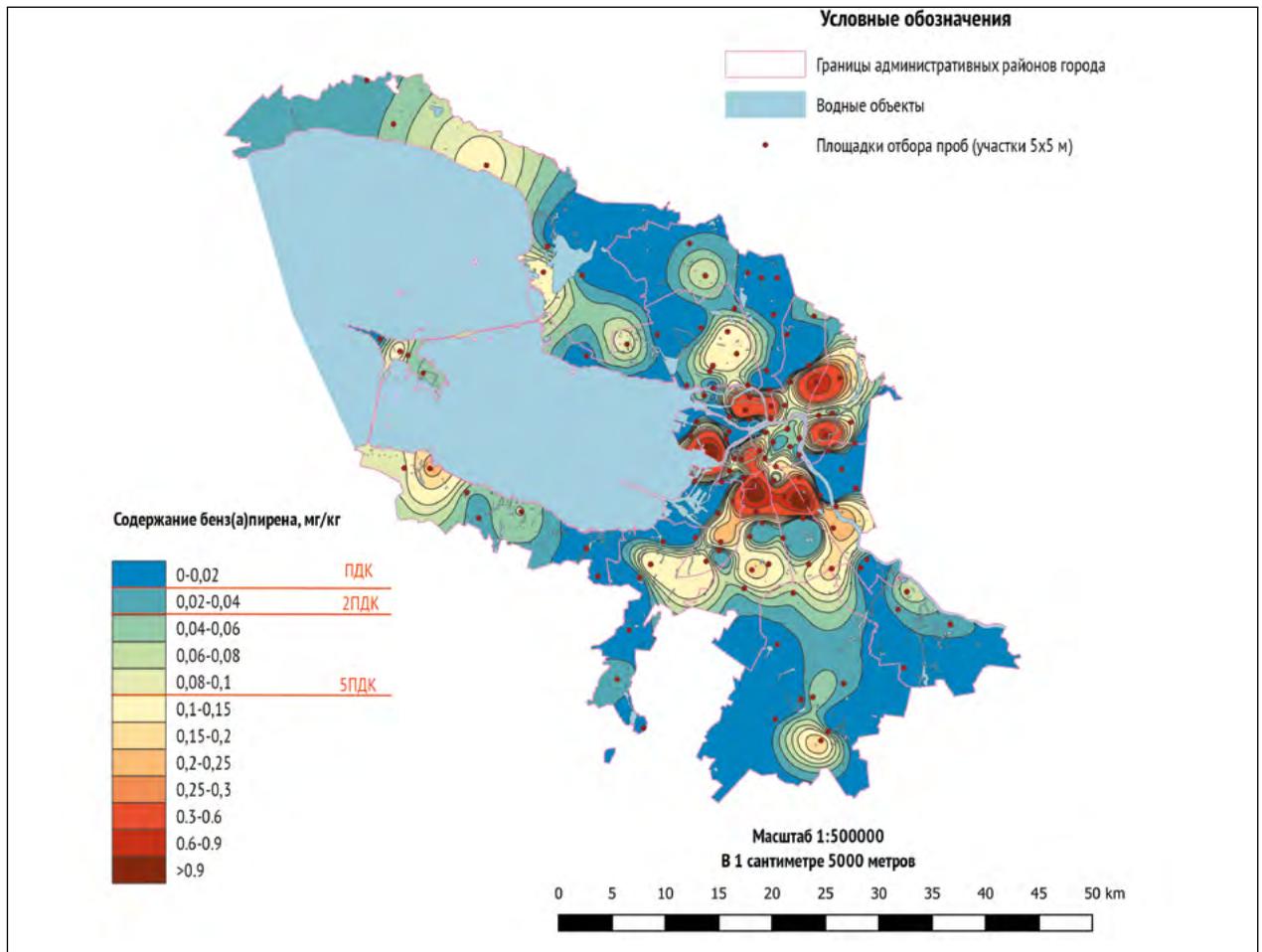


Рисунок 9. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга бенз(а)пиреном по данным 2023 года

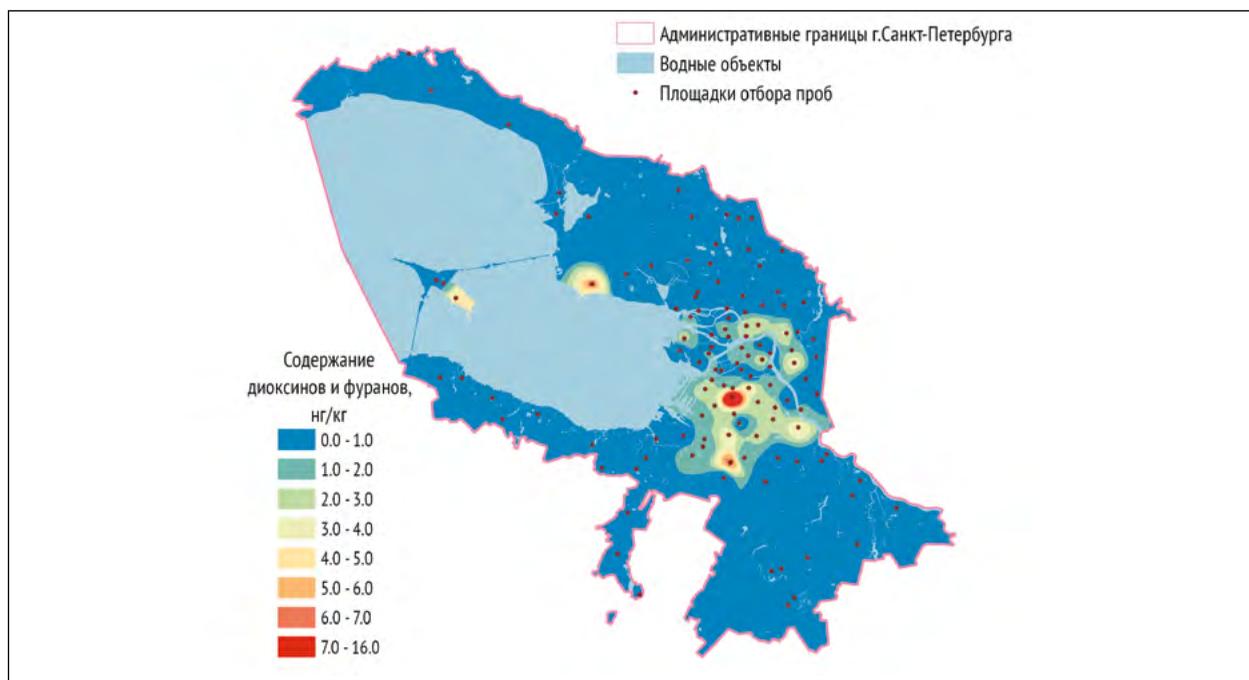


Рисунок 10. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга диоксидами и фуранами по данным 2022 года

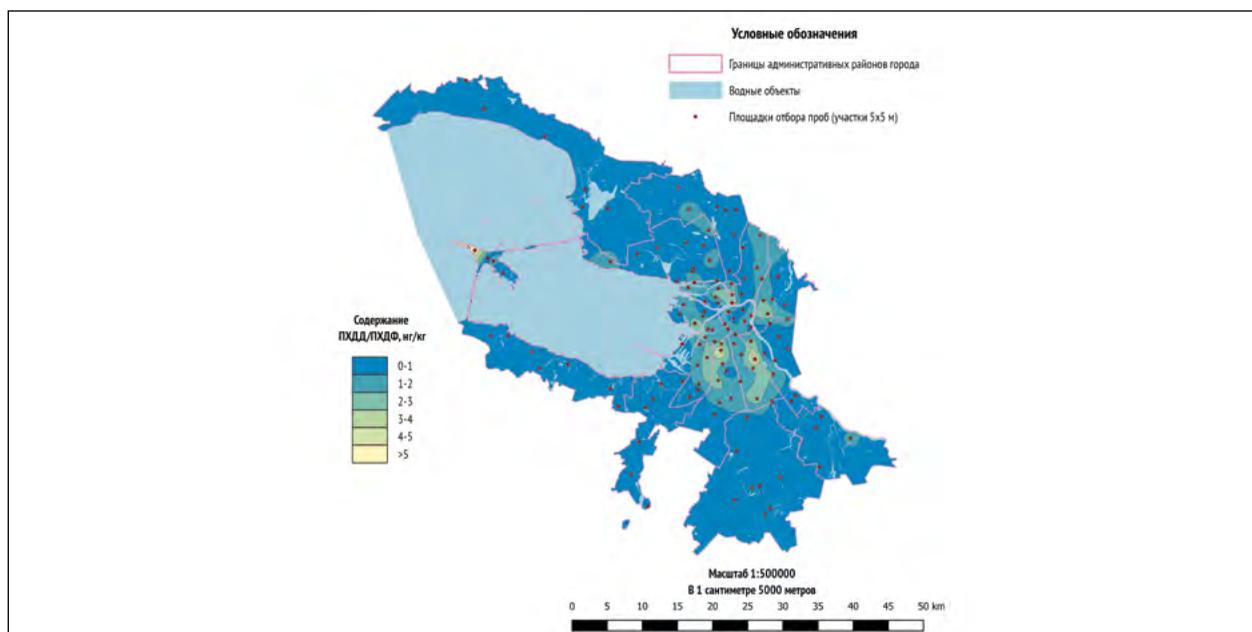


Рисунок 11. Карта загрязнения почв Санкт-Петербурга диоксидами и фуранами по данным 2023 года

области». – СПб., 2010. – 412 с.

3. Богданов Н.А. Диагностика территорий по интегральным показателям химического загрязнения почв и грунтов // Гигиена и санитария. №1, 2014. – С. 92-97;

4. Аналитические материалы по Санкт-Петербургу для включения в доклад «О санитарно-эпидемиологической обстановке в Российской Федерации». Управление Федеральной службы

по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека по городу Санкт-Петербургу. Санкт-Петербург, 2012–2023 гг.

5. Аналитические материалы по Санкт-Петербургу для включения в «Доклад об экологической ситуации в Санкт-Петербурге». Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности. Санкт-Петербург, 2011–2023 гг. 



Расчет размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды

Н.В. Бондаренко, начальник Управления государственного экологического надзора;
Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности

В литературе описываются методы, регулирующие природоохранную деятельность. К ним относятся административно-правовые, организационные, социально-психологические и экономические методы. Самое большое внимание уделяется экономическим методам. Им отводится главная роль в управлении природоохранной деятельности. Эти методы включают в себя разработку и применение на практике тарифов, цен, штрафов, премиальных систем. Их цель заключается в комплексном и рациональном использовании природных ресурсов и в охране окружающей среды.

Одним из показателей, отражающих негативное воздействие на окружающую среду, является показатель экологического ущерба, возникающего в результате той или иной деятельности. Под экологическим ущербом понимается ущерб, причиняемый экосистемам в целом или их отдельным компонентам. Он

может быть оценен как в натуральных единицах измерения, так и в стоимостной форме.

Основопологающий принцип оценки экологического ущерба, лежащий в основе существующих на сегодняшний день подходов, может быть сформулирован следующим образом: при загрязнении окружающей среды на уровне, не



превышающем пороговых значений ПДК, ущерб можно условно приравнять нулю. И, наоборот, при достижении (а тем более превышении) ПДК экологический ущерб становится бесконечно большим. В настоящее время оценка экологического ущерба производится, как правило, только по тем компонентам экосистем, которые вовлечены в хозяйственный оборот в качестве ресурсов и факторов производства (ресурсный подход). Это, например, почвы.

Почва является важнейшим компонентом окружающей среды, представляющим собой поверхностный слой земли, состоящий из минеральных и органических веществ, воды, воздуха, почвенных организмов, продуктов их жизнедеятельности, являющийся средой обитания растений, животных, микроорганизмов, а также выполняющий экологические функции.

Статьей 75 Федерального закона от 10.01.2022 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (далее – закон) за нарушение законодательства в области охраны окружающей среды предусмотрен такой вид юридической ответственности, как имущественная.

В силу п. 1 и п. 3 ст. 77 закона юридические и физические лица, причинившие вред окружающей среде в результате ее загрязнения, истощения, порчи, уничтожения, нерационального использования природных ресурсов, деградации и разрушения естественных экологических систем, природных комплексов и ландшафтов, иного нарушения законодательства в области охраны окружающей среды, обязаны возместить его в полном объеме в соответствии

с законодательством. Причиненный вред возмещается в соответствии с утвержденными в установленном порядке таксами и методиками исчисления размера вреда окружающей среде, а при их отсутствии – исходя из фактических затрат на восстановление нарушенного состояния окружающей среды, с учетом понесенных убытков, в т. ч. упущенной выгоды. При этом п. 3 ст. 78 закона определяет особый срок исковой давности о возмещении вреда, причиненного окружающей среде вследствие нарушений обязательных требований, а именно 20 лет.

В настоящее время различными исполнительными органами государственной власти утверждено восемь различных методик исчисления вреда, причиненного окружающей среде. Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, утверждена Приказом Минприроды России от 08.07.2010 №238 (далее – методика). Она предназначена для исчисления в стоимостной форме размера вреда, нанесенного почвам, в т. ч. имеющим плодородный слой, в результате нарушения законодательства Российской Федерации в области охраны окружающей среды, а также при возникновении аварийных и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Настоящей методикой исчисляется в стоимостной форме размер вреда, причиненный почвам как самостоятельному естественно-историческому органоминеральному природному телу, возникшему на поверхности земли в результате длительного воздействия

биотических, абиотических и антропогенных факторов, состоящему из твердых минеральных и органических частиц, воды и воздуха и имеющему специфические генетико-морфологические признаки и свойства, создающие в некоторых случаях при определенных природно-климатических условиях благоприятные химические, физические и биологические условия для роста и развития растений, в результате их загрязнения, порчи (частичного разрушения), уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя. Методика не распространяется на случаи загрязнения почв радиоактивными веществами, а также на случаи захламления почв радиоактивными, биологическими, медицинскими отходами.

Исчисление в стоимостной форме размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, осуществляется по формуле:

$УЩ = УЩ_{загр} + УЩ_{отх} + УЩ_{перекр} + УЩ_{сн} + УЩ_{уничт}$, где:

УЩ – общий размер вреда, причиненного почвам (руб.);

УЩ_{загр} – размер вреда в результате загрязнения почв, возникшего при поступлении в почву загрязняющих веществ, приводящего к несоблюдению нормативов качества окружающей среды для почв, включая нормативы предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых концентраций (ОДК) химических веществ в почве, нормативы качества почв в пределах территории субъекта Российской Федерации (нормативы ПДК и ОДК химических веществ в почве, региональные нормативы соответственно), который рассчитывается в соответствии с п. 5 настоящей методики (руб.).

УЩ_{отх} – размер вреда в результате порчи почв при их захламлении, возникшего при складировании на поверхности почвы или в почвенной толще отходов производства и потребления, который рассчитывается в соответствии с п. 9 методики (руб.);

УЩ_{перекр} – размер вреда в результате порчи почвы при перекрытии поверхности, возникшего при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в т. ч. линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления), который рассчитывается в соответствии с п. 10 методики (руб.);

УЩ_{сн} – размер вреда в результате порчи почв

при снятии и (или) перемещении плодородного слоя почвы, который рассчитывается в соответствии с п. 11 методики (руб.);

УЩ_{уничт} – размер вреда в результате уничтожения (полного разрушения) плодородного слоя почвы, который рассчитывается в соответствии с п. 12 методики (руб.).

Как можно видеть из приведенной формулы, ущерб почвам может быть исчислен в результате следующих нарушений обязательных требований:

- несоблюдение нормативов качества окружающей среды для почв;
- захламление почв отходами производства и потребления;
- перекрытие поверхности почв, возникшее при перекрытии искусственными покрытиями и (или) объектами (в т. ч. линейными объектами и местами несанкционированного размещения отходов производства и потребления);
- порча, снятие, перемещение, уничтожение плодородного слоя почвы.

В случаях, если какой-либо вид из перечисленных выше нарушений отсутствует (не установлен), расчет размера вреда, причиненного почвам, может быть исчислен по хотя бы одному из них.

В расчетах размера вреда, причиненного почвам, используются следующие общие таксы и коэффициенты:

Кисп – показатель, учитывающий категорию земель и вид разрешенного использования земельного участка;

Кмпс – показатель, учитывающий мощность плодородного слоя почвы;

Таксы (ТХ) для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, при загрязнении, порче (частичном разрушении) и уничтожении (полном разрушении) почв.

Таксы (ТОТХ) для исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды, в результате порчи почв при их захламлении.

При исчислении размера вреда, причиненного почвам, важно учитывать, что только таксы для исчисления размера вреда рассчитываются с учетом коэффициента дефлятора. При расчете размер умножается на коэффициент дефлятора. Коэффициент рассчитывается как накопленное значение с 2010 года к году причинения вреда почвам.

Точное значение определяется путем произведения индекс-дефляторов по строке



«Инвестиции в основной капитал за счет всех источников финансирования» без учета прогнозного значения на текущий год. Данные по индекс-дефляторам публикует Министерство экономического развития России в прогнозах социально-экономического развития.

При расчете УЩзагр основными обстоятельствами, влияющими на размер вреда, кроме общих показателей и такс, предусмотренных соответствующей формулой методики, являются:

- площадь загрязненного участка;
- степень загрязнения, значение которого зависит от отношений фактического содержания i -го загрязняющего вещества в почве к нормативу качества окружающей среды для почв;
- показатель, учитывающий глубину загрязнения или порчи почв.

При расчете УЩотх основными обстоятельствами, влияющими на размер вреда, кроме общих показателей и такс, предусмотренных соответствующей формулой методики, является M_i – масса отходов с одинаковым классом опасности, тонн.

При расчете УЩперекр основными обстоятельствами, влияющими на размер вреда, кроме общих показателей и такс, предусмотренных соответствующей формулой методики, являются:

- площадь участка, на котором обнаружена порча почв, кв. м;
- показатель, учитывающий глубину порчи почв.

При расчете УЩсн основными

При исчислении размера вреда, причиненного почвам, важно учитывать, что только таксы для исчисления размера вреда рассчитываются с учетом коэффициента дефлятора.

обстоятельствами, влияющими на размер вреда, кроме общих показателей и такс, предусмотренных соответствующей формулой методики, является площадь участка, на котором обнаружена порча почв при снятии и/или перемещении плодородного слоя почвы, кв. м;

При расчете УЩуничт основными обстоятельствами, влияющими на размер вреда, кроме общих показателей и такс, предусмотренных соответствующей формулой методики, является площадь участка, на котором обнаружено уничтожение (полное разрушение) плодородного слоя почвы.

Как показывает правоприменительная практика Комитета по природопользованию, связанная с исчислением вреда, причиненного почвам, наибольший размер вреда может быть исчислен по формулам для:

- УЩотх,
- УЩперекр,
- УЩсн.

Для УЩзагр размер исчисленного вреда, как правило, является незначительным по отношению к другим рассчитанным видам вреда, причиненного почвам. 🌱

Ликвидация химических загрязнений на территории общего пользования Санкт-Петербурга

Экологическая политика Санкт-Петербурга до 2030 года, утвержденная постановлением правительства города, определяет стратегическую цель как обеспечение благоприятного состояния окружающей среды, сохранение естественных экологических систем и природных ресурсов для удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений. Эта цель достигается путем реализации в практической деятельности принципов обеспечения экологической безопасности и является основной задачей экологических аварийных служб Санкт-Петербурга, которые созданы и функционируют на базе подведомственных Комитету по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности организаций.

Экологические аварийные службы Санкт-Петербурга решают задачи предупреждения и ликвидации разливов нефти и нефтепродуктов на акватории водных объектов, так и ликвидации химических и радиоактивных загрязнений территории города, включая загрязнения нефтепродуктами и ртутью.

Для второй задачи на базе подведомственного Комитету по природопользованию Санкт-Петербургского государственного унитарного предприятия «Экострой» (СПб ГУП «Экострой») функционирует экологическая аварийная служба по предупреждению и ликвидации химических и радиоактивных загрязнений на территории города (ЭКАСл), входящая в перечень сил и средств постоянной готовности Санкт-Петербургской территориальной подсистемы единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций, утвержденный постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 30.06.2009 №765.

ЭКАСл СПб ГУП «Экострой» находится в постоянной круглосуточной готовности к принятию сигнала и выезду на любые аварийные ситуации, связанные с химическими и радиационными факторами риска. Готовность сил службы составляет 15 минут к выезду и два часа для прибытия к месту аварии.

Основной спектр деятельности ЭКАСл СПб ГУП «Экострой» включает:

- оперативную локализацию и ликвидацию

аварийных ситуаций и инцидентов, связанных с загрязнением территории и объектов радиоактивными и химически опасными веществами (в т. ч. нефтепродуктами, металлической ртутью и ее соединениями);

- проведение обследований территорий и объектов для оперативной оценки уровня загрязненности радиоактивными и химически опасными веществами.

ЭКАСл СПб ГУП «Экострой» для решения задач по ликвидации химических и радиационных загрязнений территорий общего пользования Санкт-Петербурга оснащена специальным транспортом, необходимым оборудованием, приборами химического анализа, дозиметрическими приборами, средствами для проведения демеркуризации и дезактивации, расходными материалами и средствами индивидуальной защиты.

Ежегодно в ЭКАСл СПб ГУП «Экострой» по вопросам обеспечения экологической безопасности поступает около 10 тыс. обращений, при этом осуществляется до 1,5 тыс. выездов для ликвидации аварийных ситуаций и для обследования территории.

Наиболее частные выезды связаны с обращениями по ртутным загрязнениям и инцидентам, связанным с ртутью и ртутьсодержащими приборами и изделиями, однако наиболее существенные аварийные ситуации, как правило, связаны с загрязнением



Ликвидация загрязнения территории Красносельского района Санкт-Петербурга этилмеркаптаном



Вытекание битума на поверхность



Территория Орловского сада в 1990-е годы
Источник фотографии: https://www.korabel.ru/news/comments/kuda_ushel_shtandart.html

территории общего пользования химическими веществами.

Так, в 2019 году проводились масштабные работы по ликвидации пролива на грунт этилмеркаптана после разгерметизации цистерны объемом 2,5 м³ в Станционном поселке в Красносельском районе Санкт-Петербурга. В результате пролива было собрано и вывезено для последующего обезвреживания и утилизации 9600 кг опасных отходов.

В связи с обращениями жителей о выдавливании битума на газоны в период с 17 по 30 октября 2019 года ЭкАСл СПб ГУП «Экострой» были выполнены работы по ликвидации загрязнения на территории Орловского сада (Смольная наб. р. Невы, севернее Орловской ул.). По результатам выполненных работ собрано и вывезено на утилизацию 50,7 т грунта, загрязненного нефтепродуктами.

При этом интересно, что на современной территории Орловского сада еще до начала 2000-х годов действовала судостроительная верфь, и загрязнение почвы указанной территории, видимо, как раз и связано с результатами ее деятельности.

Также загрязнение территории химическими веществами нередко связано с образованием несанкционированных свалок. Так, например, в 2020 году опасные отходы, в т. ч. радиоактивные, были обнаружены среди свалочных масс на несанкционированной свалке вдоль Дальневосточного проспекта. В результате ликвидации загрязнения ЭкАСл СПб ГУП «Экострой» с указанной территории было вывезено 6920 кг химических отходов; 51 кг ртутьсодержащих отходов; 68 люминесцентных источников света; 45 источников ионизирующего излучения.

Кроме того, в рамках превентивных мер по предотвращению химического загрязнения территории ЭкАСл СПб ГУП «Экострой» регулярно осуществляет вывоз бесхозных опасных отходов, оставляемых на контейнерных площадках и на территориях общего пользования неизвестными лицами.

Еще одной из проблем, связанных с загрязнением территории Санкт-Петербурга, являются бесхозные заглубленные емкости с нефтепродуктами. За последние годы участились случаи их обнаружения. С 2022 года ликвидированы нефтеразливы, связанные с обнаружением бесхозных подземных емкостей в районе Таллинского шоссе, пр. Народного Ополчения и на 5-м Предпортовом проезде, на котором в 2022 году на территории ЗНОП №11228 Комитетом по природопользованию проводился комплекс работ.

Сначала экологическими аварийными службами были выполнены превентивные мероприятия по локализации загрязнения нефтепродуктами территории общего пользования. В результате проведения работ для последующей утилизации было собрано и вывезено порядка 103 кг нефтесодержащих отходов, осуществлена откачка 2000 кг нефтепродуктов. В местах выхода нефтепродуктов установлены сорбирующие боны и сорбирующие подушки, после чего была осуществлена плановая зачистка емкостей от нефтепродуктов. Всего было вывезено на утилизацию более 99 т нефтезагрязненного шлама и отходов.

Проанализировав работу ЭкАСл СПб ГУП «Экострой», можно отметить, что в Санкт-Петербурге сохраняются риски возникновения техногенных аварий различного уровня,



Ликвидация загрязнения территории вдоль
Дальневосточного проспекта



Предотвращение химического загрязнения, сбор отходов



5-й Предпортовый проезд до выполнения работ

связанных с поступлением в окружающую среду опасных химических веществ с образованием существенных площадей загрязнения. Наличие в городе большого количества предприятий, имеющих в своем обращении широкий ассортимент потенциально опасных веществ, и неуклонно расширяющейся транспортной сети, активное использование в быту химических веществ, в т. ч. ртутьсодержащих приборов и



5-й Предпортовый проезд после откачки нефтепродуктов

изделий, – всё это в совокупности продолжает сохранять высокий уровень риска химического загрязнения окружающей среды. Поэтому работа экологических аварийных служб Санкт-Петербурга востребована и вносит существенный вклад в дело обеспечения прав петербуржцев на экологическую безопасность и благоприятную окружающую среду. 🌍

О градостроительных планах по освоению подземного пространства Санкт-Петербурга

А.А. Павловский, В.И. Шамшурин

СПб ГКУ «Научно-исследовательский и проектный центр Генерального плана Санкт-Петербурга»

Увеличение численности населения, урбанизация и автомобилизация формируют различные земельные, транспортные, экономические, социальные и экологические проблемы в крупнейших городах мира. В условиях ограниченности территориального ресурса комплексное освоение подземного пространства является одним из наиболее действенных способов решения этих проблем.

Ниже уровня земли могут быть размещены следующие объекты городской инфраструктуры: инженерно-транспортные сооружения; предприятия торговли и общественного питания; административные, зрелищные и спортивные сооружения; предприятия коммунально-бытового обслуживания и связи; объекты складского хозяйства; объекты промышленного назначения и энергетики; сооружения и сети инженерного оборудования [1].

В соответствии с общемировыми тенденциями в Санкт-Петербурге в течение последних 50 лет неоднократно разрабатывались различные отраслевые градостроительные концепции использования подземного пространства, принимались нормативные правовые акты и проводились специализированные конференции.

Важными этапами формирования программы развития подземного пространства в нашем городе являются:

- Генеральная схема планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда (ЛенНИИпроект, 1977) (рис. 1).

- Решение Исполкома Ленсовета от 05.03.1983 №128 «Об использовании подземного пространства Ленинграда».

- Проведение международной конференции «Подземный город: геотехника и архитектура». Россия, Санкт-Петербург: 8–10 сентября 1998

В соответствии с общемировыми тенденциями в Санкт-Петербурге в течение последних 50 лет неоднократно разрабатывались различные отраслевые градостроительные концепции использования подземного пространства, принимались нормативные правовые акты и проводились специализированные конференции.

года [2].

- Включение в Генеральный план Санкт-Петербурга, утвержденный Законом Санкт-Петербурга от 22.12.2005 №728-99, специализированного подраздела «Освоение подземного пространства Санкт-Петербурга» (раздел 3.3).

Следует отметить, что научные градостроительные исследования 1970-х годов, использованные при обосновании Генеральной схемы планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда, достаточно точно спрогнозировали уровень автомобилизации города в первой четверти XXI века.

Предыдущим Генеральным планом Санкт-Петербурга 2005 года планировалось строительство подземных многофункциональных

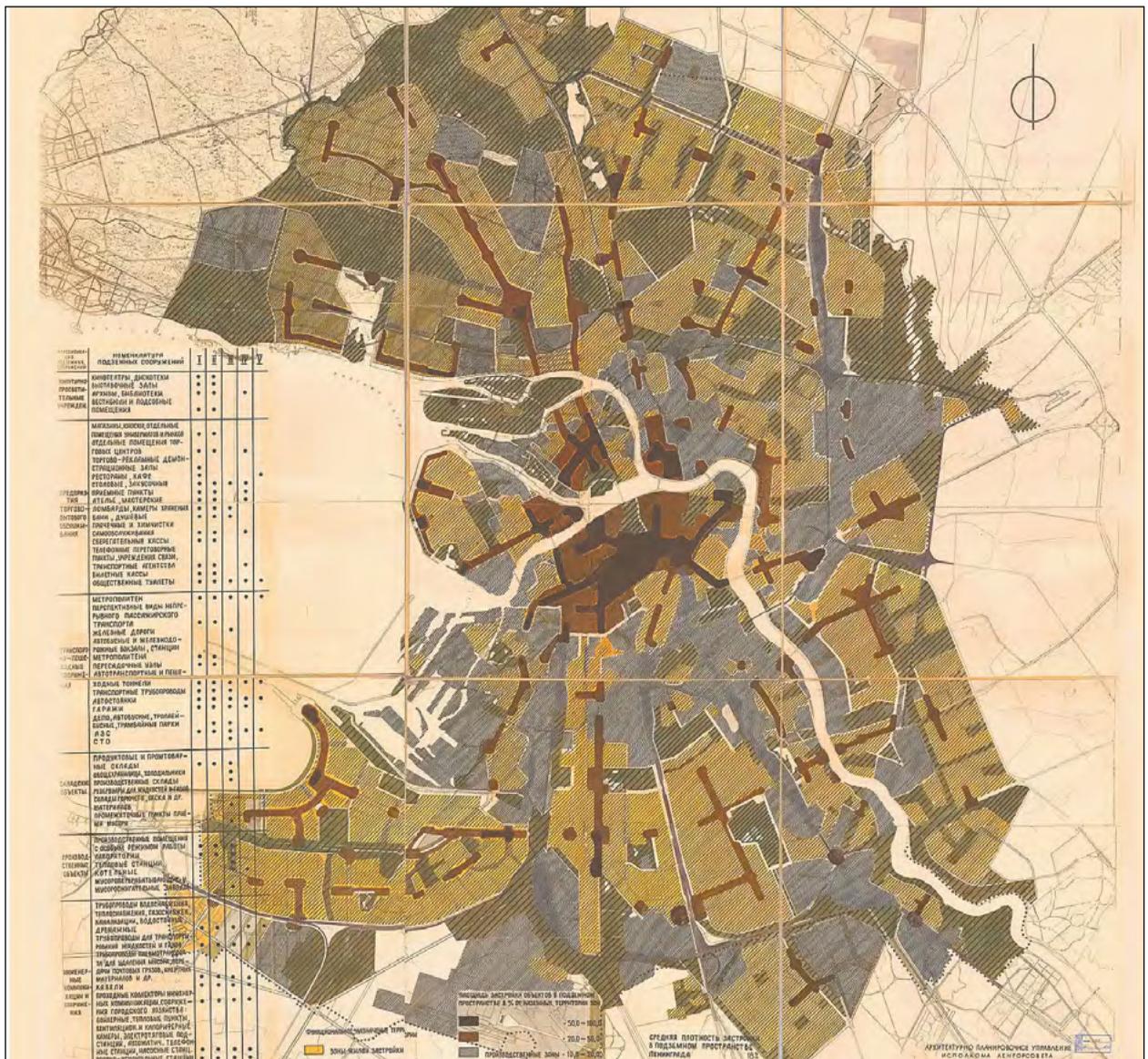


Рисунок 1. Материалы по обоснованию Генеральной схемы планировочной организации и использования подземного пространства Ленинграда (ЛенНИИпроект, 1977)

комплексов по следующим адресам (рис. 2):

1. на площади Труда;
2. на площади Восстания;
3. на Сенной площади;
4. на площади у Балтийского вокзала;
5. на площади у Финляндского вокзала;
6. на Манежной площади;
7. в районе Ладужского вокзала;
8. в районе станции метро «Черная речка»;
9. в зоне Апраксина двора;
10. на площади у учреждения культуры «Дворец культуры имени Ленсовета».

В действующем Генеральном плане Санкт-Петербурга большое внимание уделяется

вопросам освоения подземного пространства города в части развития метрополитена (рис. 3) и размещения инженерных сетей и сооружений (в т. ч. канализационных тоннельных коллекторов глубокого заложения).

Важно отметить, что в настоящее время в период развития глобального потепления задачи освоения подземного пространства пересекаются с задачами по адаптации к изменению климата. Региональным планом адаптации Санкт-Петербурга к изменению климата, утвержденным распоряжением Правительства Санкт-Петербурга от 21.12.2023 №25-рп, предусмотрена реализация мероприятия по адаптации функционально-

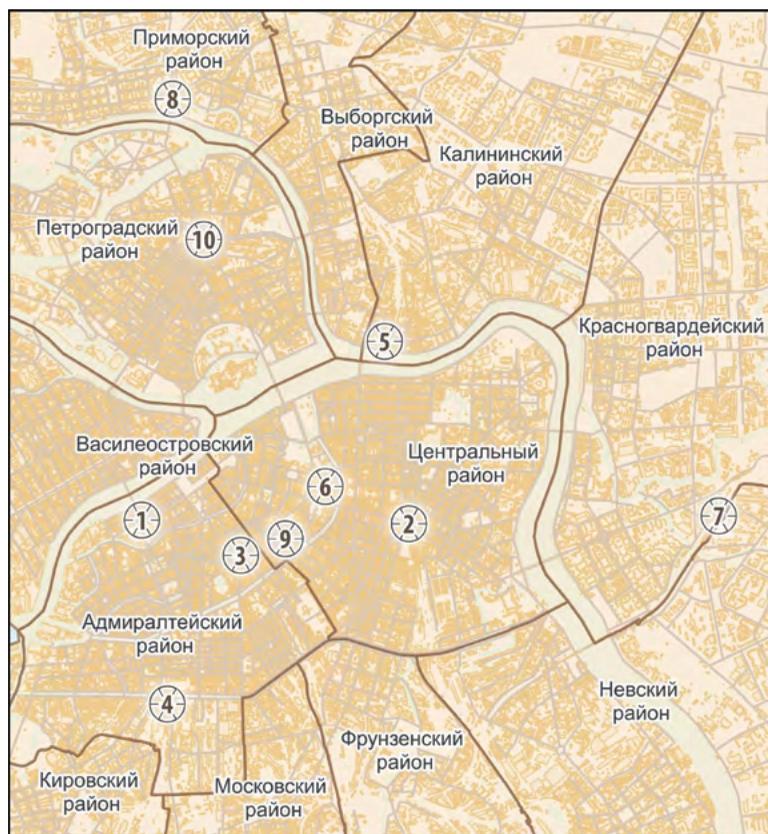


Рисунок 2. Планируемые к строительству подземные многофункциональные комплексы в соответствии с Генеральным планом Санкт-Петербурга 2005 года (номера на схеме соответствуют нумерации в тексте)

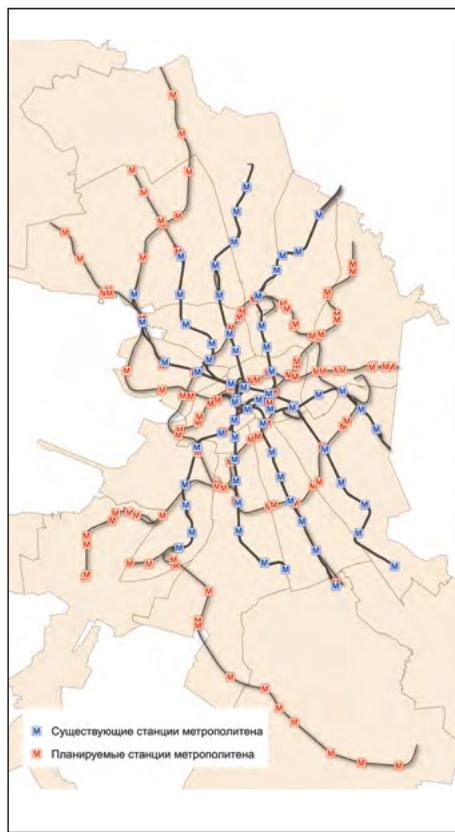


Рисунок 3. Существующие и планируемые к размещению станции метрополитена в Санкт-Петербурге согласно действующему Генеральному плану города

планировочной структуры Санкт-Петербурга к развитию на его территории «городского острова тепла» (повышению температуры приземного воздуха и городских территорий по сравнению с естественным ландшафтом).

Объекты и сооружения инженерно-транспортной инфраструктуры часто выполняются из материалов (асфальта, бетона) с низким альбедо. Эти территории практически непроницаемы для атмосферных осадков и характеризуются высокими коэффициентами поверхностного стока. Данные строительные особенности приводят к тому, что именно эти объекты являются одними из наиболее перегретых участков городских территорий. Размещение их ниже уровня земли будет способствовать общему оздоровлению городской среды (снижению химического и физического загрязнения воздушного бассейна), а также «охлаждению» урбанизированных территорий. Освоение подземного пространства создает возможности для увеличения площадей озелененных и обводненных территорий и

Объекты и сооружения инженерно-транспортной инфраструктуры часто выполняются из материалов (асфальта, бетона) с низким альбедо.

повышения уровня обеспеченности городского населения элементами водно-зеленого каркаса.

Источники

1. Руководство по комплексному освоению подземного пространства крупных городов. М., 2004.
2. Труды международной конференции «Подземный город: геотехника и архитектура». Россия, Санкт-Петербург: 8–10 сентября 1998 года. 

Концепция создания геопарка «Санкт-Петербург. Древняя Балтика»

Геопарк представляет собой протяженную, естественным образом ограниченную, эстетически значимую территорию, содержащую объекты геологического и историко-культурного наследия, позволяющие осуществлять геотуристические, экотуристические экскурсии и изучать геологические события или процессы, происходившие в данной местности, а также результаты значительной в историческом смысле человеческой деятельности.

В середине 90-х годов руководители ряда европейских заповедников разработали концепцию геопарка для поднятия имиджа геологической науки. В 2004 году в Париже было подписано Соглашение о создании Глобальной сети геопарков ЮНЕСКО (ГСГ). Основными целями создания ГСГ являются сохранение геологического наследия, популяризация геологической науки, продвижение научно-исследовательской работы в области геологии, устойчивое развитие местной экономики за счет геотуризма, привлечение к этой работе муниципальных образований и молодежи.

В настоящее время ГСГ объединяет уже более 120 геопарков в 33 странах. Особенно преуспел в этом Китай. Геопарк – это территория, созданная для организации геотуризма и экотуризма, демонстрации объектов геологического наследия (ОГН), в основном имеющих статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) геологической специализации. Геопарк не является особо охраняемой территорией и не требует усиления степени охраны, не налагает на землепользователей никаких обременений. Он может включать сельскохозяйственные и урбанизированные территории.

Сначала создается национальный геопарк в субъекте РФ, затем после достижения им нормативов подается заявка на его включение в Глобальную сеть геопарков (ГСГ). Геопарк «Древняя Балтика» создается для интенсификации внутреннего туризма, экотуризма, геотуризма и интуризма в Санкт-Петербурге и Ленинградской области, пропаганды геологической науки, просвещения в области наук о Земле и получения существенного экономического роста от доходов от туризма. Геологи смогут организовывать новые

музеи в природе, что принесет существенную выгоду и будет способствовать сохранению геонаследия.

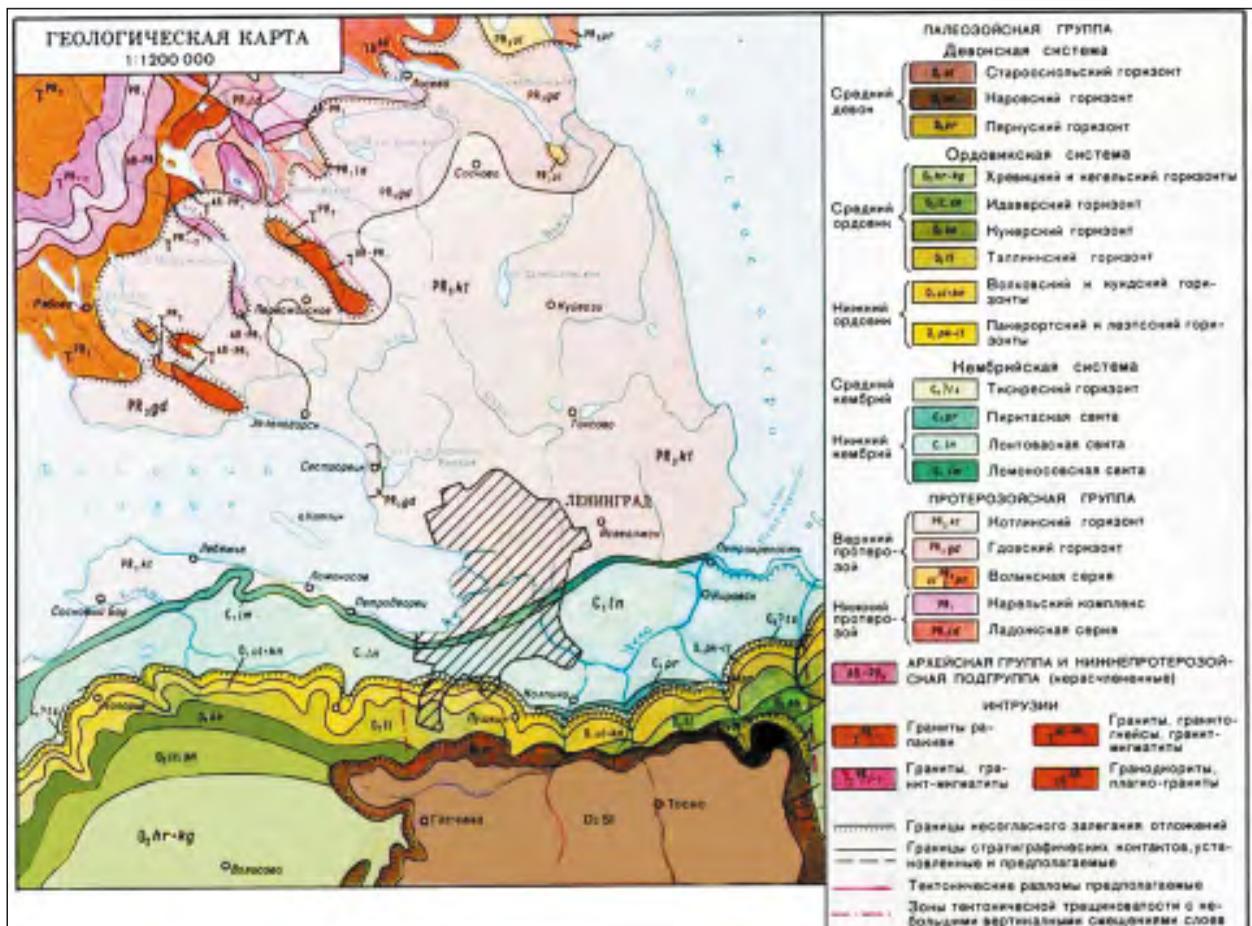
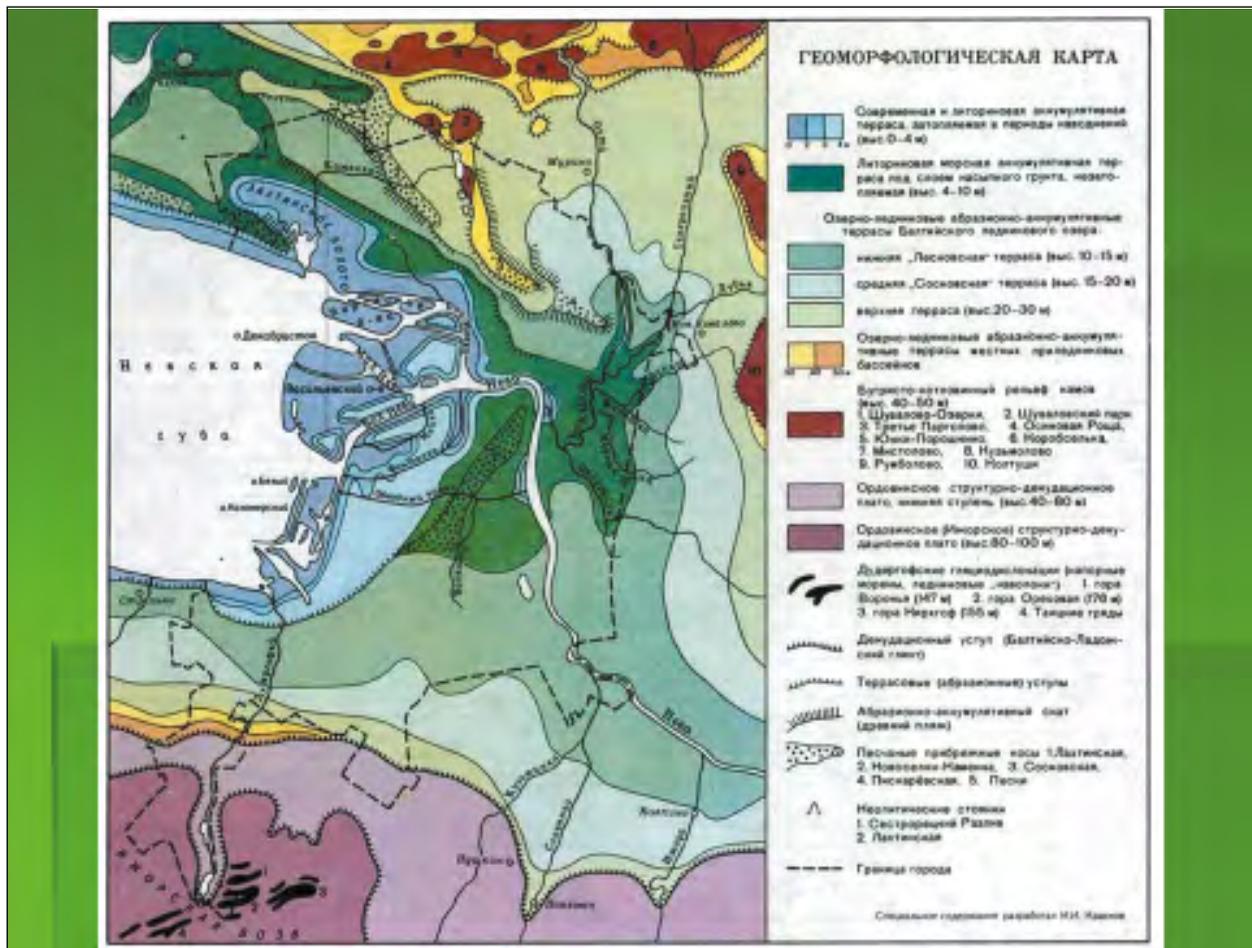
Основные требования, предъявляемые к геопаркам Глобальной сети

Геопарк Глобальной сети геопарков ЮНЕСКО должен соответствовать жестким требованиям:

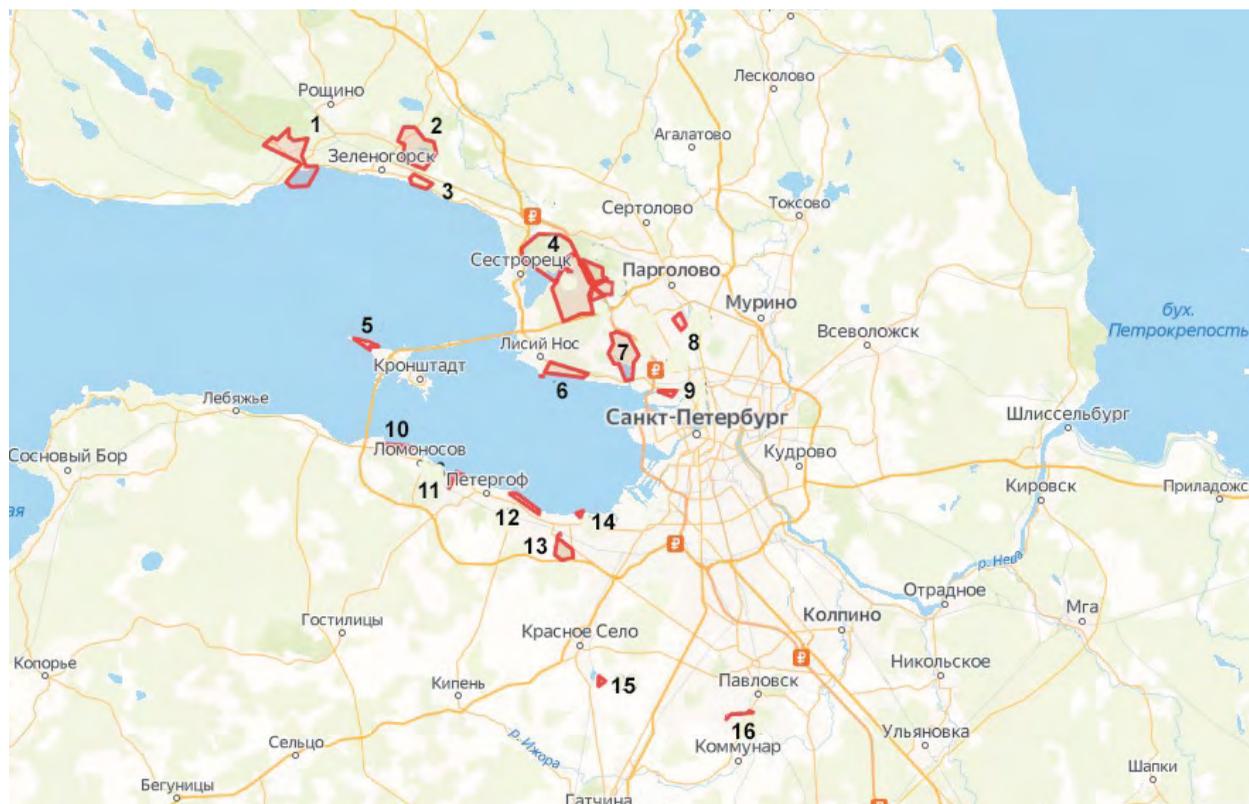
1. Иметь четкие границы и площадь, достаточную для успешного функционирования геопарка (100–1000 км² и более). Предлагаемый геопарк имеет площадь 1439 км².

2. Иметь значительное количество доступных для посетителей объектов геологического наследия (ОГН), представляющих определенные этапы истории Земли. На территории Петербурга находится 16 особо охраняемых природных территорий (ООПТ), многие из которых имеют комплексный характер и включают геологические объекты, а два (Поповка и Дудергофские высоты) имеют высокую геологическую значимость. Ряд объектов (например, «Большая дюна и камовый рельеф левого берега реки Сестры») имеют ярко выраженную геологическую специализацию, но находятся на стадии оформления статуса ООПТ.

3. На территории геопарка должны быть выражены результаты человеческой недропользовательской деятельности (например, древние горные выработки). Имеется ряд карьеров, старинные подземные гидротехнические сооружения (например, подземное русло Адмиралтейского канала). В приграничной зоне вблизи южной границы города находятся Саблинские старинные подземные горные выработки – «искусственные пещеры», близкие по характеру «пещеры» известны в



Геологические карты Санкт-Петербурга и прилежащего района



Карта ООПТ Санкт-Петербурга: 1 – заказник «Гладышевский», 2 – «Озеро Щучье», 3 – «Комаровский берег», 4 – «Сестрорецкое болото», парк «Рубеж», 5 – заказник «Западный Котлин», 6 – заказник «Северное побережье Невской губы», 7 – заказник Юнтоловский, 8 – заказник «Новоорловский», 9 – ООПТ «Елагин остров», 10 – заказник «Южное побережье Невской губы»-2, 11 – парк «Сергиевка», 12 – «Южное побережье Невской губы»-1, 13 – заказник «Шунгерский», 14 – ООПТ «Стрельнинский берег», 15 – ООПТ «Дудергофские высоты», 16 – ООПТ «Долина реки Поповки»

Старой Ладогe, у устья р. Сясь и др., всего около 20 выработок и несколько карьеров (один, наиболее интересный, – вблизи Старой Ладоги с обильной фауной девона (трилобиты эндоцерусы и т. д.).

4. Геопарк должен иметь всестороннюю геологическую изученность территории, отраженную в публикациях. Эта территория является одной из наиболее изученных в РФ, ее история и геологические объекты отражены в тысячах статей, картах, отчетах от времен зарождения геологии до современности. В процессе сбора ископаемой фауны в XIX веке в долинах Саблинки, Тосны, Поповки зарождалась отечественная палеонтология, территория покрыта детальной съемкой, имеет богатейшую историю исследования, начиная от М.В. Ломоносова и сэра Стронгвиста. Здесь находятся Всероссийский геологический институт им. А.П. Карпинского, Горный университет с богатейшими библиотеками и геологическими музеями. Есть комплексные, стратиграфические и геоморфологические памятники.

На данной территории находятся отложения кембрия, ордовика, девона и четвертичного периода, позволяющие проследить историю геологического развития северо-западной окраины Русской плиты, и в частности формирование глинта. Особенно информативна ООПТ «Долина реки Поповка», в которой присутствует стратотипический разрез кембрия, ордовика и девона, хорошо видны литологические особенности, фациальные переходы, контакты разновозрастных пород. При функционировании геопарка его экскурсионная деятельность не будет ограничиваться территорией Санкт-Петербурга, но может использовать ОГН всего Северо-Западного региона.

5. Геопарк должен иметь эстетическую значимость. На территории находятся весьма живописные ландшафты Карельского перешейка, каньонообразная долина реки Поповки (а на сопредельных территориях каньоны Тосны, Саблинки, Лавы, Копорки), прекрасные виды Ордовикского плато, побережья Финского залива,



Схема Балтийско-Ладожского глинта

Ладожского озера и р. Невы. В Санкт-Петербурге находятся знаменитые ландшафтные парки Петродворца, Пушкина, Павловска и т. д. На востоке территории имеются хорошие лесные массивы.

6. Значимость геопарка повышается присутствием природных, археологических, исторических и культурных достопримечательностей. История этих мест восходит к каменному веку (находки Иностранцева при прорытии Ладожского канала, богатый разрез от эпохи бронзы до современного времени, включая новгородские, шведские, варяжские поселения, славянские и варяжские курганы, финские (ингерманландские) поселения. Очень богата история петровского времени, Северной войны, создания Петербурга как столицы Российской империи.

Петербург является культурным центром мирового значения. Здесь находятся музеи глобального ранга (Эрмитаж, Русский музей, Этнографический музей, музеи-дворцы Петродворца, Пушкина, Гатчины и др.), являющиеся жемчужинами культуры и объектами массового туризма. В городе и пригородах присутствуют музеи, памятники, связанные с историей России, с ее борьбой за свободу и независимость в прошедшие века и в Великой Отечественной войне. Это храм Святого князя Александра Невского на месте битвы со шведами, крепость Копорье, форт Красная Горка, Невский пятачок и др.

7. В районе геопарка должна быть развитая инфраструктура. Окрестности Санкт-Петербурга являются густонаселенными, передовыми в экономическом отношении территориями с хорошо развитой логистикой, туристическим сервисом. Прекрасно развиты дорожная сеть, автобусное, железнодорожное сообщение, водный транспорт. Городское население проявляет

большой интерес к природе, к естественным наукам. Осуществляется большое количество школьных экскурсий, активно действует Клуб юных геологов, около 7 млн иностранных туристов ежегодно посещают Петербург и пригороды. Все это способствует успешной организации и развитию геопарка.

Примеры объектов геопарка

Главной геологической и геоморфологической структурой геопарка является Балтийско-Ладожский глинт. Это хорошо выраженный в рельефе уступ, иногда имеющий характер крутого обрыва. Глинт – очень крупная структура глобального ранга протяженностью около 800 км (название ему еще в 1891 году дал Владимир Владимирович Ламанский – русский геолог, географ). Глинт протягивается от восточного берега Ладожского озера через Эстонию, далее по дну Балтийского моря до шведского острова Эланд.

Происхождение глинта до сих пор вызывает дискуссии. Его строение достаточно сложно. На востоке он часто достаточно пологий, а обрывы с хорошими обнажениями древних горных пород возникают только на участках, где он рассекается долинами рек. Это Саблино, каньон реки Лавы, берега Волхова у Волховстроя и Старой Ладоги, реки Поповка, Копорка у старинной крепости. В результате попятной эрозии уступы водопадов и обрывов переместились за постледниковое время по рекам на многие километры к югу от первоначальной линии глинта. На западе, в Эстонии, глинт выражен более отчетливо. Там достаточно часто он является береговым обрывом Балтийского моря и подвергается абразионному воздействию прибойных волн.

В пределах российской территории он отступает на 15–25 км от берега моря в сторону



Обнажение палеозойских пород в долине р. Поповки

суши, образуя «предглинтовые заливы», отделяющие от современной береговой линии обширные приморские низменности (Селиванова и др., 1964). Интересно, что к глинту приурочены многие памятники истории и культуры. Обрывы глинта создали рельеф, очень благоприятный для строительства крепостей и оборонительных сооружений. Наиболее известные из них – Копорье и Старая Ладога. Очень удачно был использован уступ глинта для создания уникального дворцово-паркового комплекса Петергофа. Система питания его фонтанов использует перепад высот Ордовикского плато, Литоринового уступа и Невской низменности.

Формирование глинта, возможно, связано с прорывом Балтийского ледникового озера, которое существовало около 16 тыс. лет назад. Озеро возникло в связи с тем, что ледник перегородил проливы, соединяющие Балтику с океаном, его уровень был более чем на 20 м выше современного. Прорыв этого ледникового бассейна произошел около 8 тыс. лет назад. Колоссальный поток, двигавшийся от современной Ладоги к выходу в океан при эрозионном катастрофическом действии, образовал обрывы глинта.

Наиболее информативным объектом будущего геопарка является памятник природы «Долина реки Поповки» в Пушкинском районе. В береговых обрывах каньонообразной долины этой реки находятся 24 обнажения палеозойских пород. Ценность памятника заключается в хорошо представленном наиболее полном разрезе отложений палеозоя. Низы разреза сложены породами нижнего кембрия (синие глины лонтовской свиты), далее залегают отложения нижнего и среднего ордовика (песчаники и известняки), а выше – песчаники среднего девона. Палеозойские породы перекрыты четвертичными озерно-ледниковыми и маренными отложениями. Интересно также наличие дислокаций в верхних

Наиболее информативным объектом будущего геопарка является памятник природы «Долина реки Поповки» в Пушкинском районе.

слоях кембрийских глин, крупная антиклинальная складка и опрокинутое залегание слоев в ордовикских отложениях. В девонских мергелях описаны признаки интенсивного дробления. Происхождение этих дислокаций, видимо, связано с деятельностью ледника – они считаются гляциодислокациями.

Дудергофские высоты являются наиболее необычным геологическим памятником региона. Они находятся на юге Санкт-Петербурга в Красносельском районе и представляют собой возвышенности у бровки Балтийско-Ладожского глинта. Северная гряда – Воронья гора – имеет абсолютную высоту около 147 м. Южная, более обширная гряда называется Ореховой и достигает высоты 176 м над уровнем моря. Она является самой высокой точкой Санкт-Петербурга. Ее вершина, возвышается над окружающей местностью на 65 м.

Воронью и Ореховую горы разделяет глубокая ложбина шириной около 100 м. Первоначально это была единая гряда, позднее расчлененная приледниковыми потоками. Восточнее, в Ломоносовском районе Ленинградской области, находится гора Кирхгоф (170 м). Вершины гор являются охраняемой зоной. Склоны Дудергофских высот отличаются крутизной – до 35°, что делает их похожими на настоящие горы. Уплощенные вершины холмов напоминают волнистые плато с ледниковыми валунами. Горы сложены кембрийскими глинами, которые перекрываются породами ордовикского возраста и четвертичными моренными отложениями.



Дудергофские высоты



Дюна на правом берегу р. Сестры с «длинноногой сосной»



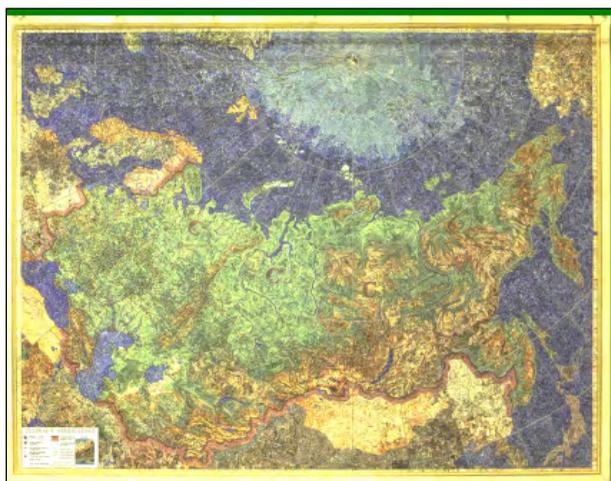
Скульптура – валун «Спящая голова»

Условия залегания, мощность и облик пород, слагающих Дудергофские высоты, очень необычны для окружающей территории. Залегание пластов палеозойских пород на северо-западе Русской плиты моноклиналиное и очень пологое, а на горах углы падения пластов крутые и достигают 70°. Азимуты залегания очень изменчивы, кроме того, амплитуда поднятия кровли лонтоваских глин кембрия и вышележащих пород доходит до 100 м. Мощность четвертичных отложений существенно превышает обычные (первые метры) и составляет 65–80 м. Все это отражает крупную дислокацию пород. Эти особенности строения Дудергофских высот лучше всего объясняются действием ледника. Гляциотектоническая гипотеза хорошо обоснована в 1932 году М.Я. Янишевским. Это не просто гляциодислокация, а результат давления ледника на уступ склона древней долины реки. В этом случае гляциальная гипотеза вполне удовлетворительно объясняет формирование Дудергофских гор.

Дюна на правом берегу р. Сестры еще не приобрела статус ООПТ, но очень интересна в

Условия залегания, мощность и облик пород, слагающих Дудергофские высоты, очень необычны для окружающей территории.

геологическом и историческом отношении. Там находится самая крупная активная (передвигающаяся) дюна на территории региона. На ее вершине растет уникальная «длинноногая» сосна, и можно наблюдать, как движущийся песок засыпает лес. Сейчас высота корней сосны превышает 2,5 м – это результат движения, перемещения песка под действием ветра. Холмистый камовый рельеф этого участка сформирован ледником при его таянии. Река Сестра длительное время была границей между Россией и Финляндией. Во время Великой Отечественной войны там шли ожесточенные бои. До сих пор в песке дюны лежат осколки снарядов и автоматные гильзы.



Карта из самоцветов и динозавр «Манжурозавр» из экспозиции музея им. Ф.Н. Чернышова



Природный парк Сергиевка интересен в геологическом отношении литориновым уступом высотой до 13 м, прорезанным глубокими оврагами с коренными выходами кембрийских глин. На нижней террасе находится береговой вал высотой до 1,5 м. Под ледниковыми маренными отложениями залегают на нижней террасе отложения венда (глины, алевролиты, песчаники), на верхней – кембрия («синие» глины, алевролиты, песчаники). Ледниковые валдайские отложения представлены мареной и озерными осадками. Интересен валун (2,5 м), из которого создана скульптура «Спящая голова».

В самом городе находится множество интереснейших объектов геопарка. В музее им. Ф.Н. Чернышова в Геологическом институте им. А.П. Карпинского представлено более 80 000 образцов горных пород, минералов, образцов древней флоры и фауны. В фондах около миллиона единиц хранения из 1300 месторождений на территории России и бывших республик СССР, уникальная карта СССР площадью почти 27 м² – памятник российского камнерезного искусства, выполненная из драгоценных и поделочных камней в технике флорентийской и русской мозаики.

Музей Горного университета состоит из 20 залов, площадь которых превышает 4000 м². Фонды музея насчитывают свыше 240 тыс. экспонатов, некоторые из которых являются уникальными и редкими. Музей разделен на три отдела: история горной техники, минералогия и геология. Посетители смогут увидеть коллекции минералов и метеоритов, собранные в XVIII–XIX веках. Там представлены редкие изделия ювелирной фирмы Фаберже, предметы из стали, меди и чугуна.

В самом городе находится множество интереснейших объектов геопарка.

Архитектура Санкт-Петербурга – дома, дворцы, храмы, монументы – является замечательным геологическим музеем под открытым небом. На фасадах и в интерьерах зданий в изобилии присутствуют многочисленные, часто редкие, горные породы и минералы. Наиболее интересны Мраморный дворец, Исаакиевский собор, храм Спас на Крови, Петропавловская крепость, «Медный всадник», «Атланты» Эрмитажа и многие, многие другие.

Первоначально мы предлагали создать геопарк на территории Санкт-Петербурга и Ленинградской области, но это не удалось осуществить из-за юридических сложностей и различий во взглядах представителей администраций. Возможно, реальной сформировать два геопарка, которые будут сотрудничать и осуществлять экскурсионную деятельность на сопредельной территории.

Предлагаемый проект геопарка «Санкт-Петербург. Древняя Балтика» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к геопаркам, и может быть осуществлен как национальный, а позднее утвержден в качестве международного, глобальной сети геопарков. 🌐

Памятники Охтинского мыса – свидетельства прошлого, которые необходимо сохранить для будущего

П.Е. Сорокин, руководитель Санкт-Петербургской археологической экспедиции, к.и.н., с.н.с. ИИМК РАН

Миф об основании Северной столицы на необжитом и непригодном для обитания пустынном месте, несмотря на исторические свидетельства о Ниеншанце и Ландскроне, русских и ижорских селениях в устье Невы, до сих пор сохраняется в общественном сознании. Во многом он подкреплялся отсутствием здесь видимых следов прошлого и находок древностей. Не только Петербург, но и все Приневье, за исключением Орешка, до недавнего времени оставались белым пятном на археологических картах северо-западной России. Регулярные археологические исследования на территории Петербурга и окрестностей и выявление памятников средневекового и нового времени происходят только в последние десятилетия¹.

Проведенные в 1992 году в устье Охты разведочные исследования открыли сохранившиеся участки культурного слоя XVII века, связанные с Ниеншанцем, и древнее кладбище. Хотя провести раскопки на большой площади в условиях плотной заводской застройки (на мысу, где располагался Петрозавод) тогда не удалось, полученной информации было достаточно для постановки культурного слоя Ниеншанца и окружавшего крепость города Ниена на охрану в числе первых археологических памятников Петербурга².

В 2000 году на Охтинском мысу был установлен информационный памятный знак «Крепость Ниеншанц» в виде бастиона с историческими пушками, найденными в Охте, а в 2003 году, в дни празднования 300-летия Петербурга, был открыт первый в городе историко-археологический музей «Ландскрона, Невское устье, Ниеншанц», рассказывавший о его предыстории.

Однако в 2006 году территория Охтинского мыса, где располагался Ниеншанц, была передана

Газпрому для строительства «Охта-центра» с 300-метровым небоскребом. Проведенные здесь в 2006–2010 годах раскопки открыли многослойный археологический памятник, изменивший в значительной мере представления о допетровской эпохе в Приневье³. Главным научным результатом проведенных исследований стала разработка культурно-хронологической шкалы Невского региона на протяжении семи тысячелетий – с эпохи неолита до основания Петербурга⁴.

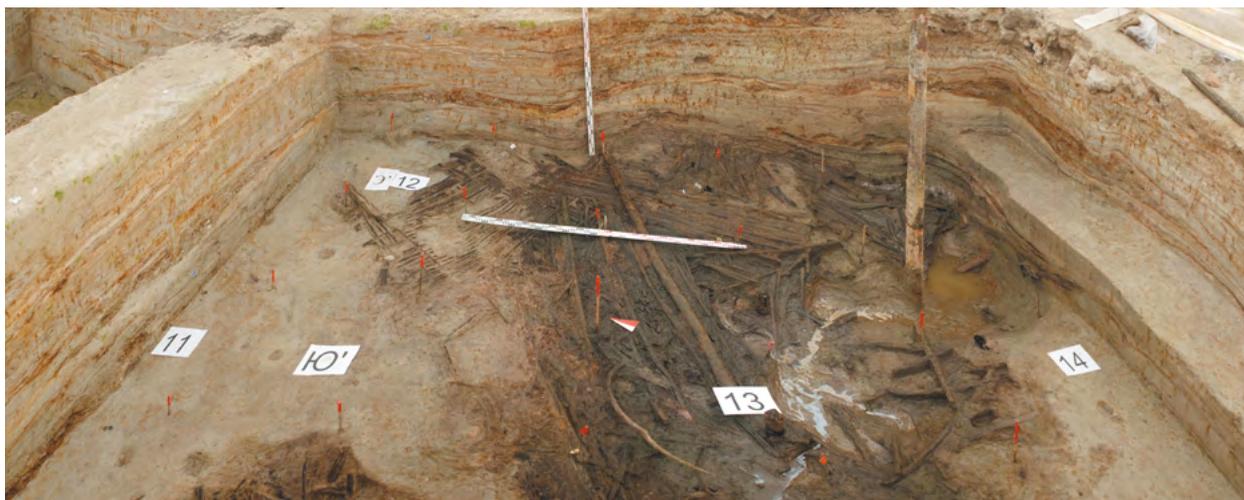
Древнейшие находки на мысу были связаны с первоначальным освоением Восточной Прибалтики древними людьми в эпоху неолита – раннего металла в V–II тыс. до н. э. Изученные здесь промысловые рыболовные и охотничьи стоянки располагались на побережье лагуны Литоринового моря, отделенной от него Лиговской косой. Среди остатков свайных конструкций найдены многочисленные фрагменты обработанной древесины, включая рыболовные ловушки в виде секций заградительных конструкций, связанных

¹ Сорокин П.Е. Археологические исследования и проблемы сохранения культурного слоя на территории Санкт-Петербурга // Археология Петербурга. – СПб., 1996. – Вып. 1. – С. 20–47; Археологическое наследие Санкт-Петербурга // Культурное наследие Российского государства. – СПб., 2000. – С. 138–148.; Ландскрона, Невское устье, Ниеншанц. СПб. 2001.

² Памятники истории и культуры Санкт-Петербурга. СПб. 2005, с. 239.

³ Сорокин П.Е. Нужен ли Петербургу Археологический музей? / Культурные инициативы Петра Великого. Материалы II Международного конгресса Петровских городов. СПб., 2011, с. 136–144.

⁴ Сорокин П.Е. Культурно-историческая стратиграфия Охтинского мыса / Археологическое наследие Санкт-Петербурга. Вып. 4. СПб. 2014, с. 25–55.



Находки эпохи неолита – раннего металла

растительными веревками из колов и реек высотой до 4 м.

Были обнаружены остатки рыболовных снастей с каменными грузилами и поплавками из коры, детали удочек, многочисленные фрагменты орнаментированных керамических сосудов, разнообразный каменный инвентарь: наконечники, тесла, ножи, другие орудия, а также янтарные украшения. В неолитический период, в условиях более мягкого климата, здесь произрастали хвойные леса с преобладанием ели и некоторой примесью широколиственных пород: липы, вяза, дуба, граба, клена, а также лещины⁵.

Каменное сырье, типы каменных орудий, рыболовных ловушек, а также янтарные украшения свидетельствуют о связях обитателей охтинских стоянок с древним населением Северо-Запада Восточной Европы и Восточной Прибалтики. Сходные по типу промысловые поселения первобытной эпохи на берегах морских лагун, у устьев рек, впадавших в Литориновое море, изучены, кроме Охтинского мыса, в районе Сестрорецкого разлива, в Лужско-Нарвском междуречье.

Известны подобные скопления стоянок у побережья и в соседних странах Балтики: Литве (Швянтойте), Латвии (Сарнате), Финляндии (на р. Ййоки). Прибрежный лов с использованием заградительных ловушек известен также в Юго-Западной Балтике (Германия, Дания). Промысловые зоны древних людей, располагавшиеся у лагун и устьев рек, на морском

побережье, характеризуют некую культурно-хозяйственную общность в освоении морских ресурсов Балтики.

Отложения культурных слоев эпохи раннего металла, относящиеся по данным радиоуглеродного анализа к середине – концу II тыс. до н. э., оказались интенсивно перемыты, что совпадает по времени с прорывом реки Невы из Ладоги в Балтику. Они отделяются от вышележащих слоев мощными (до 1 м) песчаными напластованиями.

Поселение раннего железного века с каменными очагами, ямами и находками штрихованной керамики, относящиеся к раннему железному веку, обнаружено на возвышенной центральной части Охтинского мыса с отметками 3,2–2,8 м Б.С. на берегу водной протоки. Оно датируется по радиоуглеродным анализам временем около рубежа эр, когда происходит стабилизация гидрологического режима, мыс полностью освободился от воды после прорыва Невы, и здесь началось формирование почвенного горизонта.

Это опровергает появившуюся после исследований А.А. Иностранцева в Южном Приладожье в 1880-х годах теорию о длительном существовании (вплоть до исторических времен) на месте Невы пролива между Ладогой и Финским заливом. В раннее средневековье Нева становится важным участком международных торговых путей, о чем свидетельствуют обнаруженные у ее устья клады арабских и западноевропейских монет.

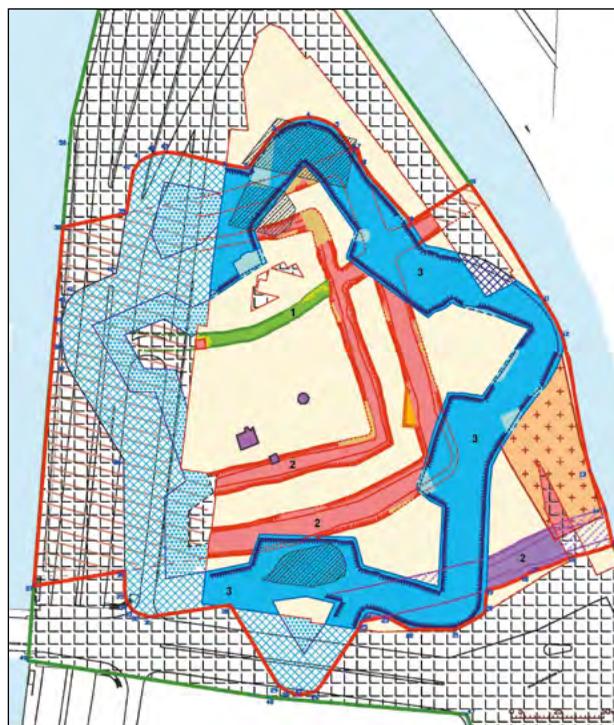
⁵ Гусенцова Т.М., Сорокин П.Е., Кулькова М.А. К результатам комплексных исследований памятника Охта 1 в центре Санкт-Петербурга (2008–2009). Неолит – ранний металл. КСИА РАН №227, 2012, с. 259–270.



Неолитические слои, перекрытые песчаными отложениями



Раскопки оборонительного рва крепости Ландскрона



Археологические памятники Охтинского мыса (Сорокин, 2014)

Находясь на стратегическом месте у входа в Неву (в 12 км от ее устья), Охтинский мыс становится удобным местом для устройства оборонительных сооружений. Обнаруженные здесь остатки крепостей являются недвижимыми весьма ценными археологическими объектами. Древнейшее укрепление мыса – земляное городище, сооруженное здесь около XIII века, занимало его северную оконечность, отделенную с юга естественной ложбиной, рвом и валом. Располагаясь на главном водном пути из Северной Европы на Русь, укрепление, где не было постоянных жителей, вероятно, служило сторожевым пунктом, охранявшим рубежи Новгородской земли. К настоящему времени это единственный известный на побережье Невы памятник того времени. Зоны ижорского расселения зафиксированы за пределами долины реки, что связано с постоянной военной опасностью, исходившей с Балтики.

Основание шведской крепости Ландскроны на этом же месте связано с эпохой крестовых походов на Балтике, когда немецкие рыцарские ордена и Датское королевство завоевывают Восточную Прибалтику, а Швеция – Финляндию. В 1293 году, во время Третьего крестового похода, правитель Швеции Тергильс Кнутссон основывает Выборг в Карелии, а в 1300 году в Ижорской земле – Ландскрону. Летопись сообщала,

что в ее строительстве участвовали мастера из Рима, посланные папой Римским, и крепость была утверждена «твердостью несказанной». С ее помощью шведы планировали подчинить Ижорскую землю и отрезать Русь от Балтики, взяв под свой контроль восточную торговлю с Европой.

Но следующей весной, в 1301 году, великий князь Владимирский Андрей Городецкий взял Ландскрону штурмом и разрушил ее. Как показали раскопки, это была большая и мощная крепость. В центре площадки возвышался искусственный холм, по периметру которого были воздвигнуты укрепления с восемью башнями. По своим размерам и устройству Ландскрона выделялась на фоне других крепостей крестоносцев того времени в Финляндии и в Восточной Прибалтике. Она занимала площадь около 5 га, была окружена тремя оборонительными линиями и, видимо, планировалась завоевателями, как важный военный и торговый центр на Востоке Балтики.

Несмотря на то, что крепость была разрушена сразу после штурма, на мысу сохранились насыпная площадка, окруженная тремя оборонительными рвами, показывающими планиграфию укреплений крепости Ландскрона. Сохранилось также основание башни с колодезем, которое упоминается в шведской хронике Эрика как последний оплот осажденных. События, связанные с Ландскроной, не менее важная



Карлов бастион крепости Ниеншанц

Проекты Археологического музея:
1. С.В. Гайковича; 2. Ю.В. Митюрева

часть нашей истории, чем Невская битва, но в отличие от устья Ижоры, где имеются лишь отдельные элементы исторического ландшафта, здесь сохраняется основание уникального фортификационного сооружения.

Колонизация Приневья русским населением в XIV–XVI веках подтверждается на мысу керамическими и монетными находками, связанными с сельцом на Усть-Охте и русским торговым поселением Невское устье. Крепость Ниеншанц (русское название Канцы), основанная шведами в 1611 году на его месте и напоминавшая полевые укрепления, в 1656 году была разрушена русскими войсками. Вскоре после этого она была вновь отстроена по новому проекту (пять бастионов в форме звезды), который восходит к проектам итальянских крепостей XVI века. Она строилась по старой голландской системе и уникальна по своему устройству для Восточной Балтики. Строительство ее значительно изменило конфигурацию и ландшафт мыса, и в настоящее время ее укрепления сохраняются в высоту до 4 м.

Ниеншанц, занимавший удобное географическое положение, контролировал выход из Невы в залив, а также переправу на магистральной дороге из Ингерманландии в Карелию. Крепость стала ядром города Ниена с населением 2 тыс. человек, основанного королем Густавом II Адольфом для ведения торговли с Россией.

В начале Северной войны (1703) Ниеншанц после недельной осады был взят войсками Петра Великого, что ознаменовало возвращение Россией выхода в Балтику. Переименованный в Шлотбург он стал резиденцией царя и лагерем русских войск до завершения строительства Петербургской крепости. В 1717 году по распоряжению царя внутри старой крепости разместили питомник культурных растений, получивший название Канецкий огород, где выращивали деревья и кустарники для городских садов, а также овощи, фрукты и ягоды.

Призыв к сохранению Ниеншанца, как главного «антиквитета» Петербурга – памятника победам Петра Великого, содержится в знаменитом «Описании Санкт-Петербурга» 1751 года А.И. Богданова – библиотекаря Императорской Академии наук⁶. Составленный в те же годы под руководством академии план города подтверждал хорошую сохранность этой крепости, по-прежнему возвышавшейся на мысу. Описание штурма Ниеншанца вошло во все издания о петровских победах в Северной войне того времени, включая знаменитую «Книгу Марсову или воинских дел» с гравированной картой штурма крепости.

Крепостные сооружения Ниеншанца, судя по планам Петербурга, сохранялись на мысу до начала XIX века, и их разрушение связано со строительством здесь в XIX веке Охтинской верфи.

⁷Богданов А.И. *Описание Петербурга*. СПб. 1997, с. 238-240.

При этом оборонительный ров с южной стороны крепости продолжали использовать, оборудовав в нем ковш – гавань для малых судов, связанную с Невой.

В 2011 году городская общественность добилась решения властей о переносе строительства бизнес-центра с Охтинского мыса в Лахту, и появилась реальная возможность сберечь для будущего сохранившиеся в подземном пространстве основания исторических крепостей в составе ландшафтного археологического музея. Предложения по его созданию городским властям были сформулированы еще в процессе раскопок, а изученные сооружения по возможности консервировались обратной засыпкой. Необходимость защитить территорию с уникальными памятниками от застройки и создать на их основе археологический музей Петербурга, сохранив для будущего реальные свидетельства российской и европейской истории, поддержали научное и культурное сообщество и жители города⁷.

За прошедшие после раскопок полтора десятилетия памятники Охтинского мыса уже стали частью городской культуры – им посвящены десятки научных и популярных публикаций, выставок, в т. ч. в Эрмитаже, союзах художников и архитекторов Петербурга. Петербургские архитекторы предложили целую серию (около двадцати) проектов археологического парка-музея на мысу с показом исторических крепостей. Часть их была подготовлена выпускниками СПб ГАСУ и Академии художеств под руководством известных архитекторов О.С. Романова, В.В. Попова, С.В. Семенцова, Р.М. Даянова, активно поддерживавших создание Археопарка.

Проекты археологического музея, разработанные в мастерских С.В. Гайковича и Ю.К. Митюрева, были представлены на городских биеннале. Все разработки предусматривают сохранение исторических крепостей, с возможным воссозданием части укреплений или обозначением их на поверхности. Предпочтительным оставался ландшафтный вариант с показом сохранившихся укреплений под открытым небом после их консервации и реставрации. Устройство на Охтинском

мысу археологического парка позволило бы существенно обогатить историческое наследие нашего города, добавив к нему несколько тысячелетий древней истории.

Учитывая масштабы и плотность размещения выявленных здесь объектов, любое строительство приведет к их уничтожению, т. к. в угоду стратегическому инвестору они так и не были в полной мере поставлены на охрану. Охтинский мыс с 1300-го до 1705 года не менее семи раз становился местом военных столкновений и может рассматриваться, как главное поле сражений в борьбе за выход Российского государства в Балтику. Начавшееся на мысу, несмотря на протесты научного сообщества и общественности, строительство нового бизнес-центра Газпромнефти приведет к исчезновению чудом сохранившихся археологических свидетельств – зримых следов этой многовековой борьбы.

Охтинский мыс – небольшой участок (около 6 га) городской территории, но на нем сосредоточены почти все памятники предыстории Петербурга, неразрывно связанные с российской и европейской историей. Наличие такой археологической составляющей, как масштабные части трех крепостей, являющиеся главной ценностью данной территории, и дополняющие их коллекции археологических предметов от неолита до нового времени, мог бы позавидовать любой археологический музей в мире. Для Петербурга они – бесценные свидетельства древней истории этих земель и времен его основания. Здесь больше нет ничего подобного столь древним памятникам. Если сейчас нет возможности разумно распорядиться ими, необходимо сохранить их от уничтожения, оставив решение вопроса для будущего. 

⁷ Живой музей на Охтинском мысу – <https://bashne.net/?p=6608>; Вишневецкий Б.Л. Служба госстройнадзора выдала разрешение на строительство на Охтинском мысу – <https://bashne.net/?p=6604>; Активисты проводят онлайн-флешмоб в защиту Охтинского мыса. – <https://protect812.com/2020/12/01/fleshmob-ohinskiy-mys/>; <https://protect812.com/2020/12/03/ohinskiy-mys-10-let/>; Музей вместо офисов: Охтинский мыс в Петербурге опять стал точкой конфликта - <https://dzen.ru/a/Y8fkf3hf1047Ks-f>

Опыт Петербурга по управлению водными ресурсами представили на Всероссийском водном конгрессе

В Москве 18–20 июня состоялся VIII Всероссийский водный конгресс – главный водный форум страны, который проходит под патронатом Совета Федерации Федерального Собрания России и по поручению Правительства России. Цель конгресса – объединение министерств, ведомств и отраслей водопользования на одной площадке для формирования консолидированных решений по комплексному использованию водных ресурсов, устойчивому развитию водохозяйственного комплекса, сохранению и оздоровлению водного фонда страны, что является одной из основных задач национального проекта «Экология».

Одним из ключевых мероприятий конгресса стала региональная сессия, посвященная региональной повестке, в которой приняли участие руководители исполнительных органов государственной власти субъектов Российской Федерации. Модератором сессии выступил заместитель председателя Комитета по природопользованию Михаил Страхов. Участники обсудили проблемные вопросы управления водохозяйственным комплексом, направления совершенствования водного законодательства, механизмы и перспективы корректировки разграничения полномочий между федеральными и региональными органами государственной власти в области водных отношений, а также сформулировали предложения в адрес федерального центра.

Поднятые на сессии вопросы получили развитие в рамках панельной дискуссии Всероссийского водного конгресса, на которой обсуждались подходы к повышению эффективности использования водного потенциала регионов.

«В Санкт-Петербурге вопросам охраны водных объектов уделяется самое пристальное внимание, объемы водохозяйственных мероприятий наращиваются в постоянном режиме. Задачи носят все более стратегический характер. Губернатор Санкт-Петербурга Александр Беглов в 2023 году утвердил Региональный план

адаптации к изменениям климата, определивший на долгосрочной основе перечень приоритетных адаптационных мероприятий, – отметил Михаил Страхов. – На основе этого документа нам нужно выходить, в том числе, на системные подходы к берегозащите, взаимодействию с другими регионами и федеральным центром, увязываясь, в первую очередь, с объединенным федеральным проектом по оздоровлению водных объектов Российской Федерации, который стартует с 2025 года».

Михаил Страхов подчеркнул, что новый федеральный проект должен носить максимально системный характер, учитывать все ключевые мероприятия, оказывающие влияние на экологическое состояние водных объектов, такие, как управление диффузионным стоком, модернизация природоохранной техники и оборудования, берегозащита и др.

«Для эффективной работы необходимо совершенствование водного законодательства, в том числе в части процедуры аукционов, отведения сточных вод с тех территорий, где отсутствуют водные объекты либо сети коммунальной канализации. Нужно выработать единый подход, в том числе вернуться к обсуждению вопроса отведения поверхностных сточных вод на рельеф. Платежи за водопользование, в отличие от других экологических платежей, не «окрашены». Этот недостаток необходимо устранить. Следует

учитывать объем средств, которые регион собирает в качестве платы за водопользование, и увязывать его с теми деньгами, которые ему потом возвращают на выполнение водохозяйственных мероприятий», – сказал Михаил Страхов.

Заместитель председателя Комитета по природопользованию обратил внимание, что, несмотря на специфику регионов, обозначенные вопросы носят системный характер. В связи с этим, единая позиция субъектов Российской

Федерации, выработанная и обсужденная на площадке Водного конгресса, является основой взаимодействия и залогом дальнейшего повышения эффективности управления водохозяйственным комплексом.

Предложения Петербурга по совершенствованию водного законодательства будут включены в итоговую резолюцию Водного конгресса.

Вице-губернатор Алексей Корабельников дал старт экологическому дню выставки «Мой Петербург»

30 июля вице-губернатор Алексей Корабельников открыл программу экологического дня мультимедийной выставки «Мой Петербург» на площадке исторического парка «Россия – моя история». Экологический день «Петербург – это любовь к природе» проходил в рамках недели Невского района.

У Санкт-Петербурга наработан большой опыт в природоохранной деятельности. Город активно развивает природоохранные и экологические программы. «Развиваем систему по обращению с твердыми коммунальными отходами. Вместе с Ленинградской областью разработали единую концепцию обращения с отходами. Проектируем и строим пять новых заводов по переработке мусора. К 2030 году по поручению президента выйдем на стопроцентную обработку твердых коммунальных отходов. Активно внедряем практику раздельного накопления отходов. На особом контроле – противодействие организации несанкционированных свалок. Количество выявленных несанкционированных свалок отходов в 2023 году уменьшилось в пять раз по сравнению с 2018 годом», – сказал Алексей Корабельников.

Гостей выставки также приветствовали председатель Комитета по природопользованию Александр Герман, природоохранный прокурор Санкт-Петербурга Рустам Рагимов, член постоянной Комиссии по экологии и природопользованию Законодательного Собрания Санкт-Петербурга Андрей Рябокони.

Председатель Комитета по природопользованию Александр Герман подчеркнул, что охрана окружающей среды – это солидарная ответственность органов власти, общественных организаций, бизнеса и горожан.

«От каждого из нас зависит, в какой среде мы будем жить. Очень показательны, что по многим направлениям мы вместе с петербуржцами добились не просто хороших результатов, а лучших по стране. Без отклика и участия горожан успех такой системы и ее развитие были бы невозможны. Благодаря поддержке Губернатора Александра Беглова в каждом районе сейчас размещены экокункты, куда горожане могут сдать батарейки, оргтехнику, ртутные термометры и другие опасные отходы. Во всех районах курсирует экомобиль. Для приема компактных ламп и батареек работают 530 экотерминалов», – сказал Александр Герман. Он добавил, все мероприятия экологического дня напоминают о важности охраны окружающей среды, об ответственном отношении к природным ресурсам.

Экологический день на выставке «Мой Петербург» проходил с 14.00 до 20.00. Программу составили так, чтобы было интересно и детям, и взрослым. Для горожан подготовили мастер-классы, лекции, игры и викторины. В зоне экопросветительских мастер-классов гостям выставки предлагали изготовить значки и брелоки из переработанного пластика. Во время мастер-класса от АО «Невский экологический оператор» участники смогли научиться

изготавливать «птенцов» из остатков пряжи и стильных экоавосек. На площадке Исторического парка представили передвижную лабораторию экологического мониторинга, которая определила здесь качество воздуха у Исторического парка. Около здания дежурил экомобиль, куда жители могли сдать опасные отходы.

Перед входом в Исторический парк посетителей встречала фотовыставка «Погружение в природу», рассказывающая о заповедных уголках, уникальной флоре и фауне города. Для гостей выставки подготовили познавательные лекции. Сотрудники птичьего госпиталя «Зеленый попугай» рассказали о том, как можно и нужно помогать диким птицам, оказавшимся в сложной ситуации.

Желающие приняли участие в интеллектуальном соревновании – эколого-просветительской игре «Экологика» от Комитета по природопользованию. Экологический волонтерский центр подготовил для посетителей

Перед входом в Исторический парк посетителей встречала фотовыставка «Погружение в природу», рассказывающая о заповедных уголках, уникальной флоре и фауне города.

увлекательный экоквиз «Игрушечное возрождение: новый облик старых вещей».

В течение экологического дня на площадке Исторического парка демонстрировались видеоролики об охране заповедных территорий Петербурга, созданных в городе экологических маршрутах, а также мероприятия по защите окружающей среды. Завершился экологический день яркой концертной программой, подготовленной Администрацией Невского района.

В Нижнем Новгороде 14 и 15 октября 2024 года пройдет Всероссийский детский экологический форум «Великие реки России глазами детей»

Цель форума – привлечение к исследовательской и проектной деятельности обучающихся образовательных организаций Российской Федерации, занимающихся природоохранной деятельностью и экологией, изучением экологических проблем.

К участию приглашаются обучающиеся образовательных организаций субъектов Российской Федерации, выполнившие исследовательские или проектные работы в сфере охраны и восстановления водных ресурсов, в двух возрастных группах:

- 10–13 лет (включительно);
- 14–18 лет (включительно).

Работы принимаются в следующих номинациях:

- Сохранение и восстановление биоразнообразия водных объектов;
- Исследование качества воды;
- Охрана и восстановление водных экосистем;



- Вода и здоровье человека;
- Водные технологии будущего.

Заявку можно подать по ссылке: <https://forms.yandex.ru/u/65f952d273cee70a0fa2d951/>

Финальный этап проходит в очном формате в Нижнем Новгороде на площадке, предоставляемой партнером форума.



Петербург продолжает борьбу с сине-зелеными водорослями

Комитет по природопользованию продолжает тестировать эффективность методов борьбы с распространением сине-зеленых водорослей, чтобы оценить перспективы их дальнейшего применения на водных объектах Санкт-Петербурга. Так, в Пейзажный пруд Московского парка Победы высадили воздушно-водные растения для изучения их влияния на развитие сине-зеленых водорослей. Пруд украсили ирисы, рогоз, кувшинки, которые активно потребляют фосфор и азот, создавая дефицит питания для сине-зеленых водорослей.

«Цветение сине-зеленых водорослей наносит ущерб флоре и фауне водоемов, а также вызывает справедливую тревогу за состояние водной среды у горожан. Универсальной методики борьбы с вредоносными растениями в настоящее время не существует, но Комитет по природопользованию совместно с Российским государственным гидрометеорологическим университетом занимается исследованием проблемы и предлагают экспериментальные

Пруд украсили ирисы, рогоз, кувшинки, которые активно потребляют фосфор и азот, создавая дефицит питания для сине-зеленых водорослей.

способы противодействия распространению сине-зеленых водорослей, сказал председатель Комитета по природопользованию Александр Герман, – Один из них мы проводим в Московском парке Победы. Его цель – сократить кормовую базу для сине-зеленых водорослей, очистить воду от избыточного содержания азотно-фосфорных соединений, которыми питаются водоросли».

Александр Герман сообщил, что в 2023 году при Комитете по природопользованию действует Научно-технический совет. В число рассматриваемых вопросов входит поиск системных решений по борьбе с сине-зелеными водорослями. Всего для регулирования



их популяции предложены внесение фотосинтезирующего растения (хлореллы), создающего конкуренцию сине-зеленым водорослям; применение средств-альгицидов, воздействующих на развитие сине-зеленых водорослей, а также высадка воздушно-водной и воздушно-погружной растительности, лишаящей сине-зеленые водоросли кормовой базы.

В настоящее время исследования проводятся

на шести водных объектах города, наиболее подверженных массовому развитию сине-зеленых водорослей. На четырех прудах идет испытание перечисленных методов, два являются контрольными для сравнения показателей. Об эффективности методик можно будет судить по результатам цикла наблюдений и анализа полученных данных.

Вопросы климата и экологии обсудили на Международной конференции в СПбГЭУ

Заместитель председателя Комитета по природопользованию Иван Серебрицкий выступил в качестве модератора круглого стола «Климат и экология. Вызовы и риски климатической повестки РФ», который состоялся в СПбГЭУ в рамках Международной конференции «Устойчивое развитие: перед лицом глобальных вызовов».

В 2023 году Губернатором Санкт-Петербурга Александром Бегловым утвержден Региональный план адаптации Санкт-Петербурга к изменениям климата. 25 оперативных и долгосрочных мер призваны снизить климатические риски с учетом специфики Петербурга: численности населения, большого количества промышленных объектов.

Петербургские специалисты рассказали о

мероприятиях регионального плана по адаптации инфраструктуры Санкт-Петербурга к изменениям климата, а также о состоянии водно-зеленого каркаса города. Участники конференции также затронули темы мониторинга климатически активных газов в городах, качества здоровья населения в меняющемся климате, обсудили климатические проекты в сельском хозяйстве и роль университетов и бизнес-школ в просвещении и образовании в области климатической повестки и низкоуглеродного развития.

«Очень важно, что в обсуждении конкретных шагов по обеспечению качества жизни людей в условиях меняющегося климата участвуют не только ученые, но и представители предпринимательского сообщества. Роль бизнеса в климатической повестке неуклонно возрастает, и разработка отраслевых планов климатической адаптации становится необходимым условием деятельности», – отметил заместитель председателя Комитета по природопользованию Иван Серебрицкий.

Он подчеркнул, что взаимодействие Комитета по природопользованию с другими органами исполнительной власти, а также предприятиями и организациями, в частности транспортного и энергетического блоков, позволяет формировать комплексный подход Правительства Санкт-Петербурга к проблемам изменения климата и реализовывать утвержденный Губернатором План адаптации.

В конференции приняли участие представители Института народнохозяйственного прогнозирования РАН, ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля, СПб ГКУ «НИПЦ Генплана Санкт-Петербурга», главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова, МАНЭБ, депутатского корпуса Санкт-Петербурга, руководители высших учебных заведений, крупнейших организаций транспортной отрасли.

Свыше трех тысяч петербуржцев стали участниками фестиваля «День эколога-2024»

Экологический праздник «День эколога-2024» состоялся 9 июня на Елагином острове – одной из 17 особо охраняемых природных территорий Санкт-Петербурга. Организатором фестиваля, приуроченного к Дню эколога, который отмечается во Всемирный день окружающей среды 5 июня, традиционно выступил Комитет по природопользованию.

Торжественная церемония открытия фестиваля состоялась на летней площадке Теле2 Арт спейс. Председатель Комитета по природопользованию Александр Герман зачитал приветствие Губернатора Санкт-Петербурга Александра Беглова к участникам фестиваля. «В этом году, объявленном Президентом России Владимиром Путиным Годом семьи, мы посвятили наш городской экологический праздник семейным традициям. Именно в семье закладываются главные жизненные и нравственные ценности, воспитывается любовь к природе родного города и страны», – говорится в приветствии губернатора.



Участников фестиваля со сцены также поздравили природоохранный прокурор Санкт-Петербурга Рустам Рагимов, директор ЦПКиО Павел Селезнев и заместитель директора макрорегиона Теле2 Вадим Скрипник.

В честь Дня эколога и Всемирного дня окружающей среды Александр Герман вручил специалистам благодарности и почетные



грамоты Губернатора Санкт-Петербурга. Труд специалистов в области охраны окружающей среды также отмечен благодарностями Председателя Законодательного Собрания Санкт-Петербурга и наградами Комитета по природопользованию. Благодарности Комитета по природопользованию вручили руководителям предприятий, которые являются давними и надежными партнерами комитета в реализации вопросов экологической повестки.

Также были награждены лидеры федеральной экологической программы «Школа утилизации: электроника» Фонда рационального природопользования в Санкт-Петербурге. Александр Герман и директор по развитию региональных проектов программы «Школа утилизации: электроника» Фонда рационального природопользования Павел Аленцин вручили представителям школ, колледжей, медицинских учреждений и исполнительных органов государственной власти грамоты за вклад в экологическое просвещение и рациональное природопользование.

Программа фестиваля началась с выпуска на воду лебедя, который долгое время находился на лечении и реабилитации в птичьем госпитале. Акции по выпуску птиц в естественную среду Комитет по природопользованию проводит регулярно – они способствуют поддержанию биоразнообразия на особо охраняемых территориях Петербурга. Теперь

белоснежная птица будет радовать своей красотой посетителей парка.

В течение всего дня для гостей работали интерактивные развлекательно-познавательные площадки, направленные на формирование основ семейной экологической культуры и повышение интереса к вопросам изучения и охраны природы. Большой отклик у детей и взрослых вызвали экологические мастер-классы и эковикторина «Квиз-плиз», в которых гости фестиваля участвовали целыми семьями.

В специально организованной лектории посетителям рассказали о полезных привычках, здоровом образе жизни, уникальных фактах из мира природы, многообразии животного мира, экологических тропах Санкт-Петербурга. О семейных экотрадициях, которые важны для нашего будущего и настоящего, а главное – подрастающего поколения, поговорили участники ток-шоу – представители бизнеса и НКО. На специальной площадке для детей прошли эковикторины и экоигры.

Красоту природы Елагина острова гармонично дополнила фотовыставка, организованная Дирекцией особо охраняемых природных территорий, на которой были представлены фотографии уникальных природных ландшафтов, растений и животных Северной столицы. Спортивная страница фестиваля была отмечена ярким товарищеским волейбольным матчем, желающие

могли проверить свои силы на площадке ГТО.

Также во время праздника организовали прием опасных отходов: горожане могли сдать отработанные батарейки и аккумуляторы, энергосберегающие лампы, градусники, бытовую химию, лекарства с истекшим сроком годности и другие бытовые отходы, способные нанести вред окружающей среде.

Участники фестиваля познакомились с

демонстрационной станцией мониторинга воздуха, установленной на Елагином острове. Весь день для гостей праздника работала фотозона. Создать праздничное настроение на фестивале помогли артисты, которые выступили на праздничном концерте.

Подробная информация о фестивале – в группе «День эколога – 2024» во «ВКонтакте»: <https://vk.com/ecospb2024>.

Особый режим охраны на заповедных территориях Санкт-Петербурга

Комитет по природопользованию напоминает об особом режиме охраны, действующем на особо охраняемых природных территориях Петербурга.

В Петербурге насчитывается 17 ООПТ регионального значения – 10 государственных природных заказников и семь памятников природы. Их общая площадь – свыше 9 тыс. гектаров, что составляет почти 6,5% от площади города. Расположены они в восьми районах города, лидируют по их количеству Курортный, Приморский и Петродворцовый районы.

«На заповедных территориях Санкт-Петербурга представлены практически все природные комплексы, характерные для нашего региона, редкие и даже уникальные растения и животные. Для того чтобы горожане могли познакомиться с многообразием природы, создали пять экомаршрутов. Но, гуляя по ним, нельзя забывать, что мы должны бережно относиться к природным богатствам, которые нас окружают. На каждой ООПТ установлен особый режим охраны, предусматривающий определенные правила пребывания», – отметил начальник отдела по охране животного мира и особо охраняемых территорий Николай Ахматович.

На всех заповедных территориях круглогодично запрещаются разведение костров и использование мангалов, рубка деревьев, кустарников, сбор растений, охота на животных, загрязнение территорий, устройство туристических палаток, движение механических транспортных средств, строительство. Кроме того, на территории некоторых заповедных территорий есть ряд ограничений, связанных с рыболовством, выгулом домашних животных, а



На всех заповедных территориях круглогодично запрещаются разведение костров и использование мангалов, рубка деревьев, кустарников, сбор растений, охота на животных, загрязнение территорий, устройство туристических палаток, движение механических транспортных средств, строительство.

также передвижением на лодках с моторами.

Территории постоянно патрулируются государственными инспекторами в области охраны окружающей среды. К примеру, в 2023 году выявлено более 170 нарушений режима особой охраны – больше всего, связанных с разжиганием костров и мангалов. За нарушение правил

охраны и использования природных ресурсов на особо охраняемых природных территориях предусмотрена ответственность по статье 8.39 КоАП РФ, которая влечет за собой наложение административного штрафа на граждан в размере до 4 тыс. рублей, на должностных лиц – от 15 000 до 20 000 рублей, на юридических лиц – от 300 000 до 500 000 рублей.

Комитет по природопользованию обращает внимание петербуржцев на необходимость соблюдения режима особой охраны при посещении особо охраняемых природных территорий. Специалисты также напоминают, что в Петербурге установлен пожароопасный

сезон – период, когда из-за сухой и теплой погоды увеличивается риск возникновения природных пожаров на территории региона. В это время оперативные службы переходят в режим повышенной готовности. Граждан пожароопасный период обязывает соблюдать правила пожарной безопасности при использовании открытого огня.

С правилами посещения особо охраняемых природных территорий и режимом особой охраны можно ознакомиться на сайте ГКУ «Дирекция ООПТ Санкт-Петербурга» <https://oopt.spb.ru/>

Справки по телефонам: +7 (812) 417-59-29, +7 (931) 326-51-85 – пресс-служба Комитета по природопользованию.

Водные объекты Выборгского района очистили от водной растительности

Председатель Комитета по природопользованию Александр Герман и заместитель председателя Законодательного собрания Николай Бондаренко осмотрели ход работ по очистке водных объектов Выборгского района от водной растительности. Три машины-амфибии подведомственного Комитету по природопользованию ГУП «Экострой» выполнили работы на Среднем Суздальском озере, протоке между Средним Суздальским и Нижним Суздальским озерами, а также на истоке реки Каменки.

В летний период на акваториях города происходит интенсивный рост водной растительности в связи с повышением температуры окружающей среды. По заказу комитета в Петербурге регулярно осуществляется комплекс водохозяйственных мероприятий, направленных на экологическое благополучие городских акваторий. Одним из них является кошение водной растительности.

«При уборке водной растительности учитываем функциональные и природные особенности каждого водоема. Уделяем особое внимание местам гнездования птиц, чтобы не навредить представителям животного мира. Кошение водной растительности, а также уборка наплавного мусора с акваторий позволяют значительно улучшить экологические параметры водных объектов города», – сообщил председатель Комитета по природопользованию Александр Герман.



Он добавил, что уборка растений с водной поверхности выполняется в зависимости от степени зарастания водного объекта. На закрытых водоемах применяются специальные машины-амфибии с разнообразным навесным оборудованием, на судоходных реках используются катера, оснащенные косилками для резки водных растений. Вдоль берегов водных объектов в недоступных для плавсредств местах кошение производится вручную.

Сезон кошения на акваториях Северной столицы продлится до конца сентября и будет осуществляться в соответствии с адресной программой, разработанной Комитетом по природопользованию. В этом году в программу вошли рекордные 346 водных объектов. 🌿



СПБ ГКУ «ПИЛАРН»

- ▶ **Профилактика загрязнения** окружающей среды и обеспечение экологической безопасности, аварийно-спасательная готовность
- ▶ **Работы по ликвидации** аварийных разливов нефти
- ▶ **Ликвидация последствий** аварийных разливов нефти
- ▶ **Обеспечение аварийно-спасательных работ**

КОНТАКТЫ:

Адрес:

199004, Санкт-Петербург, 7-я линия В.О.,
56-58, лит. А

Телефон:

+7 (812) 246-91-55 – оперативный отдел
аварийных и производственных работ
417-59-36 – круглосуточный телефон
мобильной экологической дежурной
службы Комитета по природопользованию

Сайт:

www.pilarn.ru

сообщество ВКонтакте

СПБ ГКУ «ПИЛАРН»



Самое актуальное здесь!