



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра геоэкологии, природопользования и экологической
безопасности

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
магистерская диссертация

На тему «Особенности прибрежных экосистем акватории современного
морского порта (на примере порта Усть-Луга)»

Исполнитель _____ Еремеева Ольга Игоревна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель _____ Мандрыка Ольга Николаевна
(фамилия, имя, отчество)

_____ кандидат биологических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)

_____ Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

_____ кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

« » _____ 2024 г.

Санкт-Петербург

2024

Содержание

Введение.....	3
1. Прибрежные экосистемы акваторий морских портов.....	6
1.1. Современный морской порт, как природно-техногенная система	6
1.1.1. Особенности работы порта и организации портового хозяйства	6
1.1.2. Особенности размещения и функционирования портов в связи с естественными объектами и процессами	7
1.2. Факторы, влияющие на состояние и развитие прибрежных экосистем современного морского порта	12
1.2.1. Общие причины и характер воздействия портового хозяйства на окружающую среду.....	12
1.2.2. Воздействие порта на прибрежные экосистемы.....	14
1.3. Особенности прибрежных экосистем акваторий современных морских портов	16
1.3.1. Особенности динамики и эволюции экосистем в зоне непосредственного влияния порта на окружающую среду.....	16
1.3.2. Принципы стабилизации прибрежных экосистем портов и припортовых акваторий.....	21
2. Факторы формирования и функционирования прибрежных экосистем морского порта Усть-Луга.....	24
2.1. Особенности естественной среды морского порта Усть-Луга.....	24
2.1.1. Географическое положение	24
2.1.2. Геологическое строение, рельеф, характер грунтов.	31
2.1.3. Климатические особенности.....	36
2.1.4. Гидрографические, гидрологические и гидрохимические особенности	41
2.1.5. Прочие особенности	44
2.2. Виды непосредственных воздействий на водную среду в порту.....	47

2.2.1. Механические воздействия	47
2.2.2. Химические воздействия.....	48
2.2.3 Прочие воздействия	49
2.3. Опосредованные и накопленные воздействия на водную среду порта	50
2.3.1. Последствия строительства.....	50
2.3.2 Антропогенные воздействия на воды реки Луга	51
2.3.3. Прочие воздействия	53
3. Современное состояние и тенденции изменения прибрежных экосистем морского порта Усть-Луга.....	55
3.1. Уровень сохранности естественных экосистем	55
3.2.Антропогенные прибрежные экосистемы Усть-Лужского порта.....	66
3.3.Сравнение состояния прибрежных экосистем порта и части Лужской губы за его пределами	68
3.4. Прогноз развития экосистем порта	74
Заключение	80
Список использованных источников	82

Введение

Воздействие хозяйственной деятельности человека на окружающую среду в настоящее время становится все более интенсивным и многогранным, распространяется на все большие территории и все сильнее изменяет их. Одним из направлений хозяйственной системы, оказывающим выраженное воздействие на окружающую среду, является работа транспортной системы, в том числе морского транспорта и портовых комплексов, как мест концентрации его деятельности. Порты, являясь большими по размерам и объемам перевалки грузов и сложными по структуре деятельности антропогенными транспортными объектами на границе сред: суши и моря, оказывают комплексное воздействие на различные компоненты окружающей среды и ландшафтную систему в целом территории их расположения и примыкающей акватории. Ввиду бухтового расположения портов, и, соответственно, занятия ими в заметной мере обособленного от основного водного массива акваторий, уникальные свойства прибрежных участков которых (определенный режим температуры, солености, содержания кислорода и пр.) используют в своих жизненных циклах многие биологические виды соответствующих водоемов, экологическое воздействие портов может выходить далеко за пределы мест их локализации и распространяться на морской бассейн в целом или значительную его часть. В связи с этим актуальным представляется рассмотрение характера воздействия на окружающую среду крупных морских портовых комплексов, особенно недавно возникших, между деятельностью которых и режимом существования биоты морского бассейна еще не установилось равновесие, не наступило приспособление биологических систем к изменившимся условиям обитания видов в конкретном месте. На Российской Балтике одним из таких портовых

комплексов является порт Усть-Луга в юго-восточной части Лужской губы, активное развитие и эксплуатация которого началась в первое десятилетие текущего столетия.

Целью настоящей работы является рассмотрение экологического воздействия современного крупного портового комплекса на прибрежные экосистемы прилегающих акваторий на примере порта Усть-Луга Ленинградской области.

В задачи исследования входит:

- Характеристика прибрежных экосистем акваторий морских портов, как природно-техногенных комплексов;
- Рассмотрение факторов формирования и функционирования прибрежной экосистемы портового комплекса порта Усть-Луга
- Проведение собственных исследований гидрохимического режима акватории
- Анализ современного состояния и прогноз изменения характера прибрежных экосистем портового комплекса Усть-Луга.

В работе использовался системный подход, включающий в себя: сравнительно-описательный и сравнительно-исторический методы, научный анализ и синтез, статистический, картографический, системный подход.

Объект исследования: прибрежные экосистемы новых крупных морских портов;

Предмет исследования — современное состояние и прогноз изменения прибрежных экосистем порта Усть-Луга.

Существует множество работ по данной тематике, но в них не фокусируется оценка воздействия современных портов на прибрежные акватории.

Материалом исследования послужили научные публикации и сведения из сети Интернет. Непосредственно автором диссертации были проведены

химический анализ состояния воды в устье р.Луга и морском порту Усть-Луга.

Практическая значимость исследования сопряжена с высокой значимостью сохранения экологической благоприятности акватории Лужской губы для сохранения рыбных запасов Финского залива по многим видам рыб, в том числе и популяции балтийского лосося, которая в настоящее время поддерживается выпуском малька Ивановским рыбопроизводным заводом в реку Луга. Работа порта, как крупнейшего антропогенного объекта в Лужской губе и как одного из типов хозяйственных объектов, обладающих потенциальной повышенной опасностью для окружающей среды морских побережий и прибрежных акваторий, а также деятельность по его строительству могут вызывать заметные изменения в соответствующих экосистемах, способные оказать негативное влияние на ихтиофауну региона Финского залива и Балтийского моря в целом. Поэтому экологический мониторинг Лужской губы и ее прибрежных экосистем, которые наиболее чувствительны к антропогенному воздействию портовой деятельности и, при этом, крайне важны для сохранения рыбных запасов, рыболовства и рыбоводства на Балтике представляется в настоящее время очень важным и значимым.

За помощь в проведении исследований по данной работе выражаю благодарность Уразбахтиной Анжелике, Швейд Ирине, Уразбахтину Арсению и научному руководителю – к.б.н. Мандрыка О.Н..

1. Прибрежные экосистемы акваторий морских портов

1.1. Современный морской порт, как природно-техногенная система

1.1.1. Особенности работы порта и организации портового хозяйства

Морской порт (от латинского *portus* — гавань, пристань)— участок берега моря с прилегающей водной акваторией, обычно хорошо защищенной от воздействия волн, и оборудованной для стоянки судов, складирования грузов, погрузочно-разгрузочных работ¹. В современной транспортной системе морские порты — это крупные транспортно-логистические центры, осуществляющие обработку и перевалку большого объема грузов: от сотен тысяч до сотен миллионов (а некоторые наиболее крупные — и до миллиардов) тонн ежегодно. Для морского транспорта порты являются ключевыми звеньями транспортной цепи, через которые происходит введение в нее и вывод из нее грузов и пассажиров (вне порта в сколь-нибудь значительных объемах эти операции выполнить просто невозможно). В морских портах производится перевалка грузов между морским транспортом и другими видами транспорта: речным, автомобильным, железнодорожным, трубопроводным. По характеру обрабатываемых грузов и принимаемых судов различают порты универсальные (пригодные для обработки нескольких типов грузов, а также приема и обслуживания пассажирских судов) и специализированные (нефтеналивные, зерновые, лесные, рыболовецкие, военные пассажирские и пр.).

Помимо собственно обработки и перевалки грузов, морские порты служат важнейшими местами технического обслуживания и ремонта судов, пополнения запасов расходных компонентов и материалов на них (топлива, запасных частей, продовольствия и пресной воды и пр.), рекреации и смены

¹ Виноградов А.К., Богатова Ю.И., Синегуб И.А. Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна (введение в экологию морских портов) // Одесса, 2012 — 497 с.

экипажей, зоной контакта жителей и экономических структур разных стран мира. Немаловажное место в работе порта отводится исполнению таможенных процедур, выполнению пограничного (в том числе санитарно-эпидемиологического, фитосанитарного и ветеринарного) контроля. Поэтому современный морской порт представляет собой объект транспортной инфраструктуры с широким спектром функций, достаточно многочисленным персоналом, большим количеством используемых технических средств и приспособлений, в том числе, специфических и характеризующихся большой мощностью и энергоемкостью. Кроме того, любой порт, как место перевалки грузов характеризуется тем, что на его территории присутствуют и действуют объекты наземного транспорта: автомобильные и железнодорожные пути, а также соответствующие транспортные средства: автомобили, железнодорожные локомотивы и вагоны и пр. Как следствие, в морских портах сосредоточено большое количество технических объектов, оказывающих весьма разнообразное по своему характеру и интенсивности воздействие на окружающую среду в целом и на отдельные ее компоненты. При этом, данное воздействие может варьироваться в зависимости от режима работы порта, специфики принимаемых и обрабатываемых в те или иные периоды его деятельности грузов и ряда других факторов.

1.1.2. Особенности размещения и функционирования портов в связи с естественными объектами и процессами

Морские порты располагают, как правило, в бухтах и заливах, которые служат естественной защитой от высоких морских волн и сильных ветров. При этом, для того, чтобы бухта (залив) могла использоваться в качестве порта, она должна быть достаточно широка и глубока, ее размеры и глубина должны позволять маневрировать судам, имеющим линейные размеры в десятки и сотни метров и осадку в несколько метров. Кроме того, порт

требуется располагать в местности, пригодной для организации подъездных путей других видов транспорта, зон погрузки, складов временного хранения и прочих мест обработки и перевалки грузов. Заполненность пространства бухты и припортового пространства портовыми сооружениями в длительное время функционирующем порту показывает рис. 1.1.

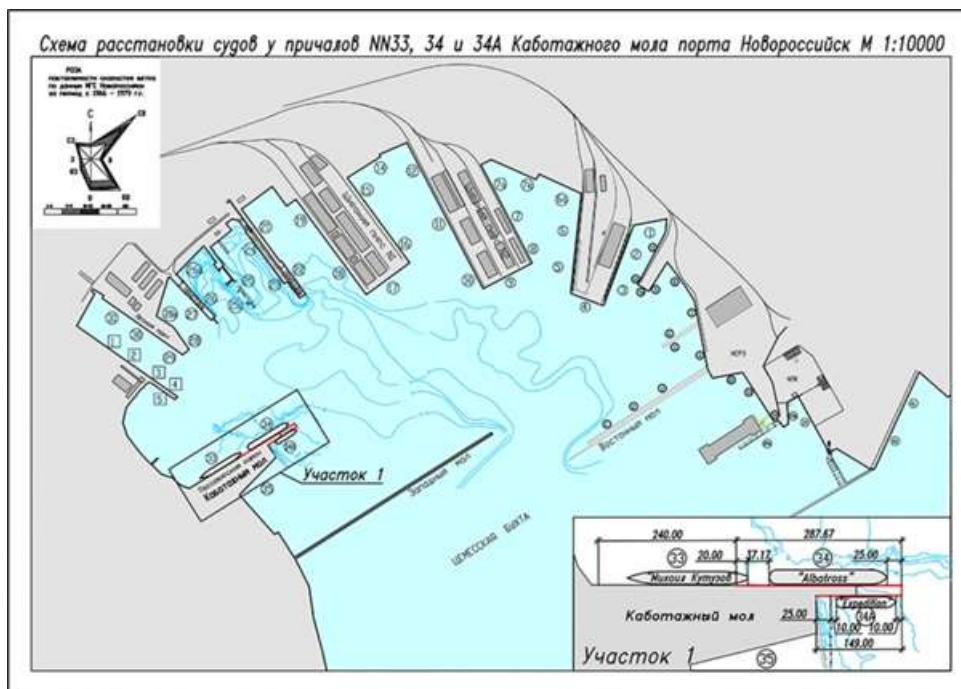


Рисунок 1.1. Заполнение пространства бухты и припортового пространства суши техногенными объектами (на примере порта Новороссийск)

На нем достаточно хорошо видно, что в порту, который давно эксплуатируется и имеет развитую инфраструктуру логистического обслуживания судов, создано большое количество портовых сооружений, занимающих практически все пространство побережья бухты, исключая непосредственный контакт прибрежных экосистем суши и моря. Более того, прибрежные участки суши отделены от вышележащих экосистем транспортными (железнодорожными) путями, которые представляют собой практически непреодолимую преграду для свободно перемещающихся малых водотоков и для организмов, которые связаны с ними.

В практике морского судоходства для создания портов в качестве наиболее привлекательных мест, зачастую, рассматриваются приустьевые части крупных рек. Устье крупной реки представляет собой, как правило, достаточно глубоко вдающийся в сушу залив (что обеспечивает значительную естественную защиту от морских волн и ветров), как минимум один из берегов которого является плоским (пойменным), т. е. пригодным для размещения портовых сооружений и подъездных путей. Кроме того, сама крупная судоходная река является готовым транспортным путем вглубь материка, а также мощным источником пресной воды для судов. Кроме того, постоянно текущие в одном направлении воды реки в большинстве случаев обеспечивают надежное промывание бухты от твердых наносов и поддержание значительной глубины большей ее части. Ввиду большой значимости судоходной реки для функционирования морского порта, крупные порты стремятся расположить именно в устьях таких рек. Как следствие, большинство крупнейших портов мира и располагается в устьях крупных рек: Рейна, Темзы, Гудзона, Невы, Янцзы, Жемчужной, Шатт-эль-Араба, Нила и т.д. Справедливости ради следует заметить, что отнюдь не все морские порты, даже крупные, приурочены к устьям крупных судоходных рек. Тем не менее, все они располагаются в защищенных от непосредственного воздействия открытого моря заливах и бухтах и все имеют возможность перевалки больших масс грузов между морскими судами и другими видами транспорта (например, наземными или трубопроводными).

Морской порт, в том числе, современный — это место хозяйственной деятельности человека, положение и ряд особенностей функционирования которого (грузооборот, размеры и количество обслуживаемых судов, суточная периодичность действий и годовая сезонность работы и т. д.) во многом определяются природными условиями: характером рельефа, гидроклиматическими факторами, гидрографией и пр. Однако, рассмотрение

порта исключительно в качестве природного объекта (территориально ограниченного определенного сочетания благоприятных для деятельности морского транспорта естественных условий), которым человек пользуется в своих хозяйственных интересах, неверно. Для того, чтобы природный объект (участок побережья с условиями, благоприятными для размещения и обслуживания морских судов) стал полноценным портом в современном его понимании, требуется значительное вмешательство человека в естественные условия и техногенная трансформация портовой акватории и прилегающей территории. Основными целями вмешательства человека в окружающую среду в пределах порта являются:

- обеспечение защиты судов от воздействия волн и ветра открытого моря — строительство молов, волнорезов, волноломов и т. п., создание сооружений, обеспечивающих защиту от размыва береговых участков порта;
- организация инфраструктуры приема судов и их разгрузки-выгрузки — строительство причалов, терминалов обработки грузов, погрузочных площадок, подъездных путей наземного транспорта и пр.;
- организация движения судов в порт, из порта и по портовой акватории — проведение дноуглубительных и ледокольных (для замерзающих портов в зимний период) работ в акватории порта, на фарватере и, если это необходимо — на рейдах, установка сигнальных объектов и устройств судовождения.

Следствием указанных вмешательств является то, что окружающая среда акватории и сухопутной территории порта в значительной мере утрачивает свой естественный облик и природную динамику (в том числе на уровне достаточно крупных компонентов рельефа и участков значительных гидрологических объектов) и начинает функционировать в направлении, задаваемом человеком. В акватории порта и на его прибрежной территории

человеком видоизменяются базовые компоненты водных и прибрежных ландшафтов: их геологический фундамент, режим движения и химический состав вод. В портах формируется собственная, отличная от естественной, хотя и обуславливаемая последней картина течений, устанавливается определенный режим волнения, меняются места формирования донных отложений (последние, при этом, регулярно удаляются из акватории порта) и пр. При этом характеристики возникающей в порту природно-техногенной среды носят во многом индивидуальный характер, обуславливаемый особенностями размещения порта и природных условий его расположения на различных уровнях организации пространства (того или иного морского бассейна, определенной части его побережья, конкретной бухты), размеров и хозяйственной специализации порта, режима его функционирования и пр. Со временем в ходе развития порта (например, строительства новых портовых сооружений, проведения дополнительных дноуглубительных работ и т. п.) они могут меняться.

Говоря о порте, как природно-техногенной системе, следует упомянуть и о его территориальном окружении. Любой порт существует только как компонент территориальной хозяйственной системы, опирающейся на морское побережье конкретного бассейна. Более того, порт — это место концентрации хозяйственной деятельности морского побережья, драйвер его экономического развития. Функции портов постоянно расширяются, усложняются, на их территории или вблизи размещаются различного рода производства, что свидетельствует о формировании портово-промышленных комплексов. Они получили широкое распространение за рубежом: в Европе это Роттердам, Антверпен, Гамбург; на Востоке — Сингапур, Шанхай². Вокруг портов формируются портовые агломерации, включающие

²Орлова В. Г. Портово-промышленные комплексы как представители класса социально-экономических экосистем // *π-Economy*. 2019. №4. - с. 90 - 105

населенные пункты, население которых занято работой в нем, а также на предприятиях промышленности и транспорта, непосредственно зависящих от работы порта³. Концентрация в портовых агломерациях населения и хозяйственных комплексов прибрежных территорий ведут и к существенной техногенной трансформации ландшафтов окружающего порт пространства: замене естественных комплексов селитебными и промышленными, выраженным влиянием на воздушный и водный бассейн, геологическую среду, биоту и пр. Собственно и основная антропогенная нагрузка на экосистемы морских побережий в большинстве случаев как раз и концентрируется в портах и портовых агломерациях. Как следствие, сама акватория порта и прилегающие воды оказываются под интенсивным воздействием антропогенных физических, химических и биологических воздействий, которые существенным образом видоизменяют их экосистемы.

1.2. Факторы, влияющие на состояние и развитие прибрежных экосистем современного морского порта

1.2.1. Общие причины и характер воздействия портового хозяйства на окружающую среду

Поскольку морской порт с экологической точки зрения в первом приближении — это участок прибрежной акватории, который в определенной мере отделен от основного водного пространства моря и трансформирован человеком, его экосистемы можно с определенной долей условности (о чем будет дополнительно сказано ниже) рассматривать в качестве наследуемых от естественных. Это в определенной мере относится и к прибрежным экосистемам. Прибрежные экосистемы морей — это биогеоценозы, которые формируются и существуют в зоне контакта водной

³Сергеев А. С. Организационно-экономические основы формирования и развития морских портовых агломераций // Вестник ТГЭУ. 2012. №2. - с. 63-68

среды и суши. Верхней их границей является максимально наблюдаемый среднегодовой уровень прибоя, а нижней — граница воды наибольшего в среднем за год отлива. Они представляют собой геоэктон, т. е. переходную зону между ландшафтами суши и морского дна (аквальными). Формирование переходной области - геоэктона - наземно-аквального уровня организации ландшафта обусловил непосредственный контакт двух принципиально различающихся сред в системе суша-море⁴. Собственно сам геоэктон прибрежных морских ландшафтов в первом приближении может рассматриваться, как состоящий из двух уровней: верхнего (супераквального), который большую часть времени остается вне воздействия морских вод и нижнего (субаквального), который большую часть времени затоплен морскими водами. Системообразующим фактором, связывающим эти два уровня, является периодическая смена затапливания территории морскими водами и ее осушения. Причинами этого могут служить приливно-отливные явления, ветровые нагоны воды и штормы, характерные для определенных сезонов года и т.п. Абиотические компоненты таких экосистем очень динамичны, подвижны, и это не только вода, но и грунты, а также слагающие их горные породы, растворенные в воде минеральные вещества и воздух. В прибрежной зоне в результате действия подвижных вод и переотложения влекомых ими твердых минеральных частиц весьма активно видоизменяется нано- и микрорельеф. Кроме того, регулярное вертикальное движение вод в пределах прибрежных экосистем оказывает непосредственное влияние на их температурный режим, режим освещения и поступления излучений невидимой части солнечного спектра, миграцию химических веществ и пр. Благодаря контакту водной и воздушной сред, а также динамизму абиотических компонентов ландшафта, здесь формируется высокое

⁴Гасанова З. У., Джалалова М. И. Геоэктоны в почвенно-растительных комплексах Терско-Кумской низменности различных уровней организации ландшафта // Юг России: экология, развитие. 2009. №1. - с. 106 - 110

разнообразие условий жизни и большое количество экологических ниш, которые заполняются различными организмами. Поэтому морские прибрежные экосистемы в большинстве своем характеризуются высоким биоразнообразием. Видовой состав их биоты включает виды, как постоянно обитающие в соответствующих условиях, так и мигрирующие в полосу перемещения воды по мере ее наступления на сушу или отхода в море. Особенно выражено биоразнообразие прибрежного экотона в местах впадения в море крупных рек, поскольку в этом случае в нем представлены не только морские, но, зачастую, пресноводные виды, он часто служит акваторией миграции проходных и полупроходных видов рыб. Такие акватории, зачастую, используются, как нерестилища или же наиболее привлекательные с точки зрения питания участки водоемов многими водными организмами. Но, при этом, они же и наиболее востребованы и как места организации морских портов.

1.2.2. Воздействие порта на прибрежные экосистемы

Современный морской порт характеризуется высоким уровнем и большим разнообразием непосредственного и опосредованного техногенного воздействия на прибрежные экосистемы как самой портовой территории, так и прилегающих пространств. Эти воздействия оказываются, как на этапе строительства порта, так и в процессе его работы. Прибрежные экосистемы морских портов подвергаются воздействию комплекса факторов, среди которых наиболее значимыми представляются:

- сокращение амплитуды и интенсивности и корректировка режима естественных движений водных масс и создаваемых этими движениями механических и иных сопутствующих воздействий на прибрежную полосу;

- непосредственное уничтожение прибрежных экосистем при возведении портовых сооружений и намывах грунтов, искусственное закрепление грунтов в прибрежных полосах;
- гидромеханические воздействия потоками воды и волнами, создаваемыми движущимися судами;
- акустическое воздействие на водную среду судами, транспортными и погрузочными средствами;
- химические загрязнения акватории в результате аварий и неконтролируемых просыпок грузов;
- неконтролируемая интродукция чужеродных видов с балластными водами и судовыми обрастаниями⁵;
- изменение свойств воды (температуры, солености, содержания кислорода, прозрачности и пр.) портовой акватории вследствие смены в ней режима водообмена, как с морскими водными массами, так и с окружающей сушей.

Присутствие и сочетание указанных факторов воздействия на прибрежные экосистемы в каждом морском порту носит ярко выраженный индивидуальный характер. Так, в некоторых портах естественные прибрежные экосистемы целенаправленно уничтожаются полностью еще на этапе строительства портовых сооружений (путем строительства защитных стен, выемки грунта на отмелях и т. п.), в других же они частично остаются. В портах, расположенных в более узких бухтах и заливах гидромеханическое воздействие, оказываемое движущимися судами, проявляется заметно сильнее по сравнению с располагающимися в более широких бухтах и пр. Высокая индивидуальность влияния различных факторов деятельности порта на прибрежные экосистемы в нем формирует и большое разнообразие

⁵Звягинцев А. Ю., Гук Ю. Г. Оценка экологических рисков, возникающих в результате биоинвазий в морские прибрежные экосистемы приморского края (на примере морского обрастания и балластных вод) // Известия ТИНРО. 2006. №. 145 — с. 3-38

откликов на эти воздействия, которые также оказываются во многом индивидуальными для конкретного порта (хотя заметные наборы общих черт и воздействия антропогенной деятельности в акваториях портов на прибрежные экосистемы и отклики последних на эти воздействия в большинстве портов присутствуют). Так, например, любой порт с его комплексом сооружений можно рассматривать, как чужеродный объект в аквальной экосистеме, резко меняющий весь режим ее существования, а также динамику процессов, которые его обеспечивают. Собственно, любой порт своей постройкой и деятельностью во многом нивелирует природное (биологическое, рельефа, течений и т. п.) разнообразие акватории, которую он эксплуатирует, подчиняет процессы в ней своим режиму и ритмам деятельности. При этом, большое значение имеет не только размер порта, но и его протяженность вдоль береговой полосы, которая во многом определяет и характер изменений в акватории бухты. Так, свободный доступ к большой воде значительно снижает вероятность превышения предельно допустимых концентраций веществ-загрязнителей в водной среде. Благодаря этому же фактору могут быть существенно уменьшены площади восстановительных и буферных акваторий. Поэтому припортовые акватории в целях сохранения их экологической стабильности должны иметь как можно более широкий фронт со стороны открытой воды.⁶ Однако, это требование отнюдь не всегда согласуется с основными задачами порта, как транспортного объекта.

⁶Загнухин Т. В. Принципы функционального зонирования морских акваторий подверженных антропогенному воздействию // Инновации в науке. 2018. №4 (80). - с. 53 - 54

1.3. Особенности прибрежных экосистем акваторий современных морских портов

1.3.1. Особенности динамики и эволюции экосистем в зоне непосредственного влияния порта на окружающую среду

Прибрежные экосистемы акваторий современных морских портов, как уже сказано выше, формируются, развиваются и существуют в условиях жесткого антропогенного прессинга, затрагивающего базовые компоненты аквальных и субаквальных ландшафтов этих водных пространств. Ввиду того, что дно и берега портовой акватории претерпевают кардинальные техногенные изменения, их прибрежные экосистемы нельзя считать просто видоизмененными естественными — это экосистемы, сформировавшиеся практически заново, в которых зональные компоненты носят характер фоновых. Кроме того, прибрежные экосистемы морских портов функционируют, основываясь не на естественных ритмах динамики водной среды того или иного морского бассейна/его части, а на динамике природно-техногенных потоков вод и твердого вещества (в том числе, привнесенного) портовых акваторий. Наконец, химическое и акустическое загрязнение акваторий портов существенным образом изменяют видовой состав портовой биоты, сохраняя в нем виды растений и животных, толерантные к ним и вытесняя неустойчивые.

Гидротехнические и строительные работы, являющиеся, по сути, необходимым условием функционирования любого современного порта, представляют собой одновременно и существенный фактор воздействия на окружающую среду в нем. Именно они наносят значительный (иногда - наибольший) ущерб природным комплексам зоны порта и припортовой акватории. Например, в Ленинградской области развитие портового хозяйства таких портов, как Усть-Луга, Приморск и Высоцк уже явилось причиной сокращения популяций отдельных ценных промысловых видов

рыб. Реализация же здесь проектов по изменению береговой линии путем намыва новых территорий будет иметь далеко идущие последствия для экосистемы всего региона в целом⁷. Однако, данная проблема характерна не только для указанных, но и для всех морских портов в принципе, поскольку без дноуглубительных работ и расширения и ремонта причалов, работа порта как таковая осуществляться не может. Особенно значительно указанные работы влияют на экологическое состояние портов, построенных в устьях судоходных рек, где в большом количестве откладываются влекомые этими водотоками наносы и, в принципе, все местные экосистемы формируются и развиваются на базе использования этого твердого стока (как фундамента образования дельты, в качестве минерального субстрата для полупогруженных растений, как источника питательных веществ для водной растительности и питающейся ею рыбы и пр.). В портах же и в припортовых акваториях этот твердый сток является фактором обмеления, возникновения и разрастания препятствий для судоходства, поэтому со дна водоемов на фарватерах он убирается и перемещается в другие части акватории. Это и представляет собой важнейший фактор коренного преобразования (по сути — уничтожения) геологического фундамента аквальных ландшафтов морских заливов в устьях рек. Побочными экологическими последствиями такой деятельности являются повышенный шум, замутненность акватории, увеличение химического загрязнения воды принесенными рекой осадками-загрязнителями и т. п. А, ввиду того, что работы по дноуглублению в таких портах приходится выполнять постоянно, указанные экологические воздействия на водную среду носят в них перманентный характер.

Таким образом, современные морские порты представляют собой акватории, в которых экосистемы, в том числе и прибрежные, частично

⁷Александрова Л.В., Ткаченко Н.Н. Геоинформационная система мониторинга акватории Балтийского моря // Известия Южного федерального университета. - Технические науки. -2011. - Т. 122, № 9. - С. 8-12.

уничтожены (в процессе строительства), частично - трансформированы постоянным, интенсивным и разнообразным техногенным воздействием. В целом, для развития прибрежных экосистем современных морских портов характерно два разнонаправленных процесса:

- глубокая трансформация и деградация вплоть до полного исчезновения естественных прибрежных экосистем;
- формирование новых специфических портовых прибрежных экосистем с компонентами старых и привнесенными элементами, замена ими естественных экосистем, а также освоение новых пространств.

Первое можно наблюдать в большинстве портов, сопоставляя состояние портовой акватории, берегов, а также биологических сообществ, приуроченных к ним с окружающими пространствами. Ярким примером второго становится быстрое обрастание искусственных сооружений в портах водорослями и моллюсками, в том числе в зоне, регулярно освобождающейся от воды при волнении моря. Это во многом является реакцией окружающей среды на появление нового объекта — портовые сооружения (как и другие антропогенные объекты) для окружающей среды представляют собой ювенильное, не освоенное жизнью пространство, принципиально новую экологическую нишу, которая практически сразу же начинает заполняться видами, способными использовать ее для своего существования. Однако, ввиду того, что такие биологические объекты представляют собой определенную помеху хозяйственной деятельности человека, от них регулярно целенаправленно или попутно с решением какой-то иной производственной задачи избавляются. Поэтому данная экологическая ниша остается незаполненной, а постоянные биоценозы со своими устойчивыми закономерностями существования и развития на сооружениях действующего порта не формируются.

Новые прибрежные экосистемы, формирующиеся в морских портах преимущественно на техногенных сооружениях нельзя в полной мере назвать искусственными, поскольку они не создавались специально, а являются по сути побочным продуктом хозяйственной деятельности людей в акватории порта и на прилегающей территории. Скорее их можно рассматривать, как сопутствующие данному направлению хозяйственной деятельности человека. В качестве своеобразного подтверждения такого сопутствующего характера данных экосистем может служить высокая заполненность их синантропными видами растений и животных, в том числе теми, которые человек рассматривает в качестве вредителей и целенаправленно непосредственно на месте своей активной хозяйственной деятельности воспроизводить не желает. Это, например, крысы, некоторые виды чаек и пр. Данные синантропные виды являются разносчиками различного рода инфекций и инвазий, они повреждают грузы, хранимые и переваливаемые в портах, в случае наступления неблагоприятных для них обстоятельств или же вспышек численности — переселяются на окружающую территорию и оказывают давление на автохтонные виды и биоценозы. Кроме того, в портах как в естественные, так и в новые прибрежные экосистемы встраиваются инвазивные интродуцированные виды водорослей, моллюсков, рыб и др., которые существенно влияют на их биологические характеристики (цепи питания, биопродуктивность и пр.), а также локальное распространение в пределах порта. При попадании нового вида в условия, где отсутствует естественное ограничение потенциала его расселения, создается идеальная ситуация для роста его популяции, что может приводить к взрывному росту численности вселенца. На определенном этапе роста численности возникает лимитирование тем или иным фактором среды, что приводит к замедлению роста популяции, достижению ее верхнего предела и дальнейшему поддержанию обилия примерно на одном постоянном уровне или даже его

снижению. Примерами такой динамики чужеродных видов могут служить изменения численности амфипод *P. robustoides* и *G. fasciatus* в Невской губе или *M. neglecta* в Вислинском заливе⁸. Большое количество инвазивных биологических видов, которое характерно для акваторий многих современных портов, делает последние местами непосредственных угроз биоразнообразию и биологической уникальности прилегающих акваторий и даже тех или иных морей в целом. При этом, инвазивная интродуцированность видов имеет тенденцию к постоянному расширению, которая, в свою очередь, обусловлена постоянным расширением географии морских перевозок и их активности, увеличением разнообразия акваторий, посещаемых судами. Нередко, инвазивность может быть и вторичной, когда инвазивный вид захватывается судном не в основном ареале обитания, а в порту, в который он уже проник прежде.

1.3.2. Принципы стабилизации прибрежных экосистем портов и припортовых акваторий

Состояние и характеристики прибрежных экосистем конкретного порта обуславливаются природными особенностями места его расположения, характером антропогенного освоения портовой акватории и прилегающей территории, а также их хозяйственного использования, временем существования порта, его специализацией и множеством других факторов. Соответственно, они носят индивидуальный характер, который, при этом не является постоянным. Портовые прибрежные экосистемы под влиянием интенсивного антропогенного переноса вещества и энергии направленного характера в акваториях портов, постоянно изменяются со скоростью которых подчас, многократно превосходящей скорость эволюции естественных

⁸Филиппов, А.А. и др., 2024. Распространение видов-вселенцев в планктонных и донных сообществах Финского залива на акватории, прилегающей к г. Санкт-Петербург, в 2018 г. и сравнение с аналогичными данными за 2014 г. Трансформация экосистем 7 (1), 120— 146.

прибрежных экосистем. Следствием этого становится экологическая неустойчивость и неуравновешенность портов, как объектов антропогенной среды, что связано, в том числе и с тем, что человек целенаправленно эту неустойчивость поддерживает (в частности, удаляя наносы и отложения грунтов, убирая водоросли, изменяя направления впадения малых рек в портах и т. д.). Обусловлено это тем, что, зачастую, при достижении территорией порта и его акваторией состояния устойчивого экосистемного равновесия, он может утратить значительную часть своих полезных свойств, как транспортный объект (глубину на фарватере, определенный рельеф дна и т. п.). В то же время оставлять экосистему акватории порта постоянно в неустойчивом состоянии невозможно, да и невыгодно, поскольку в этом случае негативные естественные процессы, ведущие к разрушению портовых сооружений, неконтролируемому изменению рельефа дна и течений в порту, ухудшению качества воды и повышению санитарной опасности непосредственного контакта людей с ними и к другим негативным последствиям. Антропогенное воздействие на пространства портов, которое существенно меняет свойства акваторий и прибрежных территорий (причем, многие из этих воздействий могут рассматриваться, как негативные) представляется необходимым тем или иным образом купировать, а сами экосистемы развивать антропогенным воздействием таким образом, чтобы они становились как можно более устойчивыми, не нарушая, при этом, структуры портового пространства, обеспечивающего выполнение портом его основных функций. Пространственное регулирование акваторий - это управление, направленное на поддержание устойчивого экологического равновесия в них посредством введения планировочных норм и правил морепользования. Среди инструментов регулирования можно выделить экологический каркас, как основной способ создания устойчивого морского ландшафта. Собственно, только акваторией пространственное регулирование

акваторий не ограничивается. Его важной частью является оптимизация прибрежной территории, гармонизация взаимодействий экосистем сухопутной и морской частей порта. Реализация экологического каркаса в пространстве морской акватории основывается на поддержании с стабильном состоянии существующих/сохранившихся от антропогенного разрушения донных биотопов, а также в формировании искусственных береговых биотопов, призванных заменить собою утраченные естественные на нарушенных портовых и придамбовых территориях. Пространственной основой формирования сухопутной части экологического каркаса припортовых территорий может служить сеть транспортных (железнодорожных) путей на них, боковые части насыпей которой искусственно задерновываются. В дальнейшем необходимо ее приспособление для объединения разобщенной системы естественных биотопов транзитными связями в виде линейных озелененных пространств вдоль транспортных коммуникаций. Для этого выполняется комплексное озеленение обочин автомобильных, и железных дорог, с помощью которого их превращают в линейные компоненты формируемого экологического каркаса. Затем формируются основные системы морских охраняемых акваторий и природоохранных территорий. Одновременно производится реструктуризация морепользования. Затем осуществляется развитие созданного экологического каркаса, поддержание его устойчивости, с корректировкой проектных решений в зависимости от реакций экосистемы, продолжение оптимизации и совершенствования функций природного каркаса с рациональным использованием его пространств с учетом благоприятной окружающей среды путем включения коммерческих и социальных элементов в природный каркас⁹. Такой подход обеспечивает

⁹Загнухин Т. В. Методика проектирования экологического каркаса в процессе эколого-пространственной ревитализации акваторий // Наука и образование сегодня. 2018. №4 (27). - с. 94 - 97

превращение современных морских портов из пространств перманентного экологического напряжения в участки с относительно стабильной окружающей средой, способные заметно лучше выдерживать внешние воздействия. Это существенно улучшает не только экологическую ситуацию в порту, но и позволяет ему в меньшей степени подвергаться воздействиям неблагоприятных погодных явлений, что, в конечном счете, в долгосрочной перспективе делает его работу заметно более эффективной с экономической и технической точки зрения.

2. Факторы формирования и функционирования прибрежных экосистем морского порта Усть-Луга

2.1. Особенности естественной среды морского порта Усть-Луга

2.1.1. Географическое положение

Морской порт Усть-Луга (далее — Усть-Луга) — российский порт на южном побережье восточной (российской) части Финского залива в Лужской губе (рис. 1). Лужская губа вдаётся в южный берег Финского залива на 20 км между мысом Кургальским (Кургальский полуостров) на западе и мысом Колганпя (Сойкинский полуостров) на востоке. Территория порта располагается вдоль ее юго-восточного побережья от устья реки Луга в правобережной части до деревни Дубки в юго-западной части Сойкинского полуострова. Географические координаты центральной части порта: 59°43' с.ш., 28°24' в.д. Ближайший к порту населенный пункт — деревня Вистино Вистинского сельского поселения Кингисеппского района. Портовый поселок Усть-Луга расположен в двух километрах к западу от порта на противоположном от него берегу реки Луга.



Рисунок 2.1. Расположение морского порта Усть-Луга на побережье Финского залива

Территория расположения порта в административном отношении находится в пределах Усть-Лужского и Вистинского сельских поселений Кингисеппского района Ленинградской области. В непосредственной близости от него располагаются населенные пункты этого района: Усть-Луга (на противоположном от терминалов порта берегу реки Луга), Лужицы, Косколово, Слободка, Югантово, Красная Горка, Сменково, Дубки, Ручьи, Вистино (последний — ближайший к территории порта населенный пункт с севера, выходящий непосредственно к побережью Лужской губы). В портовом поселке Усть-Луга располагается одноименная железнодорожная станция, специализирующаяся на обслуживании порта, которая является конечной на линии Веймарн — Котлы — Усть-Луга Октябрьской железной

дороги. Порт занимает территорию на берегу размером 1078 га, длина причального фронта составляет 8187 м. Площадь акватории порта составляет 67,56 км². На сегодняшний день строительство порта еще не завершено, его окончание предполагается в 2025 году. Однако, уже сейчас это крупнейший по грузообороту (свыше 103 млн. т. грузов в год) российский порт на Балтийском море и второй по этому показателю в стране. Порт способен принимать суда длиной до 320 м, шириной до 50 м и осадкой до 15 м¹⁰ (рис. 2. 2). Это делает его одним из самых универсальных российских портов на Балтике, позволяя выполнять в нем перевалку грузов для наиболее крупных современных судов. В непосредственной близости от порта в Лужскую губу впадает река, Луга, которая является судоходной, что позволяет порту осуществлять обмен грузами с западными районами Ленинградской области посредством водного пути.

¹⁰ Морской порт Усть-Луга // Сайт Администрации морских портов Балтийского моря [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.pasp.ru/port_ust-luga

Порт осуществляет перевалку различных видов грузов: сухих, наливных (нефти и нефтепродуктов) и контейнеров. Около 2/3 его грузооборота приходится в настоящее время на наливные грузы. В планах развития порта находится строительство вблизи него газосжижающего и газохимического заводов, а в самом порту — терминала для заправки СПГ-танкеров.

Морской порт Усть-Луга расположенный вблизи российско-эстонской границы, является ближайшим к границам Евросоюза из крупных портов основной территории страны. Расстояние от Усть-Луги до портов Хельсинки (Финляндия) и Таллин (Эстония) составляет менее 110 морских миль, до Стокгольма (Швеция) — около 360 морских миль, до Киля (Германия) — около 950 морских миль. Современные суда, даже крупнотоннажные, способны проходить эти расстояния в течение нескольких суток, для них время перехода от Усть-Луги до крупных европейских портов на Балтике является сопоставимым со временем выгрузки-погрузки. Близость морского порта Усть-Луга к портам Евросоюза на Балтике делает его экономико-географическое положение одним из самых выгодных в стране с точки зрения организации международных морских перевозок.

Порт Усть-Луга является также одним из важнейших компонентов международного мультимодального транспортного коридора Север-Юг, связывающего российское побережье Балтики с портом Мумбаи (Индия)¹². Порт Усть-Луга, как и другие порты Ленинградской области является местом стыковки МТК Север-Юг с международными транспортными коридорами стран Северной и Центральной Европы.

¹¹ Источник: Луга-порт. Проект [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://triptonkosti.ru/2-foto/luga-port-proekt-96-foto.html>

¹²Крюкова Е. В. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА "СЕВЕР - ЮГ" // Вестник ВолГУ. Экономика. 2020. №2. - с. 141 - 147

В современных условиях глобальной геоэкономической конкуренции порт Усть-Луга превращается в серьезного конкурента для портов государств Балтии: Риги, Клайпеды, Даугавпилса и пр. В настоящее время на него переключилось все перевозки морским транспортом Республики Беларусь, которые ранее осуществлялись через прибалтийские порты. Для Российской Федерации порт Усть-Луга сейчас является основной точкой перевалки, через которую осуществляется морское паромное сообщение с Калининградской областью — российским анклавом на побережье Балтийского моря. В сложившейся на сегодняшний день геополитической и геоэкономической ситуации порт Усть-Луга превратился в основную транспортную коммуникацию, через которую ведется грузообмен Калининградской области с территорией остальной России. Поэтому его значение для страны является стратегическим.

Для Санкт-Петербурга и Ленинградской области порт Усть-Луга также имеет большое значение, как объект транспортной инфраструктуры, существенно влияющий на транспортный комплекс этих регионов и их экономическое развитие в целом. Появление данного порта позволило существенно разгрузить Санкт-Петербургский транспортный узел от транзитных международных грузов, изменить его специализацию. Для западных районов Ленинградской области появление собственного порта, позволяющего иметь непосредственный выход к морским транспортным коммуникациям, который был утрачен с распадом СССР и выходом из состава страны прибалтийских республик, является мощным фактором поддержания экономики, возвращения к развитию внешнеторговых связей. Порт и портовый комплекс в целом формируют транспортно-промышленный кластер, являющийся мощным драйвером экономического и социального развития западных районов Ленинградской области, точкой экономического роста, на обслуживание которой переориентируются, например,

инфраструктура наземного транспорта территории, некоторые виды ее обрабатывающей промышленности, модернизируется система расселения и пр. Таким образом, на ближайшие годы, а, возможно, и десятилетия, можно прогнозировать дальнейший рост порта, интенсификацию его деятельности и, следовательно, рост воздействия портового комплекса и его работы на прибрежные экосистемы и экосистемы Лужской губы.

Еще одним важным (хотя и довольно специфическим) вопросом, связанным с географическим положением порта Усть-Луга является его непосредственная близость к местам компактного проживания коренного малочисленного народа Ленинградской области — води (вожан), которые располагаются на Сойкинском полуострове. В традиционных хозяйственной практике этого малочисленного этноса (на сегодняшний день это несколько десятков человек, компактно проживающие в небольших сельских населенных пунктах Сойкинского полуострова, причем, ни в одном из них не образуя этнического большинства¹³) большую роль играло рыболовство в Лужской губе. В настоящее время, в связи с созданием и работой порта условия для занятий вожанами своим традиционным промыслом существенно изменились, что, по некоторым предположениям может привести к окончательной утрате ими этнической идентичности. Эта тема в настоящее время всячески муссируется со стороны конкурентов порта, в том числе и представителями официальной власти прибалтийских государств на уровне ООН. Тем не менее, сейчас говорить о том, что порт как-то повлияет на сохранение води, как этноса неправомерно поскольку их представители не поддерживают традиционного уклада жизни, не ведут традиционных промыслов и по образу жизни ничем не отличаются от остальных граждан¹⁴.

¹³Чистяков А. Ю. Современная культура и идентичность ижоры и води: возрождение и конструирование // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2006. №2. - с. 152 - 156

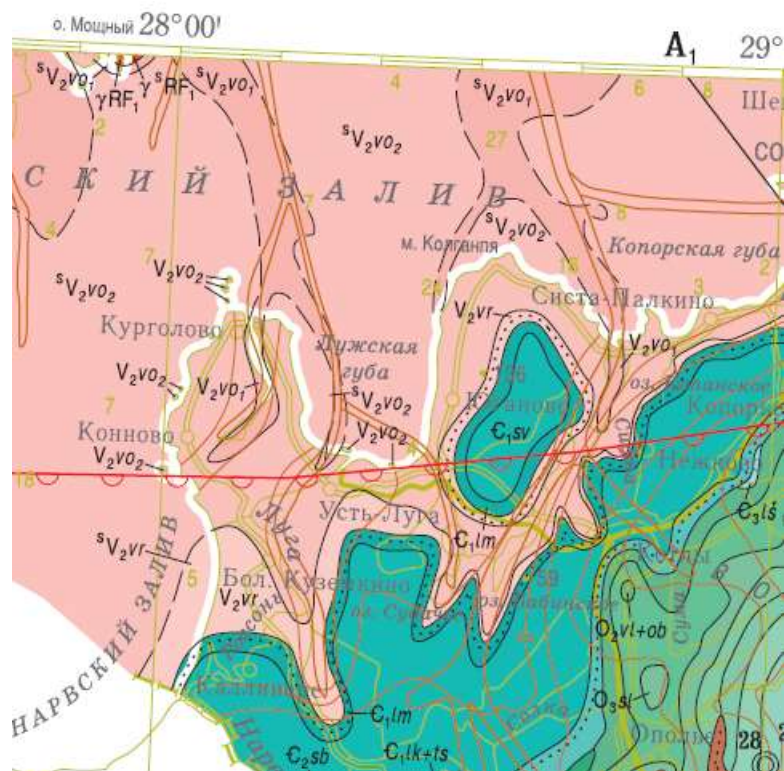
¹⁴ Порт Усть-Луга поможет народу воду исчезнуть? Независимая точка зрения // Сайт Kingisepp.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kingisepp.ru/news/publication-1506/>

Собственно, указанный вопрос и его обсуждение являются хорошим примером того, как действительно значимую проблему, связанную с работой инфраструктурного объекта, могут использовать для экономических и политических спекуляций в конкурентной борьбе. Аналогичная ситуация характерна и для вопросов экологии, а также для средств и способов их решения — игнорировать экологические вопросы нельзя, но не следует допускать и манипулирования ими в экономических и политических целях.

2.1.2 Геологическое строение, рельеф, характер грунтов.

Лужская губа и прилегающие территории, в пределах которых находится сам порт и его акватория располагаются на Балтийской моноклинали — северо-западном крыле Московской синеклизы Русской плиты Восточно-Европейской платформы. Данная территория представляет собой место наиболее близкого залегания к дневной поверхности докембрийского осадочного чехла платформы. В геологическом отношении место расположения порта и акватория Лужской губы представляют собой территорию распространения вендских терригенных осадков верхней подсвиты Василеостровской свиты, которые перекрыты покровом четвертичных осадочных пород различного генезиса. Осадки венда - это тонкослоистые аргиллитовые глины с линзами сидеритов¹⁵. Часть равнины, расположенная несколько южнее территории порта, относится к зоне распространения кембрийско-вендских осадочных пород (рис. 3). Сама Лужская губа является зоной распространения повышенной трещиноватости пород, вендские породы ее акватории входят в Василеостровский сейсмокомплекс. По дну губы прослеживаются речные палеодолины, врезанные в дочетвертичный осадочный чехол.

¹⁵ Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000. О-35 (Псков), (N-35) О-36 (Санкт-Петербург). Лист 1. Карта дочетвертичных образований // Сайт ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/O-35-36/O-35-36_N-35_GKDO_1.pdf



**Рисунок 2.3. Дочетвертичные геологические структуры в районе порта
Усть-Луга**

Докембрийские и кембрийские осадки перекрыты мощным (в несколько десятков метров) чехлом четвертичной морены и современных морских и аллювиальных речных осадков (рис. 4). Дно Лужской губы в центральной части выполнено неоплейстоценовым гляциолимнием Балтийского ледникового озера, который состоит преимущественно из обыкновенных и ленточных глин, суглинков, песков с включением гальки, супесей. Мощность донных отложений достигает до 25 м. Также на дне губы фрагментарно представлены моренные отложения основной морены осташковского горизонта, состоящие из валунных суглинков, супесей и глин. Их мощность составляет до 50 м. Прибрежная зона сложена нижнеголоценовым (анциловым) лимнием с мощностью отложений до 11 м, в состав которого входят пески, суглинки, глины, диатомиты, илы. Сочетание отложений осташковских морен и анцилового лимния в центральной части Лужской губы формирует обширную отмель, препятствующую влиянию волнового

процесса на рельеф ее южного побережья. Вдоль южного побережья представлены верхнеголоценовые морские песчано-иловые отложения мощностью до 2 м. На суше в месте расположения порта четвертичные и современные породы представлены верхнеголоценовыми морскими песчано-иловыми отложениями мощностью до 2 м. Кургалинский и Сойкинский полуострова покрыты преимущественно моренными отложениями основной морены ошашковского горизонта мощностью до 50 м, которые состоят из валунных суглинков, супесей и глин, а также гляциолимнием Балтийского ледникового озера мощностью до 25 м, представленного преимущественно обыкновенными и ленточными глинами, суглинками, песками с включением гальки, супесями. Имеются также участки современных аллювиальных (в долине реки Луга) и болотных отложений. В западной части Лужской губы прослеживается палеодолина реки Луга.

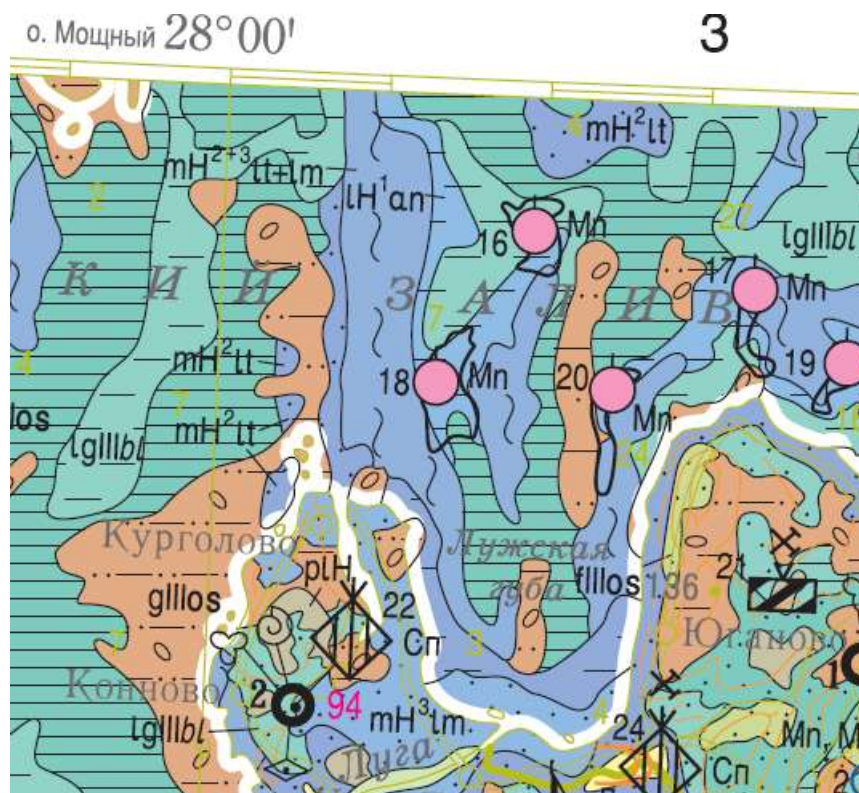
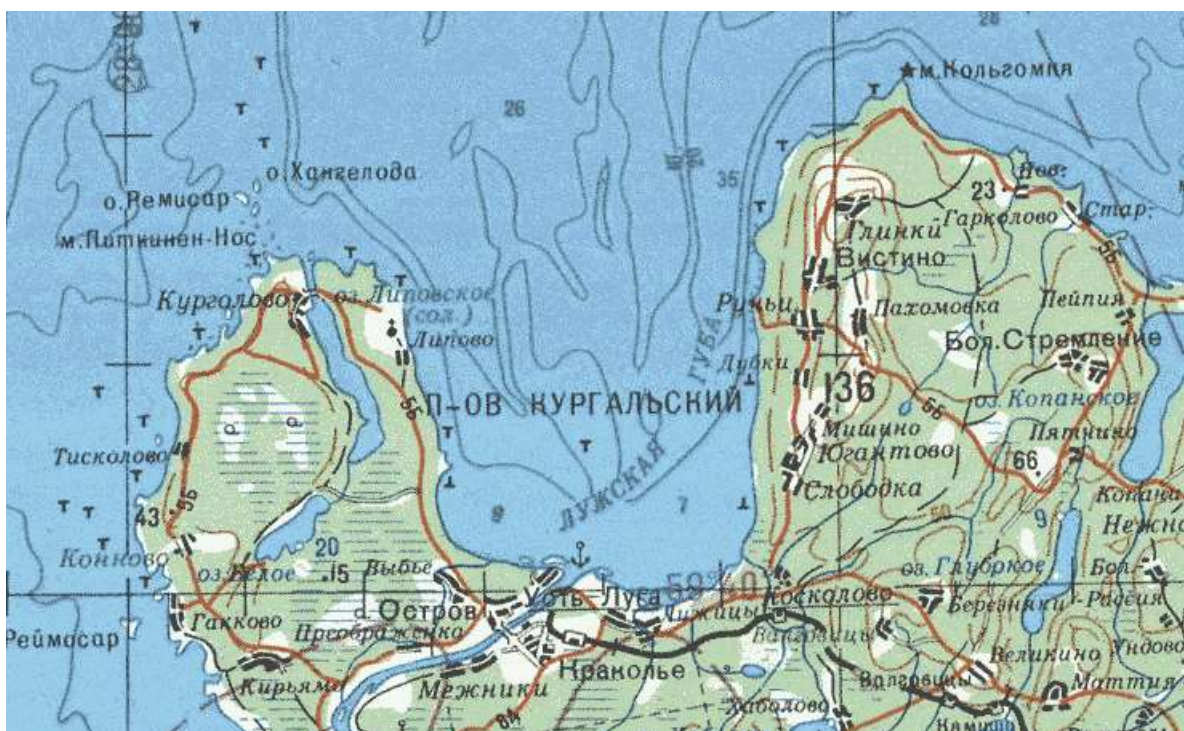


Рисунок 2.4. Четвертичные отложения в районе порта Усть-Луга

Рельеф суши в окрестностях порта представляет собой сочетание комплексов форм рельефа различных высотных уровней, типичных для морской

террасированной равнины. Верхний уровень представляют Кургальский и Сойкинский полуострова. Они характеризуются четким ярусным строением рельефа, что во многом обусловлено особенностями дочетвертичной поверхности, впоследствии переработанной плейстоценовыми оледенениями, а затем и процессами в водоемах постледниковья. Верхний здесь представляют возвышенности: Сойкинская, Кургаловское и Куровицкое плато. Они обрамлены низменными равнинами, открытыми в сторону залива. В ходе литориновой трансгрессии сформирован нижний ярус рельефа – нижняя терраса, которая на западном берегу Сойкинского полуострова терраса окаймлена абразионным уступом. В южной части губы литориновая терраса осложнена вытянутыми параллельно берегу древними береговыми валами. Наибольшее развитие они получили на участке между реками Луга и Хаболовка¹⁶ (южная часть портовой зоны). В целом на территории порта и к западу от него рельеф формирует низменная аккумулятивная равнина Нарвско-Лужского междуречья, представленная на Кургалинском полуострове и в бассейне реки Луга. Абсолютные высоты здесь не превышают 20 м над у.м. Здесь широко распространены верховые болота. Представлено и несколько озерных цепей, которые располагаются в древних (оставленных) руслах Луги и Наровы. С востока непосредственно к территории порта примыкает холмистая равнина (с абсолютными высотами до 66 м над у.м.) Сойкинского полуострова (рис.5). Здесь широко представлены моренные отложения нескольких плейстоценовых оледенений.

¹⁶ Спиридонов М. А. Ледниковая история Финского залива // Геология субаквальной части зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты в пределах Финского залива. – Л.: Издво ВСЕГЕИ, 1989. – С. 15–23.



**Рисунок 2.5. Топографическая карта окрестностей Лужской губы
(масштаб 1:500000)**

Берег части Лужской губы, к которой находится порт, по своему происхождению относится к патамогенным (т. е. формируемым неволновыми процессами) и является аккумулятивным песчаным приустьевым. К северу от территории, занимаемой портом в настоящее время на побережье Сойкинского полуострова он сменяется абразионным валунным моренным с локальными песчаными пляжами¹⁷.

В целом, современный рельеф территории на уровне микроформ может быть охарактеризован, как молодой, имеющий тенденцию к заметному изменению под влиянием экзогенных факторов, прежде всего, флювиальных процессов. На его характер большое влияние также оказывает и болотный

¹⁷ Спиридонов М.А., Рябчук Д.В. Орвику К.К., Сухачева Л.Л., Нестерова Е.Н., Жамойда В.А. Изменение береговой зоны восточной части Финского залива под воздействием природных и антропогенных факторов // Региональная геология и металлогения. 2010. №41. с. 107 - 118

процесс, а в последние столетия — и постоянно возрастающее антропогенное воздействие.

2.1.3 Климатические особенности

Территория порта и Лужская губа в целом располагаются в северной части умеренного климатического пояса Евразии, в его западном секторе. Климат здесь носит характер умеренного морского, переходного к континентальному. Ему присущи положительная среднегодовая температура, четкая выраженность сезонов года, в том числе с наличием зимы (сезона с отрицательными среднесуточными температурами), которая является относительно мягкой и умеренно холодной, умеренно теплого лета, высокий уровень увлажнения. Данная территория характеризуется высокой циклонической активностью атмосферы, что обусловлено близостью ее к северной части Атлантического океана (и расположенному здесь Исландскому барическому минимуму), а также наличием выраженной местной бризовой циркуляции. Для данной местности характерна частая смена погоды, часто наблюдаемые ветры со значительной скоростью. Наблюдаются ветры всех направлений при некотором (сравнительно небольшом) преобладании юго-западных.

Радиационные факторы климата территории определяются ее положением в северной части пояса средних широт (вблизи 60°с.ш.), равнинным характером территории, а также значительной облачностью во все сезоны года. Годовой приход суммарной солнечной радиации составляет 73-74 ккал/см². Радиационный баланс положителен в течение 8 месяцев с марта по октябрь, достигая больших значений в мае-июле (7-8 ккал/см² в месяц), наименьших – в декабре-январе (0,7-0,8 ккал/см²). Также он остается положительным и в среднем за год. Продолжительность солнечного сияния составляет 1530 часов в год, а его максимум приходится на май-июнь, когда

на данной территории отмечается период белых ночей и продолжительность светового дня может составлять 20 часов и более. Минимальна она в декабре как ввиду малой продолжительности светового дня (менее 5 часов) и небольшой высоты Солнца над горизонтом, так и в силу большой облачности, характерной для этого периода.

Температурный режим территории является типичным для умеренных широт, характеризуется ярко выраженным изменением величины температуры воздуха и температурного режима по сезонам года, наличием продолжительного периода с отрицательными среднесуточными температурами. Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции Усть-Луга составляет + 4,2 °С. Самым теплым месяцем является июль со среднемесячной температурой воздуха + 16,9 °С; самым холодным – февраль: - 7,7 °С. Абсолютный максимум составляет + 32 °С (июнь-июль). Абсолютный минимум: -42 °С (январь). В среднем, дата первого заморозка приходится на 28 сентября, а дата последнего заморозка – на 19 мая.

Продолжительность периода со среднесуточными температурами выше 0°С в непосредственной близости от порта варьирует в зависимости от условий рельефа, близости к губе и ряда других факторов. Например, в МО «Усть-Лужское сельское поселение» она меняется от 131 дня в районе д. Лужицы до 150 дней в районе п. Курголово. Продолжительность периода с положительными температурами больших значений заметно стабильнее. Так, средняя продолжительность периода с температурой воздуха выше +5 °С (вегетативный период) – от 170 до 175 дней в году. Период со среднесуточными температурами выше +10 °С, на данной территории имеет продолжительность около 120 дней.

Продолжительность отопительного сезона (количество дней со среднесуточными температурами ниже +8 °С) составляет 220-230 дней. Он

начинается в последней декаде сентября — первой декаде октября и продолжается, как правило, до конца апреля — начала мая. Расчетная температура наиболее холодной пятидневки составляет -23°C .

Как и температура воздуха, температура почвы на данной территории характеризуется положительными среднегодовыми значениями и выраженным сезонным ходом. Почва подвержена сезонному промерзанию в зимний период. Глубина промерзания почвы составляет в среднем 45-50 см (максимум – 74 см, минимум – 11 см). Нормативная глубина промерзания почвогрунтов для данной территории равна 110 см.

Устойчивое прогревание почвы на глубину 10 см наступает в последней декаде мая, а полное оттаивание грунта – во второй декаде июня.

Ветровой режим обусловлен процессами, типичными для приморских районов умеренных широт Северного полушария: западным переносом воздушных масс и бризовой циркуляцией.. В течение всего года преобладают ветры южного, юго-западного и западного направлений. Суммарная повторяемость ветров этих направлений достигает 50 %. В летние месяцы повторяемость ветров этих направлений несколько снижается и возрастает повторяемость ветров северо-западной четверти.

Преобладающими в течение года являются ветры слабой и умеренной силы со скоростью 2,7-3,9 м/с. К ноябрю-декабрю средняя скорость ветра возрастает до 5,4 -5,5 м/с. За год в районе посёлка Усть-Луга в среднем наблюдается 18 дней с сильным ветром (15 м/с и более).

Благодаря невысоким средним температурам и, соответственно, низкой испаряемости, район Лужской губы представляет собой территорию избыточного увлажнения. Среднегодовое количество осадков 760 мм, около 2/3 от их общей суммы выпадает в теплый период года. Район Лужской губы также характеризуется высокой влажностью воздуха. Средняя годовая относительная влажность воздуха в районе п. Усть-Луга равна 80 %.

Снежный покров появляется ежегодно. Продолжительность периода с устойчивым снежным покровом составляет в среднем 130 дней. Он устанавливается: при ранних зимах – 3 ноября, при поздних – 4 января, в среднем – в начале декабря. Разрушение снежного покрова происходит в среднем 10 апреля, при мягких зимах – 10 марта, при затяжной весне – 24 апреля. Высота снежного покрова колеблется от 17 до 67 см, в среднем – 40 – 45 см. Это обусловлено частыми оттепелями, особенно в первой половине зимы, когда оттепляющее влияние морского водоема наиболее выражено. Благодаря оттепелям происходит частичное срабатывание запасов воды в снеге и уменьшение мощности снежного покрова.

Зима – умеренно холодная, неустойчивая, мягкая, длится обычно с середины ноября до конца второй декады марта. Средняя месячная температура наиболее холодного месяца — февраля опускается до $-7,9^{\circ}\text{C}$. Характер погод зимнего времени существенно зависит от барического режима. При занятии данной территории гребнем антициклона наблюдается уменьшение количества облачности и понижение температуры воздуха. Возможно наступление периодов резкого похолодания, когда температура в -20°C и ниже может держаться несколько дней, иногда — более недели. При нахождении района в зоне циклонического влияния резко увеличивается облачность, возрастает скорость ветра, выпадают осадки. С прохождением циклонов связаны и оттепели, в том числе и с повышением среднесуточных температур до положительных значений. Средняя скорость ветра зимой составляет 3 – 4 м/с. В январе-феврале наблюдается значительное выпадение твердых осадков. В это время снежный покров на территории носит устойчивый характер, водоемы, в том числе и Лужская губа, покрываются льдом.

Весна – затяжная, длится обычно с начала апреля до последней декады мая. В конце марта происходит устойчивый переход среднесуточной

температуры воздуха через 0 °С, в середине апреля – через 5 °С, в начале мая – через 10 °С. Устойчивый снежный покров разрушается к первой декаде апреля, к первой декаде мая снег сходит окончательно. Для второй половины весны характерен интенсивный рост среднесуточных температур. Количество осадков при этом уменьшается в 2-3 раза по сравнению с зимними месяцами.

Лето умеренно теплое, период со среднесуточной температурой выше +15°С длится обычно с конца июня до конца первой декады сентября. Средняя месячная температура наиболее теплого месяца - июля составляет +17,8°С. Количество осадков летом больше, чем в другие сезоны (всего 214 мм, в том числе в июне и июле – по 65 мм и августе – 84 мм). По характеру осадков преобладают ливневые дожди. Средняя скорость ветра летом заметно снижается, возрастает повторяемость штилей. При прохождении южнее Санкт-Петербурга циклонов в районе губы отмечаются холодные северные ветры и идут частые дожди. Прохождение циклонов по Финскому заливу сопровождается резкими шквалистыми западными и юго-западными ветрами, обильными осадками, которые могут вызывать временные подъемы воды в малых реках, усилением волнения в заливе и в губе.

Осень – затяжная, длится обычно с середины сентября до середины декабря. Продолжительность осадков в октябре – ноябре по сравнению с летом увеличивается в 2-3 раза. Средняя месячная температура воздуха в сентябре + 10,8 °С понижается к ноябрю до + 0,5 °С. В середине сентября происходит устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через + 10 °С, в середине октября – через + 5 °С, в середине ноября – через 0 °С.

Неблагоприятные климатические явления

Для судоходства в Лужской губе одним из наиболее часто повторяющихся неблагоприятных метеорологических явлений является

туман. Туманы на территории МО «Усть-Лужское сельское поселение» – довольно частое явление. Число дней в году с туманом – 28, наибольшая повторяемость их отмечается в марте – апреле.

Также к неблагоприятным явлениям относятся метели, число дней с которыми составляет 22. Они отмечаются с октября по февраль. Преобладают метели слабой интенсивности при южных и юго-западных ветрах.

Грозовая деятельность наиболее активна с мая по август. В среднем за год наблюдается 19 дней с грозой.

Обильные дожди в летне-осенний период вызывают паводки на большинстве малых водотоков. В отдельные годы отмечаются высокие весенние половодья, которые связаны в первую очередь с быстрым срабатыванием запасов воды в снежном покрове при резком потеплении в весенний период. Иногда они усугубляются выпадением большого количества дождей в период снеготаяния.

Засухи возникают с периодичностью один раз в 10-12 лет¹⁸. Большого воздействия на порт и судоходные водоемы они не оказывают.

2.1.4. Гидрографические, гидрологические и гидрохимические особенности

Лужская губа представляет собой закрытый с трех сторон мелководный залив восточной части Финского залива Балтийского моря. Физико-географические факторы определяют такие особенности акватории губы, как низкая соленость и ее неравномерное распределение, значительная продолжительность ледовых явлений, определенное (до нескольких десятков см.) повышение уровня воды у берега в период половодья на реках,

¹⁸ Материалы по обоснованию Генерального плана // Сайт Усть-Лужского сельского поселения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://усть-лужское.рф/?p=5904>

впадающих в губу. Помимо влияния полуостровов, отделяющего воды губы от перемещений вод Финского залива в широтном направлении, на гидрологическую ситуацию здесь большое влияние оказывает и рельеф дна самой губы. На гидрохимические показатели акватории большое влияние оказывают впадающие в нее водотоки: река Луга и другие реки.

Особенностью гидрохимической обстановки в Лужской губе является пониженная соленость ее вод (в приповерхностном слое воды она изменяется от 0,1 до 5,8‰, в придонном — от 2,2 до 7,7‰). Уровень солености во многом зависит от метеорологических факторов и влияния течений, а в случае полуоткрытых заливов, таких, как Лужская губа, еще и от опресняющего действия впадающих в них крупных рек (в данном случае — реки Луга). Соленость в губе в целом увеличивается от южного побережья к северу (к глубоководной части залива) и от поверхности в глубину. Также на гидрохимические особенности Лужской губы существенное влияние оказывает расположение акватории в зоне болот, следствием чего является поступление в нее с речными стоками вод с высоким содержанием железа.

Важным следствием низкой солености вод губы является распространенность в ней ледовых явлений. Лед в Лужской губе образуется ежегодно. В году отмечается около 146 дней со льдом при средней зимней температуре воды в губе порядка — 1° С. Распределение льда на поверхности губы неравномерно и подвержено влиянию подводного рельефа, ветров и течений. Лед, дрейфующий в Финском заливе, частично задерживается Кургальским рифом, а лед, образовавшийся непосредственно в Лужской губе отжимается к востоку.

Прогревание вод губы во многом обусловлено климатическими факторами, прежде всего, местным климатом. Максимальная летняя температура воды у поверхности в разные годы варьирует от +14 до +21° С, Во многом нижние слои воды прогреваются хуже верхних из-за низкой

прозрачности воды. Она варьирует от 0,6 м в южной части губы у устья Луги до 4,0 м по диску Секки в ее северной части. Прозрачность воды в губе подвержена выраженным сезонным колебаниям и в значительной мере зависит от ветрового перемешивания вод. Содержание взвешенных в воде веществ существенно изменяется в зависимости от глубины и слоя воды. В мелководной зоне в приповерхностном слое оно может составлять от 3 до 35 мг/л, в придонном — от 8 до 170 мг/л. Максимальное содержание взвешенных частиц в воде отмечается во время штормов. На глубинах более 10 м содержание взвешенных частиц в воде не превышает 10 мг/л.

В пределах губы действует своя система течений, обусловленная, как особенностями ветров и рельефа дна (и, соответственно, неравномерностью прогрева акватории), так и постоянным поступлением вод со стоком реки Луга. Основное направление внутренних течений в Лужской губе — циклоническое (против часовой стрелки), скорость может составлять до 50 см/с. Способствует поддержанию такой системы течений и характер ветрового режима с достаточно значительной повторяемостью юго-западных и западных ветров, разгоняющих воду в восточной части губы в соответствующем направлении.

С системой течений в Лужской губе связана и миграция донного твердого материала (наносов) в ней. Здесь наблюдается перемещение потока наносов к вершине залива, что способствует образованию обширной зоны аккумуляции наносов и роста берега в том его участке, где в настоящее время построен порт. Сюда ежегодно поступает и откладывается 110000 м^3 наносов, причем 100000 м^3 поступает с западного берега и только 10000 м^3 — с восточного¹⁹. Зона транзита охватывает всю западную и юго-восточную

¹⁹ Логвиненко Н.В., Барков Л.К., Усенков С.М. Литология и литодинамика современных осадков восточной части Финского залива. Л., Изд-во ЛГУ, 1988, 148 с.

части побережья губы. В северо-восточной части губы существуют условия для абразии берега и подводного берегового склона.

Лужская губа относится к замерзающим акваториям, для которых характерны значительные колебания площади ледяных полей, особенно в переходные периоды, что существенно влияет на судоходство в ней. Так, спутниковый трасологический анализ серии последовательных РСА-изображений акватории Лужской губы, относящихся к началу апреля 2012 г., позволил проследить временную изменчивость параметров состояния льда и, соответственно, условий судоходства, когда в ситуации смены погоды в течении двух суток площадь льдов возросла на 15%, а длины трасс движения судов — на 20 — 25%²⁰. Таким образом, существенные колебания площади ледяных полей оказывают заметное влияние как на работу порта, так и на экологические воздействия, которые с нею связаны, в частности, на изменение территории воздействия струями гребных винтов на грунт губы.

2.1.5. Прочие особенности

Акватория Лужской губы и прилегающие территории (Кургалинский и Сойкинский полуострова, низовья Луги) входит в район Приморская Эстония гемибореальной фитогеографической зоны²¹. Район характеризуется повышенной тепло- и влагообеспеченностью в условиях Ленинградской области, что способствовало распространению здесь эндемичных для региона видов растений.

Уникальный характер растительных сообществ территории отражается и в охранном статусе различных ее местностей. В окрестностях Лужской губы действует несколько ООПТ, наиболее крупным из которых является

²⁰Мелентьев В. В., Черноок В. И., Мелентьев К. В., Старцев А. А., Захарова Т. А. Спутниковая трасология: опыт использования в интересах маммалогии (териологии) для обеспечения безопасности ледо-ассоциированных морских млекопитающих // Известия ТИНРО. 2014. №. - с. 138 - 157

²¹ Сеников А. Н. Фитогеографическое районирование Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) // Труды КарНЦ РАН. 2005. №7. - с. 206 - 243

Кургальский заказник. Он включает в себя Кургальский полуостров, а также прилегающие акватории собственно Финского залива и западной части Лужской губы с находящимися в них островами. Целью его деятельности является сохранение природных комплексов приморской зоны Финского залива, являющихся местом нереста рыб, гнездования птиц, а также мест лёжек балтийской нерпы, естественных и длительно культивированных лесов различных таёжных типов. Площадь заказника составляет 60 тыс. га, около 40% ее приходится на территории строгого режима охраны, в которых запрещена любая хозяйственная деятельность.

Непосредственно сама Лужская губа также является уникальным биогеографическим объектом, представляющим высокую ценность. Гидрохимический состав и режим ее вод, особенности геологического строения и геоморфологические процессы существенно повлияли как на пространственное распределение водных организмов в ее акватории, так и на роль, которую губа играет в поддержании функционирования биологической составляющей экосистемы восточной части Финского залива. В первую очередь уникальным является рыбохозяйственное значение Лужской губы. В ней обитает тридцать четыре вида рыб, а также минога. Губа (вернее, отмель в ее центральной части) является местом нереста многих видов рыб бассейна Балтийского моря, в связи с чем данная акватория играет большую роль в воспроизводстве рыбных запасов восточной части Финского залива. Ввиду своей важности для воспроизводства рыбы, Лужская губа имеет высшую категорию рыбохозяйственной ценности. Также впадающая в губу река Луга является крупнейшей лососевой рекой Финского залива. Это один из немногих водотоков в его бассейне, который до сих пор сохранил значение для естественного воспроизводства балтийского лосося. Река населена крупнейшей популяцией балтийской кумжи (вида, занесенного в Красную книгу России). На ней расположен также один из рыбозаводов,

поддерживающий репродукцию популяции балтийского лосося -Ивановский (в Кингисеппском районе). В связи с этим обеспечение экологической устойчивости Лужской губы может рассматриваться в качестве важной задачи сохранения редких видов ихтиофауны Балтики и, соответственно, всего экологического равновесия как Финского залива, так и Балтийского моря в целом.

Вылов рыбы в Лужской губе за последние десятилетия значительно сократился, что связано, как со строительными работами, так и с самим функционированием порта. До начала строительства (в 1990-х гг.) объем вылова составлял около 750 т/год, сейчас он упал до 150 т/год²².

Важной особенностью губы, существенно влияющей на функционирование и биопродуктивность ее биогеоценозов является пространственное распределение в ней водной растительности. В силу особенностей геологического строения акватории, характера берегов и волнового режима, основным местом размещения водных растительных сообществ Лужской губы как раз и являлся ее юго-восточный берег, застроенный в настоящее время портовыми объектами. До начала строительства прибрежной водной растительностью здесь была занята почти вся литораль до изобаты 1 м, заросли ее образовывали полосу ширина которой местами достигала 1 км. Сейчас площадь, занятая зарослями, составляет всего около 800 га²³. В ней преобладает воздушно-водная растительность, с доминированием умеренно густых формаций камыша озерного и тростника обыкновенного. Свободные от воздушно-водной растительности площади в основном заняты погруженной растительностью

²² Жигульский В. А., Соловей Н. А. и др. Результаты экологического мониторинга техногенной сукцессии Лужской губы при строительстве морского торгового порта Усть-Луга. // Гидротехника, №1, 2014 — с. 72 - 86

²³ Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива / Лаврентьева Г. М. и Сулопарова О. Н. (ред.). Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Т. 331. Вып.2. СПб., 2006. 262 с.

(наяда морская, уруть колосистая, рдест маленький, ряска трехдольная, кувшинка белая). Западнее устья реки Луга заросли макрофитов менее развиты и не столь густы.

2.2. Виды непосредственных воздействий на водную среду в порту

2.2.1. Механические воздействия

Важнейшим с точки зрения экологического влияния деятельности порта на акваторию Лужской губы антропогенным механическим воздействием выступает проведение дноуглубительных работ. Механическое воздействие на грунты акватории производится как при строительстве портовых сооружений, так и при проведении дноуглубительных работ для уже функционирующей акватории порта. Формирование территории комплекса портовых сооружений производится в основном из песка, добываемого при дноуглубительных работах в акватории губы. В результате драгирования глубина прилежащих к порту участков Лужской губы увеличилась с 2-5 м до 14-16 м.

Основными видами воздействия на экосистему Лужской губы являются:

- ☐ отторжение береговой полосы на участке строительства;
- ☐ изменение баланса наносов в береговой зоне;
- ☐ механическое разрушение верхнего слоя донных отложений, нарушение процесса седиментации и деградация донных сообществ.
- ☐ увеличение количества взвеси в воде и обогащение верхних горизонтов водной толщи биогенными элементами за счет их поступления из придонных горизонтов;

□ возможность поступления ряда тяжелых металлов, находящихся в придонных горизонтах и донных отложениях в концентрациях, превышающих ПДК, в приповерхностные воды²⁴.

Одним из наиболее масштабных мероприятий, связанных с дноуглублением, которое проводилось в последние годы в Лужской губе, стало создание Лужского западного канала, который позволяет подходить судам с большой осадкой из Лужского западного фарватера непосредственно к портовым сооружениям (а не обходить Лужскую губу по периметру западного и южного берега). Постройка канала представляла собой выемку донного грунта на глубину в 15 — 20 метров по отмели в центральной части Лужской губы. Все компоненты донного (аквального) ландшафта в месте строительства при этом уничтожались, в самой губе существенно возрастала мутность вод. По завершению строительства канал существенно изменил донный рельеф губы и систему течений в ней.

Помимо драгирования, значительные механические воздействия связаны со строительными работами непосредственно на сухопутной территории порта, а также с возведением причалов (водные строительные работы).

После завершения строительства порта важным фактором механического воздействия на его акваторию стали гидравлические струи, создаваемые гребными винтами движущихся судов. Они размывают придонные осадки, поднимают в воду частицы пород и содержащиеся в них химические вещества. Хотя по масштабу эти воздействия заметно меньше тех, которые оказывались на акваторию губы при строительстве порта, они, тем не менее, весьма существенно влияют на общее экологическое ее состояние.

²⁴ Сергеев А.Ю., Усенков С.М. Воздействие строительства порта Усть-Луга на седиментогенез и литодинамику береговой зоны // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://coruna.coastdyn.ru/ical/pub/sergeev.pdf>

2.2.2. Химические воздействия

Комплекс химических воздействий порта в Лужской губе на акваторию и прилегающие территории весьма разнообразен. Он включает как непосредственные воздействия (связанные с аварийным попаданием в воду загрязнителей с судов и причальных комплексов, выбросы в атмосферный воздух выхлопных газов судовых двигателей и продуктов сгорания систем отопления портовых зданий и сооружений и т. п.), так и опосредованные воздействия, обусловленные, в частности, перемещением масс грунта и воды при драгировании дна и движении судов, которое сопровождается переходом во взвешенное в воде состояние тех или иных химических загрязнителей. Наконец, определенное химическое воздействие на воздушный бассейн и водную среду оказывают выбросы выхлопных газов двигателей судов и наземных транспортных средств.

Фоновое состояние экосистемы Лужской губы исходно, до начала портового строительства, отличалось от естественного, поскольку губа является заливом Балтийского моря, испытывающего эвтрофирование и загрязнение. Важным фактором существования последнего является размещение на берегах губы нескольких населенных пунктов, прохождения вблизи него крупной автодороги, а также впадения в Лужскую губу реки Луга, получающую заметный объем техногенных химических загрязнений (см. ниже). Вместе с тем следует отметить, что в условиях восточной части Финского залива, как водного объекта, акватория которого располагается на моренах четвертичного оледенения, химическое загрязнение вод может носить и естественный характер и быть связанным с размывом последних.

2.2.3 Прочие воздействия

Воздействия на экосистему акватории порта оказывают также такие факторы, как размыв грунта струями воды от гребных винтов судов, работа ледоколов, локальное нагревание воды сбросами охлаждающих вод судов, вибрации корпусов судов при погрузочно-разгрузочных работах и пр. По мере увеличения грузооборота порта и расширения номенклатуры обрабатываемых им грузов и парка обслуживаемых судов, прочие нагрузки возрастают количественно, а также расширяют спектр своих видов. Рассматривая их, не следует сбрасывать со счетов и нагрузки на экосистему, создаваемые коммунальным хозяйством самого порта. Вместе с тем, следует отметить, что их влияние на экосистему акватории порта сравнительно невелико и, зачастую, просто дополняет другие воздействия или носит узкоспецифический характер.

2.3. Опосредованные и накопленные воздействия на водную среду порта

2.3.1. Последствия строительства

Строительные работы для портовых сооружений являются одним из основных факторов негативного экологического влияния на акваторию и ее экосистемы. При этом, строительство в водной среде наносит морским экосистемам заметно больший урон, нежели строительные работы на суше — сухопутным. Связано это как с особенностями воды, как среды обитания (долгое сохранение в ней мутневых компонентов, химических загрязнений, высокая звукопроводимость и т. д.), так и с географической приуроченностью наиболее биопродуктивных экосистем морских акваторий к мелководьям, т. е. к местам, где непосредственно и выполняются основные строительные работы.

Проведение строительных работ, охвативших как акваторию Лужской губы, так и прибрежные территории (сюда входили работы по

дноуглублению, строительство портовых сооружений и подъездных путей) сопровождалось интенсивным преобразованием ландшафтов территории, в том числе, перестройкой рельефа суши и подводной части губы, изменением системы водотоков на суше, формированием подводных отвалов грунта в самой губе. Помимо изменения микрорельефа и системы водотоков, важным для губы экологическим последствием постройки комплекса портовых сооружений стало уничтожение значительной части ареала распространения прибрежной растительности, которая служила кормовой базой для рыб в этой части губы.

Вместе с тем, строительные работы, в частности сооружение причалов не привели к резкому ухудшению экологического состояния акватории. Предположительно, это во многом связано с составом донных отложений, которые использовались для намывов под строительство причальных стен. Основу их составляют пески, в наименьшей степени аккумулирующие загрязняющие вещества, дистанция разноса взвеси относительно невелика, а скорость её осаждения — достаточно высока, вследствие чего, по результатам проведённых исследований, в целом не выявлено серьёзных воздействий на качество природной среды акватории²⁵.

Однако то, что строительные работы в порту прошли бесследно для экологии Лужской губы утверждать отнюдь нельзя. Они заметно сказались на пространственном распределении биологических объектов в ней, в том числе, рыбного населения. В частности, они привели к изменениям направления миграции лососевых рыб. По данным мониторинговых исследований, выполненных в 2004 - 2009 гг., установлено, что основные пути нагульных и нерестовых миграций лососевых рыб в настоящее время проходят вдоль западного берега Лужской губы, а не вдоль восточного, как

²⁵Рыбалко А.Е., Корнеев О.Ю., Щербаков В.А. 2017. Геоэкологические аспекты дреджинга и его влияние на природную среду восточной части Финского залива // Региональная экология. № 1 (47). С. 74-84.

было в середине прошлого века. Одной из причин нарушения привычных маршрутов миграций лососевых рыб в данной акватории могут являться гидротехнические работы по строительству порта Усть-Луга²⁶.

2.3.2 Антропогенные воздействия на воды реки Луга

Экосистема Лужской губы находится также под существенным воздействием вод реки Луга. Это одна из наиболее крупных водных систем Ленинградской области, в бассейне которой находятся антропогенные объекты повышенного риска химического загрязнения вод: большие площади сельскохозяйственных земель, крупные населенные пункты и промышленные объекты. Одним из наиболее значительных потенциальных источников химического загрязнения вод реки Луга является комбинат «Фосфорит» в г. Кингисепп, расположенный в средней части бассейна. Деятельность комбината включает в себя полный цикл добычи, обогащения и переработки фосфатного сырья и сопровождается образованием большого количества твердых, жидких и газообразных отходов различного генезиса и уровня экологической опасности. При добыче фосфоритов происходит образование карьерных вод с общим среднегодовым дебитом до 3000 м³/ч. Эти воды сбрасываются без очистки в реку и загрязняют ее фосфатами, сульфатами, соединениями аммония, талловыми мылами. С территории хвостового хозяйства в реку Луга попадают также инфильтраты сточных и дренажных вод. Наиболее токсичными из них являются инфильтраты с хранилища мокрых фосфогипсов и шламонакопителей (инфильтрационные потери более 40 м³ /ч и более 10 м³ /ч, соответственно). Воды реки загрязняются также соединениями серы, азота и фосфора, выбрасываемыми

²⁶ Шурухин А.С., Сулопарова О.Н., Титов С.Ф., Зуев Ю.А., Огородникова В.А., Яковлев А.С., Бамбуров И.С., Мицкевич О.И., Лященко О.А., Светашова Е.С. Изменение рыбохозяйственного значения Лужской губы в результате строительства МТП «Усть-Луга». Международная конференция «Морские берега-2010». 2010. http://www.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin%20Change.doc

при горнодобывающих работах в атмосферу и осаждающимися затем на водосборную территорию. Это воздействие существенно сказывается на качестве водной среды реки, состоянии ее биоты и на запасах ценных гидробионтов²⁷. Помимо комбината, важными источниками загрязнения вод реки являются объекты коммунального хозяйства в ее бассейне, в том числе в городах Кингисепп и Луга. Вместе с тем, химические анализы вод в устье реки, регулярно проводимые Комитетом по охране окружающей среды Санкт-Петербурга и Ленинградской области не отмечают устойчиво существующих загрязнений (т. е. превышений предельно допустимых концентраций тех или иных веществ) ни вод самой реки ни акватории Лужской губы в месте ее впадения, что говорит о том, что указанное техногенное воздействие не является перманентным и не имеет акцентированного влияния на состояние вод Лужской губы и ее экосистем. В то же время анализы периодически отмечают превышения предельно допустимых уровней загрязнения вод Луги по фосфору, марганцу, меди и некоторым другим веществам. Ежегодно наблюдаются достаточно продолжительные (в несколько недель) периоды стока воды, загрязненной медью, марганцем, железом и ХПК, а также стока воды с насыщением воды кислородом ниже нормы²⁸. Это говорит о том, что фактор влияния антропогенного загрязнения вод реки Луга на состояние экосистем Лужской губы игнорировать нельзя.

²⁷ Шуйский В. Ф., Максимова Т. В., Петров Д. С. Изобог - лический метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по со - стоянию макрозообентоса. СПб.: изд-во МАНЭБ, 2004. 304 с

²⁸ Румянцева Э.А., Бобровицкая Н.Н., Шмакова М.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА СТОКА ПО ДАННЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ // Гидросфера. Опасные процессы и явления . 2020. №3. - с. 272 - 294

2.3.3. Прочие воздействия

Одним из видов опосредованного воздействия на экосистему Лужской губы, связанным со строительством портовых сооружений, стало проникновение в нее инвазивных видов зообентоса. Так, в последние годы по Лужской губе повсеместно распространились солоноватоводные короткоциклические виды полихет, которые устойчивы к повышенной мутности воды. Они попали в Финский залив сравнительно недавно²⁹, но сейчас уже достигли в Лужской губе 100% встречаемости в пробах и дают наиболее существенный вклад в биомассу кормового бентоса (до 95% биомассы). Полихеты *Manayunkia aestuarina* были впервые обнаружены в акватории Лужской губы в 2006 г., достигли максимума в 2009-м, сейчас наблюдается некоторое уменьшение абсолютных и долевого показателей их обилия³⁰. Из двенадцати видов высших ракообразных пять, т. е. почти половина, также являются инвазивными³¹ и т. д.

Инвазивным видам свойственна высокая эврибионтность, позволяющая в сжатые сроки заселить обширную акваторию с разнообразными биотопами. Она же обеспечивает им конкурентные преимущества перед местными видами в среде, дестабилизированной негативным антропогенным воздействием. Распространение инвазионных видов в Лужской губе является серьезной угрозой местной биоте, в том числе и рыбному населению, которая неустраима даже путем полного прекращения деятельности порта. В то же

²⁹ Ляхин Ю. И., Макарова С. В., Максимов А. А., Савчук О. П., Силина Н. И. Экологическая обстановка в восточной части Финского залива в июле 1996 г. // Проблема исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5: Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Ч. 2: Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива. СПб: Гидрометеониздат, 1997. С. 416–434.

³⁰ Отчеты по результатам производственного экологического контроля при строительстве объекта «Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область». СПб.: ООО «Эко-Экспресс-Сервис», 2006–2012 (фонды ООО «ЭкоЭкспресс-Сервис»).

³¹ Зуев Ю. А., Малявин С. А. Высшие ракообразные (Malacostraca) Лужской губы (Финский залив Балтийско - го моря): современное состояние и антропогенное влияние // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. Борок, 5–9 ноября 2012 г. Кострома: ООО Ко - стромской печатный дом, 2012. С. 195–198

время попаданием данных инвазионных видов угроза привнесения в биоценоз губы чужеродных организмов не ограничивается и по мере расширения географии принимаемых судов будет только нарастать.

3. Современное состояние и тенденции изменения прибрежных экосистем морского порта Усть-Луга

3.1. Уровень сохранности естественных экосистем

Говоря о сохранности естественных экосистем района порта Усть-Луга, прилегающих прибрежных территорий и акватории Лужской губы, следует рассматривать ее на двух уровнях: собственно территории порта и Лужской губы в целом. При этом можно оценивать ситуацию с нескольких позиций:

- сохранность биоразнообразия и биоресурсов;
- сохранность ландшафтов и их компонентов (в том числе геологической среды);
- уровень сохранности экосистем относительно возможного их нарушения при существующем характере воздействия.

Каждый из указанных подходов характеризуется своими особенностями и областью применения. Так, первый подход применим с позиций необходимости деятельности и развития порта Усть-Луга, как важного для Ленинградской области и страны в целом объекта транспортно-логистической инфраструктуры, что не исключает, однако и бережного отношения к окружающей среде, как к фактору благополучия территории и источнику естественных ресурсов для местного населения. Здесь биота, как фактор окружающей среды, который одновременно и весьма пластичен по характеру размещения и является весьма зависимым не только от отдельных воздействий, но и от их сочетаний, а также обладающий свойствами в определенной степени преобразовывать окружающую среду своей деятельностью вполне может служить и как индикатор экологического благополучия. Например, непосредственная близость естественных экосистем к территориям активной хозяйственной деятельности вполне может рассматриваться как показатель экологичности последней, т. е.

осуществления ее в соответствии с потребностями сбережения экосистем. В таких условиях, благодаря пластичности биоты, вполне вероятно пространственное перераспределение структур биогеоценозов, которое позволит им в дальнейшем функционировать совместно и даже симбиотично с техноэкосистемой порта.

Второй подход несколько шире: он рассматривает воздействие на окружающую среду в целом, в его рамках порт воспринимается как принципиально новый и чужеродный для сложившейся экосистемы объект, не только функционирующий по своим, существенно отличным от естественных ритмам и закономерностям и привносящий их влияние в окружающую среду, но и провоцирующий развитие связанных с его функционированием и развитием техногенных воздействий (проведения строительных и дноуглубительных работ, при которых изымается и перемещается большое количество грунтов дна и твердых материалов на суше, движение судов, проведение ледокольных работ и пр.). Как каждый по отдельности из этих видов хозяйственной деятельности, так и все они в совокупности являются грубым вмешательством в окружающую среду, ее состав и процессы и теоретически могут вести к серьезным нарушениям в экосистеме и самой губы и прибрежных территорий. Применительно к порту Усть-Луга он может использоваться для характеристики шоков, которые испытывают экосистемы прибрежных территорий, Лужской губы и восточной части Финского залива в целом от деятельности по строительству и развитию порта, от его функционирования, а также для определения возможных направлений деструкции и восстановления экосистем, подвергающихся этим воздействиям, а также скорости протекания этих процессов.

Наконец, третий подход основан на понимании того, что в условиях современной техногенной цивилизации взаимная адаптация и коэволюция

естественных и антропогенных экосистем является необходимым условием минимизации негативных для окружающей среды последствий хозяйственной деятельности человека без отказа от нее, как от таковой. Собственно, оценка уровня сохранности экосистем относительно возможного при строительстве и эксплуатации порта и показывает характер протекания коэволюции территориальной экосистемы под совместным влиянием природных и антропогенных факторов, результат деятельности человека по организации возможности природной среде адаптироваться к нарастающим антропогенным воздействиям. В том случае, когда экологические последствия действий человека оказываются ниже прогнозируемых, можно говорить о том, что работа по охране природной среды при сооружении и работе конкретного объекта (в данном случае — морского порта) идет успешно и это дает возможность экосистемам адаптироваться к изменившимся условиям существования и функционирования и с высокой вероятностью не приведет к их деградации. В условиях современного хозяйственного прессинга человека на окружающую среду, который, однако, зачастую, в значительной степени является вынужденным, само обеспечение возможности экосистемам адаптироваться к изменяемым хозяйственной деятельностью человека условиям их существования по сути моделирует естественный процесс возникновения и накопления изменений в окружающей среде и смены под его влиянием биологических сообществ и ландшафтов, поэтому его можно признать одним из наиболее щадящих подходов к организации природопользования как такового и такого крупного и существенно влияющего на окружающую среду техногенного объекта, как морской порт в частности.

Говоря о характере экологического воздействия морского порта на уровне микроположения (т. е. непосредственного места его размещения), следует иметь ввиду, что морской порт, тем более такой крупный, как Усть-

Луга, является крупным площадным объектом комплексного воздействия на окружающую среду, в месте размещения которого все ее компоненты и, в первую очередь литологический фундамент и нанорельеф ландшафтов побережья и прибрежной зоны трансформируются строительством капитальных сооружений, т. е. естественный ландшафт здесь полностью уничтожается и заменяется техногенным. Поэтому для оценки экологического влияния таких объектов на уровне микроположения важно рассмотрение контакта территории антропогенного освоения с компонентами окружающей среды прилегающих пространств. Сооружения порта Усть-Луга занимают юго-восточную и восточную часть побережья Лужской губы, причем, основная их часть сосредоточена на западном побережье Сойкинского полуострова в прибрежной зоне. Данная территория, как и прибрежные зоны в целом, представляет собой место контакта суши и моря, поэтому характеризуется высокой динамичностью компонентов природной среды, в том числе, минерального субстрата и нанорельефа, высоким уровнем грунтового увлажнения, приливными явлениями и т. п. и наличием соответствующих интразональных ландшафтных комплексов и биоты. При этом она, как и другие прибрежные зоны, характеризуется своей выраженной индивидуальностью природных комплексов и процессов, определяющих их формирование, существование и развитие. В настоящее время она испытала существенные антропогенные трансформации в прибрежной (пляжной) полосе, которая полностью застроена портовыми сооружениями в пределах всего землеотвода портовой территории. Сооружения порта отделены от внутрипортовой дороги и парков резервуаров участками древесной растительности шириной от нескольких десятков до первых сотен метров. Территория порта отделена полосой древесной растительности шириной в несколько сотен метров от автодороги общего пользования. Таким образом, в районе порта экосистемы на территориях, непосредственно вовлеченных в

хозяйственную деятельность, являются антропогенно трансформированными. Однако, глубина трансформации экосистем окружающих территорий незначительна, что во многом обусловлено как сравнительно недавним периодом высоких антропогенных нагрузок, так и системой экологических мероприятий, реализуемых при строительстве и эксплуатации порта.



Рисунок 3.1. Спутниковый снимок участка побережья Лужской губы в районе порта Усть-Луга (взято из Яндекс-карт)



Рисунок 3.2. Контакт площадок и сооружений порта Усть-Луга с ландшафтами окружающих территорий

Для Лужской губы особенности развития и динамики прибрежных и береговых экосистем обусловлены небольшой площадью залива и его значительной врезанностью в берег, характером геологического строения дна и побережья, которые сложены моренами четвертичных оледенений, наличием крупной мелководной банки в средней части залива, прохождением вблизи его восточного берега палеодолины Луги и рядом других факторов. В частности на берегу, так и на подводном береговом склоне в результате интенсивных процессов размыва морены образуется валунно-галечная отмостка (бенч), препятствующая дальнейшему размыву. Наибольшей высоты активные абразионные уступы достигают в южной береговой зоне в районе форта Красная Горка. По периферии Кургальского полуострова, Лужской (к западу от м. Колгомпя) и Копорской губы

наблюдается зарастание валунного бенча водной растительностью³². Таким образом, территория порта занимает пространство с наибольшим по размерам и наиболее крепким бенчем в пределах залива. Вмешательство человека, связанное со сведением водной растительности теоретически может привести к ускорению разрушения этой части берега залива ветро-волновым воздействием.

Теоретически на состояние прибрежных экосистем порта оказывает влияние и состояние (загрязненность) воды в Лужской губе. На нее (загрязненность) влияет комплекс факторов, как естественного так и техногенного характера, в том числе, работа порта по перевалке грузов, а также движение судов по губе.

Несмотря на большое количество факторов, потенциально способных вызвать загрязнение вод Лужской губы, в настоящее время какого-то критического изменения состояния уровня загрязненности ее вод не отмечается. Локальные ситуации с превышением уровня загрязнения вод губы медью, марганцем и кадмием, отмечаемые в ходе регулярных наблюдений за химическим составом воды, не могут быть объяснены исключительно антропогенным или антропогенно-обусловленным (т. е. действием естественных процессов, которые были запущены или существенно интенсифицировались в результате хозяйственной деятельности человека) воздействием. В то же время в донных отложениях Лужской губы отмечается повышенное содержание кадмия (неизвестной природы) и нефтепродуктов³³ (происхождение которых явно имеет антропогенный характер).

³² Рябчук Д.В., Спиридонов М.А., Нестерова Е.Н., Кропачев Ю.П., Болдырев В.Л. и др. Развитие Проекта «ТЭО берегоукрепления восточной части Финского залива» // Вестник ВСЕГЕИ. – 2006. – т. 6 (54). – с.135-142.

³³ Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2022 году // Администрация Ленинградской области. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 2023 — 219 с.

Интегральная экологическая уязвимость прибрежных экосистем к антропогенному воздействию понимается как совокупность абиотических особенностей прибрежных биотопов и биотических особенностей всех основных групп растений и животных (являющихся компонентами прибрежных экосистем), проявляющихся на экосистемном уровне³⁴. По сути она представляет собой комплексную интегральную характеристику чувствительности прибрежных экосистем (именно как систем, а не наборов отдельных компонентов окружающей среды) к антропогенному воздействию. Количественное выражение интегральной экологической уязвимости прибрежных экосистем к антропогенному воздействию представляется в виде суммы баллов, аппроксимирующих различные виды воздействия на отдельные компоненты экосистем. Исходя из набора компонентов, присущих той или иной прибрежной экосистеме по данной сумме баллов возможно определить ее чувствительность к антропогенным воздействиям. Совокупность влияния этих факторов на биотические группы и сообщества представлена в таблице 3.1.

Таблица 3.1.

Уязвимость различных компонентов биологических сообществ Лужской губы и ее побережья к техногенным воздействиям³⁵

Компонент биологического сообщества прибрежно-морской экосистемы Лужской губы	Коэффициент относительной уязвимости		
	Шумовое воздействие	Увеличенное количество взвеси в воде	Перемещение грунта (дredжинг)
Приморские луга	1	1	1
Фитопланктон	1	3	1
Зоопланктон	1	4	1

³⁴Шилин МБ, Погребов ВБ. Экологическая чувствительность береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. В кн.: Основные концепции современного берегопользования. Том 3. СПб.: Изд-во РГГМУ; 2011. с. 168-89.

³⁵Мамаева М.А., Жигульский В.А., Царькова Н.С., Шилин М.Б. Экологическая стратегия развития морского портового комплекса в Лужской губе // Биосфера. 2016. №4. - с. 381 - 389

Макроводоросли	1	5	5
Сосудистые растения (макротрофы)	1	1	5
Бентос (донные беспозвоночные)	1	1	5
Рыбы (донная икра, мальки)	1	5	5
Рыбы (взрослые особи)	3	4	3
Водно-болотные птицы	5	3	2
Ластоногие (тюлени)	5	2	1

Таким образом, различные факторы деятельности порта так или иначе способны оказывать сильное негативное влияние практически на все составляющие биоты Лужской губы.

Для рассмотрения экологических нарушений,, зачастую используются интегральные показатели, которые через балльные системы аппроксимируют влияние хозяйственной деятельностью человека на различные компоненты природной среды. В настоящей работе использованы материалы интегральной оценки экологического состояния восточной части Финского залива, которая была выполнена во ВСЕГЕИ в 2010 году³⁶. При выполнении данной работы была разработана оригинальная методика геоэкологической оценки территории на основании сопоставления возможностей (факторов риска) геоэкологических нарушений (рис. 3.3.) и их проявления (рис. 3.4.). Данная методика предполагает не только качественные, но и количественные оценки техногенных нарушений через сопоставления интегральных коэффициентов техногенного риска и техногенных нарушений.

³⁶ Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря / гл. ред. О.В. Петров. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. – 78 с.

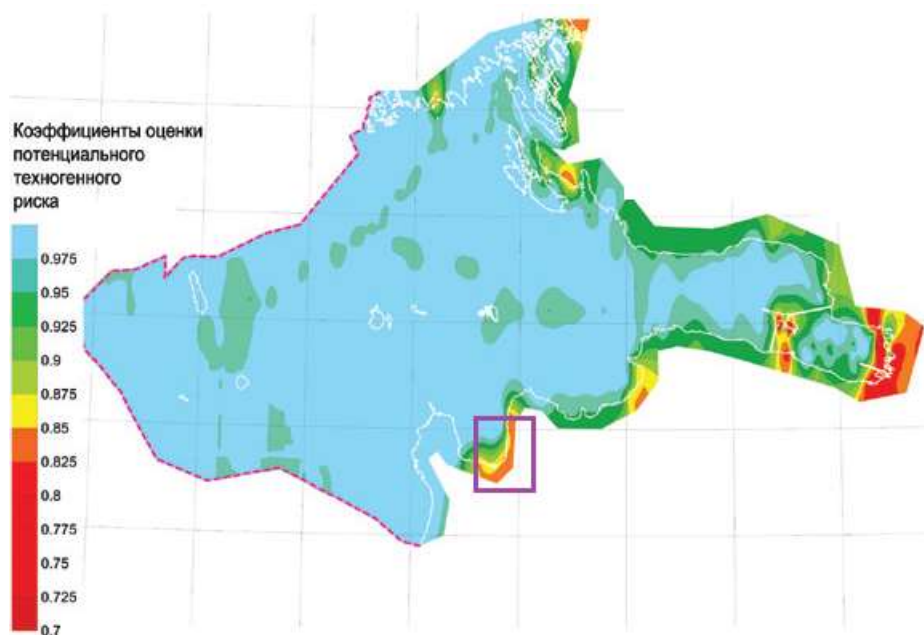


Рисунок 3.3. Карта интегральной оценки потенциальных техногенных рисков Финского залива и его побережий³⁷ (в фиолетовом прямоугольнике — территория размещения порта Усть-Луга)

³⁷ Источник: Шахвердов В.А. НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ АКВАТОРИЙ И ИХ БЕРЕГОВЫХ ЗОН // РГ и М. 2014. №58. - с. 78 - 83

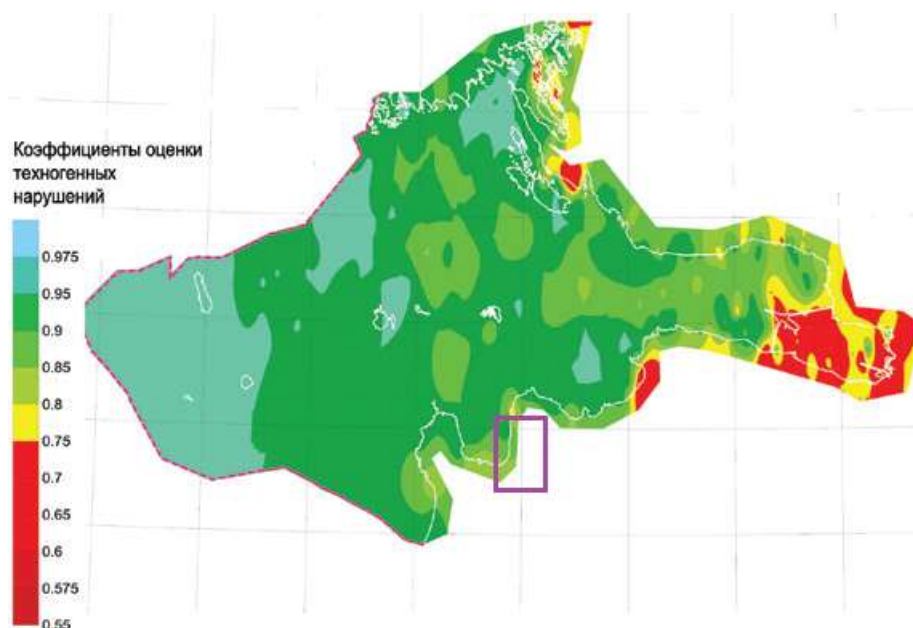


Рисунок 3.4. Карта интегральной оценки техногенных нарушений геологической среды и сопредельных сред в Финском заливе и на его побережьях³⁸ (в фиолетовом прямоугольнике — территория размещения порта Усть-Луга)

К настоящему времени очевидно, что нарушения окружающей среды в районе порта Усть-Луга существенно ниже, чем риски их возникновения. С одной стороны это говорит о том, что экологическая ситуация в районе порта достаточно благополучна, в том числе и благодаря природоохранным мероприятиям, которыми сопровождаются его строительство и операционная деятельность. С другой стороны это указывает и на возможности резкого, в том числе и катастрофического ухудшения состояния Лужской губы и прилегающих территорий, особенно в случае чрезвычайных происшествий в порту.

³⁸ Источник: Шахвердов В.А. НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ АКВАТОРИЙ И ИХ БЕРЕГОВЫХ ЗОН // РГ и М. 2014. №58. - с. 78 - 83

3.2. Антропогенные прибрежные экосистемы Усть-Лужского порта

Строительство и эксплуатация морского порта Усть-Луга заняли сравнительно небольшой по меркам продолжительности развития и существования экосистем период времени, при этом были связаны со столь масштабными изменениями прибрежных и аквальных ландшафтов Лужской губы в целом и ее юго-восточной части в частности, что за этот период здесь просто не успели сформироваться не только устойчивые посттехногенные (на участках, выведенных из-под активного средоформирующего антропогенного воздействия, например, на отвалах грунта или дне и бортах каналов), но и квазиустойчивые природно-техногенные экосистемы. В основном существующие сейчас в непосредственной близости от порта прибрежные антропогенные экосистемы — это естественные экосистемы данной акватории, в той или иной мере трансформированные различными техногенными воздействиями: строительными и дноуглубительными работами, проводкой судов и т.п.

В ходе строительства и эксплуатации порта была существенно трансформирована прибрежная акватория вдоль южного и восточного побережья Лужской губы, которая представляла собой удобное нерестилище многих видов рыб, особенно корюшки, поскольку имеет небольшие глубины и хорошие питательные условия вблизи дельты реки Луга.

Дноуглубительные работы, проводимые в этой части акватории существенно меняют природные комплексы обширных участков дна (вплоть до их полного уничтожения), что ведет к существенному ухудшению условий размножения и кормежки различных видов рыб, ранее использовавших ее. В настоящее время в акватории портового терминала в ценные в промысловом отношении виды рыб практически не встречаются.

Портовый комплекс Усть-Луга (без нефтяного терминала) вовлекает в зону своей непосредственной деятельности около трети прибрежной отмели

южного побережья губы к востоку от устья р. Луга. В местах, где сбрасывается вычерпанный грунт, повреждены места нерестилищ балтийской кильки. В общем территория, которую занимают эти нерестилища составляет примерно 9900 га. Акватория для свалки вычерпанных материалов составляет около 895 га или около 8% от общей площади нерестилищ кильки в Лужской губе.

Следствием разрушения нерестилищ явилось снижение воспроизводства рыбы в губе. Это в свою очередь повлияло на жизнь птиц и на роль губы в качестве кормовой площади для хищной рыбы. Кроме ущерба, который был нанесен ихтиофауне губы за счет строительства портовых объектов, в ней после постройки порта еще и многократно усилилось техногенное воздействие постоянного характера. Оно связано с текущей деятельностью порта, а также с проведением в самом порту и в прилегающей акватории регулярных дноуглубительных работ³⁹.

Таким образом прибрежные экосистемы акватории порта представляют собой по сути сочетания участков природных аквальных экосистем, утрачивающих свою ценность вследствие постоянного интенсивного воздействия и участков, нарушенных непосредственным антропогенным воздействием. Участки непосредственного антропогенного воздействия представляют собой ювенильные ландшафты, требующие освоения биотой, неустойчивые по своей сути и подверженные влиянию различных факторов, в частности, течениями. Они также подвергаются и вторичной переработке антропогенными воздействиями, например, размываются гидравлическими струями движущихся судов. Продукты этого размыва как естественными, так и сгенерированными антропогенным воздействием течениями распространяются на окружающие пространства и меняют их свойства. Эти

³⁹ Разработка возможности создания садково-бассейнового хозяйства в Лужской губе после постройки порта Усть-Луга // <https://luxsol.ru/news/iskusstvennoe-razvedenie-ryby/khozyaystva-v-luzhskoy-gube/> Сайт сетевязальной фабрики Люксол [Электронный ресурс]. Режим доступа:

воздействия - не только повышение мутности воды, но и вторичное химическое загрязнение, связанное с попаданием в водную массу поллютантов, ранее осевших в грунт. Таким образом прибрежные антропогенные экосистемы порта — это участки акватории губы, в которых условия обитания большинства живых организмов являются пессимальными, а сами аквальные и субаквальные ландшафты характеризуются повышенной склонностью к деструкции естественными и антропогенными процессами.

3.3. Сравнение состояния прибрежных экосистем порта и части Лужской губы за его пределами

Лужская губа представляет собой участок акватории Финского залива и прилегающие территории, которые характеризуются достаточно выраженным биотическим и ландшафтным разнообразием, территориальной неоднородностью на уровне урочищ и местностей, в том числе и обусловленной естественными процессами, протекающими здесь. Поэтому экосистемы различных частей Лужской губы и прибрежных территорий сравнимы только в первом приближении. В настоящее время данное сравнение затруднено еще и тем, что значительная часть акватории Лужской губы подверглась преобразованию (драгированию) для улучшения условий работы порта.

Одним из аспектов экологического благополучия акватории Лужской губы, который во многом зависит от работы порта и антропогенной деятельности на прибрежных территориях, является химический состав воды в губе. С одной стороны, он оказывает непосредственное влияние на жизнедеятельность водных организмов, с другой стороны, по данному аспекту существует достаточно обширный фактический материал, полученный еще до строительства порта, который позволяет произвести непосредственные сравнения гидрохимических условий до его постройки и

втекущий момент и на основании этих сравнений сделать выводы об изменении условий обитания в губе после постройки порта. Для определения текущего состояния воды в Лужской губе вблизи причалов порта и определения антропогенных факторов, которые влияют на ее качество, автором в марте-августе 2023 года были отобраны пробы воды в порту у причалов, а также в водоемах суши на припортовой территории (дер. Вистино). Пробы отбирались, как в воде порта, так и в местах скопления уличных сточных вод (сточных канавах). Последнее делалось с целью получения данных о поверхностных загрязнениях, потенциально способных попасть в воды Лужской губы с дождевым и талым стоком. Определялись кислотный показатель (рН), содержание нефтепродуктов, азота аммонийного и нитратного, фосфора, тяжелых металлов, показатели биологического и химического потребления кислорода. Отборы проб проводились на глубине 0,3 — 0,5 м от поверхности воды. Период отбора проб соответствовал времени снеготаяния, когда в воду залива вместе с талыми водами наиболее активно поступают загрязнители, в том числе и техногенные. Первые пробы брались в момент начала освобождения Лужской губы ото льда и характеризовали состояние воды в ней в начале перехода к режиму существования водоема без льда. Завершающие пробы относились к периоду окончания снеготаяния, и, соответственно, завершении половодья и интенсивного выноса в воды губы загрязнителей с суши. Для акватории порта в указанный период отмеченные показатели не превышали средних значений для Лужской губы, в то же время пробы воды на прилегающих к порту территориях характеризовались значительным уровнем ее загрязненности нефтепродуктами и тяжелыми металлами, недостатком биологически активного кислорода, выраженной щелочной реакцией. Кроме того, в конце июля - середине августа 2023 года в акватории порта были взяты контрольные пробы на биохимическое потребление кислорода. Они

показали резкий (более чем шестикратный) рост значения БПК по сравнению с весенними (рис. 3.5)

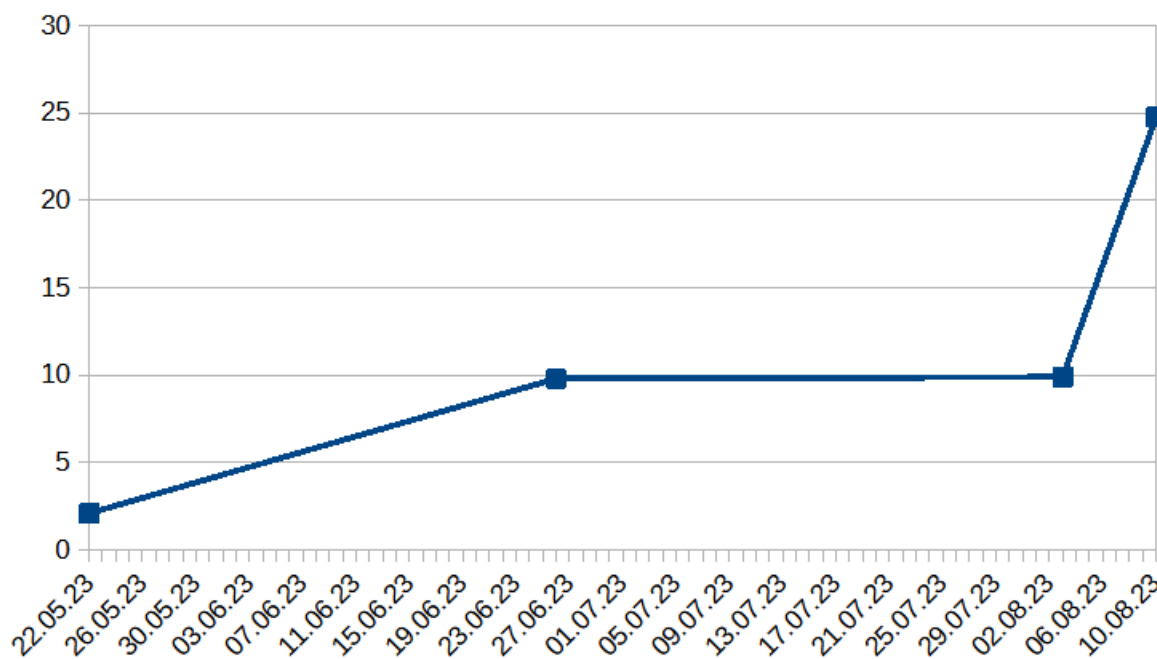


Рисунок 3.5. Изменение биологического потребления кислорода БПК-5 (мг/дм³) у комплекса наливных грузов в мае-августе 2023 года

Это может быть связано, как с сезонным ростом присутствия органики в воде (в частности, из-за усиленного размножения сине-зеленых водорослей), так и вызываться попаданием в губу больших объемов азотных соединений (например, при смыве удобрений с полей). Но однозначно связать рост данного показателя с работой порта весьма затруднительно.

Предположительно, что со временем поступление с прибрежных территорий загрязненной воды в акваторию будет негативно сказываться и на состоянии воды в порту. В то же время отсутствие выраженного возрастания загрязнения воды в порту при достаточно высоком уровне загрязнения, существующего на припортовой территории, говорит и об эффективности действующей в порту системы очистки ливневых стоков.

В 2005-2018 гг Санкт-Петербургским научно-исследовательским центром экологической безопасности РАН (ФГБУН «НИЦЭБ РАН») в Лужской губе проводились исследования количества и состава

фитопланктона, который представляет собой первичную кормовую базу для ее рыбного населения. Исследования фитопланктона проводили. в различные сезоны безледного периода в районах проведения гидротехнических работ и на прилегающих акваториях губы. Их результатами было отмечено, что максимальные количественные показатели развития фитопланктона приходились на весенний период. В пробах этого времени года по биомассе доминировали диатомовые и динофитовые. Летняя биомасса была, в большинстве случаев ниже весенней, в ее составе по сравнению с весной заметно возрастала доля цианопрокариот, а в отдельные годы — криптофитовых и зеленых водорослей. В осенний период биомасса понижалась относительно летней, в ней доминировали цианопрокариоты и криптофитовые. При значительных межгодовых вариациях в каждый из периодов сезонной сукцессии количественные показатели развития фитопланктона находились в пределах величин, ранее отмечаемых для Лужской губы. Средние за период сезонных наблюдений величины биомассы фитопланктона преимущественно характеризовали акваторию губы как мезотрофную. Влияние потепления вод Финского залива, которое является общим трендом изменения условий существования водоема в последние десятилетия, как на количественное развитие фитопланктона, так и на состав его доминирующего комплекса не прослеживалось. Существенных различий состава доминирующего комплекса фитопланктона и характеристик его количественного развития между районами гидротехнических работ и прилегающими акваториями не наблюдалось. Отсутствие наглядных проявлений влияния гидротехнических работ на фитопланктон Лужской губы свидетельствует о стабильном состоянии первичного продуцента ее экосистемы и сохранении продукционного потенциала кормовой базы рыб⁴⁰.

⁴⁰Ляшенко О.А., Педченко А.П., Сулопарова О.Н. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛУЖСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ // Труды ВНИРО. 2020. - с. 149 - 163

Это, в свою очередь, говорит о потенциально высокой устойчивости биологических сообществ Лужской губы к деятельности порта, по крайней мере о том, что в настоящее время от работ, связанных с его функционированием и расширением организмы, составляющие низшие уровни пищевых пирамид в данной экосистеме не страдают. Вполне вероятно, что это связано с относительно небольшим периодом деятельности порта и, соответственно, тем, что негативные факторы техногенного влияния на его акваторию еще не накопились в окружающей среде в объемах, способных вызвать ее качественное ухудшение.

Однако, состояние низших уровней пищевых пирамид отнюдь не в полной мере характеризует состояние экосистемы в целом. Более качественными биологическими индикаторами качественного состояния экосистемы, как таковой, представляются высшие организмы, существование которых обеспечивается гораздо более обширным набором факторов окружающей среды по сравнению с низшими. И более показательным в этом отношении является животное население, поскольку животные, являясь мобильными организмами, способны самостоятельно менять места своего обитания, покидать или не заселять территории, которые не комфортны для них. Соответственно, рассмотрение изменений фауны различных частей Лужской губы и прилегающих территорий может давать обоснованную характеристику проявления здесь негативных экологических факторов.

Одним из классов высших животных, который достаточно четко характеризует экологическое состояние тех или иных территорий, являются птицы. Благодаря способности к полету, а также перелетному жизненному циклу многих видов, птичье население может достаточно оперативно реагировать на негативные процессы в окружающей среде и перемещаться с территорий, малоприспособленных для их обитания в более благоприятные районы. В последние десятилетия для Лужской губы и прилегающих территорий (в

частности, Кургальского полуострова) присущи процессы изменения характера орнитофауны, прежде всего, увеличения в ней видов крупных водных птиц с более южным и западным ареалом обитания: большой белой цапли, лебедя шипуна, серого гуся, большого баклана и пр.⁴¹ Эти виды проникают преимущественно в западную и южную части Лужской губы, где хорошо развиты полупогруженные тростниковые заросли, которые являются основным кормовым биотопом для них. На восточном же побережье Лужской губы, где значительная часть данного биотопа перестала существовать в связи со строительством порта, заметного присутствия этих видов птиц не отмечается.

Помимо орнитофауны, в качестве важного биологического индикатора экологического благополучия является и фауна млекопитающих. Для восточной части Финского залива одним из показателей экологической благоприятности различных его акваторий и прибрежных территорий выступает численность кольчатой нерпы — морского млекопитающего, которое весьма чувствительно к целому комплексу антропогенных воздействий на окружающую среду (ее механическому, химическому и шумовому загрязнению, изменению видового состава рыб, работе ледоколов и пр.). Наиболее крупные скопления кольчатой нерпы в восточной части Финского залива известны у берегов Кургальского полуострова, тогда как самое большое число мест залегания выявлено в районе Березовых островов. Значительное число залежек приурочено к островам внешнего эстуария, меньшее число — к Лужской губе (балка Мерилода). Но, при этом, на побережье губы со стороны Сойкинского полуострова до Усть-Луги лежек нерпы в настоящее время не отмечается⁴². Это говорит о том, что данная

⁴¹Коузов С. А. О характере пребывания большой белой цапли (*Cosmerodius albus* L.) на Кургальском полуострове и сопредельных участках восточной части Финского залива в последнем десятилетии // Biological Communications. 2015. №1. - с. 41 - 50

⁴²Лосева А. В., Сагитов Р. А. Новые данные о распределении весенне-осенних залежек балтийской кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) в Финском заливе // Biological Communications. 2015. №1. - с. 15 - 40

территория воспринимается животными, как некомфортная для их нахождения при том, что территории и акватории, находящиеся в непосредственной близости от нее, активно ими осваиваются. Таким образом, антропогенное воздействие порта, значительно изменившее окружающую среду в Лужской губе на данный момент может на основании индикации по территориальному размещению в нем кольчатой нерпы рассматривать, как носящее локальный характер.

Таким образом можно констатировать, что в настоящее время водные и околоводные виды высших позвоночных, традиционно, осваивавшие побережье Лужской губы, существенно снизили, а то и полностью прекратили свое присутствие на ее восточном берегу, занятом сооружениями порта и на прилегающих к нему пространствах. Это может являться сигналом о том, что деятельность порта ведет к экологическим нарушениям в восточной части Лужской губы и на Сойкинском полуострове и в дальнейшем эти нарушения будут только нарастать, возможно, возникнут и вторичные нарушения, связанные в том числе и с оставлением данного пространства постоянно присутствовавшими в нем ранее биологическими видами.

3.4. Прогноз развития экосистем порта

Порт Усть-Луга, как крупный объект транспортной инфраструктуры страны, действует и развивается под воздействием множества экономических и политических факторов, которые оказывают существенное влияние на многие аспекты его функционирования, в том числе и на экологический. Последний находится в достаточно сложной и неоднозначной зависимости от экономической эффективности и активности деятельности порта. Поэтому прогнозировать развитие экосистем порта в настоящее время довольно сложно, поскольку условия их существования и характер их антропогенных

трансформаций во многом будут зависеть от направлений и скорости дальнейшего развития порта. А оно, в свою очередь, во многом зависит от внешних обстоятельств. Например, введение против нашей страны санкций на поставку на внешний рынок сжиженного природного газа и взрывы газопроводов «Северный поток» поставили под вопрос строительство газохимического завода в Усть-Луге и СПГ-терминала в порту⁴³. А это, в свою очередь, влияет на землеотвод, на проведение морских строительных и дноуглубительных работ и пр., ведет к их свертыванию и, соответственно, сокращению воздействия на окружающую среду. Кроме того, из-за того, что указанный терминал построен не будет, движение судов в Лужской губе предполагается менее интенсивным, что соответственно снижает нагрузку на атмосферу и водную среду, не будут производиться определенные логистические операции, связанные с загрузкой СПГ в танкеры, что сразу же устраняет риск экологических последствий внештатных ситуаций и т. д. Аналогичные ситуации могут возникать и с другими направлениями деятельности порта: одни из них могут расширяться, другие — сокращаться или от них будут вовсе отказываться, соответственно, весьма активно может меняться грузооборот порта и характер переваливаемых грузов.

Возможно несколько сценариев развития экологической ситуации в Лужской губе под влиянием деятельности порта Усть-Луга. Первый сценарий — консервативный. При нем порт прекратил свое расширение, спектр переваливаемых грузов не изменяется, их объем не увеличивается, соответственно и количество принимаемых судов и их габариты не возрастают. В этом случае на протяжении нескольких лет экологическая обстановка в Лужской губе продолжает некоторое время слабо ухудшаться, что, по сути, можно будет рассматривать в качестве реализации уже

⁴³ «Газпром» может заморозить Усть-Лужский проект // Сайт Mashnews [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mashnews.ru/gazprom-mozhet-zamorozit-ust-luzhskij-proekt.html>

накопленного в окружающей среде потенциала экологических нарушений, вызванных существующей деятельностью, после чего, с высокой долей вероятности экосистема акватории перейдет в квазиравновесное состояние с деятельностью мощного техногенного объекта, которым является порт: сместятся места нерестилищ кормежки рыб, несколько уменьшится популяция отдельных их видов, изменятся ареалы обитания водных животных, чувствительных к шумовым воздействиям, станут постоянными зоны пониженной освоенности биотой вдоль каналов, а также в пределах отвалов грунта. Вместе с тем, катастрофическое ухудшение качества воды в заливе и резкое снижение биоразнообразия а нем и на прилегающих территориях маловероятны и могут быть вызваны только неким чрезвычайным событием: разливом нефти в акватории при аварии танкера, отравлением вод в результате затопления судна с токсичными веществами или аварии на терминалах порта и т.д.

Второй сценарий: интенсивное развитие порта и связанного с ним промышленно-транспортного кластера Усть-Луга, при котором будет расти и размер порта и объемы морских перевозок и спектр перевозимых грузов, а также в непосредственной близости от побережья Лужской губы будут созданы промплощадки различных предприятий (энергетических, химических и т. д.), существенно расширится сеть подъездных путей и возрастет интенсивность движения наземного транспорта по ним. При таком развитии событий рост антропогенной нагрузки на воды Лужской губы, а также дно залива (на котором будут вестись интенсивные дноуглубительные работы для обеспечения движения все возрастающего потока судов) будет превышать возможности аквальных экосистем залива и биологических видов, связанных с ними к адаптации к ним. Как следствие не исключена и возможность качественного перехода, т. е. резкого сокращения поголовья рыбы и ее видового состава, смена акватории, как места протекания

важнейшего этапа жизненного цикла рыб, а именно — размножения. Это чревато заметным сокращением запасов промысловых рыб (прежде всего — салаки) не только в Лужской губе, но и в восточной части Финского залива в целом. Следствием уменьшения рыбных запасов в акватории губы, которое будет сочетаться с возрастанием шума в атмосфере и в водной среде, может стать уход из нее высших позвоночных (водных птиц и кольчатых нерп), кормовую базу которых составляет рыба. Следствием сокращения рыбного населения в губе может стать и интенсивное развитие водорослей в ней, что, в свою очередь, может, при существенном увеличении их биомассы, привести к их массовой гибели, загниванию и чрезмерному расходованию водного кислорода, т. е. усилить процессы эвтрофикации залива. Кроме того, изменения характера морского дна может привести и к изменению схемы течений в губе, что повлияет не только на биоту в ней, но и на процессы отложения морских осадков, соленость, температурный режим и пр. Интенсификация движения судов по губе и работы портовых транспортных средств станет источником дополнительного загрязнения атмосферы выхлопными газами, что также будет сказываться и на качестве вод в заливе, куда эти загрязнения будут попадать с атмосферными осадками.

Наконец, сценарий, при котором хозяйственная деятельность в порту будет сокращаться, не предусматривает, однако, быстрого и полного восстановления экосистем Лужской губы до состояния, в котором они были до строительства порта даже в том случае, если он прекратит свою работу полностью. Ввиду того, что рельеф дна был существенным образом изменен, портовыми сооружениями было трансформировано восточное и юго-восточное побережье губы, а также прибрежная отмель (наиболее крупная в заливе), здесь не будет происходить быстрого восстановления рыбных запасов, по крайней мере до тех пор, пока обитающие в акватории виды рыб не освоят новые нерестилища и места кормежки. Однако это произойдет,

пусть и несколько медленнее, и в том случае, если порт будет продолжать работать и в нынешнем режиме. В то же время скорость процессов ухудшения экологической обстановки при сокращении объемов деятельности порта заметно снизится, уменьшатся (на первых порах) и риски возникновения чрезвычайных ситуаций экологического характера из-за аварий. Однако, сокращение объемов работы порта приведет и к падению доходов от его деятельности и, соответственно, возможностей для выделения средств на проведение профилактических работ технического и экологического характера, что, по мере естественного старения портовых объектов, будет повышать риски их разрушения и возникновения чрезвычайных экологических ситуаций. Ненулевым в этом случае является и риск скопления в порту больших объемов экологически вредных веществ (топлива и смазочных материалов, опасных грузов и т. д.), которые, по мере ухудшения рабочих свойств мест хранения начнут поступать в окружающую среду, загрязняя ее и ухудшая экологическое состояние акватории залива и прибрежных территорий.

Прогнозируя изменения окружающей среды в Лужской губе под влиянием работы порта не следует упускать из внимания и изменение системы расселения по южному и западному побережью губы и, соответственно, уровня хозяйственной освоенности территории. В ситуации, когда хозяйственная деятельность в порту будет сокращаться, предположительно и количество населенных пунктов здесь и численность их населения существенно не изменятся. Соответственно, не поменяются ни их размеры, ни уровень воздействия повседневных хозяйственных практик на окружающую среду. Во всех же других случаях численность населения окрестных территорий будет расти, поскольку порт — это привлекательное место приложения труда для многочисленных специалистов широкого спектра видов профессиональной деятельности. В сочетании с

сопутствующими инфраструктурными объектами он создает множество (несколько тысяч) высокооплачиваемых рабочих мест, что является фактором привлечения на данную территорию населения и, соответственно, дальнейшего развития сети расселения. А это, в свою очередь, повышает нагрузку на экосистемы окружающих территорий, причем, это повышение нагрузки будет носить комплексный, во многом взрывной характер и влиять на весьма обширный спектр факторов окружающей среды. С учетом того, что часть природных ресурсов прилегающих территорий (например, Кургальского полуострова) исключена из хозяйственного оборота или же хозяйственная деятельность на них так или иначе ограничена законодательством, основная экологическая нагрузка от увеличения численности населения и расширения населенных пунктов ляжет на экосистемы южного берега Лужской губы и Сойкинского полуострова, т. е. территории, непосредственно примыкающие к порту. Как следствие, не исключена вероятность того, что адаптивные механизмы экосистем этих территорий окажутся в заметной мере подорваны хозяйственной деятельностью, связанной с жизнеобеспечением близлежащих населенных пунктов, что существенно снизит и возможности порта, как такового, противодействовать негативным экологическим последствиям собственной работы. Соответственно, вполне возможна ситуация усиления влияния порта на экосистемы Лужской губы из-за воздействий, которые с его деятельностью связаны опосредованно. Для исключения указанной ситуации необходимо принять превентивные меры, обеспечивающие формирование вокруг порта буферной зоны с ограниченной хозяйственной деятельностью, которая бы обеспечивала его экологическую устойчивость.

Заключение

Современные портовые комплексы являются антропогенными объектами, создающими высокие нагрузки на окружающую среду и характеризующимися повышенной экологической опасностью. Особенно высоки экологические риски от деятельности крупных многофункциональных портов, которые возникли сравнительно недавно, т. е. имеют историю всего в несколько десятилетий и продолжают активно расширяться. Для российского побережья Балтийского моря таким портом является Усть-Луга, который расположен в Лужской губе на южном побережье Финского залива. На сегодняшний день это крупнейший по своему грузообороту российский порт на Балтийском море, причем, его развитие не закончено, планируется его дальнейшее расширение и развитие на базе портового комплекса крупного промышленного кластера, включающего предприятия химической промышленности (газохимический завод), энергетики и ряда других промышленных объектов. Активное расширение портового комплекса пришлось на первые два десятилетия текущего столетия.

Порт Усть-Луга располагается в юго-восточной части Лужской губы — залива второго порядка (части Финского залива) Балтийского моря. Лужская губа глубоко вдается в побережье, поэтому в определенной мере обособлена от вод Финского залива и процессов в них. Она характеризуется выраженными особенностями водного режима, которые обусловлены конфигурацией побережья, рельефом дна, влиянием впадения реки Луга и других рек и рядом иных факторов. Как следствие, она является акваторией, с которой связаны важные этапы (такие, как размножение) жизненных циклов многих водных организмов Финского залива, прежде всего, промысловых рыб. Длительное время данная акватория находилась вне зоны

активного хозяйственного освоения, благодаря чему сохраняла заметную экологическую устойчивость, даже несмотря на периодически поступающие в нее с водами реки Луга техногенные загрязнители (впрочем, последние не вносили существенных корректировок в общий фон химического состава воды).

Строительство и функционирование морского порта привели к резкому нарастанию шумового загрязнения акватории, повышению мутности воды в ней, перепрофилированию морского дна и прибрежной полосы, в том числе и на крупнейшей отмели губы в ее юго-восточной части, которая использовалась многими видами рыб в качестве нерестилища и места кормления. Это негативно сказалось на численности рыбного населения, его видовом составе и уловах. В то же время работа порта не привела к повышению загрязнения акватории опасными химическими веществами, такими, как тяжелые металлы, не вызвала она и полного исчезновения тех или иных биологических видов в губе, что дает надежду на приспособление водных экосистем к изменившимся условиям существования и постепенное восстановление численности и видового состава биоты Лужской губы даже при сохранении нынешнего режима работы порта. Однако, дальнейшая ускоренная интенсификация его работы, активное строительство и эксплуатация техногенных комплексов на побережье Лужской губы способны привести к существенному ухудшению экологического состояния в ней. В то же время и резкое сокращение интенсивности работы порта не приведет к быстрому и полному восстановлению экологической ситуации в заливе, в то же время оно значительно повышает риски прлонгированного ухудшения экологического состояния акватории и даже экологических катастроф из-за отказа от обслуживания портовой инфраструктуры по экономическим причинам.

Список использованных источников

1. Александрова Л.В., Ткаченко Н.Н. Геоинформационная система мониторинга акватории Балтийского моря // Известия Южного федерального университета. - Технические науки. -2011. - Т. 122, № 9. - С. 8-12.
2. Атлас геологических и эколого-геологических карт Российского сектора Балтийского моря / гл. ред. О.В. Петров. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2010. – 78 с.
3. Виноградов А.К., Богатова Ю.И., Синегуб И.А. Экосистемы акваторий морских портов Черноморско-Азовского бассейна (введение в экологию морских портов) // Одесса, 2012 — 497 с.
4. «Газпром» может заморозить Усть-Лужский проект // Сайт Mashnews [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://mashnews.ru/gazprom-mozhet-zamorozit-ust-luzhskij-proekt.html>
5. Гасанова З. У., Джалалова М. И. Геоэкотоны в почвенно-растительных комплексах Терско-Кумской низменности различных уровней организации ландшафта // Юг России: экология, развитие. 2009. №1. - с. 106 — 110
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000. О-35 (Псков), (N-35) О-36 (Санкт-Петербург). Лист 1. Карта дочетвертичных образований // Сайт ВСЕГЕИ [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://webftp.vsegei.ru/GGK1000/O-35-36/O-35-36_N-35_GKDO_1.pdf
7. Жигульский В. А., Соловей Н. А. и др. Результаты экологического мониторинга техногенной сукцессии Лужской губы при строительстве морского торгового порта Усть-Луга. // Гидротехника, №1, 2014 — с. 72 — 86
8. Загнухин Т. В. Принципы функционального зонирования морских акваторий подверженных антропогенному воздействию // Инновации в науке. 2018. №4 (80). - с. 53 — 54

9. Загнухин Т. В. Методика проектирования экологического каркаса в процессе эколого-пространственной ревитализации акваторий // Наука и образование сегодня. 2018. №4 (27). - с. 94 - 97
10. Звягинцев А. Ю., Гук Ю. Г. Оценка экологических рисков, возникающих в результате биоинвазий в морские прибрежные экосистемы приморского края (на примере морского обрастания и балластных вод) // Известия ТИНРО. 2006. №. 145 — с. 3-38
11. Зуев Ю. А., Малявин С. А. Высшие ракообразные (Malacostraca) Лужской губы (Финский залив Балтийского моря): современное состояние и антропогенное влияние // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. Борок, 5–9 ноября 2012 г. Кострома: ООО Ко стромской печатный дом, 2012. С. 195–198
12. Коузов С. А. О характере пребывания большой белой цапли (*Cosmerodius albus* L.) на Кургальском полуострове и сопредельных участках восточной части Финского залива в последнем десятилетии // Biological Communications. 2015. №1. - с. 41 — 50
13. Крюкова Е. В. КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО ТРАНСПОРТНОГО КОРИДОРА "СЕВЕР - ЮГ" // Вестник ВолГУ. Экономика. 2020. №2. - с. 141 - 147
14. Логвиненко Н.В., Барков Л.К., Усенков С.М. Литология и литодинамика современных осадков восточной части Финского залива. Л., Изд-во ЛГУ, 1988, 148 с.
15. Лосева А. В., Сагитов Р. А. Новые данные о распределении весенне-осенних залежек балтийской кольчатой нерпы (*Pusa hispida botnica*) в Финском заливе // Biological Communications. 2015. №1. - с. 15 - 40
16. Луга-порт. Проект [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://triptonkosti.ru/2-foto/luga-port-proekt-96-foto.html>

- 17.Ляхин Ю. И., Макарова С. В., Максимов А. А., Савчук О. П., Силина Н. И. Экологическая обстановка в восточной части Финского залива в июле 1996 г. // Проблема исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5: Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Ч. 2: Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива. СПб: Гидрометеоиздат, 1997. С. 416–434.
18. Ляшенко О.А., Педченко А.П., Суслопарова О.Н. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА ЛУЖСКОЙ ГУБЫ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В УСЛОВИЯХ ПРИРОДНОГО И АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЙ // Труды ВНИРО. 2020. - с. 149 - 163
19. Мамаева М.А., Жигульский В.А., Царькова Н.С., Шилин М.Б. Экологическая стратегия развития морского портового комплекса в Лужской губе // Биосфера. 2016. №4. - с. 381 — 389
20. Материалы по обоснованию Генерального плана // Сайт Усть-Лужского сельского поселения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://усть-лужское.рф/?p=5904>
21. Мелентьев В. В., Черноок В. И., Мелентьев К. В., Старцев А. А., Захарова Т. А. Спутниковая трасология: опыт использования в интересах маммалогии (териологии) для обеспечения безопасности ледо-ассоциированных морских млекопитающих // Известия ТИНРО. 2014. №. - с. 138 - 157
22. Морской порт Усть-Луга // Сайт Администрации морских портов Балтийского моря [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.pasp.ru/port_ust-luga
23. Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2022 году // Администрация Ленинградской области. Комитет по природным ресурсам Ленинградской области. Санкт-Петербург, 2023 — 219 с.

24. Орлова В. Г. Портово-промышленные комплексы как представители класса социально-экономических экосистем // *π-Economy*. 2019. №4. - с. 90 — 105
25. Отчеты по результатам производственного экологического контроля при строительстве объекта «Формирование акватории южной и северной частей морского торгового порта Усть-Луга, включая операционную акваторию контейнерного терминала, Ленинградская область». СПб.: ООО «Эко-Экспресс-Сервис», 2006–2012 (фонды ООО «ЭкоЭкспресс-Сервис»).
26. Порт Усть-Луга поможет народу водь исчезнуть? Независимая точка зрения // Сайт Kingisepp.ru [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://kingisepp.ru/news/publication-1506/>
27. Разработка возможности создания садково-бассейнового хозяйства в Лужской губе после постройки порта Усть-Луга // [https:// Сайт сетевязальной фабрики Люксол](https://luxsol.ru/news/iskusstvennoe-razvedenie-ryby/khozyaystva-v-luzhskoy-gube/) [Электронный ресурс]. Режим доступа: luxsol.ru/news/iskusstvennoe-razvedenie-ryby/khozyaystva-v-luzhskoy-gube/
28. Румянцева Э.А., Бобровицкая Н.Н., Шмакова М.В. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАСЧЁТОВ ХАРАКТЕРИСТИК КАЧЕСТВА СТОКА ПО ДАННЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ И ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ // *Гидросфера. Опасные процессы и явления*. 2020. №3. - с. 272 — 294
29. Рыбалко А.Е., Корнеев О.Ю., Щербаков В.А. 2017. Геоэкологические аспекты дреджинга и его влияние на природную среду восточной части Финского залива // *Региональная экология*. № 1 (47). С. 74-84.
30. Рябчук Д.В., Спиридонов М.А., Нестерова Е.Н., Кропачев Ю.П., Болдырев В.Л. и др. Развитие Проекта «ТЭО берегоукрепления восточной части Финского залива» // *Вестник ВСЕГЕИ*. – 2006. – т. 6 (54). – с.135-142.

31. Сенников А. Н. Фитогеографическое районирование Северо-Запада европейской части России (Ленинградская, Псковская и Новгородская области) // Труды КарНЦ РАН. 2005. №7. - с. 206 — 243
32. Сергеев А. С. Организационно-экономические основы формирования и развития морских портовых агломераций // Вестник ТГЭУ. 2012. №2. - с. 63-68
33. Сергеев А.Ю., Усенков С.М. Воздействие строительства порта Усть-Луга на седиментогенез и литодинамику береговой зоны // [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://coruna.coastdyn.ru/iccal/pub/sergeev.pdf>
34. Спиридонов М. А. Ледниковая история Финского залива // Геология субаквальной части зоны сочленения Балтийского щита и Русской плиты в пределах Финского залива. – Л.: Издво ВСЕГЕИ, 1989. – С. 15–23.
35. Спиридонов М.А., Рябчук Д.В. Орвику К.К., Сухачева Л.Л., Нестерова Е.Н., Жамойда В.А. Изменение береговой зоны восточной части Финского залива под воздействием природных и антропогенных факторов // Региональная геология и металлогения. 2010. №41. с. 107 — 118
36. Филиппов, А.А. и др., 2024. Распространение видов-вселенцев в планктонных и донных сообществах Финского залива на акватории, прилегающей к г. Санкт-Петербург, в 2018 г. и сравнение с аналогичными данными за 2014 г. Трансформация экосистем 7 (1), 120— 146.
37. Чистяков А. Ю. Современная культура и идентичность ижоры и води: возрождение и конструирование // Вестник Санкт-Петербургского университета. История. 2006. №2. - с. 152 - 156
38. Шахвердов В.А. НЕКОТОРЫЕ НОВЫЕ ПРИНЦИПЫ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ АКВАТОРИЙ И ИХ БЕРЕГОВЫХ ЗОН // РГиМ. 2014. №58. - с. 78 — 83

39. Шилин МБ, Погребов ВБ. Экологическая чувствительность береговой зоны восточной части Финского залива к дреджингу. В кн.: Основные концепции современного берегопользования. Том 3. СПб.: Изд-во РГГМУ; 2011. с. 168-89.
40. Шуйский В. Ф., Максимова Т. В., Петров Д. С. Изоботический метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса. СПб.: изд-во МАНЭБ, 2004. 304 с.
41. Шурухин А.С., Суслопарова О.Н., Титов С.Ф., Зуев Ю.А., Огородникова В.А., Яковлев А.С., Бамбуров И.С., Мицкевич О.И., Лященко О.А., Светашова Е.С. Изменение рыбохозяйственного значения Лужской губы в результате строительства МТП «Усть-Луга». Международная конференция «Морские берега-2010». 2010.
http://www.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin%20Change.doc
42. Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива / Лаврентьева Г. М. и Суслопарова О. Н. (ред.). Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. Т. 331. Вып.2. СПб., 2006. 262 с.