

ОЦЕНКА ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ПОЧВОГРУНТОВ ПРИБРЕЖНО-ВОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ФИНСКОГО ЗАЛИВА НА ПРИМЕРЕ ЭКОСИСТЕМЫ НЕВСКОЙ ГУБЫ

Ефременко Валерия Викторовна, аспирант, кафедра Прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет

Научный руководитель: Чебыкина Екатерина Юрьевна, к.б.н., доцент, доцент кафедры Прикладной экологии, Санкт-Петербургский государственный университет

Прибрежно-водные территории Финского залива представляют собой экосистемы, обладающие значительной экологической и социо-экономической значимостью. Они являются очагами биологического разнообразия и играют ключевую роль в региональной экономике, связанной с рыболовством, туризмом и рекреацией. Защита этих территорий от антропогенных воздействий, в частности от аварийных разливов нефти, становится всё более важной задачей в контексте устойчивого развития региона [1].

Целью настоящего исследования является анализ физико-химических характеристик грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива на примере Невской губы. Исследование направлено на выявление особенностей природной среды данного региона и получение исходных данных для разработки стратегии защиты участков береговой линии Невской губы при аварийном разливе нефти и нефтепродуктов.

С целью оценки прибрежно-водных территорий Невской губы с точки зрения устойчивости к разливу нефти летом 2022 года отобрано 8 потенциальных участков для отбора проб, которые учитывают следующие критерии:

- морфогенетический тип берегов: аккумулятивный песчаный со сложными косами, абразионный моренный (валунный), аккумулятивный песчаный;
- наличие водной растительности (ВР);
- местоположение относительно основных судоходных маршрутов нефтеналивных танкеров: на удалении от судоходных маршрутов (> 6 км), вблизи судоходных маршрутов (< 6 км).

Отбор проб осуществлялся в четырех равномерно расположенных точках в пределах литоральной зоны во время отлива. Глубина отбора проб составляла 0-15 см. Общее количество отобранных проб составило 33.

В современном мире с развитием промышленности и урбанизации увеличивается доля антропогенного воздействия на прибрежных территории, происходит активное изменение береговых линий. Данная тенденция приводит к значительной трансформации морфологии прибрежных зон, что особенно заметно на примере Невской губы, где наблюдаются как естественные, так и искусственные изменения рельефа береговой линии [2].

Протяженность и тип береговой линии играют ключевую роль в определении устойчивости территории к нефтеразливам. Аккумулятивные песчаные берега обладают естественной гибкостью и способностью к самовосстановлению, делая их относительно устойчивыми к эрозии и антропогенным воздействиям. В отличие от этого, абразионные берега могут быть менее устойчивыми к нефтяным загрязнениям по сравнению с песчаными берегами, поскольку нефтепродукты могут проникать в мелкие трещины и поры между камнями, что затрудняет их удаление. Кроме того, отсутствие значительной растительности на таких берегах может снижать естественную способность экосистемы к самовосстановлению после загрязнения. Техногенные берега, сформированные в результате человеческой деятельности, снижают естественную способность этих зон к экологическому восстановлению. Таким образом, разнообразие береговой линии Невской губы требует комплексного подхода к управлению рисками нефтеразливов, учитывая, как естественные, так и техногенные аспекты для обеспечения эффективной защиты, и устойчивости этих территорий.

По результатам проведённого анализа содержание углерода органических соединений в пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы без водной растительности варьирует от 0,01 до 0,47% (рисунок 1, а).

В пробах с водной растительностью концентрация углерода значительно выше, варьируется от 0,07% до 12,27% (рисунок 1, б). Подобное различие в содержании углерода указывает на ключевую роль водной растительности в накоплении и сохранении органического вещества в прибрежных экосистемах.

Содержание углерода органических соединений ($C_{орг}$) в пробах с водной растительностью превышает $C_{орг}$ в пробах без водной растительности. Статистический анализ показал, что это различие является статистически значимым на уровне значимости $\alpha = 0,05$.

В данном исследовании были приняты оптимальные условия (умеренная температура, доступность кислорода, наличие микробного сообщества, отсутствие токсичных веществ), когда органический углерод действует как источник питательных веществ, поддерживающий биологическую активность и способствующий биоразложению.

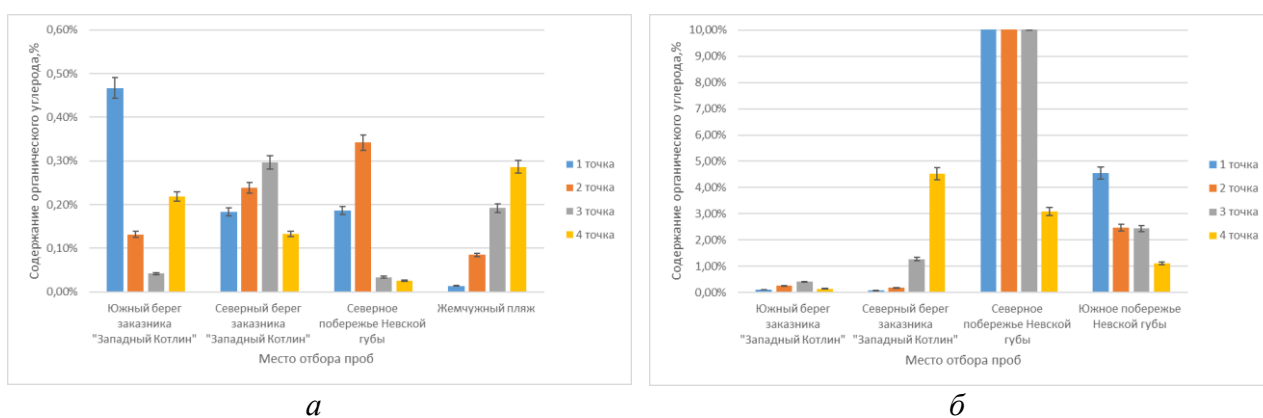


Рисунок 1 - Содержание углерода органических соединений по методу И.В.Тюрина [8] в отобранных пробах грунтов прибрежно-водных территорий Невской губы
а - без водной растительности, б - с водной растительности

При соблюдении оптимальных условий повышенное $C_{орг}$ в пробах с водной растительностью может служить индикатором высокой биопродуктивности и активных процессов накопления органического вещества на данных участках, что позволяет рассматривать их как участки с более высокой устойчивостью к различным воздействиям, включая нефтяное загрязнение. В то же время, зоны с низким содержанием углерода органических веществ могут быть более уязвимыми к антропогенным воздействиям, требуя более тщательного мониторинга и, предупреждению их потенциального загрязнения.

Механический состав имеет значительное влияние на устойчивость грунта к нефтяному загрязнению. Анализ механического состава грунтов показал, что во всех исследованных точках преобладают пески рыхлые и супеси. Супеси по результатам определения емкости катионного обмена имеют большую поглотительную способность по сравнению с песками. Более высокая емкость катионного обмена у супесей по сравнению с песками способствует эффективному удержанию нефтяных загрязнений. Обменные ионы на поверхности супесей могут связываться с нефтепродуктами и удерживать их в верхних слоях грунта.

Грунты на исследованных территориях неоднородны по своему механическому составу, причем наличие или отсутствие водной растительности может влиять на агрегатную структуру грунтов. Корневые системы растений могут снизить скорость миграции нефтепродуктов в грунте, ограничивая глубину проникновения и распространение загрязнения. Корни могут физически препятствовать перемещению нефтепродуктов в глубокие слои грунта, действуя как барьер. Некоторые растения способны поглощать и накапливать определенные загрязнители, включая углеводороды, что может снизить их

мобильность в грунте. Также корни улучшают агрегатную структуру грунта, повышая её пористость и водопроницаемость, что способствует удержанию загрязнителей на поверхности.

Таким образом, участки с преобладанием супесей и наличием водной растительности оказались более устойчивыми к нефтеразливам. Водная растительность в сочетании с более высокой емкостью катионного обмена супесей по сравнению с песками, способствует удержанию и биоразложению нефтепродуктов, ограничивая глубину проникновения и распространение загрязнения.

Механический состав грунтов имеет важное значение при планировании и реализации мероприятий по предотвращению и ликвидации нефтяных загрязнений, а также для принятия решений по устойчивому использованию и охране прибрежных территорий.

При рассмотрении сценария аварийного разлива нефти вблизи судоходных маршрутов участки, расположенные вблизи них, наиболее подвержены нефтезагрязнению. Данный факт требует незамедлительную реакцию на возникающие инциденты. Как правило, ресурсы для борьбы с загрязнением могут быть ограничены, поэтому участки вблизи судоходных маршрутов требуют особого внимания и стратегического планирования для минимизации рисков, связанных с нефтезагрязнениями, в частности улучшение мер по предотвращению аварий, повышение готовности реагировать на разливы и восстанавливать затронутые экосистемы.

В сценарии аварийного разлива нефти, происходящего вдали от судоходных маршрутов, участки, не находящиеся в непосредственной близости к интенсивному морскому трафику, могут испытывать меньшее прямое воздействие. Однако, они всё равно подвержены риску, особенно если нефтяное загрязнение распространяется за счёт течений и ветров. Такие участки требуют разработки долгосрочных стратегий мониторинга и мер по восстановлению, учитывающих вероятность отдалённого, но значительного воздействия разливов нефти на экосистемы и местную экономику.

Результаты оценки экологической устойчивости грунтов прибрежно-водных территорий Финского залива к нефтеразливам на примере Невской губы подчеркивают несколько основных факторов, влияющих на эту устойчивость, таких как механический состав грунта и наличие водной растительности. В работе также рассмотрены сценарии аварийного разлива нефти относительно близости участков береговой линии к судоходным маршрутам. Комбинация этих элементов обеспечивает более точную картину потенциальной экологической устойчивости конкретных участков. Таким образом, именно комплексный подход к оценке различных факторов и сценариев является наиболее показательным для определения устойчивости прибрежных территорий к нефтеразливам.

В качестве превентивных мер рекомендуется следующее:

1. Акцентировать внимание на постоянном мониторинге уязвимых участков и разработке превентивных мер для минимизации рисков разливов нефти.
2. Усилить готовность к оперативному реагированию на разливы нефти, обеспечив в том числе ресурсы для быстрой и эффективной ликвидации загрязнения.
3. Рассмотреть возможности для улучшения устойчивости уязвимых участков, включая реабилитацию и укрепление экосистем.
4. Развивать межсекторальное сотрудничество для обмена знаниями, опытом и ресурсами для противодействия и минимизации нефтезагрязнения. Данный подход направлен на объединение усилий различных отраслей экономики и сфер общественной жизни для решения сложных задач, включая разработку совместных планов аварийного реагирования, обмен технологиями очистки и восстановления грунтов, а также совместное финансирование исследований и разработку законодательных инициатив для защиты окружающей среды.

Литература

1. Бредис О. А. Геоэкологическая оценка побережья Финского залива в пределах Курортного района Санкт-Петербурга // Известия РГПУ им. А. И. Герцена. 2012. №147. URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/geoekologicheskaya-otsenka-poberezhya-finskogo-zaliva-v-predelah-kurortnogo-rayona-sankt-peterburga> (дата обращения: 30.09.2023).

2. Atlas of geological and environmental geological maps of the Russian area of the Baltic Sea / Гл. ред. О. В. Петров; авт.: А. В. Амантов и др. - Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 2010. - 1 атл. (77 с.): цв., карты, схемы, текст, табл., диагр., профили, разрезы, ил.; 31x44см.; ISBN 978-5-93761-165-9, : 500 экз.

3. 17.4.3.01-2017 «Межгосударственный стандарт. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»

4. ГОСТ ISO 11464-2015 «Качество почвы. Предварительная подготовка проб для физико-химического анализа»

5. ГОСТ 12536-2014 «Грунты. Методы лабораторного определения гранулометрического (зернового) и микроагрегатного состава»

6. Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. Химический анализ почв: Учебное пособие. Санкт-Петербург: Издательство Санкт-Петербургского университета, 1995. 264 с. ISBN 5-288-01019-6.

7. Шилин М.Б., Сычев В.И., Михеев В.Л., Истомина Е.П., Леднова Ю.А., Лукьянов С.В., Абрамов В.М. Результаты исследований техносферы Невской губы в РГГМУ // Гидрометеорология и экология. 2020. № 60. С. 351-370. doi: 10.33933/2074-2762-2020-60-351-370.

8. Химический анализ почв: Учеб.пособие/ Растворова О.Г., Андреев Д.П., Гагарина Э.И., Касаткина Г.А., Федорова Н.Н. - СПб., Издательство С.-Петербургского университета. 1995. 264 с.

9. Application of an oil spill vulnerability index to the shoreline of lower Cook Inlet, Alaska URL: https://www.researchgate.net/publication/225704848_Application_of_an_oil_spill_vulnerability_index_to_the_shoreline_of_lower_Cook_Inlet_Alaska (дата обращения: 08.08.2023)

10. Моторыкина В. В., Соколова Д. С., Завгородняя Ю. А., Демин В. В., Трофимов С. Я. Влияние органического вещества на сорбцию ароматических углеводородов торфом и черноземом // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2008. №1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-organicheskogo-veschestva-na-sorbtsiyu-aromaticheskikh-uglevodorodov-torfom-i-chnozemom> (дата обращения: 08.08.2023).

ПОДВИЖНОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АЛЛЮВИАЛЬНОЙ БОЛОТНОЙ ОСУШЕННОЙ ПОЧВЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЛЬЕФА ПОЙМЫ И УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ

Полякова Анна Александровна, аспирант 1-го года обучения кафедры Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

Кулагина Наталья Анатольевна, старший преподаватель кафедры Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

Ревунова Елена Петровна, студентка 4 курса биоэкологического факультета ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

Полякова Надежда Васильевна, д.б.н., профессор, зав.кафедрой Почвоведение и природообустройство ФГБОУ ВО Нижегородского ГАТУ

Органическое вещество почв, и особенно его лабильная часть, подвержены процессам трансформации как в годовом цикле, так и в течение вегетационного периода. В аллювиальных почвах на минерализацию и гумификацию органического вещества накладываются поемный и аллювиальный процессы, наиболее активно проявляющиеся в центральной пойме, которая характеризуется неоднородностью рельефа, условиями увлажнения и интенсивностью формирования минеральной части почв. В силу особенностей