　Санкт-Петербургский Государственный университет

Биологический факультет

Кафедра прикладной экологии

Кохэй Сакаи

Устойчивое управление прибрежной зоной

– принципы и подходы

Магистерская диссертация

Работа выполнена на кафедре прикладной экологии

(зав. кафедрой, д.б.н., проф. Е.В.Абакумов)

Научный руководитель:

д.б.н., проф. А.К.Бродский

Санкт-Петербург

2018

# **Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
|  | Стр. |
| **Введение** | 3 |
| **1. Обзор литературы по проблеме устойчивого управления прибрежными зонами** | 4 |
| 1.1. Глобальные аспекты изучения процессов, происходящих в прибрежных зонах  1.1.1. Общие принципы и подходы  1.1.2. Международные программы | 4  4  7 |
| 1.2. Локальные аспекты прибрежных зон на примере Финского Залива | 20 |
| 1.2.1. Общая характеристика Финского Залива и Невской губы | 21 |
| 1.2.2. Флора и фауна Финского залива и Невской губы | 27 |
| 1.2.3. Антропогенное воздействие на Невскую Губу | 32 |
| 1.2.4. Меры по улучшению экологической обстановки | 42 |
| **2. Литоральные сообщества Невской губы и восточной части Финского залива (обзор литературы)** | 49 |
| 2.1. Выбор места исследования | 49 |
| 2.2. Биологическая характеристика Невской губы и ее побережья | 50 |
| 2.3. Реакция литоральных сообществ на антропогенные воздействия на примере станций Ольгино и Зеленогорск | 50 |
| **3. Материалы и методы** | 54 |
| **4. Результаты исследования макрозообентоса Невской губы за 1999-2017 гг.** | 55 |
| **Обсуждение. Сочетание глобального и локального подходов**  **Выводы** | 69  74 |
| **Литература** | 76 |

# **Введение**

Прибрежные зоны представляют собой уникальную взаимосвязь между разными экосистемами в ветландах, эстуариях, нижнем течении реки и прибрежных морях. В этих постоянно меняющихся средах обитают много разнообразных живых существ, которые влияют друг на друга. В течение долгого времени, давным-давно, перед появлением человека, образовался уравновешенный и одновременно уязвимый биогеоценоз. Однако, с тех пор, как люди поселились в прибрежных зонах, там подвергаются постоянным антропогенным воздействиям - загрязнению, уничтожению места обитания, введению инвазионных видов, промыслу и косвенным образом изменению климата. Прибрежные зоны крайне уязвимы, а в настоящем времени наблюдаются во всем мире неблагоприятные ситуации, в том числе колебания экологической пирамиды, являющейся базой экосистемных услуг, от которых зависит качество жизни человека. Для того, чтобы остановить порочный круг уничтожения экологической ценности в прибрежных зонах, необходимо осуществлять устойчивое управление с трёх основных точек зрения: экологического, экономического и социального. Без серьезного внимания на любое из них, не будет устойчивого развития в будущем в прибрежных зонах. Именно в этом и состоит актуальная необходимость исследовать прибрежные зоны многосторонним образом.

Объектом исследования являются прибрежные зоны морей и крупных эстуариев в первую очередь, но для сравнения могут использоваться сведения об опыте управления прибрежными зонами пресных континентальных водоемов.

**Цель** - выявить решение проблемы управления качеством природной среды в прибрежных зонах (в первую очередь для морских побережий), и разработать принципы и подходы к устойчивому управлению прибрежной зоной Финского Залива или выбрать универсальные принципы и подходы, подходящие для других регионов мира.

Для достижения этой цели, надо выполнить следующие **задачи**:

1. Выявить основные положения международного методического опыта по управлению устойчивым развитием прибрежными зонами (УРПЗ).

2. Выбрать модельную прибрежную зону и для нее найти критерии оценки качества окружающей среды на основании индикаторов качества среды (состояние литоральных сообществ) и динамики воздействия. Выяснить, является ли изменение состояния литоральных сообществ хорошим индикатором эффективности управления прибрежными территориями.

3. Найти связь состояния литорального сообщества зообентоса и качества водной среды на конкретном материале.

4. Оценить использованную модель влияния антропогенных факторов локального уровня на местные биотические сообщества, как явление более высокого уровня. Создать схему управления устойчивым развитием прибрежной зоной на примере северо-восточной части Финского Залива.

5. Создать схему управления устойчивым развитием прибрежной зоной на примере северо-восточной части Финского Залива.

# **1. Обзор литературы по проблеме устойчивого управления прибрежными зонами**

## **1.1. Глобальные аспекты изучения процессов, происходящих в прибрежных зонах**

### **1.1.1. Общие принципы и подходы**

С доисторических времен люди поселялись в прибрежных территориях, что известно по местам нахождения куч раковин или остатков жилищ. Естественно, людям нужна вода и пища, которая в принципе также требует воды, таким образом в прибрежных зонах концентрировались, также как и люди, разнообразные сухопутные и водные животные, растения, которые создавали комплексную экосистему флоры и фауны. Так, разнообразный и взаимодействующий биогеоценоз самоподдерживает стабильность и буферность от изменяющейся окружающей внешней среды. Помимо природных особенностей прибрежных зон, например, прилив или отлив, которые существуют естественно, теперь с появлением человека и его развивающимися деятельностями, антропогенные нагрузки воздействуют на эту экосистему прямым и косвенным образом. А данная экосистема, в которой биоразнообразие обеспечивает и поддерживает так называемый экосистемные услуги, необходимые для деятельности человека с точки зрения социо-экономики, помимо экологии служит самыми необходимыми элементами для устойчивого развития.

Однако нынешняя картина выглядит иначе - Экосистема, которая даёт человеку бесценные ''услуги'' находится под угрозой разрушения от человеческой деятельности, хотя, она, на самом деле должна быть равновесной и устойчивой в долговременном масштабе.

С глобального аспекта, существуют разнообразные территории прибрежные, в том числе в тропиках, например, коралловые рифы и мангры, которые являются наиболее благоприятными местами для множества живых существ, без которых неизбежна потеря огромной биомассы.

А четырьмя основными общими особенностями прибрежных зон являются высокое биоразнообразие, уязвимость, большое значение для человека и особое сообщество (литоральное сообщество).

Околоводная растительность, что произрастает в прибрежных зонах, на мелководье формирует заросли, которые словно колыбель для молоди, так как растительность создает защиту от хищников. Кроме того в воде много фитопланктона, зоопланктона. Следовательно, прибрежные зоны играют крайне важную роль в формировании рыбных мест, которые служат кормовой базой для многих птиц и животных, а так же могут являться объектом промысла для человека. Высокое биоразнообразие создаёт высокую продуктивность. Хотя от нее внешне немного прямой пользы для человека, особенно в сопоставлении с искусственной монокультурой бананов или пальм, например, а в действительности естественные экосистемные услуги дают людям целостные выгоды, часть из которых даже незаметна.

В результате действия географических и климатических условий на акватории и сушу в прибрежных зонах постоянно происходят непредсказуемые изменения в окружающей природной среде. Эти изменения чаще всего носят резкий и краткосрочный характер. Со стороны моря, например, на сушу выносится огромное количество солей, а от суши к морю поступают земля, песок, камни и пресная вода, в которой довольно много минералов, влияющих на рост живых организмов. Изменения, которым подвергаются прибрежные зоны, носят циклический характер (приливы и отливы). Кроме того, прибрежные зоны подвержены таким природным событиям как наводнения и цунами.

В литоральных сообществах часто наблюдаются и интересные явления, как например отложение яиц черепахами, под сияющей луной; крабы, покрывающие пляж, который становится словно персидский ковёр. И самыми уникальными якобы являются амфибии (лягушки, тритоны, саламандры), среди которых немало видов были включены в Красную Книгу. На песчаной поверхности, на первый взгляд никто не обитает, но стоит присмотреться и можно увидеть, что в толще песка встречается много живых организмов, например, ракообразные, которые служат пищей для некоторых птиц.

Антропогенные воздействия на прибрежные зоны, например, строительство домов, постройка нового порта, защитное сооружение от волн, наводнений, быстрого подъёма уровня воды и т. д. нарушает и разрушает сложившиеся экосистемы прибрежных зон, в результате чего её структура упрощается и станет более уязвимой, другими словами. Иногда уничтожение одного вида и равновесие биосферной структуры пошатнется (изменение в биоразнообразии, пищевых сетях и др.).

Колыбели цивилизации почти всегда расположены в прибрежных зонах. Цивилизация Хуанхэ в Китае, например, само название берет свое начало от великой реки Хуанхэ. И в современном мире почти все мегаполисы расположены рядом со знаменитой рекой или на взморье. Подобное расположение способствует торговле, делая ее более эффективной. Близкое расположение мегаполисов к источникам воды позволяет добывать рыбу, а следовательно тут развивается такая отрасль как рыболовство и разведение. Водными ресурсами могут пользоваться для питьевой, оросительной, промышленной, охлаждающей электростанции целей. Курортные места, расположенные в прибрежных зонах, с точки зрения рекреационного смысла играют важную роль для человека.

Не только люди, но все живые организмы подвергаются тем воздействиям, которые вызываются циклическими изменениями, происходящими естественным образом в природе (приливы и отливы, наводнения, цунами, тайфуны). На пути стихии встают мангровые леса, рифы, которые основной удар принимают на себя, тем самым защищая живых существ. С точки зрения биогеологии, то есть по научному значению наблюдается история Земли, то есть эпейрофорез через живых существ и геологические следы.

Говоря повторно, прибрежные зоны чрезвычайно важны по вышеупомянутой причине для экологии и жизнедеятельности человека, именно поэтому требуется надёжная охрана и устойчивое управление. По этому поводу существует много международных документов, деятельностей и актов, направленных на защиту и сохранение прибрежных территорий, например, Рамсарская конвенция (или Конвенция о водно-болотных угодьях, Конвенция о водоплавающих видах некоторых птиц), и EUCC (организация, направленная на сохранение здорового моря и привлекательных побережий для людей и природы), ХЕЛКОМ (международная организация, которая совершает общий экологический менеджмент в Балтийском море), GEF (финансовая организация по окружающей среде), UNEP (всемирная природоохранная организация, которая определяет глобальную экологическую повестку дня, содействует согласованной реализации экологического компонента устойчивого развития в рамках системы ООН и является авторитетным защитником интересов окружающей среды в мире), МСОП (международная некоммерческая организация, занимающаяся освещением проблем сохранения биоразнообразия планеты, представляет новости, конгрессы, проходящие в разных странах, списки видов, нуждающихся в особой охране в разных регионах планеты).

### **1.1.2. Международные программы**

Существуют много программ, которые стремятся к экологическому безвредному обществу. По мере глобализации и распространения понимания людей, что решение экологических проблем по большей части не являются задачей только в одной стране, становилось всё больше и больше необходимости создать международную программу. Теперь такие международные программы находятся в главном потоке тенденции и их роль и рамки разнообразны, а тут общеобъединяющим ключевым словом является ICZM (Integrated Coastal Zone Management - Комплексное Управление Прибрежными Зонами (КУПЗ)), и это потому, что управление прибрежными зонами очень актуально. Известными организациями по сфере экологической деятельности, в том числе ICZM, являются следующие:

* Рамсарская конвенция (Ramsar Convention)
* Глобальный Экологический Фонд, ГЭФ (англ. Global Environment Facility, GEF)
* Программа ООН по окружающей среде, ЮНEП (англ. United Nations Environment Programme, UNEP)
* Международный союз охраны природы и природных ресурсов, МСОП (англ. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, IUCN)
* Хельсинкская комиссия, ХЕЛКОМ (англ. The Helsinki Commission, HELCOM)
* Прибрежный и морской союз, ПМС (англ. Coastal & Marine Union, EUCC)

**ICZM и международные программы**

ICZM (КУПЗ) - Комплексное управление прибрежными зонами:

1. Представляет собой, в первую очередь, экономико-правовой инструмент гармонизации многочисленных противоречивых интересов прибрежных природопользователей. Методология КУПЗ разработана за рубежом за последние 35 лет как ответ на обострение проблем их социально-экономического развития, приводящих к потере способности устойчивого развития этих исторически одних из наиболее эксплуатируемых благодаря своим богатым ресурсам районов в мире. КУПЗ определяется как динамический процесс разработки и выполнения скоординированной стратегии, направленной на распределение и разделение природных, социо-культурных и институциональных ресурсов с целью сохранения и устойчивого многостороннего использования прибрежной зоны и ее ресурсов. КУПЗ исходит из взаимосвязанности видов прибрежного природопользования и окружающей среды, на которую они потенциально воздействуют, и предназначено преодолеть фрагментарность, присущую отраслевому подходу к управлению. КУПЗ имеет многоцелевую ориентацию, оно анализирует участие сторон в развитии побережий, конфликтное использование ресурсов, взаимосвязь природных процессов и человеческой деятельности, способствует связям и межотраслевой гармонизации прибрежной/морской деятельности. КУПЗ должно проводиться на государственном уровне и включать формирование институциональных рамок, необходимых для обеспечения интеграции планов развития и управления в прибрежных зонах с природоохранными целями (в том числе, и в социальном аспекте) и для участия заинтересованных сторон в разработке этих планов. Процесс планирования и управления должен носить комплексный характер и учитывать все секторные мероприятия, оказывающие воздействие на прибрежную зону и ее ресурсы и связанные с социально-экономическими и природоохранными вопросами. Это предусматривает разработку, обновление и усиление средств нормативного регулирования; совершенствование схем районирования, направленное на разделение прибрежной зоны на участки, предназначенные для определенного использования и видов деятельности; развитие управленческих программ, направленных на развитие конкретных ресурсов или конкретных участков побережья, восстановление поврежденных ресурсов, решение проблем береговой линии; создание программ поощрения новых видов экономической деятельности в прибрежной зоне и др. Конференция ООН по окружающей среде и развитию в 1992 г. рекомендовала странам, имеющим выход к морю, разрабатывать и осуществлять программы КУПЗ в соответствии со своими условиями (гл. 17, «морская», Повестки на XXI век). Всемирные конференции по океанам, побережьям и островам 2001 и 2003 гг. (Париж), Всемирная встреча на высшем уровне по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в 2002 г. подтвердили, что методология КУПЗ является эффективным механизмом выполнения гл. 17 Повестки на XXI век. За последние десять лет интерес к КУПЗ приобрел в мире глобальный характер. В настоящее время уже свыше ста стран реализуют ориентированные на КУПЗ программы.

2. Согласно подготовленному Советом Европы Модельному закону об устойчивом управлении прибрежными зонами, КУПЗ означает устойчивое развитие и использование прибрежных зон, которое принимает в расчет уровень экономического и общественного развития, связанного с морем, сохранение и защиту ландшафта, хрупкого биологического и экологического баланса прибрежной зоны для настоящего и будущих поколений. Введение КУПЗ подразумевает, в частности, необходимость институциональных и юридических мер обеспечения участия всех заинтересованных сторон в принятии решений о развитии района и координации политики и действий национального, регионального и местного уровня. КУПЗ. обосновывает необходимость подхода к решению возможных проблем не по мере их возникновения, а с позиции заблаговременного всестороннего исследования, учитывающего взаимодействие между всеми компонентами окружающей среды (Вылегжанин, 2005).

**Рамсарская конвенция**

Миссия Соглашения - “сохранение и мудрое использование всех заболоченных мест посредством местных действий и общенациональных забастовок и международного сотрудничества как вклад в достижение устойчивого развития во всем мире”.

Самыми разнообразными и продуктивными экосистемами являются заболоченные места. Они предоставляют важные услуги и образуют всю нашу пресную воду. Однако, они ухудшаются и преобразовываются. Соглашение включает в себя много разных заболоченных мест; все озера и реки, подземные водоносные слои, болота и болота, влажные поля, торфяники, оазисы, устья, дельты и приливные плоскости, мангровые деревья и другие прибрежные районы, коралловые рифы и все созданные человеком места, такие как рыбные пруды, рисовые поля, водохранилища и соленые поля.

Под “тремя столбами” Соглашения между договаривавшихся странами понимают:

• работать для рационального использования всех заболоченных мест;

• определить подходящие заболоченные места для списка Ветландов Международного значения (“Список Ramsar”) и гарантировать их эффективное управление;

• сотрудничать на международном уровне на трансграничных заболоченных местах, разделенных системах заболоченного места и разделенных разновидностях (The Ramsar Convention…)

**Глобальный Экологический Фонд, ГЭФ**

Больше чем треть населения в мире живет в 100 км побережий или устий, которые являются основным источником еды и сырья. Каждый год примерно 50 миллионов человек переселяются в эти прибрежные зоны, извлекающие выгоду от доступа до торговли и транспорта. Наши ограниченные прибрежные ресурсы и экономическая деятельность, которая конкурирует за эти жизненные ресурсы, находятся в противоречии. Рыбоводы и туристические операторы, например, конкурируют за главное прибрежное место. Темп прибрежной эрозии, истощения ресурса, почвы и водного загрязнения, деградации биоразнообразия и разрушения среды обитания также усилился. Прибрежная окружающая среда особенно уязвима для сверхэксплуатации, потому что она включает большие площади, которые традиционно восприняты как общественные территории.

Все больше стран охватывает комплексное управление прибрежными зонами (ICZM=КУПЗ), стратегия, которая охватывает более широко, больше систематического подхода к управлению прибрежной окружающей средой. ICZM=КУПЗ стремится способствовать устойчивому развитию прибрежных районов, примиряя правительство, технических специалистов и местные посредники.

Что делает GEF? GEF отвечает на запросы о помощи в комплексном управлении прибрежными зонами (ICZM=КУПЗ) по всему миру. В Восточной Азии International Waters (IW) помогла странам справиться со своим растущим прибрежным ростом перед негативными воздействиями человека, и конфликтами, которые становятся необратимыми. Кроме того, GEF вложил капитал в большое количество защищенных морских областей, прежде всего через биоразнообразие центральная область. В настоящем времени IW уделил особое внимание на восточную Азию (Coastal Zone… 2018).

**Программа ООН по окружающей среде, ЮНEП**

Программа ООН по окружающей среде или ЮНЕП (англ. UNEP, United Nations Environment Programme) создана в рамках системы ООН, способствует координации охраны природы на общесистемном уровне. Программа учреждена на основе резолюции Генеральной Ассамблеи ООН в 1972 году. Основной целью ЮНЕП является организация и проведение мер, направленных на защиту и улучшение окружающей среды на благо нынешнего и будущих поколений. Девиз Программы — «Окружающая среда в интересах развития». Штаб-квартира ЮНЕП находится в Найроби, Кении. Также у ЮНЕП есть шесть крупных региональных офисов и офисы в различных странах. ЮНЕП несёт ответственность за разрешение всех связанных с экологией вопросов на глобальном и региональном уровне.

Деятельность ЮНЕП включает в себя различные проекты в области атмосферы Земли, морских и наземных экосистем. Также ЮНЕП играет значительную роль в развитии международных конвенций в области экологии и охраны окружающей среды. ЮНЕП часто сотрудничает с государствами и неправительственными международными организациями. Также ЮНЕП часто спонсирует и содействует имплементации связанных с экологией проектов. В сферу деятельности ЮНЕП также входит разработка рекомендаций и международных договоров по вопросам потенциально опасных химикатов, трансграничного загрязнения воздуха и загрязнения судоходных русел.

Всемирная метеорологическая организация совместно с ЮНЕП основали Межправительственную группу экспертов по изменению климата (IPCC) в 1988 году. ЮНЕП является одним из соучредителей Глобального Экологического Фонда (GEF). Под эгидой ЮНЕП отмечается Всемирный день окружающей среды (Программа ООН…).

Эта тема обращается к основной проблеме, связанной с управлением ICZM=КУПЗ: примиряя лица, принимающие решения, планировщики, ученые различных направлений и заинтересованные стороны, строя доверительные отношения и способствуя партнерствам и совместным действиям, гарантируя надлежащие процедуры объединенного и принятия решений и достижение согласия являются ключевыми действиями и предпосылками эффективного осуществления.

Тема соответствует первым и частично третьим целям MSSD (Medditerranean Strategy for Sustainable Development)), и она связана с ЦУРом 9, 11, 14 и 15 (Цели Устойчивого Развития),. Это предназначается, чтобы помочь Договаривающимся сторонам в их усилиях осуществить Протокол ICZM (КУПЗ) и соответствующий План действий, одобренный COP 16 (United Nations Climate Change Conference), MTS ([Mid-Term Strategy](http://web.unep.org/unepmap/what-we-do/mid-term-strategy-2016-2021)), 2016-2021 гг. излагает следующие Стратегические цели:

• Деятельность по устойчивому развитию прибрежных зон осуществляется с помощью обеспечения, что и рассматриваем окружающую среду и пейзажи как гармонии с экономическим, социальным и культурным развитием;

• Устойчивое использование природных ресурсов будет обеспечено, особенно то, которое относятся к использованию воды;

• Последовательность достигнута между общественными и частными инициативами и между всеми решениями государственных органов на национальных, региональных и местных уровнях, которые затрагивают использование прибрежной зоны.

• Продвинуть механизмы планирования, которые будут способствовать сокращению поколения загрязнения в прибрежных зонах.

• Гарантировать устойчивое использование природных ресурсов, в особенности вода, чтобы предотвратить их загрязнение и деградацию.

• Способствовать планированию и механизмам управления, гарантирующим экономическое, социальное и культурное развитие, которые гармонирует с окружающей средой и ландшафтами

• Снижать антропогенное давление на прибрежные и морские экосистемы, чтобы предотвратить или уменьшить их деградацию и поддержать их вклад в адаптацию изменения климата

• Осуществлять устойчивое развитие прибрежных и морских областей, гарантируя планирование механизмов, которые обращаются и к естественным процессам и к антропогенному на них влиянию.

• Продвинуть системы управления, которые гарантируют последовательность между общественными и частными инициативами и всеми решениями государственных органов на национальных, региональных и местных уровнях, которые затрагивают использование прибрежной зоны.

**Международный союз охраны природы и природных ресурсов, МСОП**

МСОП - Международный союз охраны природы (IUCN - Union internationale pour la conservation de la nature) - международная некоммерческая организация, целью которой является освещение проблем защиты окружающей среды, сохранения природных ресурсов и биоразнообразия планеты.

**"Протокол ICZM"** был создан в Мадриде 21-го января 2008 и вступил в силу 24-го марта 2011 Протокол, цель которого состоит в том, чтобы установить общие основы для интегрированного управления прибрежной зоной (ICZM) в Средиземном море, является первым инструментом в международном праве полностью и исключительно посвященный ICZM. У него есть шесть главных целей:

— сохранение прибрежных зон,

— устойчивое развитие прибрежных зон посредством рационального планирования действий,

— устойчивое использование природных ресурсов,

— сохранение прибрежных экосистем и пейзажей,

— предотвращение и/или сокращение эффектов опасных природных явлений и изменения климата,

— улучшение сотрудничества.

Протокол также определяет общие принципы ICZM, методов для координации, требуемой для ее внедрения, элементы, составляющие объем протокола и инструменты, которые будут использоваться для ICZM (Протокол ICZM, 2008).

**Хельсинкская комиссия, ХЕЛКОМ**

HELCOM - Хе́льсинкская коми́ссия (The Helsinki Commission, HELCOM) — комиссия по защите морской среды Балтийского моря. Образована в результате подписания Хельсинкской конвенции 1992 года и объединяет такие страны как Швеция, Дания, Финляндия, Литва, Латвия, Эстония, Германия, Польша и Россия.

ХЕЛКОМ выступает как международная организация, занимающаяся разработкой программы совместных действий государств-членов по защите акватории Балтийского моря от негативного воздействия внешних факторов, обеспечением информационной базы для подготовки международных проектов, а также контролем над выполнением государствами-членами ХЕЛКОМ условий Хельсинкской конвенции.

Основные направления деятельности: предотвращение всяческих загрязнений от морских судов, вызванных как запланированными операционными, так и аварийными сбросами, в том числе связанных с разливами нефтепродуктов в акватории Балтийского моря, снижение загрязнений от наземных источников, расположенных на водосборном бассейне Балтийского моря, оценка изменения степени угроз для морской окружающей среды, оценка состояния морской окружающей среды и эффективности предпринимаемых действий, охрана биологического разнообразия (HELSINKI COMMISSION…, 2003).

**EUCC – Coastal & Marine Union / Прибрежный и морской союз (ПМС)**

EUCC – ведущая некоммерческая организация, занимающаяся разработкой и реализацией комплексного управления прибрежными районами, подготовкой рекомендаций по улучшению их развития. (EUCC – Coastal & Marine Union…, 2018).

Роль Прибрежного и морского союза заключается в улучшении, сохранении, поддержании здорового состояния морской среды и прибрежных территорий для людей и природы, содействуя европейской экологической и климатической политике.

Основанная в 1989 году организация с целью содействия европейскому подходу к сохранению прибрежных районов путем преодоления разрыва между учёными, экологами, локальными менеджерами, директивными органами, как крупнейшей сетью прибрежных и морских практиков и экспертов в Европе с пятью международными офисами и координационные центры и национальные отделения в десяти странах. Рабочая зона, касающаяся организацией - Европа, Средиземное море и Черное море. EUCC посвящен сохранению и поддержанию здорового моря и привлекательных берегов как для людей, так и для природы (EUCC – Coastal & Marine Union…, 2018).

Функции EUCC:

• содействовать внедрению интегрированного управления морскими и прибрежными территориями, сочетая их развитие с сохранением биоразнообразия морской экосистемы, охраной социальных, исторических и культурных ценностей;

• инициировать проведение работ по ограничению последствий изменения климата;

• предоставлять консультации, информацию, коммуникации, политические инструменты;

• принимать участие в прибрежных и морских научно-исследовательских проектах;

• повышать уровень информированности о проблемах окружающей среды;

• развивать партнерские отношения с заинтересованными сторонами.

На уровне региональных морей Прибрежный и морской союз следит и вносит свой вклад в работу в качестве наблюдателя за соблюдением Конвенции по защите морской среды Северо-Восточной Атлантики (ОСПАР) и ХЕЛКОМ, внимательно следит за развитием Черного и Средиземного морей при поддержке своего Средиземноморского Центра UNEP MAP Partner. Деятельность EUCC посвящена сохранению и поддержанию здорового состояния моря и берегов, делая их более привлекательными для людей.

Устойчивое развитие

**Устойчивый туризм.** В туристическом секторе работает свыше 3,2 млн. человек. В общей сложности в секторе задействовано €183 млрд., что составляет более одной трети морской экономики ЕС. 51% коечного фонда в гостиницах по всей Европе сосредоточено в регионах, имеющих выход к морю.

Прибрежный туризм является экономической деятельностью со значительным влиянием на окружающую среду и климатические изменения, но в тоже время обладает мощным потенциалом для стимулирования охраны окружающей среды и биоразнообразия. EUCC стремится развернуть ряд мероприятий, позволяющих укрепить положительные и уменьшить негативные последствия, делая прибрежный туризм более устойчивым с помощью измерения, выделения финансирования и продвижения устойчивого развития прибрежных пунктов назначения в Европе и за ее пределами.

Программа EUCC QualityCoast является результатом проекта Европейского Союза «Сеть по прибрежной практической деятельности» (CoPraNet 2002-2005) во главе с EUCC. Критерии QualityCoast были разработаны для оценки успешности комплексного управления прибрежными зонами (ICZM) на местном уровне, учитывая рекомендации ЕС по ICZM. Общество заинтересовано в устойчивом развитии туристических регионов. Туризм под эко-маркой становится все более популярным при выборе мест отдыха, так например, голубой флаг, присвоенный пляжам и пристаням, демонстрирует, что место является безопасным для туристов, знаки Travelife и Green Key присваиваются жилым помещениям.

QualityCoast рассматривает усилия для устойчивого туризма на всей территории прибрежной полосы в городах, небольших районах, на островах. С помощью программы QualityCoast, Прибрежный и морской союз ставит своей целью создать международную сеть прибрежных сообществ, которые имеют сходные ценности формирования устойчивого и социально ответственного туризма, в то же время, сохраняя высокие стандарты качества их туристического предложения.

С момента своего создания, QualityCoast выделил финансирование 150 муниципалитетам и регионам. В настоящее время 30 муниципалитетов и регионов («пункты назначения») являются активными членами сети прибрежных сообществ.

Процесс участия должен достичь критической массы для дальнейшего включения в программу, как с точки зрения содержания (совершенствование критериев), так и управления данными и коммуникационными интерфейсами (совершенствование веб-сайта). Сеть объединит богатство знаний и опыта, которые должны быть соответствующим образом собраны и распространены среди членов сети и других заинтересованных сторон.

В 2013 году Европейская комиссия запустила Систему индикаторов европейского туризма (ETIS) для способствования устойчивому управлению туристическим сектором. Все индикаторы ETIS теперь включены в программу QualityCoast. Кроме того, QualityCoast соответствует Глобальному совету по устойчивому туризму (GSTC), учрежденному Всемирной туристической организацией (UNWTO) и Программой ООН по окружающей среде (UNEP). QualityCoast тесно связана с Глобальным обзором устойчивого туризма (GSTR) – новой системой поддержки в области устойчивого развития GSTC и получения оперативных индикаторов ETIS для сферы туризма (EUCC – Coastal & Marine Union…, 2018).

**Прибрежное и морское пространственное планирование**

С момента своего образования Прибрежный и Морской союз предоставляет ценную базу знаний и опыта для оказания поддержки на пути к соблюдению требований новой Директивы по взаимодействию морской среды и суши.

В 2014г. Европейский парламент и Европейский Совет принял новую Директиву по морскому пространственному планированию – MSP (Директива 2014/89/ЕС), устанавливающую рамки для морского пространственного планирования и комплексного управления прибрежной зоной. Морское пространственное планирование будет способствовать эффективному управлению морской деятельностью и устойчивому использованию морских и прибрежных ресурсов, создавая основу для последовательного, прозрачного устойчивого развития, основанного на фактических данных принятия решений.

EUCC стремиться продолжать поддерживать разработку и внедрение Директивы 2014/89/ЕС, уделяя особое внимание взаимодействию морской среды и суши в рамках ЕС и соседних стран, особенно на уровне региональных морей.

Более чем 20-летний опыт Комплексного управления прибрежными районами (ICM) может быть применен к реализации Директивы ЕС по ССП для дальнейшей поддержки экспертов, входящих в группу ICM/MSP. Эта цель особенно актуальна в отношении управления и взаимодействия с заинтересованными сторонами для улучшения координации работы по морскому планированию.

С момента своего создания, EUCC является членом экспертной группы EU ICM (бывший ICZM), активно участвуя в совещаниях совместной экспертной группы ICM/MSP. После процесса на пути реализации законодательных инструментов ICM/MSP, Прибрежный и морской союз разработал Позиционный документ по интеграции комплексного управления прибрежными районами (ICM) и Директиву морского пространственного планирования в 2014г.

EUCC стремится обеспечить, чтобы MSP извлекла уроки из опыта ICM, принципов управления прибрежными районами, чтобы избежать рисков плохой взаимосвязи между наземным и морским планированием, которое, в конечном итоге, может замедлить комплексное планирование, вызвать риски принятия неустойчивых решений. Чтобы добиться этого, EUCC мобилизует членов через специально сформированную в 2014г. Тематическую экспертную группу (TEG) – взаимодействие берега-моря для поддержки MSP, которая состоит из основной группы международных экспертов различных стран-членов ЕС. Это позволяет совместно решать возникающие проблемы, путем предоставления консультаций, поддерживая связи с профильными экспертами из прибрежных европейских стран (EUCC – Coastal & Marine Union…, 2018).

На уровне региональных морей Прибрежный и морской союз следит и вносит свой вклад в работу в качестве наблюдателя за соблюдением Конвенции по защите морской среды Северо-Восточной Атлантики (ОСПАР) и ХЕЛКОМ, внимательно следит за развитием Черного и Средиземного морей при поддержке своего Средиземноморского Центра UNEP MAP Partner.

Проекты, реализуемые в рамках прибрежного и морского пространственного планирования:

OURCOAST – трехлетний проект с бюджетом в размере € 1 млн. стартовавший в январе 2009г. по заказу Генерального директората по окружающей среде Европейской комиссии для поддержки и обеспечения обмена опытом, передовой практикой по прибрежному планированию и управлению. При отсутствии надлежащих средств для обмена опытом, доступа к передовым исследованиям, осуществляемым в прибрежных европейские странах, контролируемых различными уровнями власти, OURCOAST стремится помочь заполнить этот пробел, представляя собой платформу для обмена знаниями, демонстрируя, что интегрированные подходы предпочтительнее секторальных.

OURCOAST фокусируется на проблемах: адаптации к рискам и последствиям изменения климата, информационных и коммуникационных систем, планирования и управления земельными ресурсами, инструментов и институциональных механизмов координации.

OURCOAST является важным шагом в совместных усилиях Европейской комиссии, государств-членов, прибрежных районов и сетей для поддержки и осуществления устойчивого прибрежного планирования и управления.

SUSTAIN – Оценка устойчивости и укрепление операционной политики. Это 3-летний проект, запущенный в 2010г. с участием 12 организаций-партнеров стран ЕС. Проект был направлен на подготовку инструментов экологической политики – уникального набора легко измеряемых показателей устойчивости, которые применимы ко всем 22 странам-членам ЕС для комплексного управления прибрежной средой. Эти показатели предназначены для оценивания деятельности по развитию прибрежных районов, чтобы органы, использующие информационные сведения, знали, происходят ли положительные сдвиги на пути к устойчивому развитию или нет.

**Прибрежное сообщество молодых специалистов (YPCC)**

Инициатива YPCC основывается на принципах совместной работы и обмена знаниями в области взаимодействия и принятия решений между экспертами и студентами путем разработки сложных учебных программ с привлечением к полевым работам под руководством экспертов. Инициатива YPCC предусматривает создание платформы электронной связи, устанавливающей международную основу группы экспертов, выполняющих функции гостевых лекторов (YPCC Mentor group) и продолжение полевых работ в рамках ICZM при тесном сотрудничестве с экспертами.

CoastLearn – программа дистанционного обучения комплексного управления прибрежными зонами, запущенная в 2000г. в партнерстве со многими европейскими организациями.

Этот инструмент самообучения в первую очередь предназначен для управляющих прибрежными районами, специалистов по планированию, работающих на местном, субнациональном, национальном уровнях. Вторичной целевой группой являются студенты высших учебных заведений, сотрудники неправительственных организаций.

Программа CoastLearn доступна на 13 европейских языках, работает в режиме онлайн, оперативно реагирует на информационные запросы пользователей и потенциальных партнеров. CoastLearn продолжает расширяться, добавляются новые образовательные модули по соответствующим темам, а существующие модули CoastLearn проходят процесс обновления, модернизации, перевода на новые языки. Ее развитие зависит от наличия средств и по этой причине некоторые версии более развиты или обновлены, чем другие.

Здоровые и чистые моря

**Морская стратегия.** Цель Рамочной Директивы о морской стратегии (MSFD) – достичь «хорошего экологического статуса» к 2020г. С начала принятия Директивы Прибрежный и морской союз активно участвует в процессе ее реализации, способствуя работе нескольких ключевых проектов ЕС по подводному шуму и морскому мусору, предоставив руководящие указания и рекомендации Рабочей группе MSFD-GES в отношении этих двух дескрипторов.

**Переработка морского мусора**. Рыболовные лески и сетки случайно теряются или выбрасываются за борт, что недопустимо, так как эти предметы составляют большую часть морского мусора, найденного в европейских морях. Такой мусор несет потенциальную угрозу для: морских обитателей (запутанность, проглатывание, различные повреждения); здоровья человека (фрагменты микроскопических волокон, могут поступать в организм при употреблении морепродуктов); условий безопасности, нанося экономический ущерб (запутанность пропеллеров, уборка пляжей).

EUCC является партнером в инициативе Здоровые моря, направленной на сбор и утилизацию отходов рыболовных сетей, их дальнейшую переработку в текстильную продукцию. Эта инициатива является продолжением собственной программы Прибрежного и морского союза «Здоровые моря», запущенной с 2011г., при участии Европейского центра по охране природы (ECNC) и коммерческих партнеров в лице европейских компаний, занимающихся переработкой отходов: Aquafil, Starsock, Desso, Interface, Nofir, Fonda, Verter.

В настоящее время инициатива «Здоровые моря» охватывает 3 основных области, расположенных в Северном, Средиземном и Адриатическом морях, где собираются и хранятся отходы рыболовных сетей, которые достают из морских глубин местные водолазы, спасательные компании, волонтеры.

**Адаптация к изменению климата.** В последние годы EUCC уделяет большое внимание мерам по адаптации, необходимых для жизни с учетом экологических последствий потепления океана и подкисления, негативного воздействия этих процессов на прибрежные и морские экосистемы; ускоренного подъема уровня моря, увеличение частоты и интенсивности штормов, приливных волн, приводящих к эрозии береговой линии, из-за неэффективных стратегий береговой защиты. Прибрежный и морской союз решительно поддерживает разработку политики в области изменения климата ЕС в отношении смягчения последствий и адаптации. Поскольку EUCC имеет определенный опыт в области адаптации в прибрежных и морских зонах, то Союз стремится внести свой вклад в области сохранения биоразнообразия, туризма и регионального планирования в качестве ICM и в контексте морского пространственного планирования.

**Восстановление мест обитания мидий в Вадденском море**. В 2014г. EUCC с некоторыми ключевыми партнерами по исследованию продолжили работу по восстановлению мест выживания мидий в Вадденском море. В этом же году был проведен научный семинар с целью обмена информацией и обсуждения результатов исследования в рамках проектов Mosselwad и Waddensleutels. Итогом этих встреч явилась разработка и выпуск в 2015г. Руководства по развитию и устойчивому управлению местами обитания мидий в Ваддензе, предназначенное для руководителей водно-болотных угодий.

**Охрана природы в Центральной и Восточной Европе**. Для поддержки Natura 2000 и задач по сохранению и управлению в 1995г. Прибрежным и морским союзом, Eurosite и Европейским фондом природного наследия (EURONATUR) был образован Фонд EECONET Action Fund (EAF). Он действует как независимый фонд для принятия неотложных мер по сохранению природы в Центральной и Восточной Европе. EAF руководит Совет, состоящий из представителей EUCC, Eurosite, EURONATUR, ECNC ЕЦОП и независимого президента.

Порты и морские перевозки являются основными секторами для комплексного управления прибрежными районами и зелеными берегами. Прибрежный и морской союз имеет опыт работы в этом секторе в рамках проекта Общая средиземноморская стратегия (APICE) и местных практических действий по смягчению воздействия портов, промышленности, городских выбросов. Средиземноморский центр EUCC работает рука об руку с руководством порта Барселоны и каталонским правительством, разработав план по смягчению последствий выбросов, загрязняющих окружающую среду. Цель состоит в улучшении качества воздуха в районе Барселоны, а именно снижения уровня загрязняющих веществ (PM10 и NOx). Реализация многих мер, интегрированных в государственную политику, продолжается (EUCC – Coastal & Marine Union…, 2018).

Прибрежные зоны - среди самых продуктивных областей в мире, предлагают большое разнообразие ценных сред обитания и услуг экосистем, которые всегда привлекали людей и деятельность человека. Красота и богатство прибрежных зон сделали их популярными областями урегулирования и туристическими направлениями, важными деловыми зонами и пунктами транзита. В настоящее время больше 200 миллионов европейских граждан живет около береговых линий, простирающихся от Северо-восточной Атлантики и Балтии до Средиземного и Черного морей.

Но эта интенсивная концентрация населения и чрезмерная эксплуатация природных ресурсов оказывают огромное давление на наши прибрежные экосистемы, приводящие к потере биоразнообразия, разрушению сред обитания, загрязнению, а также находятся в противоречии между потенциальным использованием и космическими проблемами перегруженности.

Прибрежные зоны также среди самых уязвимых областей к изменению климата и опасным природным явлениям. Риски включают затопление, эрозию, повышение уровня моря, а также экстремальные погодные явления. Эти воздействия далеко идущие и уже изменяют жизни и средства к существованию прибрежных сообществ.

Поскольку благополучие населения и экономическая жизнеспособность многих компаний в прибрежных зонах зависят от экологического статуса этих областей, важно использовать долгосрочные инструменты управления, такие как интегрированное прибрежное управление, увеличить защиту прибрежных ресурсов, увеличивая эффективность их использования. Секторальный подход приводит к разъединенным решениям, которые рискуют подрывать друг друга, к неэффективному использованию ресурсов и упущенным возможностям для более стабильного прибрежного развития. (Integrated Coastal Management…)

## **1.2. Локальные аспекты прибрежных зон на примере Финского Залива**

На каждой конкретной прибрежной территории можно найти индикаторы, которые показывают, насколько успешным является управление, направленное на устойчивое развитие прибрежной территории. В качестве индикаторов можно использовать: уровень жизни людей, чистоту воздуха, воды, почвы по химическим или биологическим показателям. Но на прибрежных территориях лучше использовать какие-либо элементы водных систем, так вода принимает в себя все результаты воздействий, которые проводят люди на воде и на берегах, и даже далеко от берегов.

Финский залив (ФЗ), являющийся восточной частью Балтийского моря, является интересным модельным объектом для подобного исследования. Залив окружен развитыми странами. На побережье ФЗ находятся города: в России это Санкт-Петербург, Выборг, Высоцк, Приморск, Сосновый Бор; в Финляндии – Хельсинки, Котка, Ловиса; в Эстонии – Таллин, Кохтла-Ярве, Палдиски. На берегах много других малых городов и деревень, развитая промышленность, сельскохозяйственные угодья, дороги, много наземного и водного транспорта, имеются зоны отдыха и спортивные сооружения. В Финском заливе и на его берегах остались объекты дикой природы – леса, луга, болота, реки и озера. Часть из них входит в состав ООПТ (особо охраняемые природные территории), предназначенные для сохранения естественных экосистем и редких видов, а также перелетных птиц, у которых именно здесь проложены многовековые миграционные маршруты. Антропогенная нагрузка на природную среду очень значительная. В таких условиях показателем успешного управления является хотя бы не ухудшение состояния индикаторов. В нашей работе в качестве индикаторов управления устойчивым развитием выбраны литоральные сообщества восточной части Финского залива и его крайней восточной части – Невской губы. Эта глава посвящена локальным аспектам, которые важны для организации успешного управления устойчивым развитием в вышеназванных прибрежных зонах - обзору характеристик прибрежной зоны и ее индикаторов – литоральных сообществ.

### **1.2.1. Общая характеристика Финского Залива и Невской губы**

**Финский залив** **(ФЗ)** находится в восточной части Балтийского моря. **Невская губа (НГ)** - самая восточная и самая мелкая часть Финского залива (Рис. 1), является также эстуарием реки Невы. Невская губа это часть Финского залива между невской дельтой и островом Котлин.

Восточная часть Финского залива является частью большой водной системы Ладожское озеро - р. Нева – Невская губа – восточная часть Финского залива. Для Санкт-Петербурга эти водные объекты является очень важными, они - источником питьевого водоснабжения, местом рыбной ловли, судоходства, воды для промышленности. Здесь много портов, рекреаций, сюда сбрасываются сточные воды города и области. Эти водные объекты многократно всесторонне исследовались.

**История формирования Финского залива**. В палеозое 300-400 миллионов лет назад вся территория современного бассейна Финского залива была покрыта морем.

В четвертичном периоде кайнозоя после отступления ледника образовалось Литориновое море, уровень которого был на 7-9 м выше современного. Уровни ледниковых водоёмов постепенно снижались, а их площадь уменьшалась. В связи с этим на бывшем дне водоёмов образовались террасы, ступенями спускающиеся к Финскому заливу. 4 тысячи лет назад море отступило, и мели Финского залива превратились в острова (Даринский, 1982). Современное более сильное воздымание Скандинавского щита привело к перекосу поверхности Финского залива. По этой причине северные берега залива - возвышенные и скалистые, а южные – подтопленные (Санкт-Петербург: Энциклопедия, 2006).

**История изучения Финского Залива** началась с основания города Петром I, который в октябре 1703 г. охотно участвовал в измерении глубины дна в южной части острова Котлин. Первые описания донных отложений Невской губы были выполнены офицерами Российского Военно-Морского флота уже в 1751 г. Основной целью изучения Финского Залива в период с 18 до начала 20 века являлись конструкция города и его защита. В 1920-1924 гг. экспедиция профессора Константина Дерюгина провела гидрохимические, гидробиологические и гидрологические работы в Невской губе.

После Второй мировой войны исследования рыб, донных и планктонных организмов, химического состава воды, донных осадков и других гидробиологических гидрохимических и гидрологических показателей ФЗ и Невской губы проводились российским Гидрометеорологическим Институтом, государственным Гидрологическим Институтом, ЛенГипроТрансом, Ленинградским государственным университетом, Институтом Озероведения РАН, Зоологическим институтом Академии наук, МорНИИпроектом и другими организациями. Подробные мультидисциплинарные работы были организованы во время строительства Комплекса защитных сооружений (КЗС). В настоящее время исследования продолжаются, ведется государственный мониторинг показателей, полученная информация издается в виде научных статей и в специальных сборниках.

**Берега, острова.** Северный берег ФЗ скалистый, сильно изрезанный, со множеством островов (шхер), восточный и южный берега – низменные, местами к ним близко подходят коренные породы, образуя высокий крутой обрыв (глинт). На южном берегу находятся глубокие заливы: Нарвский, Копорский, Лужская губа. Крупнейшие ***острова***: Котлин, Березовые (Большой, Средний, Малый), Лисий, Высоцкий, Гогланд, Мощный, Большой и Малый Тютерс, Соммерс, Найсаар и др. Побережье ФЗ принадлежит России, Финляндии и Эстонии. В ФЗ впадают реки. Кейла, Пирита, Ягала, Валгейыги, Кунда (Эстония), Нарва (граница Эстонии и России), Луга, Коваши, Нева (Россия), Хамина, Вантанйоки (Финляндия). Сайменский канал соединяет с ФЗ с озерами Восточной Финляндии.

**Северный берег** НГ низменный, заросший кустарником и травой, традиционно дачная местность. Здесь расположены поселения Лахта, Ольгино, Лисий Нос и Горская, откуда отходит "дамба". Южный берег от устья Невы до Стрельны также низменный, заболоченный, заросший влаголюбивой растительностью. Далее он повышается в результате подхода денудационного уступа Балтийско-Ладожского глинта.

**Размеры зеркала и глубина**. Площадь Финского залива около 29,8 тыс. км2 (7% площади Балтийского моря). Длина залива от полуострова Ханко до Санкт-Петербурга — 420 км, ширина от 70 км в горле до 130 км в самой широкой части (на меридиане острова Мощный). В Невской губе ширина составляет 15-20 км, в районе полуострова Ханко (так называемое горло ФЗ) – 70-75 км. Длина 21 км; его максимальная ширина составляет 15 км, его площадь поверхности воды составляет 329 км2, средняя глубина - 3,5 м, а ее объем составляет около 1,2 км3.

Финский залив мелководен. Максимальная ***глубина*** 123 м, средняя глубина около 40 м. Восточная часть ФЗ мелководна (средняя глубина 7 м).

Длина Невской губы 21-22 км, ширина 14-15 км, средняя глубина 3-5 м. Площадь водной поверхности 329 км2. Мелководная зона простирается от острова Котлин до траверза между фортами Шепелевский и Флотский. К западу от этого траверза простирается глубоководная зона (Бродский, Кудрявцева, 2006).

**Рельеф дна** ФЗ холмисто-грядовый, в восточной части из-за выноса большого количества осадочного материала реками Невой, Нарвой и другими дно - хорошо выровненные аккумулятивные равнины. Профиль дна уменьшается по направлению от горла к вершине. По дну Невской губы для прохода судов проложен морской канал.

Рельеф дна и донные осадки НГ. Особенности рельефа дна - в западном направлении глубина увеличивается, имеются также местные подъемы вокруг острова Котлин, простирающиеся к южному и северному побережьям залива (Рис. 1.). Ранее со дня основания Санкт-Петербурга в 1703 году к югу и к северу от острова Котлин были построены искусственные острова с крепостями и немало подводных банок (мелей), а также углублений дна. Часть из них в настоящее время не используются, но способствуют сложности рельефа дна и его гидрологии (например, проникновение солёной воды в Невскую губу), а также распределению бентических видов. В настоящее время, в результате антропогенной деятельности, донный рельеф стал более резким.

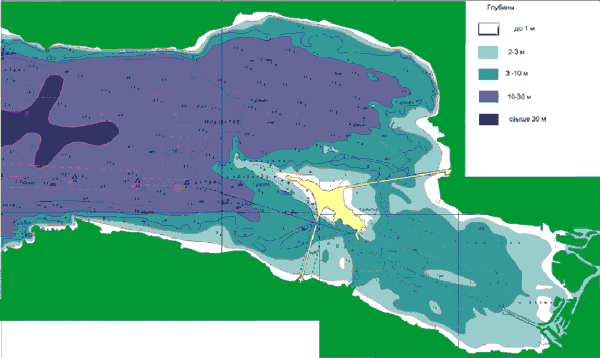


Рис. 1. Карта глубин Невской губы и восточной части Финского залива (Карта глубин…)

Дно плоское, песчано-илистое, с отмелями вдоль побережий. В восточной части Невской губы накопление донных отложений главным образом зависит от осадков, принесенных водой реки Невы. Нева ежегодно приносит 65 000 тонн осадков, а на дне Невской губы накопилось 510 000 тонн осадков. С востока на запад (в соответствии с уменьшением скорости течения) формируются пески (от мелкого до очень тонкого), заиленные пески и илы. Накопление илисто-глинистой грязи происходит в понижениях донного рельефа с глубиной воды 4 м, расположенной в центре западной части залива. Естественная скорость седиментации составляет около 0,5 мм/год (Спиридонов и др., 2004). Следовательно, пески и заиленные пески (Рис. 2) покрывают большую часть дна Невской губы и широко распространены вдоль дна Невской губы по сравнению с другими районами Восточной части Финского залива.

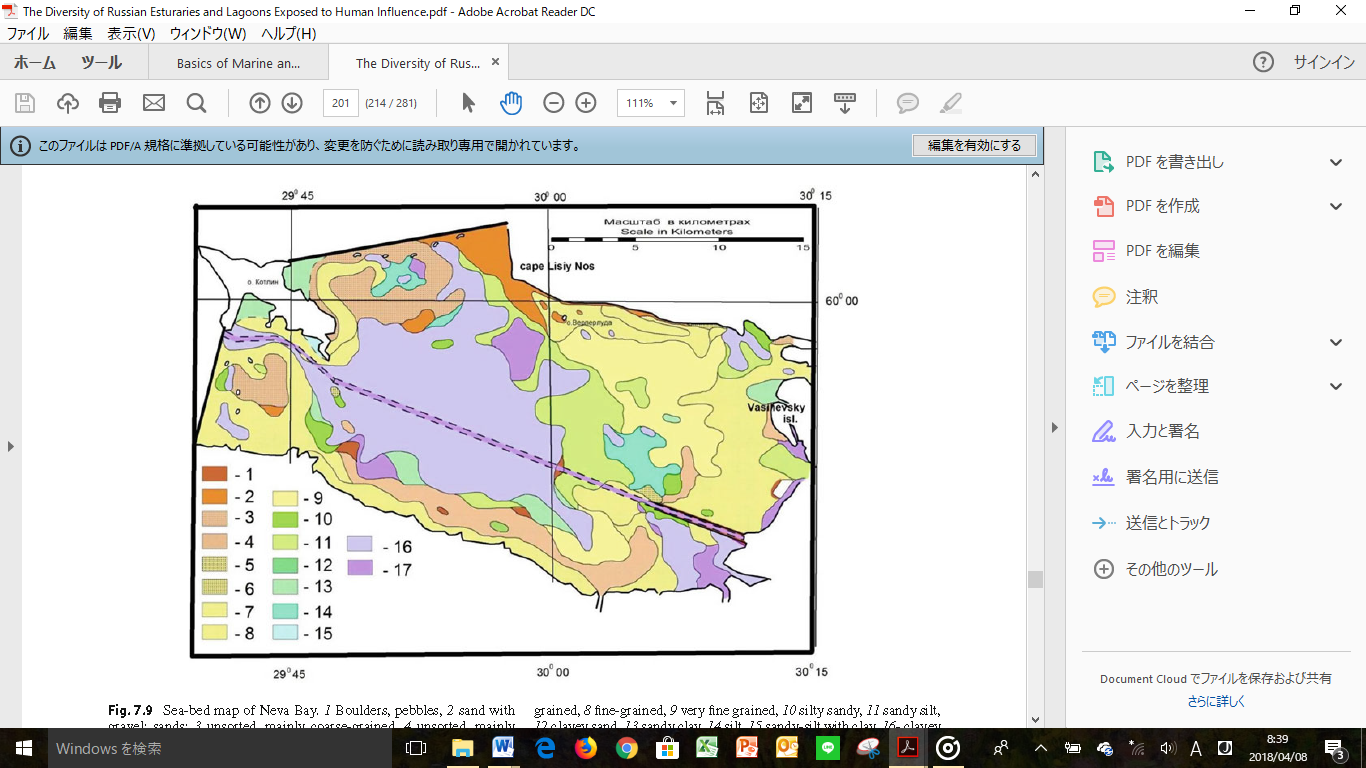


Рис. 2. Карты донных садков Невской губы. 1 – Валун, галька, 2 – песок с гравием; пески: 3 – несортированные, главным образом, крупнозернистые, 4 – несортированные, главным образом мелкозернистые, 5 – крупнозернистые, 6 – среднезернистые, 7 – от мелкого до среднего размера (mediumgrained), 8 – мелкозернистые, 9 – очень мелкие, 10 – илисто-песчаные, 11 – песчаные илы, 12 – глинистые пески, 13 – песчаные глины, 14 – илы, 15 – песчаные илы с глиной, 16 – глинистый ил, 17 – плейстоценовые обнажения.

**Районирование**.В восточной части Финского залива принято выделять ряд районов, различающихся по гидролого-гидрохимическому и гидробиологическим режимам (рис. 3). Наиболее общепринята схема районирования, предложенная финскими учеными: I – Невская губа, II – мелководный район, IIIa – внутренний глубоководный район, IIIb – внешний глубоководный район (Экосистема…, 2008).

**Гидрологический режим** Ф. залива очень изменчивый, т.к. он зависит от меняющихся гидрометеорологических параметров, условий мелководья и сильного влияния течения реки Невы - крупнейшей реки Финского залива с водозабором 80 км3/год, и ветра (Нежиховский, 1988). Важнейшими гидродинамическими факторами здесь являются колебания уровня воды, ветра и течения. Поток поверхностных вод (до 10 см/с) Невской губы протекает в западном направлении. Солоноватый поток воды вблизи дна протекает вдоль южного побережья залива на восток. Поступающий в восточную часть Финского залива сток из Ладожского озера в объеме 70,5 км3 (среднемноголетний показатель) составляет две трети приходной части водного баланса этого района Балтийского моря. В связи с этим ладожские воды оказывают влияние на экологическую обстановку в заливе (Румянцев, Кудерский, 2010).



Рис. 3. Районирование вост. части Финского залива: 1 - Невская губа, II (2) – мелководный район, IIIa (3, 7) – внутренний глубоководный район: 7 – Сескарский плес, 3 - Копорская губа, IIIb (4-6, 8) – внешний глубоководный район: 4 - Лужская губа, 5 -Выборгский залив, 6 - Нарвский залив, 8 – внешний глубоководный район (Экосистема…, 2008).

Уровень воды Невской губы у Кронштадтского футштока (Рис. 4) принят за нулевую отметку Балтийского моря и всех морских акваторий мира. От Кронштадтского футштока измеряется высота над уровнем моря по всему бывшему СССР, к нему привязана вся нивелирная сеть. Он на 11 см ниже горизонта воды р. Нева у Горного института, где расположен основной водомерный пункт СПб. Уровень воды в Невской губе испытывает незначительные суточные и годовые колебания, усиливающиеся при западных ветрах. Некоторые ветры приводят к подъемам воды и обратному течению.

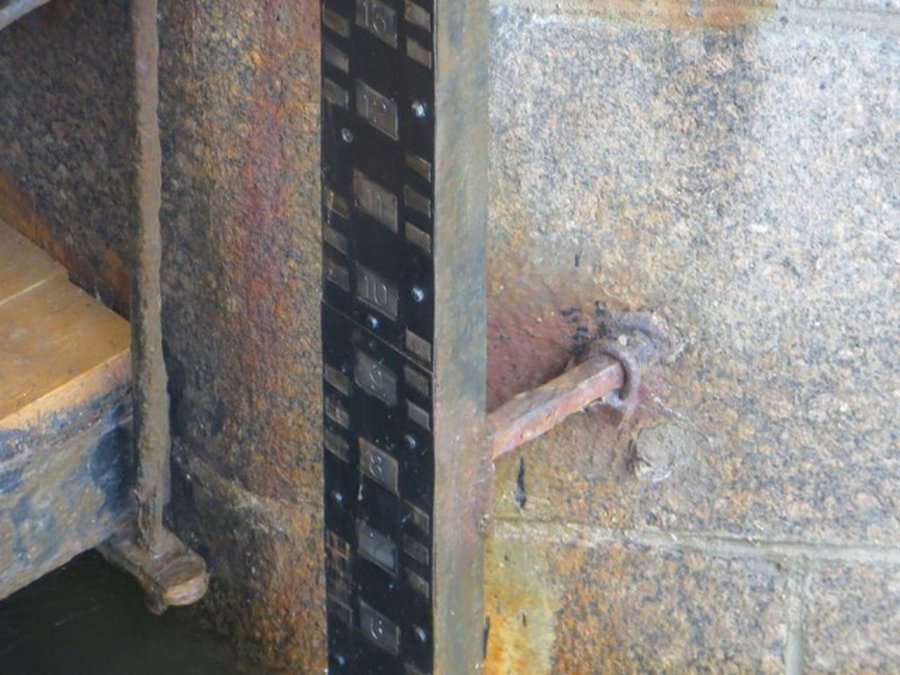


Рис. 4. Футшток – это прибор (металлическая реечка), служащий для определения высоты и колебаний уровня воды в реках, озерах и морях.

**Водообмен** Невской губы с Финским заливом осуществляется через так называемые Северные и Южные ворота. Незаконченная перемычка на южном участке «дамбы» связана с Морским каналом, где и осуществляется водообмен. На северном участке в "дамбе" имеются 4 водопропускных сооружения и 1 судопропускное. Через них происходит почти беспрепятственный сток вод (Нежиховский, 1981; Ленинград без наводнений, 1984; Усанов, 1989; Даринский, Асеева, 1996; Ильина, Родионов, 1997).

**Наводнения.** Быстрый, экстремальный подъем уровня воды (выше, чем на 1,6 м выше среднего уровня), вызванный сложной комбинацией нескольких гидрометеорологических факторов, является специфическим явлением в Невской губе. Наиболее значимый подъем уровня моря в ВЧФЗ был вызван в результате совместного воздействия дрейфовых токов и длинных волн при шторме, например. Характерны сильные ветровые волнения и нагоны воды при западных ветрах, приводящих к наводнениям. С основания Санкт-Петербурга в 1703 году до настоящего времени наблюдалось более 300 наводнений. Максимально катастрофические наводнения имели место в 1777 году (3,21 м), 1824 (4,21 м) и 1924 (3,80 м). Средняя высота нагонной волны с марта по август составляет около 1 м, а с сентября по февраль - до 2 м. Количество дней в году со скоростью ветра более 15 м/с составляет от 40 до 50. Волны могут повлиять на Юго-восточную часть Финского залива до глубин 3-3,5 м, поэтому практически вся эта часть ФЗ может оказаться в зоне шторма.

**Соленость**. В связи с большим притоком пресной воды из рек, особенно из Невы (2/3 всего стока), вода залива имеет очень небольшую солёность (от 0,2 до 9,2‰ у поверхности и от 0,3 до 11,0‰ у дна по данным от 21 августа 2011 года ([ЕСИМО. Солёность воды](http://data.oceaninfo.info/atlas/Balt/3_watersalinity_gridfields_mon5_hor75.html)…). В морях соленость значительно выше, например, в Балтийском море 7‰, в Чёрном море 18‰, в Средиземном море 39‰). Но в Невской губе местами в результате исключительно сильных течений на дне, протекающих в восточном направлении, соленость может периодически возрастать до 3 ‰ (Нежиховский, 1988). В районе Лужской губы и на входе в Выборгский залив соленость составляет 3–4‰, а с западной стороны острова Котлина – 2‰.

**Сезонные явления**. Средняя температура воды ФЗ зимой около 0°C, летом 15-17°C на поверхности и 2-3°C у дна. Средние ***температуры*** НГ летом 17-19°С, максимальная - до 24°. Замерзает обычно в ноябре-декабре, а вскрывается в апреле. Зимой льды взламываются ледоколами. От юго-западной части г. Санкт-Петербурга в сторону Кронштадта по дну Невской губы проложен Морской канал, углубленный до 12 м и постоянно очищаемый от илистых заносов.

Залив замерзает с конца ноября до конца апреля (в тёплые зимы может не замерзать круглый год). Замерзание начинается в восточной части залива и постепенно распространяется на запад. Ледяной покров формируется каждый год, но из-за более теплых зим, время развития твердого льда в последнее время сократилось.

**Гидрооптические условия** – это прозрачность воды, зависящая от количества взвешенных частиц. Прозрачность и мутность зависят от сезонов года, а также от антропогенной деятельности, например, от движения водного транспорта или дноуглубительных работ. Прозрачность и мутность воды в Невской губе изменчивы, что влияет на количество и распределение водных организмов. Интерес к теме мутности воды связан с интенсивными многолетними работами в акватории, которые привели к значительной деградации водных биоценозов.

**Особенности Невской губы.** Невская губа – **эстуарная** система**,** ее особенности в том, что это воронкообразное расширение устья реки, свободно соединяющееся с открытым морем, подверженное действию приливов и отливов; смешением пресной и соленой вод и ее градиентами, что влияет на разнообразие, количество и распределение водных организмов. Эстуарии это переходные зоны, или экотоны, между пресноводными и морскими местообитаниями, но многие из их наиболее важных физических и биологических признаков являются не промежуточными, а уникальными. В этих своеобразных биотопах складывается характерная флора и фауна, а непрерывная транспортировка аллохтонного материала создает совершенно особые условия биологического продуцирования.

Для эстуария реки Невы (Невская губа) характерны правильные сезонные вспышки первичной продуктивности и репродуктивной и поведенческой активности животных. Более мягкие приливы, волны и течения здесь являются не причиной дополнительного стресса, а источником дополнительной энергии, в результате чего более отдаленные от берега зоны получают приток органического материала и питательных веществ из плодородных мелководных зон (Бродский, Панкова, Сафронова, 2016).

### **1.2.2. Флора и фауна Финского залива и Невской губы**

**Растения.** Основные ландшафты побережья и островов Финского залива относятся к подзоне южной тайги (лесные, луговые и болотные сообщества). Лесная растительность представлена сосновыми и еловыми лесами, а также лиственными лесами (*берёза*, *ива*, *рябина*, *осина*, *чёрная* и *серая ольха*). На всём протяжении Финского залива встречаются участки водно-болотной растительности, состоящие преимущественно из *камыша озёрного* и *тростника обыкновенного*, а также произрастает большое количество водных растений (*кувшинка белая, кубышка жёлтая, уруть колосистая* и *мутовчатая, осока острая, двукисточник тростниковый, валериана приморская, клубнекамыш морской*).

Водная флора на мелководье залива представлена такими растениями, как *наяда морская, руппия коротконожковая, штукения зостеровидная* и другие. В настоящее время в Невской губе и Восточном заливе Финляндии зарегистрировано более сотни видов водных сосудистых растений, макроводорослей и нитчатых водорослей (Финский залив…).

В 1980-х годах преобладающей группой фитопланктона были диатомовые водоросли. Доминирование перешло к цианеям в конце 1990-х - начале 2000-х годов. Значительное увеличение биомассы Cryptophyta и Dynophyta с некоторым снижением доминирования цианей наблюдается с конца 2000-х годов (Nikulina, 2012). Количественные показатели фитопланктона в конце 20 века возросли в связи с эвтрофированием. При этом наблюдалось снижение биомассы в 1980-х годах, в середине 2000-х годов и летом 2014 г., что связано с повышенной мутностью из-за гидротехнических работ.

**Животные.** В настоящее время в Невской губе и ее прибрежной зоне зарегистрированы 76 видов птиц (около 120 видов, включая прибрежные лесные среды обитания) из 9 отрядов, 15 видов млекопитающих из 5 отрядов (включая 3 интродуцированных вида: ондатра *Ondatra zibethica*, американская норка *Neovison vison* и енотови́дная соба́ка *Nyctereutes procyonoides*, причем два из них являются очень агрессивными хищниками в прибрежной зоне), 3 вида амфибий из 1 отряда и 1 вид рептилий в прибрежных и островных местообитаниях Невской губы. В Невской губе и в Восточной части ФЗ, выявили 33 вида из 13 семейств, в том числе 5 чужеродных видов. Семейство Cyprinidae-карповые было представлено 15 видами; семейство Gobiidae четыре, сем. Percidae - три, сем. Gasterosteidae - два и другие девять семейств представлены одним видом каждый (Успенский, Насека, 2014).

**Водные беспозвоночные** представлены в первую очередь такими экологическими группами как зоопланктон и зообентос. В Невской губе было зарегистрировано 394 вида **зоопланктона.** Доминантными группами являются Rotifera (коловратки), Copepoda и Cladocera. Одна четвертая всех видов зоопланктона является обычным явлением и имеет постоянное присутствие в Невской губе в течение соответствующего сезона. К настоящему времени разнообразие уменьшилось**.** Эти изменения в основном объясняются естественными изменениями и антропогенными воздействиями, но в некоторой степени современными знаниями.

Рассмотрим более подробно экологические группы водных беспозвоночных, составляющих литоральные сообщества, которые можно использовать как индикатор успешного управления прибрежными территориями.

**Макрозообентос**

**История исследований** фаунистического разнообразия восточной части Финского залива и Невской губы и его динамики насчитывает более сотни лет и связана с работами многих выдающихся ученых (Скориков, 1910; Дерюгин, 1922; 1923; 1925; Салазкин, 1982; Невская Губа…, 1987; Алимов и др., 2005 и др.). Особая роль принадлежит трудам профессора К.М. Дерюгина и его учеников, труды которых позволили систематизировать имеющиеся гидробиологические и гидрологические данные и составить целостное представление об экосистеме восточной части Финского залива и Невской губы (Орлова, Анцулевич, 2006).

Исследованиябиоразнообразия беспозвоночных Невской губы начались больше чем 100 лет назад с исследований бентической фауны А.С. Скориковым (1910). Он подчеркнул его подобие бентосу Озера Ладога и реки Невы. В 1920-х К.М. Дерюгин (1922, 1923, 1925) обеспечил основание для дальнейших наблюдений за бентосом (Салазкин, 1982). Макрозообентос первой половины двадцатого века был представлен больше чем 100 разновидностями, среди которых преобладали хирономиды, олигохеты и моллюски. Исследования биоразнообразия Невской губы, включая прибрежную зону и заросли макрофитов, выполнялись на довольно регулярной основе с 1970-1980-х годов (Невская Губа…, 1987). Исследования стали особенно обширными с середины 2000-х из-за интереса к проблемам эвтрофикации и биологического загрязнения и воздействий выемки грунта и демпинга на развитие водных сообществ (Technical Reports, 2004, 2008; Экосистема …, 2008; Алимов и др., 2012; Региональная экология …, 2014).

**Динамика показателей зообентоса за 100 лет.** За столетний период наблюдений антропогенное загрязнение эстуария р. Невы неуклонно возрастало, и это привело к значительным изменениям в зообентосе.

В первой половине ХХ века оно привело к количественному снижению, сокращению зон обитания вплоть до полного исчезновения ряда организмов. Главным образом, это касалось обитателей чистых вод - реликтовых ракообразных *Pallasea quadrispinosa*, *Pontoporeia affinis* и *Mysis relicta*, а также моллюсков *Lymnaea palustris*, *Ancylus fluviatilis*, *Valvata pulchella*, *V. skorikovi*, *Theodoxus fluviatilis*, и появлением в значительном количестве олигохет, что было отмечено еще в начале века К.М. Дерюгиным (1922, 1923, 1925) и подтверждалась последующими исследованиями (Алимов, 1968; Салазкин, 1982; Невская Губа…, 1987). По мнению авторов, это свидетельствовало о сильных изменениях в фауне, произошедших в период после работ Скорикова 1905 г., вызванных антропогенным воздействием, в частности повышением сапробности и нефтяным загрязнением.

В 1975 - 1976 гг. Росгидромет организовал комплексный гидробиологический мониторинг на 22 станциях ОГСН в Невской губе (Рис. 5) и 17 станциях в восточной части Финского залива.

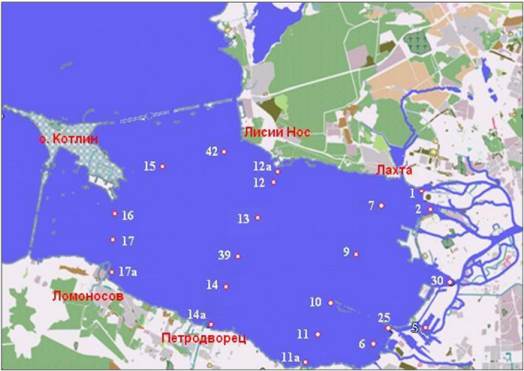


Рис. 5. Расположение станций сети ГСН в Невской губе (<http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=984>).

В конце ХХ – начале ХХI века характер антропогенных воздействий на водоем изменился. Принятие ряда природоохранных мер и ввод в действие очистных сооружений снизили поступление загрязняющих веществ, однако начались масштабное гидростроительство, расширение имеющихся и строительство новых портовых комплексов и интенсификация судоходства. Все эти процессы нашли отражение в изменениях фаунистических комплексов водоема. В этот период, продолжающийся в настоящее время, главные изменения, происходящие в экосистеме восточной части Финского залива, связаны *с массовым проникновением чужеродных видов-вселенцев* (Орлова, Анцулевич, 2006).

Макрозообентос является ведущей биотической группой донного компонента водной экосистемы. Более 200 видов и таксонов зообентоса были зарегистрированы в Невской губе в ходе ежегодного мониторинга в период с 2004 по 2008 год (Technical Reports, 2004, 2008). Они относятся к таксонам, обитающим в пресных и олигогалинных водах, как настоящие водные, так и амфибиотические (водные личинки насекомых).

Пресноводные виды преобладают в современной Невской губе; однако возможно образование псевдопопуляций олигогалинных видов. Так, летом 2004 года в бентосе вблизи Петродворца (Technical Reports, 2004) были обнаружены солоноватоводные олигохеты (*Nais elinguis*, виды из рода *Paranais*) с преобладанием *N. eliguus*.

Среди крупных таксономических групп наиболее разнообразными являются Chironomidae (Insecta, Diptera) и Oligochaeta среди настоящих водных беспозвоночных (54 вида Oligochaeta из 5 семейств). В Невской губе значительно отличается макрозообентос центральной части, прибрежной зоны и литоральной зоны. Центральная часть населена сообществом, сформированным из Oligochaeta и Chironomidae.

В прибрежной зоне в некоторых местах были обнаружены слои, образованные двустворчатыми моллюсками-фильтраторами (Максимов, 2014). Наиболее многочисленными являются сообщества литоральных зон, представленные Turbellaria, Oligochaeta, Hirudinea, моллюсками (Bivalvia, Gastropoda), ракообразными (Amphipoda, Isopoda) и личинками насекомых (Chironomidae, Ephemeroptera, Trichoptera, Hydrocarina, Ceratopogonidae, Coleoptera, Megaloptera) (Technical Reports, 2004, 2008, 2012). Макрозообентос в литоральной зоне и мелководье характеризуется высокой численностью до 17-20 тысяч особей на м2 и биомассой 30-40 г/м2. В летнее время в современных прибрежных сообществах доминируют чужеродные амфиподы *Gmelinoides fasciatus*, *Pontogammarus robustoides* и *Gammarus tigrinus*. В общей сложности они составляют более половины общей биомассы зообентоса в мелководной прибрежной зоне Невской губы и Восточной части Финского залива (Berezina, 2007).

Состояние макрозообентоса зависит от деятельности человека. Например, ледниковые реликтовые ракообразные *Monoporeia affinis* и *Saduria entomon* типичные для Восточной части ФЗ и зарегистрированные в Невской губе в начале 20 века (Скориков, 1910), теперь здесь отсутствуют, вероятной причиной является строительство защитных сооружений, которые частично предотвращают проникновение соленой воды в Невскую губу. Обилие зообентоса зависит от дноуглубительных работ и захоронения донных отложений для создания новых строительных площадок в Санкт-Петербурге. Например, создание нового пассажирского порта в восточной части Невской губы в середине 2000-х годов привело к значительному увеличению содержания взвешенных веществ в воде. Это, в свою очередь, привело к многократному уменьшению численности крупных моллюсков Unionidae в зообентосе залива (Максимов, 2014).

К началу XXI века среди беспозвоночных в восточной части Финского залива встречались моллюски перловицы и беззубки, катушки, прудовики и лужанки, водные клопы и жуки, личинки комаров, ручейников и поденок.

Донная фауна *мелководной* зоны Финского залива представлена преимущественно пресноводными и эвригалинными видами. По числу видов доминируют олигохеты. Они же с 1993 года преобладают и по биомассе, тогда как до того времени основная часть биомассы приходилась на хирономид. Увеличение биомассы олигохет совпадает с органическим загрязнением мелководной зоны. Разнообразие видов зообентоса уменьшается на глубоководных участках залива. Макрофауна *глубоководной* зоны бедна как в количественном, так и в качественном отношении; она представлена в основном тремя доминирующими видами: донным бокоплавом (*Pontoporeia affinis*), моллюском балтийская макома (*Makoma baltica*) и ракообразным морской таракан (*Mesidotea entomon*). Наиболее многочислен первый вид.

**Вселенцы, или чужеродные виды**

Еще одна группа видов восточной части Финского залива - это *организмы-вселенцы*, морские и пресноводные виды, которые проникли в Балтику из других морей. Благодаря сочетанию пресных и осолоненных районов Финский залив оказался подходящим местом обитания для видов-вселенцев, в том числе и для некоторых южных форм, которым позволяют развиваться теплые стоки городских вод. К таким видам относятся *китайский краб*, моллюск-*дрейссена*, ветвистоусый рачок *церкопагис*. Обитает в Финском заливе и *ротан-головешка* – небольшая рыба из реки Амур (Бродский, Кудрявцева, 2006).

В 1989 году в мелководной зоне был найден некоренной понто-каспийский двустворчатый моллюск *Dreissena polymorpha*, представляющий потенциальную угрозу стабильности мелководных экосистем. Такие виды морского происхождения (например, *Dreissena polymorpha*) имеют ограниченное распространение в Невской губе. Их популяции и псевдопопуляции ограничены местностями, близкими к штормовому барьеру, где соленость в некоторой степени выше, чем в основной части Невской губы (Technical Reports, 2004, 2008). Сильнее подвержена биологическим инвазиям наиболее нарушенная прибрежная зона. В ней, а также в районах, занятых чужеродными водными растениями: *Elodea canadensis* и *Acorus calamus,* чужеродные амфиподы составляют до 50% биомассы летом (Berezina, 2007, Technical Reports, 2004, 2007) .

В летнее время в современных прибрежных сообществах доминируют чужеродные амфиподы *Gmelinoides fasciatus*, *Pontogammarus robustoides* и *Gammarus tigrinus*. В общей сложности они составляют более половины общей биомассы зообентоса в мелководной прибрежной зоне Невской губы и Восточной части Финского залива и негативно влияют на бентосное сообщество животных в мелкой прибрежной зоне, подавляя и заменяя местные виды (Berezina, 2007).

### **1.2.3. Антропогенное воздействие на Невскую Губу**

Водная система Ладожское озеро - р. Нева – Невская губа - восточная часть Финского залива расположена на территории экономически развитого региона, что служит основной причиной ее загрязнения. Любые антропогенные изменения на огромном водосборе в значительной степени аккумулируются в Неве, Невской губе и восточной части Финского залива. Воздействие на экосистему Невской губы в городе Санкт-Петербурге довольно значительное, учитывая промышленные и транспортные сточные воды города, постоянное развитие инфраструктуры гавани, Комплекс защиты от наводнений, который полностью изменил гидродинамические и седиментологические режимы Невской губы, дноуглубительные работы и демпинг, создание новых территорий и интенсивное судоходство. Фактически, антропогенная деятельность в наши дни стала столь же важной движущей силой экологического развития, как природные факторы.

Прибрежная зона Невской губы представляет несколько примеров ужасных результатов антропогенного воздействия. Вместе с промышленными и портовыми районами, которые по-прежнему являются одним из основных источников, существуют части береговой линии, представленные «пустынными пляжами». Очистка, регенерация и использование таких прибрежных сегментов для любой строительной деятельности является очень сложной задачей, поскольку прежние методы удаления отходов характеризуются очень высоким уровнем различных загрязняющих веществ (например, тяжелых металлов и радиоактивных материалов).

**История загрязнения.** Нагрузка промышленными и бытовыми сбросами возрастала в 20-м веке по мере роста численности населения Санкт-Петербурга-Ленинграда и области, промышленного роста в городах, увеличения сельскохозяйственного производства, особенно с началом массового применения минеральных удобрений. Повсеместно возрастало загрязнение воды органическими и биогенными веществами, а также токсичными стоками от промышленных предприятий.

Акватория эстуария загрязняется промышленными и бытовыми сточными водами Санкт-Петербурга и его пригородов; здесь пролегают пути интенсивного судоходства и осуществляется крупномасштабное гидромеханическое воздействие. В середине 1980 годов эстуарий был разделен дамбами на верхнюю пресноводную (Невская губа) и нижнюю солоноватоводную части, в результате чего первая превратилась по существу во внутригородской водоем.

В результате хозяйственной деятельности современного мегаполиса загрязняются промышленными и бытовыми сточными водами и соответственно имеют высокие концентрации основных биогенных элементов (фосфор, азот, железо), тяжелых металлов, фенолов, пестицидов (Финский залив…).

Негативное воздействие на биоту эстуария реки Невы оказывают как факторы прямого воздействия, влияние которых пагубно сказывается на численности некоторых видов животных и растений, так и факторы, оказывающие косвенное влияние и приводящие к разрушению местообитаний. Антропогенное изменение среды – основная причина сокращения численности водных, околоводных и наземных видов животных и растений.

Основные источники нарушений в экосистеме Невской губы:

* загрязнение химическими веществами (биогенными и органическими, вызывающими увеличение трофности и сапробности и различными токсичными соединениями, негативно влияющими на биоразнообразие и обилие)
* изменение гидродинамических параметров от воздействия строительства и эксплуатации КЗС (Комплекса Защитных Сооружений)
* гидронамывные работы в Невской губе, сопровождающиеся повышение мутности воды и значительным изменением процессов переноса и отложения осадков (Бродский, Кудрявцева, 2006, Охрана окружающей среды…, 2000).

**Загрязнение химическими веществами.** До середины 1980 годов большую роль в бентосе Невской губы играли двустворчатые моллюски пизидииды. Биомасса моллюсков была весьма высокой, особенно в непосредственной близости от устья р. Невы. Эти моллюски являются хорошими фильтраторами и способны в значительной степени способствовать очищению воды. Однако к началу 1990 годов количество моллюсков резко уменьшилось в связи с заметным увеличением количества донных отложений, содержащих токсические вещества, а их место заняли малощетинковые черви (олигохеты), которые являются потребителями органического вещества донных отложений и способны существовать в худших условиях по сравнению с моллюсками, но не являются фильтраторами. Эта смена видового состава бентоса заставила отказаться от идей очистки Невской губы при помощи культивирования в ней моллюсков, которые выдвигались в 1980 годы (Бродский, Кудрявцева, 2006).

Другим важным аспектом антропогенного воздействия на геологическую среду является накопление тяжелых металлов в донных отложениях, что отражает промышленное развитие Санкт-Петербурга (Рис. 6).

Велико загрязнение ионами ртути и меди, хлорорганическими пестицидами, фенолами, нефтепродуктами, полиароматическими углеводородами. В связи с постройкой сооружений по защите Ленинграда - Санкт-Петербурга от наводнений произошло уменьшение водообмена Невской губы с восточной частью Финского залива на 10-20%, что увеличило концентрации биогенов в Невской губе. Наибольшие изменения происходят в придамбовой зоне на расстоянии менее 5 км от неё. Свой вклад дают неудачный выбор мест выброса северных и юго-западных очистных сооружений Санкт-Петербурга, высокая загрязнённость грунтов в некоторых районах Невской губы.



Рис. 6. Кривые концентрации Cd, Cu, Pb и Zn в Невской губе в мягких осадках. Вертикальная ось – шаг значений, см; красная линия – уровень “очень высокого загрязнения” для донных отложений (шведское EPA) (Vallius и др., 2006).

Беспокойство вызывает начавшееся постепенное заболачивание мелководных частей Финского залива между Санкт-Петербургом и дамбой, поскольку ослабленные дамбой осенние штормы не способны уже в достаточной степени очищать дно Невской губы от поселяющихся там высших растений. Заболачивание и связанное с этим гниение остатков растений со временем может привести к дополнительной эвтрофикации водоём, что влечет исключение из акватории обширных участков Невской губы (на которых, к тому же, в грунтах будет захоронено значительное количество вредных соединений).

По-прежнему донные отложения Невы и Невской губы содержат высокие концентрации загрязняющих веществ, да и в воде их предостаточно. Несмотря на предпринимаемые меры, существует множество рассредоточенных источников загрязнения. Отсутствуют технологии очистки уже загрязненных донных отложений. В 2013 году Роспотребнадзор Петербурга из 24 пляжей на территории города признал пригодными для купания только один. Велико развитие патогенных бактерий на некоторых участках акваторий.

**Эвтрофирование.** Кроме загрязнения для Невской губы основной проблемой является эвтрофирование,зависящее отнакопления в воде биогенных элементов, в первую очередь соединений фосфора и азота(рисунок 7, 8). Это приводит к «цветению» и ухудшению качества воды, появлению анаэробных зон, нарушение структуры биоценозов и исчезновению многих видов гидробионтов, в том числе ценных промысловых рыб.

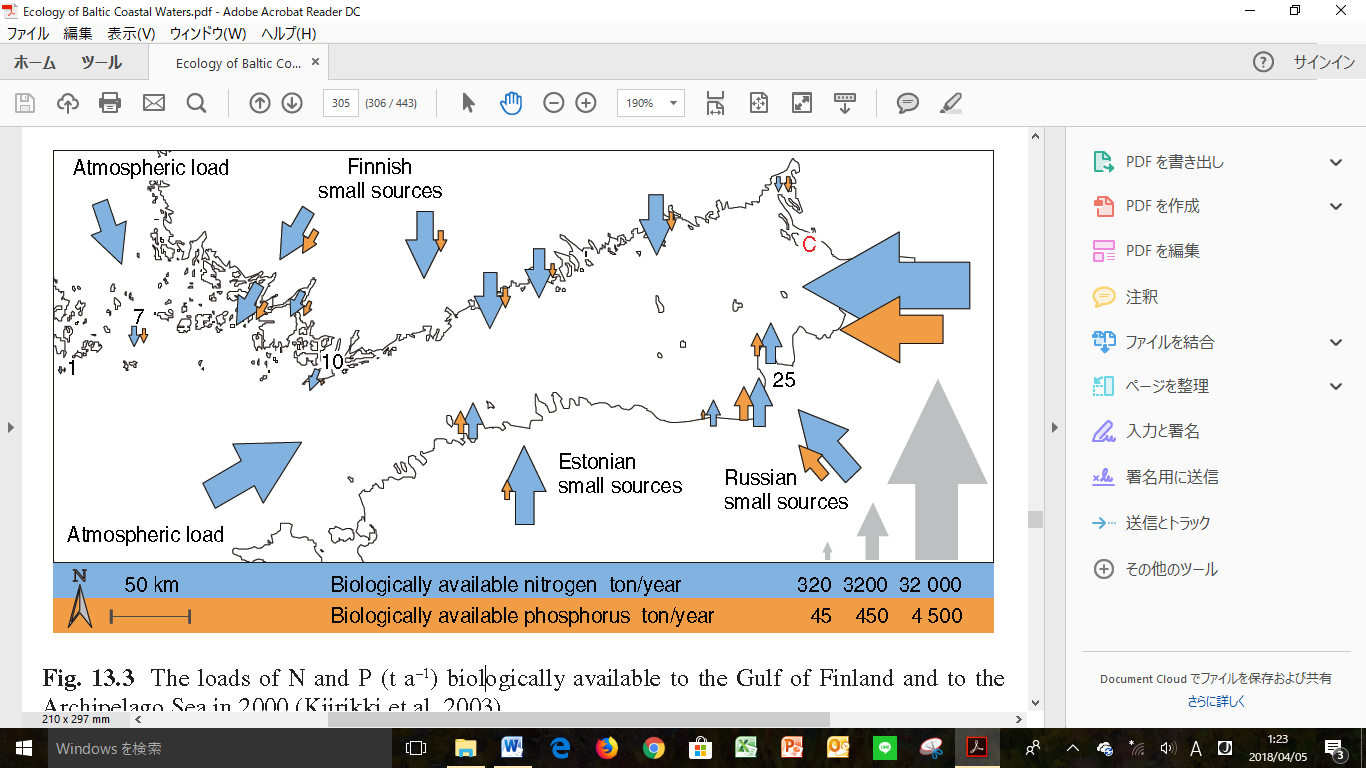


Рисунок 7. Нагрузка N и P (тонн/год), биологически доступная в Финском заливе в 2000 (Kiirikki и др., 2003).

В 20-30-е годы 20 века Невская губа считалась олиготрофным водоемом (Скориков, 1910). А в 1994-2005 гг. на баре и прибаровой области были широко представлены виды, присущие мезотрофным водоемам *Lamprodrilus isoporus, Tubifex newaensis*, наидиды.

В грандиозных планах развития города кроется опасность дальнейшего разрушения водной экосистемы, поскольку охрана природы по сравнению с ростом экономики по-прежнему не является приоритетной задачей, хотя декларируется.

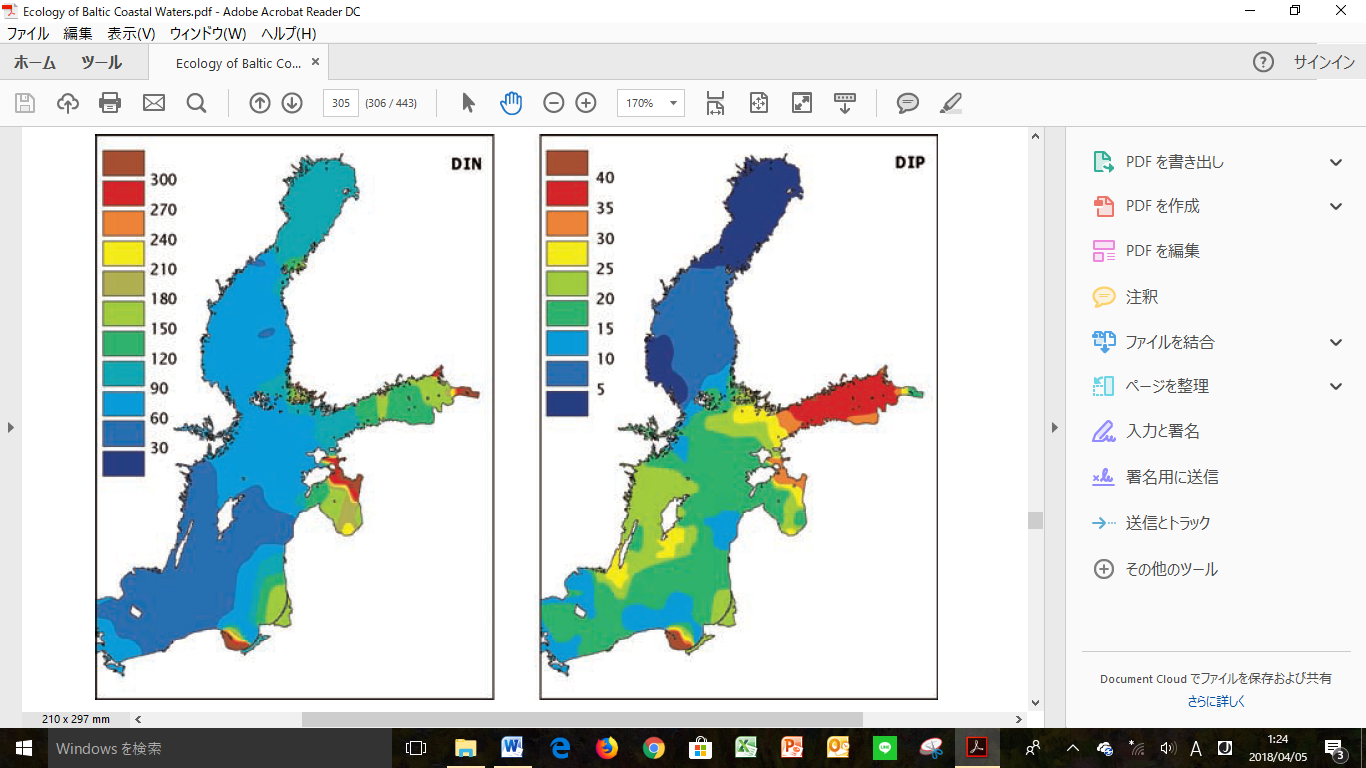


Рис. 8. Поверхностное распределение растворенного неорганического азота (мгN/м3) и растворенного неорганического фосфора (мгP/m3) в Балтийском море зимой 2002 года по данным 362 станций, собранных исследователями Финляндии и Швеции (Schiewer, 2008.)

В последние десятилетия происходило эвтрофирование прибрежных вод Балтийского моря, в том числе и в восточной части Финского залива (Telesh et al., 2008). Высокие концентрации соединений фосфора и азота**,** поступающие с водами р. Нева, способствовали интенсивному росту нитчатых водорослей*Cladophora glomerata,*. продукция которых на прогреваемых мелководьях достигала 800-900 г С/м2 за вегетационный период, а биомасса до 500 г/м2 сухой массы, или 2-3 кг/м2 влажной массы (Berezina et al., 2003). Эта величина примерно в десять раз превышает продукцию фитопланктона в этой зоне. Отмершие нитчатки становились источником пищи для детритофагов и источником биогенных веществ, питающих водные растения. Нитчатые водоросли вместе с развивающимися на них эпифитами представляют собой важный источник пищи для многих фитофильных литоральных беспозвоночных - ракообразных, гастропод, аннелид и насекомых (Kraufvelinet et al., 2006). Таким образом, высокая первичная продукция в прибрежной зоне может способствовать развитию богатых видами и обильных по биомассе зооценозов (Березина, Голубков, 2008).

**Сапробность**. В 1960-е годы в зообентосе Невской губы произошли заметные изменения, характерные ранее олиго- и β-мезосапробные сообщества донных животных заменились альфамезосапробными, что свидетельствует об увеличении количества органического вещества в водоеме. Отмечалось вытеснение олиго- и β-мезосапробных видов, в частности реликтовых раков и моллюсков *Valvata piscinalis* альфамезосапробными *Sphaerium corneum*, пиявками и тубифицидами (Алимов, 1968, Кириллова, 1968, Коколия, Цветкова, 1968).

**Изменение гидродинамических параметров от воздействия КЗС (Комплекса Защитных Сооружений).** Невская губа может считаться техногенной лагуной с 1980-х годов, поскольку она практически отделена от восточной части Финского залива КЗС. В настоящее время общая ширина шести проемов (ворот), соединяющих Невскую губу с открытым морем, составляет около 1 км. Вблизи сооружения имеются зоны с измененным гидрологическим режимом, от участков с сильным течением до застойных зон. Невская губа может считаться техногенной лагуной с 1980-х годов, поскольку она практически отделена от восточной части Финского залива КЗС. В настоящее время общая ширина шести проемов (ворот), соединяющих Невскую губу с открытым морем, составляет около 1 км.

Можно выделить 2 основных пути воздействия КЗС на биоту эстуария реки Невы. Первый путь связан с прямым воздействием на компоненты водных сообществ, второй приводит к разрушению прибрежных и околоводных местообитаний (Бродский, Кудрявцева, 2006).

Прибрежные районы восточной части Финского залива страдают от прибрежной эрозии. Однако более низкий уровень воздействия волн сводит к минимуму негативное влияние этого фактора на прибрежное развитие Невской губы. Что касается влияния огромной прибрежной инженерной структуры, Комплекс защиты от наводнений, его воздействие на побережье противоположно влиянию строительства на востоке (в Невской губе) и вне его. Более высокий уровень воды (по сравнению с природной ситуацией) за пределами объекта во время экстремальных наводнений приводит к более частым проявлениям экстремальных эрозий. В противоположность этому, в Невской губе защитная плотина препятствует активной эрозии на побережье.

**Гидронамывные работы в Невской губе, повышение мутности и осадконакопление.** Антропогенная активность сильно затронула не только экологический статус и биоту, но и геологическую среду и процессы осадконакопления Невской губы. Исходно в западной части залива 200 лет назад дно было покрыто песками. К настоящему времени дно покрыто слоем илистых осадков толщиной 40-50 см, сформированным за последние 100-150 лет. По исследованиям ВСЕГЕИ илово-глинистые донные осадки залива очень молоды, однородны по химическому составу и техногенно загрязнены, площадь заиления в Невской губе за последние 200 лет расширялась, наиболее активно со второй половины ХХ века. Изменения процессов осадконакопления в последние десятилетия связаны с дноуглубительными работами.

В 1970-х годах началось строительство защитной плотины от наводнений. В результате активизировалось накопление донных осадков. В конце 1980-х и начале 1990-х годов в Невской губе гидронамывные работы для создания новой территории привели к увеличению концентрации взвешенных веществ в верхних слоях воды Невской губы до 200 мг/л - в десять раз больше естественного фона. В 1993 году гидротехнические работы в губе были остановлены, а интенсивность дноуглубительных работ уменьшилась (в 1998 году она была в три-четыре раза меньше), поэтому седиментологическая ситуация в заливе также изменилась.

Следующее изменение в седиментологической тенденции наблюдалось после гидротехнических работ 2006-2008 годов. В результате дноуглубительных и демпинговых процессов в связи со строительством Пассажирского порта Санкт-Петербурга и намывом новых земель у западной оконечности Васильевского острова концентрация взвешенного вещества в воде была чрезвычайно высокой к 2007 году, а след взвесей достиг Выборгского залива (рисунок 9). Шлейф мутных вод от места ведения работ распространился вдоль северного берега на 150 км. На песчаном прибрежном дне образовался слой глинистых осадков толщиной до 3 см. Концентрация мелких частиц в песчаных пляжах курортных районов в 2007-2008 годах увеличилась на 5-7%. В акватории в весенне-осенний период было зафиксировано резкое уменьшение прозрачности воды (до 20–30 см повсеместно и до 5 см в отдельных частях акватории). Это негативно сказалось на состоянии обитателей водоема (Усанов и др., 2008, Бродский, Панкова, Сафронова, 2016).

Система осадконакопления в Восточной части Финского залива была значительно нарушена. Мониторинговые исследования в 2011-2013 гг. показали, что система седиментации очень медленно возвращается в своему естественному состоянию.

Значительные изменения абиотических характеристик Невской губы (например, рельеф дна, типы поверхностных осадков, скорости седиментации, геохимия, гидрооптические и химические свойства придонной воды) привели к драматической трансформации донных сообществ.

Прозрачность воды(гидрооптические условия) зависит от количества взвешенных частиц. Мутность воды снижает количество света и глубину фотического слоя, что приводит к снижению фотосинтеза водорослей и погруженных макрофитов. При очень высокой мутности фотосинтез становится невозможным. С другой стороны взмучивание донных отложений часто приводит к выделению из них биогенных веществ и соответственно к вспышке численности фитопланктона. Большие концентрации неорганических (иловых, глинистых или песчаных) частиц при осаждении захоранивают под собой многие виды донных организмов, замусоривают фильтрующие аппараты организмов-фильтраторов и пищеварительную систему грунтоедов, соскребателей, фитофагов и других, снижая число видов и обилие особей. Прозрачность и мутность зависят от сезонов года, течений, ветра, а также от антропогенной деятельности, например, от движения водного транспорта или дноуглубительных работ.

Загрязнение Невской губы взвешенными веществами в результате гидронамывных работ, являющеесянегативным фактором (Максимов, 2014) наблюдалось в течение всех лет загрязнения. В результате на основании данных спутникового мониторинга с 2003 по 2013 год были выделены периоды с разной интенсивностью загрязнения . Определены три основных периода резких изменений гидрооптических условий в Невской губе и прилегающих районах Финского залива (Сухачева, Орлова, 2014), на Рис. 9 и 10:

Период 1 - отсутствие загрязнения, 2004 г. и его начало в 2005 г. (Рис. 9 a,b);

Период 2 – интенсивное загрязнение в 2006-2007 гг. (Рис. 9 c, d);

Период 3 – загрязнение взвесями от строительства нового терминала (2008) и терминала в морском порту «Бронка» с повышенной концентрацией взвешенных веществ в южных воротах Комплекса защиты от наводнений (Рис. 9 e, f).

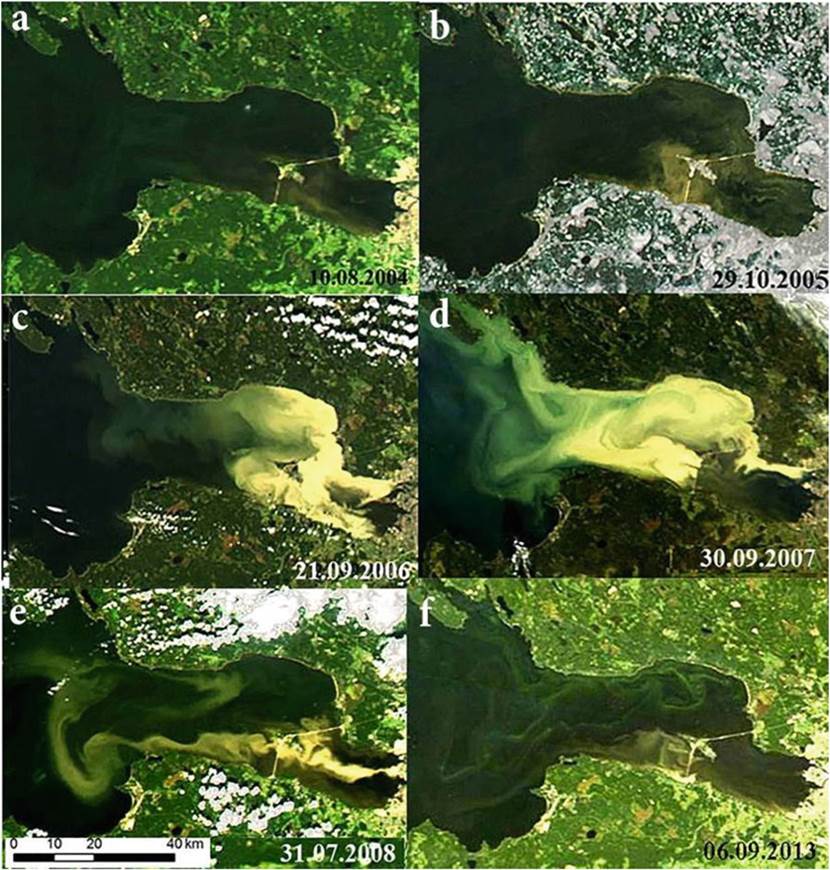


Рис. 9. Спутниковые снимки Невской губы 2004-2013 годов. Видны потоки взвешенных частиц в результате дноуглубительных работ (Сухачева, Орлова, 2014).

Из анализа спутниковых изображений 2009-2014 годов видно, что после завершения гидротехнической деятельности в Невской губе и прилегающих районах Восточной части Финского залива повышенный уровень мутности (Рис. 10) часто выявлялся даже при отсутствии дноуглубительных работ. Это долгосрочные последствия воздействия крупномасштабных дноуглубительных работ в Невской Губе. Периодическое повторное взмучивание происходит за счет воздействия ветров на неуплотнившиеся слои глинистых осадков, накопленных в период с 2006 по 2007 год (Сухачева и Орлова, 2014). Гидротехнические работы, вызвавшие очередное загрязнение Невской губы в 2014 году также зафиксированы спутниками. Экологическое состояние лимана не полностью восстановлено после большого антропогенного воздействия.



Рис. 10. Изображение Landsat-5 от 19 августа 2010. Области высокой мутности в Невской губе и Восточной части Финского залива, вызванные вторичным взмучиванием донных отложений в лагуне под влиянием сильных ветров (до 10-12 м/с) юго-юго-западного направления (Сухачева, Орлова, 2014).

**Предполагаемые антропогенные воздействия в будущем.** Невская губа - внутренняя лагуна Санкт-Петербурга, поэтому комплексное антропогенное воздействие на ее дно и побережье будет продолжать расти неограниченно. Среди наиболее важных реализуемых сегодня проектов - строительство порта бухты Бронка, начатого в 2010 году на юго-западе Невской губы. Другим важным источником нарушений для экосистемы Невской губы являются постоянные дноуглубительные работы, вызванные необходимостью углубления корабельных каналов для больших круизных судов и паромов. На северном побережье Невской губы с 2012 года идет строительство комплекса «ГАЗПРОМ» «Лахта-Центр». Практически построен небоскреб высотой 500 м, строятся амфитеатр, парк и другая инфраструктура отдыха и бизнеса.

Продолжится ухудшение условий обитания живых организмов несмотря на то, что человеком часто ненамеренно создаются искусственные местообитания, привлекающие виды животных, не типичных для прибрежных районов, но которые здесь размножаются или кормятся (воробьиные птицы и грызуны и др.). Однако в большинстве случаев эти искусственные местообитания используются обычными видами, которые привыкли к жизни вблизи людей. При этом уровень загрязнения увеличивается; дноуглубительные работы не только уничтожают определенные места размножения, но и изменяют их, разрушая многие районы нагула и уничтожая пищу (водные растения, рыбы, беспозвоночные). Нарушение является огромной проблемой для животных во всех прибрежных местообитаниях (включая ООПТ). Пресс антропогенной деятельности на территории (деятельность морского порта, дноуглубительные работы, строительство и постоянный шум, а также браконьеры, рыбаки, туристы и т. д.) увеличились за последние 20 лет. Все прибрежные районы и ООПТ, прежде всего, требуют улучшения охраны природы и продолжения комплексных мониторинговых исследований. Объём улова рыбы в Финском заливе с 1989 по 2005 год сократился в 10 раз (по словам **зав. лабораторией прогнозов сырьевой базы** А.С.Шурухина). На снижение вылова влияют естественные климатические изменения (в 2003 году в восточной части Финского залива произошло изменение гидрологической системы, при котором возникли зоны с дефицитом кислорода) и антропогенное воздействие (большой вред биосистеме Финского залива наносят гидротехнические и строительные работы). Проекты по строительству портов в Усть-Луге, Высоцке отрицательно влияют на процесс нереста рыбы. А ущерб от строительства Морского пассажирского порта на Васильевском острове может составить более 500 тонн рыбы в год. Добыча песчано-гравийной смеси в Невской губе для намыва территории уничтожает нерестилища корюшки. При реализации проекта разработки железо-марганцевого месторождения в Финском заливе будет уничтожено нерестилище салаки (Финский залив…).

### **1.2.4. Меры по улучшению экологической обстановки**

По мере роста загрязнения возрастало количество мероприятий по канализации и очистке стоков. При этом состав загрязняющих веществ менялся: уменьшалось количество фекальных и бытовых сточных вод, увеличивалось количество и разнообразие токсичных веществ. С 1979 года в Петербурге началась очистка сточных вод. Крупнейшими канализационными очистными сооружениями Петербурга являются: Центральная станция аэрации, Северная станция аэрации, Юго-Западные очистные сооружения. В 1997 году очищалось около 74 % сточных вод. Лишь в 2001 году завершился переход к полному отведению промышленных и бытовых стоков города на очистные сооружения и 100% по объему (но не по степени очистки!) очистке сточных вод г. Санкт-Петербурга (История канализации…). В 2005 очищалось уже 85%, а к концу 2008 года Петербург очищает 91,7% сточных вод. В 2011 году с завершением строительства северной части главного канализационного коллектора очистка почти все 100%. В октябре 2013 года уровень загрязнения Финского залива оказался значительно больше, чем у реки Невы (Финский залив…).

За последние годы ГУП «Водоканал СПб» осуществил ряд значимых мероприятий, направленных на улучшение экологической ситуации (новые технологии очистки воды, к примеру, на Юго-Западных очистных сооружениях). В течение 2001-2003 на предприятии разработана и внедрена система экологического менеджмента, соответствующая требованиям международного стандарта ISO 14001. Развитие систем канализации осуществляется в соответствии с программой «Реконструкция и развитие систем водоснабжения и водоотведения СПб на 2004-2011 гг., утвержденной постановлением Правительства СПб. № 642 от 28.04.2004. В 2010, после завершения строительства главного канализационного коллектора, прекращен сброс в Неву и Финский залив неочищенных сточных вод. (Нежиховский, 1985, Экологическое состояние…, 1996).

**Мониторинг качества воды.** Северо-Западное УГМС проводит систематические наблюдения за состоянием водных объектов Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В настоящее время для гидрохимических анализов по 41 показателю пробы отбираются в 18 створах р. Невы и ее притоках. В качестве интегральной характеристики загрязненности поверхностных вод используют классы качества воды по величине «индекса загрязненности воды» (ИЗВ), а позднее УКИЗВ. «Очень чистые» воды относятся к I классу (ИЗВ менее или равно 0,3), «чистые» - II класс (ИЗВ более 0.3 до 1), «умеренно загрязненные» - IIIкласс (ИЗВ более 1 до 2,5), «загрязненные» - IV класс (ИЗВ более 2,5 до 4), «грязные» - V класс (ИЗВ более 4 до 6), «очень грязные» - VI класс (ИЗВ более 6 до 10) и «чрезвычайно грязные» — VII (ИЗВ более 10) (Охрана окружающей среды…, 2000)

Важным достижением в практике государственного пресноводного мониторинга было возрастание роли экологических критериев оценки качества воды. В аналитических сборниках, издаваемых ежегодно природоохранными службами и органами городской администрации до 2008 года, биологические показатели качества воды и состояния пресноводных экосистем занимали свое достойное место. В таких методиках использовались практически все систематические и экологические группы водных организмов, в том числе и макрозообентос, который является одной из наиболее показательных групп гидробионтов для оценки состояния водного биоценоза. После 2008 года биологические показатели исчезли как метод мониторинга водных экосистем.

**Международное сотрудничество.** Экологическое состояние Финского залива является одной из главных тем международных симпозиумов и множества проектов по экологии Балтики в связи с ключевой ролью Финского залива в экологическом состоянии восточной части бассейна Балтийского моря. Большое беспокойство у учёных Финляндии, Швеции, Эстонии и других стран в связи с этим вызывают проекты строительства нефтеналивных портов в Финском заливе.

В 1992 организация ХЕЛКОМ (Хельсинкская Комиссия по охране морской природной среды Балтийского моря), состоящая из официальных представителей стран, находящихся на побережье Балтийского моря, составила список из 132 объектов, представлявших угрозу для экосистемы Балтики (из них 18 находились в России, в т. ч. – 6 в Санкт-Петербурге). К 2008 список сократился более чем на 50%.

**Охрана природы.** Для охраны традиционных мест остановок перелетных птиц на Беломоро-Балтийском миграционном пути, мест массового гнездования водоплавающих птиц и местообитаний серого тюленя и кольчатой нерпы Постановлением Правительства РФ от 21.12.2017 №1603 создан государственный природный заповедник "Восток Финского залива". Он имеет площадь 14086,27 га, из которых 920,27 га приходится на острова и 13166 га на морскую акваторию. Заповедник состоит из 9 изолированных участков. (Финский залив...). Созданы 14 ООПТ, деятельность которых направлена на охрану не столько отдельных видов живых организмов, сколько на охрану экосистем, в том числе и водных.

**Возможности гармонии**. Трансформация прибрежной зоны Невской губы началась уже в восемнадцатом веке, но во многих случаях ее нельзя было оценить как «негативную». Южное побережье Невской губы является одним из наиболее известных примеров гармоничного совпадения как природных, так и антропогенных элементов в прибрежных ландшафтах Европы. Здесь расположено несколько прекрасных парков, в которых есть загородные дворцы Русского императора. Среди них жемчужина ландшафтной архитектуры – Петродворец с его парком, дворцами и многочисленными фонтанами - и упоминаются парки и дворцы Стрельны и Ораниенбаума. Стоит отметить, что архитекторы использовали природные ландшафты и геологические особенности этого района. Морская литториновая терраса и литториновый уступ вытянуты вдоль южного побережья; их откосы делят парковые ансамбли на «верхнюю» и «нижнюю» части, а гидрогеологические особенности района используются для функционирования системы фонтанов.

**Особо охраняемые природные территории (ООПТ)**. В настоящее время природно-заповедный фонд Санкт-Петербурга представлен 15 особо охраняемыми природными территориями регионального значения общей площадью 6 142,7 га, что составляет 4,3% от площади Санкт-Петербурга как субъекта Российской Федерации. Из них 9 расположены на берегах Невской губы (Рис. 11).

Например, прибрежная зона Невской губы между мысом Лисий Нос и деревней Ольгино является частью государственного заповедника «Северное побережье Невской губы». Здесь есть участки дубового леса, некоторые деревья которого посажены Петре I. Список сосудистых растений в государственном заповеднике включает 432 вида, среди них несколько десятков видов нуждаются в особой защите.



Рис. 11. Особо охраняемые природные территории г.Санкт-Петербурга.

В мелководном прибрежном районе имеется высокоразвитая водная растительность, в том числе тростниковые и ситниковые заросли. Это очень важно для отдыха и кормления водоплавающих птиц (утки, гуси, лебеди и другие), пролетающих по Беломорско-Балтийскому миграционному маршруту. Несмотря на свою близость к дорогам и плотине, а также близость туристов и рыбаков, в заповеднике можно найти пять видов амфибий, три вида рептилий и десять видов млекопитающих (Ruben, 2017).

На северном побережье у озера Лахтинский разлив, недалеко от заповедника «Северное побережье Невской губы» находится государственный природный заповедник «Юнтоловский». В нем обнаружено 189 видов наземных позвоночных (включая перелетных птиц и очень редкие виды). В этом районе много местообитаний и миграционных стоянок. Однако в настоящее время местная фауна находится под угрозой из-за строительства дорог и зданий вблизи.

В южной прибрежной зоне есть объекты природного наследия - «Стрельнинский берег» и «Парк «Сергиевка». «Стрельнинский берег» хорошо известен как важный район для более чем для 20 видов перелетных птиц, но его местная фауна малочисленна по сравнению с «Парком «Сергиевка» и другими ООПТ в Невской губе: 2 вида амфибий, 1 вид рептилий, 85 птиц и 13 видов млекопитающих. В 1990-х годах этот район был занят фермерами, рыбаками и туристами, а биоразнообразие значительно сократилось. Но в 21 веке эта территория получила статус строго охраняемой территории и снова стала играть важную роль в качестве остановки для многих мигрантов.

В Невской губе были определены семь основных прибрежных местообитаний наземных позвоночных: 1) тростниковые заросли, 2) камышовые заросли, 3) прибрежные луга, 4) валунные гребни,5) песчаные и песчано-галечные пляжи, 6) леса на береговой линии – (три основные группы: леса, растущие на глинтовых террасах, старые парки и влажные, 7) антропогенные среды обитания прибрежной зоны двух типов: жилые здания, расположенные на берегу, и рукотворные ландшафты (= искусственные местообитания). Многие обитающие здесь виды внесены в Красные книги.

**Редкие виды и Красные книги.** Состав, обилие и пространственное распределение животных являются очень динамическими характеристиками и зависят от многих компонентов, включая такие внешние факторы, как влияние механизмов внутрипопуляционного регулирования. Шесть видов млекопитающих и 25 видов птиц, зарегистрированных в период размножения, зимовки или миграции в акватории и прибрежных районах Невской губы, включены в Красную книгу Санкт-Петербургской природы (2011 г.). А 44 вида наземных позвоночных (включая перелетных птиц) включены в Красную книгу Ленинградской области (2002). В Красной книге Российской Федерации (2001 г.) 12 видов, 62 вида в Красной книге Балтийского региона (1993 год); 25 видов в Красной книге Восточной Фенноскандия (1998); 21 вид на Helcom Red видов Балтийского моря, находящихся под угрозой исчезновения (2014 год), и 1 вид -скопа *Pandion haliaetus* в Красном списке IUSN (2014 год).

**Туризм** Для достижении устойчивого развития туризм играет важную роль, поскольку поддерживает региональную экономику. При этом он может превратиться в негативно влияющий фактор, который наносит экологический ущерб биоте таким образом, как разбрасывание мусора, разрушение местообитаний при строительстве новых домов, транспортных сетей для приёма туристов.

Аналогичная картина представляется на акватории Финского залива и в северной столице России - Санкт-Петербурге во всякое время (летом в основном), поскольку привлекает туристов со всех стран мира (Рис. 12). Чтобы принять увеличивающееся с каждым годом количество туристов и гостей, например, чемпионата мира по футболу 2018, разнообразных международных форумов и т.п., для них интенсивно готовятся гостиницы, рестораны, развлекательные и рекреационные места, разрабатывая пригородные территории, по большей части на береговой линии.

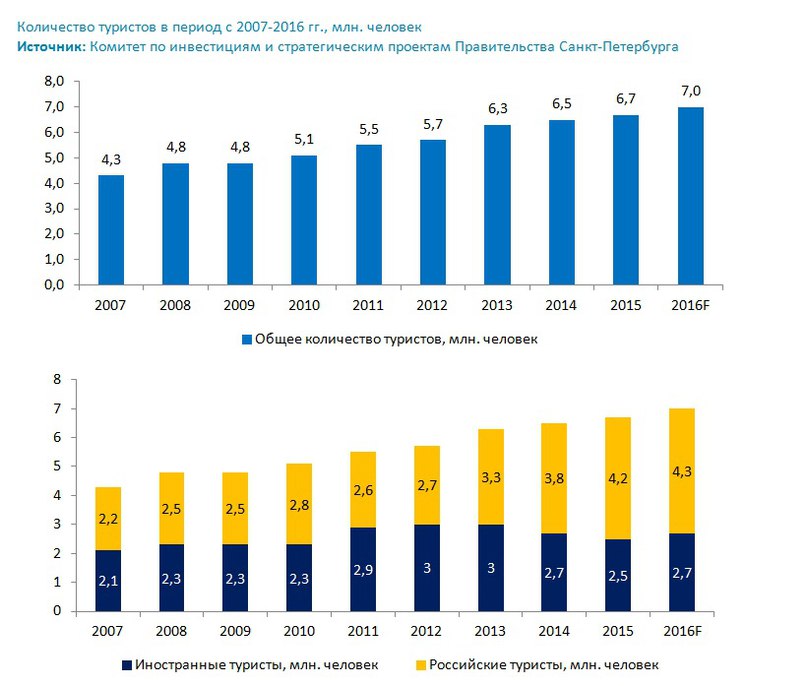


Рис. 12. Количество туристов в период с 2007-2016 гг., млн. человек, посетивших Санкт-Петербург (Краткий обзор рынка…, 2015).

**Аквакультура**

Финский залив представляет собой наиболее благополучную акваторию в отношении разных видов аквакультур, которые слагаются морскими, пресноводными проходными гидробионтами. Первые работы по искусственному воспроизводству в промышленных масштабах заключались в получении рыбоводной икры, её инкубации, одним примером из которых служит попытка пополнять популяцию Невской корюшки на акватории восточной части Финского залива в период 1922-1938 (Костюничев, Богданова и др., 2015).

А теперь в настоящее время зеркало акватории восточной части Финского залива разделяются на рационально планированные секции по разным назначениям (Рис. 13), особенно после 2014 (года Финского залива), в рамках проекта впервые в России была реализована процедура морского пространственного планирования. Были оценены перспективы развития отраслей народного хозяйства в Финском заливе (судоходство, развитие портов, рыболовство, аквакультура и другие (Год Финского залива-2014). Однако в действительности на состояние Финского залива в целом, к (лучшему или) худшему, влияла аквакультура.

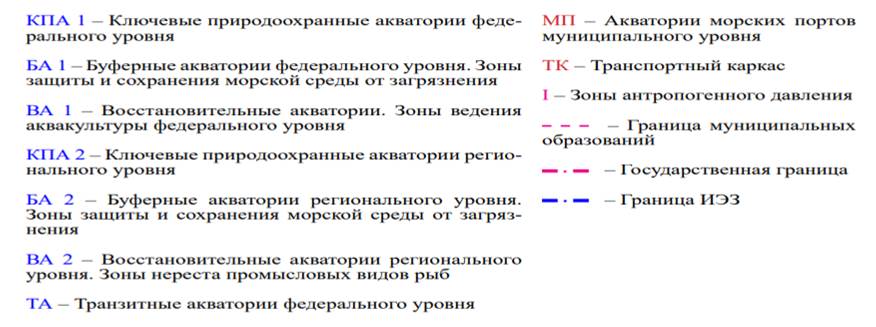
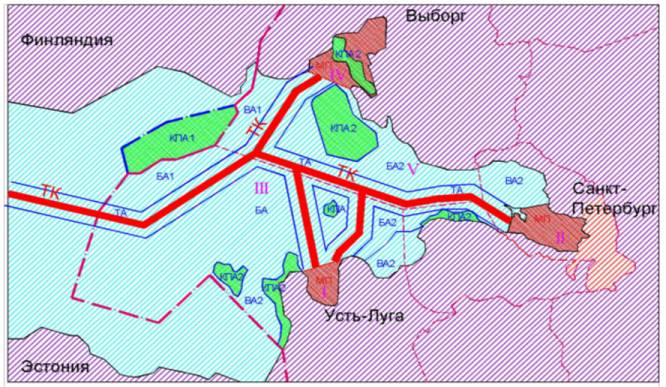


Рис. 13. Функциональные и структурные элементы ЭК (Экологического Каркаса) российской части Финского залива (Загнухин, 2017).**2. Литоральные сообщества Невской губы**

**и восточной части Финского залива**

**Что такое литоральные сообщества.** Это экологические группировки популяций разных видов организмов, связанных между собой и с окружающей средой разнообразными связями и обитающие в литоральной зоне водоемов. Литоральная зона это часть Мирового океана, непосредственно примыкающая к суше, она в большей или меньшей степени затапливается во время приливов и осушается во время отливов. К этим факторам, а также составу грунта, количеству питательных веществ, температуре воды, скорости течений у видов литорали имеются приспособления. Ширина меняется от нескольких сот метров до десятков километров. Литораль - наиболее продуктивный р-н Мирового океана с очень разнообразным населением (бентос). Состав и численность зависят от природных и антропогенных факторов. Основные экологические группы водных организмов, входящие в состав водных сообществ и в том числе литоральных сообществ: фитопланктон, фитобентос, зоопланктон и зообентос. Многие виды входят в состав планктона и бентоса. Литоральные сообщества очень чувствительны к изменениям, происходящим в прибрежной зоне как воды, так и суши. Поэтому они являются хорошими индикаторами природных событий и антропогенной деятельности.

## **2.1. Выбор места исследования**

Северное побережье Невской губы может быть модельным объектом для изучения проблем развития прибрежных территорий. Здесь сочетаются природные объекты и искусственные объекты, созданные людьми. Природная часть это часть эстуария р. Невы (Невская губа), населенная относительно богатыми сообществами, как водными, так и прибрежная суша с наземными сообществами лесов, болот, лугов. Искусственные объекты – здания, дороги, промышленные объекты, парки и др.

В Невской губе и ее прибрежной зоне существует несколько охраняемых территорий, несмотря на высокий уровень человеческой активности. Сосуществование техногенных и охраняемых природных ландшафтов является одной из отличительных экологических особенностей Невской губы и очень важно для территориального и морского пространственного планирования.

Важным является также то, что почти все перечисленные объекты неплохо изучены, известна их история, и имеется возможность дальнейшего мониторинга ситуации. Кроме того, именно для этой прибрежной территории раньше уже разрабатывалась идея управления устойчивым развитием. Развивая данное направление, было бы правильным использовать вышеназванный богатый материал для того, чтобы проработать принципы и подходы на локальном уровне. Предполагается, что успешное управление должно подтверждаться какими-либо объективными показателями, зависящими от этого управления.

Далее будет рассматриваться динамика изменений показателей литоральных сообществ зообентоса на участке Ольгино-Зеленогорск как реакция на уровень загрязнения взвешенными веществами в результате гидронамывных работ.

## **2.2. Биологическая характеристика Невской губы и ее побережья**

В качестве индикаторов успешности управления нами выбраны литоральные бентосные сообщества, обитающие в Невской губе и охарактеризованные в главе 1.2.2. Основными параметрами для оценки успешности управления являются структурные показатели сообществ: таксономическое богатство и обилие (численность и биомасса).

Биота Невы является пространственно гетерогенной и относительно разнообразной из-за вышеупомянутого геологического разнообразия, протяженной прибрежной зоны и наличия гидродинамических и гидрохимических барьеров. Его временная вариация также зависит от деятельности человека. В результате совокупного воздействия естественных движущих сил и антропогенного воздействия в прибрежные места обитания Невской губы включают сотни аборигенных и десять распространенных чужеродных видов (например, два вида растений, два вида рыб, три вида червей олигохет и три вида амфипод).

Невская Губа – естественно, высокопродуктивный биологический регион, который также играет важную роль в формировании финансовых ресурсов (экономическое значение) Восточной части Финского залива (ВЧФЗ). В целом, его биота характеризуется как относительно уязвимая, благодаря высокой изменчивости количественных характеристик сообществ под воздействием промышленных и транспортных проектов.

## **2.3. Реакция литоральных сообществ на антропогенные воздействия**

**на примере станций Ольгино и Зеленогорск**

**Реакция гидробионтов на увеличение мутности.** Химически нейтральные вещества, в основном минеральные взвеси, образующиеся при гидронамывных, дноуглубительных и других работах, уменьшают фотосинтетическую активность и продукцию водорослей как первичных продуцентов за счет уменьшения количества света в мутной воде. Минеральные взвеси могут напрямую механически повреждать клетки водорослей. Уменьшение первичной продукции влечет за собой уменьшение продукции всех уровней консументов и, соответственно, общее снижение трофности водоема. Прямое механическое действие взвешенных частиц на водных животных достаточно разнообразно, повреждаются фильтрующие аппараты многих видов-фильтраторов, засоряются кишечники грунтоедов и детритофагов, а также видов, соскребающих водорослевые обрастания с поверхности подводных предметов. Все это ведет к снижению численности гидробионтов и изменению структурных показателей экосистемы. Исчезают стенобионтные виды. Масса отмирающих организмов в первое время увеличивается, возникает органическое загрязнение водоема, сопровождающееся устойчивым набором признаков: уменьшение кислорода в воде за счет окисления органики, повышения уровня биогенов за счет минерализации тел отмерших организмов, преобладание восстановительных процессов над окислительными, ускоренное осадконакопление и т.д. При отсутствии антропогенной нагрузки через некоторое время экосистема может начать медленно восстанавливаться, но результат различен в зависимости от конкретных обстоятельств.

**Антропогенная нагрузка** на экосистемы эстуария реки Невы в 20 веке была весьма высокой, а в начале 21 века особенно возросла в связи со строительством Пассажирского порта Санкт-Петербурга и намывом новых земель у западной оконечности Васильевского острова. В связи с этим проводились исследования структурных характеристик макрозообентоса литоральной зоны эстуария реки Невы вдоль северного берега (Бродский, Панкова, Сафронова, 2016). Они показали снижение показателей разнообразия и обилия в зависимости от повышения мутности в результате масштабных дноуглубительных работ, проведенных с целью намыва значительных участков суши, в частности, для увеличения территории Васильевского острова. Шлейф мутных вод от места ведения работ распространился вдоль северного берега на 150 км. В 2005–2007 гг. в акватории в весенне-осенний период было зафиксировано резкое уменьшение прозрачности (Рис. 9, 10) воды (до 20–30 см повсеместно и до 5 см в отдельных частях акватории), что не могло не сказаться на состоянии обитателей водоема, в частности, донной фауны (Усанов, Викторов, Сухачева, 2008).

Как показали исследования сотрудников Зоологического института РАН (Бродский, Панкова, Сафронова, 2016) в зооценозах литорали восточной части Финского залива преобладают эврибионтные виды хирономид, амфипод. По-видимому, именно эвтрофированием объясняется успех вселения **чужеродных** видов амфипод, которые, будучи *r*-стратегами, характеризуются высокой толерантностью, коротким жизненным циклом, интенсивным размножением и широким спектром питания.

В результате исследования **зообентоса**, проведенного в 2009– 2011 гг.в прибрежной зоне северного берега Невской губы (Бродский, Панкова, Сафронова, 2016), были обнаружены 57 видов представителей макрозообентоса. Это меньше видов, чем раньше. Не были найдены водяные ослики *Asellus aquaticus*, ранее обычные и многочисленные, что может быть связано с активным хищничеством интродуцированных видов амфипод.

На ближайшей к Санкт-Петербургу станции Ольгино отмечено большое число таксономических групп в ранге семейства (18) при относительно небольшом числе видов (38), что соответствует разнообразию условий на данном участке эстуария. При этом сами условия не вполне благоприятны для обитания здесь большого числа видов.

Для станции в Зеленогорске характерно относительно большое, по сравнению с другими станциями, число видов макрозообентоса (38), которые относятся к 16 семействам. Условия обитания здесь, по-видимому, весьма разнообразны, что

На всех изученных станциях по численности и биомассе доминировали хирономиды и олигохеты, обладающие высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям среды: дефициту кислорода, эвтрофированию, заилению, химическому и бактериальному загрязнению, а также амфиподы и поденки. На всех станциях северного берега эстуария реки Невы по мере удаления от Санкт-Петербурга прослеживается тенденция к снижению численности и биомассы всех групп донных животных с 2009 по 2011 г.

**Экологическая обстановка** в эстуарии реки Невы непрерывно меняется. Наиболее значительные изменения в экосистемах эстуария вызваны такими факторами, как прямое антропогенное воздействие (разрушение местообитаний: строительство дамбы, намыв новых территорий), эвтрофикация, вселение чужеродных видов, токсическое загрязнение.

Особенно негативные последствия для донной фауны отмечаются в результате проведения интенсивных **дноуглубительных** и **намывных** работ, начатых в 2005 г. Практически по всей акватории эстуария наблюдаются аномально высокие показатели мутности, возрос вынос загрязненных вод в восточную часть Финского залива (Рыбалко, Федорова, 2008, цит. по Бродский, Панкова, Сафронова, 2016).

Например, с 1999 по 2011 г. на станции Ольгино наблюдалось постепенное снижение численности (с 15–20 тыс. экз./м2 в 1999 г. до сотни экз./м2 в 2011 г.) и биомассы (с 20–25 г/м2 в 1999 г. до 10–15 г/м2 в 2003–2004 гг. и до 1–3 г/м2 в 2009–2011 гг.) всех групп макрозообентоса. Исследования, проведенные в 2002, 2004–2005 гг., показали доминирование хирономид и амфипод в литоральных сообществах, а также снижение биомассы макрозообентоса по сравнению с 1985 и 1999 гг., тогда же в сборах отсутствовал местный вид амфипод *Gammarus lacustris*, по всей видимости, вытесненный интродуцированными бокоплавами вида *Gmelinoides fasciatus* (Березина, Голубков, Губелит, 2009, цит. по Бродский, Панкова, Сафронова, 2016).

В литературе (Орлова, Флоринская, 2009, цит. по Бродский, Панкова, Сафронова, 2016) отмечается, что изменения состояния окружающей среды в 2007–2008 гг. имели различные причины. В 2007 г. они преимущественно были связаны с гидротехническими работами в Невской губе, а в 2008 г. были связаны также с мягкой, почти безледной зимой. Для 2008 г. было характерно увеличение прозрачности и снижение содержания неорганической фракции во взвешенном веществе, при этом в прибрежье сохранялась повышенная мутность воды, высокая концентрация биогенных веществ, наблюдалось массовое развитие микро- и нитчатых водорослей, сопровождавшееся накоплением детрита в толще воды и заморами у дна в ночное время.

Исследования макрозообентоса в Невской губе, проведенные в августе 2007 г., показали, что биомасса и видовое разнообразие бентоса резко снизились, особенно в восточной части Невской губы. Такие низкие показатели были зарегистрированы впервые за последние 100 лет с начала изучения бентоса в Невской губе. Подобные негативные изменения произошли и в прилегающей части Финского залива (Пассажирский порт…, 2011).

Переменчивость условий 2006–2008 гг. в разной мере коснулась всех наблюдаемых группировок живых организмов. Существенным изменениям подверглись биотопы прибрежья в Курортном районе на глубинах от уреза воды до 1,5 м. Условия в них были неблагоприятны для развития беспозвоночных, даже для относительно эврибионтных бокоплавов-вселенцев, количественные показатели популяций которых в эти годы, особенно в августе, были существенно ниже, чем в предшествующие годы.

Аналогичные изменения в составе и структуре сообществ произошли на станции Зеленогорск. Так, средняя численность организмов макрозообентоса снижается с 15–20 тыс. экз./м2 в 2005 г. до 500– 1000 экз./м2 в 2009–2010 гг. и до нескольких десятков экземпляров на квадратный метр в 2011 г., из сообществ исчезают пиявки.

Доминируют по численности хирономиды и олигохеты. По биомассе во все года доминируют олигохеты (в 2011 г. олигохеты отмечены не были) и в 2010 г. – амфиподы (*Pontogammarus robustoides*). Средняя биомасса макрозообентоса снижается с 8–10 г/м2 до менее чем 1 г/м2 (Бродский, Панкова, Сафронова, 2016).

Описанные выше результаты, полученные для станций в Ольгино и Зеленогорске, иллюстрируют изменение структуры сообществ макрозообентоса, характерное для всей Невской губы и Восточной части Финского залива: происходит резкое снижение численности и биомассы всех групп макрозообентоса, снижается видовое богатство, исчезают стрекозы и пиявки.

Исследования показали, что как по численности, так и по биомассе в литоральных сообществах северного берега невской губы на протяжении многих лет доминируют амфиподы, хирономиды и олигохеты. Амфиподы на всех станциях представлены двумя видами-интродуцентами. В сообществах двух ближайших к Санкт-Петербургу станций обычен один вид (*Gmelinoides fasciatus*), в открытой части эстуария – другой (*Pontogammarus robustoides*). Многочисленны и поденки, играющие в пищевых цепях важную роль переноса энергии от детрита к консументам второго порядка (амфиподы, рыбы). Типичные представители пресноводной фауны малочисленны и не играют существенной роли в функционировании сообществ. Так, крайне редки пиявки, не встречаются совсем стрекозы, водяные ослики, местные виды амфипод (*Gammarus lacustris*), что подтверждает значительное влияние интродуцированных видов амфипод на литоральные сообщества.

Сравнение результатов исследований с опубликованными ранее данными позволило установить, что с началом гидротехнических работ в устье реки Невы в составе и структуре литоральных сообществ произошли значительные изменения. Так, в период с 2009 по 2011 г. количественные характеристики сообществ макрозообентоса резко снижаются. Следует отметить также, что по мере удаления от основного источника загрязнения наблюдается лишь незначительное увеличение видового разнообразия представителей донной фауны, а также их численности и биомассы. За три года изучения литоральных сообществ невского эстуария не было отмечено явной тенденции к восстановлению количественных характеристик бентосных сообществ. Иными словами, с началом гидротехнических работ численность и биомасса макрозообентоса литоральных сообществ резко падают и крайне медленно восстанавливаются при снятии (снижении) нагрузки.

# **3. Материалы и методы**

Сведения о макрозообентосе, собранном на станциях отбора проб около Ольгино и Зеленогорска за 7 лет (в 1999, 2003, 2004, 2005, 2009, 2010, 2011 годах), получены от Панковой Елизаветы в виде списков гидробиологических групп, их численности и биомассы (таблица 1). В основном пробы отбирались в середине июля, за исключением двух проб, собранных в конце июля 2011 года и 9 августа 2009 года в около Зеленогорска (таблица 1). Пробы 2017 года около Ольгино и Зеленогорска отобраны самостоятельно. Всего в исследовании использована информация о бентосе из 13 проб.

Обработка проб и определение организмов до уровня систематических групп высокого или среднего ранга проводились в камеральных условиях Е.Панковой.

Таблица 1. Станции и даты отбора проб зообентоса

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Год | Станция отбора проб около Ольгино | Станция отбора проб около Зеленогорска |
| 1999 | 11.07.1999 |  |
| 2003 | 15.07.2003 |  |
| 2004 | 12.07.2004 | 12.07.2004 |
| 2005 |  | 13.07.2005 |
| 2009 | 06.07.2009 | 09.08.2009 |
| 2010 | 15.07.2010 | 15.07.2010 |
| 2011 | 30.07.2011 | 30.07.2011 |
| 2017 | 19.07.2017 | 19.07.2017 |

# **4. Результаты исследования макрозообентоса Невской губы**

**за 1999-2017 гг.**

В данной главе изложены результаты анализа изменений показателей зообентоса Невской губы за 8 лет по пробам 1999-2017 годов на станциях около Ольгино и около Зеленогорска.

**Таксономический состав зообентоса**. На станциях были обнаружены 14 таксономических групп рангом от класса до отряда (или семейства в случае хирономид). Не обнаружены Spongia, Cnidaria, Gordiacea, Bryozoa. Из насекомых не обнаружены веснянки, вислокрылки, клопы, сетчатокрылые.

Очень малочисленными и редкими оказались турбеллярии и жуки, обнаруженные только раз в 1999 году около Ольгино. Водные клещики встречены в одной пробе около Зеленогорска в 2004 году, и не многочисленны. Пиявки чаще встречаются около Зеленогорска. Изоподы (видимо, водяной ослик), личинки стрекоз и нехирономидные двукрылые, наоборот, встречены около Ольгино в 1999-2004 гг.

Число систематических групп варьировало в пробах разных лет от 1 до 12 около Ольгино и от 4 до 8 около Зеленогорска (таблица 2), при этом выявлена тенденция снижения таксономического разнообразия на обеих станциях, особенно отчетливая (заметная), начиная с 2005 года (Рис. 14-17). Отсутствие ряда систематических групп организмов и очень низкая численность других (турбеллярии, жуки, водные клещи, личинки стрекоз) могут свидетельствовать о не вполне благоприятном состоянии среды обитания из-за внешнего воздействия.

Наибольшая ***встречаемость*** (от100 до 67%) у олигохет, амфипод, поденок и хирономид.

**Численность**. Численность зообентоса в пробах значительно варьировала от 67 до 32189 тыс. экз./м2. По *численности* в пробах около Ольгино доминировали амфиподы (6628-2278 экз./м2 в 1999-2009 гг.), хирономиды (3988-1019 экз./м2 в 1999-2009 гг.) и олигохеты (3388 экз./м2 в 1999 г около Ольгино, 7511 экз./м2 в 2005 г. около Зеленогорска в 1999-2004 гг.), достигавшие высокой численности а отдельных точках в отдельные годы. В целом наиболее постоянным членом донных сообществ были хирономиды с встречаемостью в Ольгино 86% и около Зеленогорска 100%, довольно регулярно высокой численностью в 1999-2009 гг., около Зеленогорска особенно впечатляющей в 2004-2005 гг. (соответственно - 11944 и 20911 экз./м2 ).

На станции около Ольгино в 1999 году при максимальной численности бентоса доминировали по численности Amphipoda, Ephemeroptera, Chironomidae, Oligochaeta (таблица 3). В дальнейшем (с 2003 года) численность поденок значительно снизилась, и с 2009 года еще и олигохеты почти исчезли, а доминантами остались Amphipoda и Chironomidae, хотя их численность начала снижаться еще раньше.



Рис. 14. Численность зообентоса и число таксономических групп в Невской губе в 1999-2017 гг. на станции около Ольгино.

На станции около Зеленогорска в 2004-2005 годах при максимальной численности бентоса доминировали по численности Chironomidae, Oligochaeta и Trichoptera (таблица 3). В дальнейшем до 2010 года происходило снижение численности как доминантов, так и прочих групп бентоса, а затем наметился незначительный рост численности (Рис. 15, 16), далеко не достигающий максимальных значений. Отмечено значительное снижение численности всех групп донных организмов примерно с 2005-2009 годов около Ольгино и около Зеленогорска (таблица 3, Рис. 12-17).



Рис. 15. Численность зообентоса и число таксономических групп в Невской губе в 1999-2017 гг. на станции около Зеленогорска.



Рис. 16. Численность (Nобщ), биомасса (Bобщ) и число групп (n) ст. Ольгино.



Рис. 17. Численность (Nобщ), биомасса (Bобщ) и число групп (n) ст. Зеленогорска.

Таблица 2. Численность зообентоса и таксономических групп в Невской губе в 1999-2017 гг. на станциях около Ольгино и Зеленогорска

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Дата | Ольгино | | Зеленогорск | | Всего групп |
|  | N, экз/м2 | число групп | N, экз/м2 | число групп | на двух станциях |
| 11.7.1999 | 19900 | 12 |  |  | 12 |
| 15.7.2003 | 6912 | 8 |  |  | 8 |
| 12.7.2004 | 6254 | 8 | 14866 | 8 | 10 |
| 13.7.2005 |  |  | 32189 | 8 | 8 |
| 6.7.2009 | 4200 | 5 |  |  | 5 |
| 9.8.2009 |  |  | 973 | 6 | 6 |
| 15.7.2010 | 219 | 6 | 962 | 4 | 6 |
| 30.7.2011 | 67 | 1 | 68 | 5 | 5 |
| 19.7.2017 | 86 | 3 | 182 | 6 | 6 |

**Биомасса** зообентоса в пробах значительно варьировала от 0,013 до 41,23 г/м2. Максимальные значение биомассы были отмечены для ст. Ольгино в 1999, 2003 и 2004 гг., а на ст. Зеленогорск в 2004 и 2005 гг. (рис. 18, 19, таблица 2, 4), с 2009 по 2017 годы биомасса была незначительна.

На станции около Ольгино в 1999 году наблюдалась максимальная биомасса бентоса, при этом доминировали Amphipoda - 23,39 г/м2 , Trichoptera - 7,18 г/м2, Ephemeroptera - 6,54, далее меньшая масса у Isopoda - 1,23 г/м2 и Oligochaeta - 1,03 г/м2 (таблица 4). В дальнейшем биомасса поденок значительно снизилась с 2003 года, биомасса олигохет с 2004 года, биомасса амфипод и хирономид с 2009 года. Другие таксономические группы имели низкую биомассу.



Рис. 18. Биомасса (г/м2) зообентоса и число таксономических групп в Невской губе в 1999-2017 гг. на станции около Ольгино.

На станции около Зеленогорска даже максимальная биомасса (в 2004-2005 годах) была вдвое ниже, чем таковая на ст. Ольгино. А в 2009 и последующие годы биомасса была очень низкой (Рис. 18, 19, таблица 2, 4).

Динамика изменения биомассы зообентоса на станциях около Ольгино и Зеленогорска сходна с изменением численности.



Рис. 19. Биомасса (г/м2) зообентоса и число таксономических групп в Невской губе в 1999-2017 гг. на станции около Зеленогорска.

Таблица 3. Численность (экз/м2) и встречаемость таксономических групп зообентоса на станциях около Ольгино и Зеленогорска в 1999-2017 гг.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | год, дата | 1999 | 2003 | 2004 | 2005 | 2009 | 2009 | 2010 | 2011 | 2017 | Встречае- |
|  | таксон | станция | 11.7.1999 | 15.7.2003 | 12.7.2004 | 13.7.2005 | 6.7.2009 | 9.8.2009 | 15.7.2010 | 30.7.2011 | 19.7.2017 | мость, % |
| 1 | Turbellaria | Ольгино | 8 |  |  |  |  |  |  |  |  | 14 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| 2 | Oligochaeta | Ольгино | **3388** | **1280** | **1300** |  |  |  | 19 |  | 19 | 71 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | **1500** | **7511** |  | **324** | 57 |  | 57 | 83 |
| 3 | Hirudinea | Ольгино |  | 96 |  |  |  |  |  |  |  | 14 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 67 | 267 |  |  |  |  | 10 | 50 |
| 4 | Bivalvia | Ольгино | 56 |  | 44 |  | 86 |  |  | 67 |  | 57 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 100 |  |  |  |  | 10 |  | 33 |
| 5 | Gastropoda | Ольгино | 4 |  |  |  |  |  | 10 |  | 10 | 43 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  | 22 |  | 10 |  |  | 57 | 50 |
| 6 | Amphipoda | Ольгино | **6628** | **3584** | **2278** |  | **2971** |  | 76 |  |  | 71 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 500 | 167 |  | 67 | 133 | 10 | 10 | 100 |
| 7 | Isopoda | Ольгино | 368 | 256 |  |  |  |  |  |  |  | 29 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| 8 | Hydracarina | Ольгино |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 33 |  |  |  |  |  |  | 17 |
| 9 | Ephemeroptera | Ольгино | **4056** | 16 | 33 |  | 76 |  | 19 |  |  | 71 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | **689** | 411 |  | 57 | 343 | 19 |  | 83 |
| 10 | Odonata | Ольгино | 16 | 32 | 44 |  |  |  |  |  |  | 43 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |
| 11 | Trichoptera | Ольгино | 1328 |  | 11 |  | 48 |  | 19 |  |  | 57 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 33 | **2889** |  | 10 |  | 10 | 38 | 83 |
| 12 | Coleoptera | Ольгино | 4 |  |  |  |  |  |  |  |  | 14 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 0 |

Окончание таблицы 3

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | год, дата | 1999 | 2003 | 2004 | 2005 | 2009 | 2009 | 2010 | 2011 | 2017 | Встречае- |
|  | таксон | станция | 11.7.1999 | 15.7.2003 | 12.7.2004 | 13.7.2005 | 6.7.2009 | 9.8.2009 | 15.7.2010 | 30.7.2011 | 19.7.2017 | мость\*, % |
| 13 | Chironomidae | Ольгино | **3988** | **1584** | **2400** |  | **1019** |  | 76 |  | 57 | 86 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | **11944** | **20911** |  | 505 | 429 | 19 | 10 | 100 |
| 14 | Diptera прочие | Ольгино | 56 | 64 | 144 |  |  |  |  |  |  | 43 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  | 11 |  |  |  |  |  | 17 |
|  | **Всего** | **Ольгино** | **19900** | **6912** | **6254** |  | **4200** |  | **219** | **67** | **86** |  |
|  | **Всего** | **Зеленогорск** |  |  | **14866** | **32189** |  | **973** | **962** | **68** | **182** |  |

\* - встречаемость: высокая 67-100%, средняя 33 - 67%, низкая - до 33%.

Таблица 4. Биомасса (г/м2) таксономических групп бентоса на станциях отбора и в разные годы

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | год, дата | 1999 | 2003 | 2004 | 2005 | 2009 | 2009 | 2010 | 2011 | 2017 |
|  | таксон | станция | 11.7.1999 | 15.7.2003 | 12.7.2004 | 13.7.2005 | 6.7.2009 | 9.8.2009 | 15.7.2010 | 30.7.2011 | 19.7.2017 |
| 1 | Turbellaria | Ольгино | 0,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | Oligochaeta | Ольгино | **1,03** | **3,08** | 0,24 |  |  |  | 0,001 |  | 0,002 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 0,73 | 1,42 |  | **0,67** | 0,01 |  | 0,003 |
| 3 | Hirudinea | Ольгино |  | 0,76 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 0,1 | **3,17** |  |  |  |  | 0,004 |
| 4 | Bivalvia | Ольгино | 0,47 |  | 0,17 |  | 0,16 |  |  | **0,25** |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 0,2 |  |  |  |  | 0,003 |  |
| 5 | Gastropoda | Ольгино | 0,2 |  |  |  |  |  | 0,003 |  | 0,001 |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  | 0,65 |  | 0,02 |  |  | 0,007 |
| 6 | Amphipoda | Ольгино | **23,39** | **12,3** | **10,04** |  | **5,16** |  | 0,15 |  |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  | **1,97** | 0,53 |  | 0,21 | **0,91** | 0,001 | 0,004 |

Окончание таблицы 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | год, дата | 1999 | 2003 | 2004 | 2005 | 2009 | 2009 | 2010 | 2011 | 2017 |
|  | таксон | станция | 11.7.1999 | 15.7.2003 | 12.7.2004 | 13.7.2005 | 6.7.2009 | 9.8.2009 | 15.7.2010 | 30.7.2011 | 19.7.2017 |
| 7 | Isopoda | Ольгино | **1,23** | 1,16 |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | Hydracarina | Зеленогорск |  |  | 0,05 |  |  |  |  |  |  |
| 9 | Ephemeroptera | Ольгино | **6,54** | 0,05 | 0,04 |  | 0,03 |  | 0,003 |  |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 0,33 | 0,36 |  | 0,02 | 0,33 | 0,01 |  |
| 10 | Odonata | Ольгино | 0,01 | **1,73** | 0,78 |  |  |  |  |  |  |
| 11 | Trichoptera | Ольгино | **7,18** |  | 0,001 |  | 0,02 |  | 0,01 |  |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  | 0,06 | **7,91** |  | 0,003 |  | 0,02 | 0,004 |
| 12 | Coleoptera | Ольгино | 0,04 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | Chironomidae | Ольгино | 1,06 | 0,79 | 0,42 |  | 0,41 |  | 0,02 |  | 0,01 |
|  |  | Зеленогорск |  |  | **4,63** | **5,32** |  | 0,06 | 0,1 | 0,002 | 0,001 |
| 14 | Diptera прочие | Ольгино | 0,04 | 0,43 | 0,06 |  |  |  |  |  |  |
|  |  | Зеленогорск |  |  |  | 0,003 |  |  |  |  |  |
|  | **Всего:** | *Ольгино* | **41,23** | **20,3** | **11,751** |  | **5,78** |  | **0,187** | **0,25** | **0,013** |
|  |  | *Зеленогорск* |  |  | **8,07** | **19,363** |  | **0,983** | **1,35** | **0,036** | **0,023** |
|  | **Число групп** | *Ольгино* | ***12*** | ***8*** | ***8*** |  | ***5*** |  | ***6*** | ***1*** | ***3*** |
|  |  | *Зеленогорск* |  |  | ***8*** | ***8*** |  | ***6*** | ***4*** | ***5*** | ***6*** |

а)



б) в)



г) д)



е) ж)



Рис. 20. Средний размер особей разных систематических групп на протяжении периода от 1999 по 2017 год, тренды указывают на уменьшение среднего размера особей.

Средний размер особей. В большинстве таксономических групп наблюдается уменьшение средней массы особей (Рис. 20), что может объясняться как измельчанием особей видов под неблагоприятным воздействием окружающей среды, так и исчезновением крупных видов, входящих в данную таксономическую группу, и замещением их мелкими особями других видов.

**Оценка качества воды на станциях исследования**

Для оценки состояния водного сообщества можно использовать различные методы биоиндикации. Но из-за недостатка данных мы использовали сравнение долей (в %) численности водных насекомых и олигохет. Известно, что доля насекомых велика в благополучных донных сообществах и снижается по мере ухудшения условий обитания. При эвтрофировании водоема уменьшается доля оксифильных насекомых, при этом может увеличиваться доля хирономид, особенно эврибионтных видов. При дальнейшем росте трофности, а также при значительном органическом загрязнении доля даже хирономид становится все меньше по сравнению с долей олигохет. Дальнейшее загрязнение или некоторые виды загрязнения (токсичные вещества, значительная мутность, недостаток растворенного кислорода и другие) могут снизить численность олигохет, как и всего бентоса.



Рис. 21. Изменение долей (%) численности насекомых и олигохет и числа групп бентоса на ст. Ольгино.

На станциях Ольгино и Зеленогорск за 18 лет исследований наблюдается общее значительное снижение обилия бентоса и резкое снижение таксономического разнообразия. При этом снизилось не только разнообразие видов, но и уменьшилось число таксонов высокого ранга. Это свидетельствует об интенсивном нарастании неблагоприятных явлений в водных биоценозах. На фоне таких негативных изменений наблюдается слабое возрастание доли насекомых при снижении доли олигохет на станции Ольгино и противоположные явления на ст. Зеленогорск.



Рис. 22. Изменение долей (%) численности насекомых и олигохет и числа групп бкентоса на ст. Зеленогорск.

Рост доли насекомых на ст. Ольгино и снижение доли насекомых в бентосе на ст. Зеленогорск происходят в основном за счет хирономид и меньше за счет других групп, в частности поденок и ручейников, доли численности которых изменяются не так значительно (рисунки 21-24).



Рис. 23. Динамика долей (%) численности насекомых (поденки, ручейники, хирономиды) и тренды в бентосе ст. Ольгино.



Рис. 24. Динамика долей (%) численности насекомых (поденки, ручейники, хирономиды) и тренды в бентосе ст. Зеленогорск.

Причину подобных изменений следует искать в образе жизни видов этих трех групп амфибиотических насекомых. Возможно, причина связана с концентрациями пищи, например, детрита, а также в уровне мутности воды, количестве взвешенных неорганических частиц, нестабильности донных осадков и гидрологических условий. Возможно также, что причиной роста доли насекомых в бентосе ст. Ольгино является эффективная работа очистных сооружений. Хотя при имеющейся бедности видов и их численности и биомассы вряд ли можно говорить о росте благополучия донных сообществ. Наиболее вероятно, что причиной снижения доли насекомых в бентосе ст. Зеленогорск является продолжающийся рост антопогенной нагрузки на прибрежные территории и Невскую губу в этом курортном районе (строительство, гидронамыв, плавсредства, пляжи, рост числа предприятий питания и отдыха вблизи берега и другие причины), которые комплексно ведут к вымиранию донных сообществ.

Таким образом, полученные собственные данные проб макрозообентоса 2017 года подтвердили ранее выявленные тенденции ухудшения состояния литоральных сообществ в связи с антропогенным влиянием и биологическими инвазиями.Сравнение таксономического разнообразия (число групп), показателей обилия (численность и биомасса) и тенденций развития зообентоса Невской губы на двух станциях в течение почти 18 лет (с 1999 по 2017 гг.) показало значительное снижение показтелей, что свидетельствует о серьезном ухудшении экологической ситуации.

Число систематических групп снизилось около Ольгино с 12-8 в 1999-2004 гг. до 6-1 в 2010-2017 гг., в пробах около Зеленогорска от 8 до 6-4 соответственно. Заметное ухудшение начиналось с 2005 года (рисунок 14-17). О нарушениях в бентосном сообществе свидетельствуют отсутствие ряда систематических групп организмов и очень низкая численность других: турбеллярии, жуки, водные клещи, личинки стрекоз.

Численность и биомасса бентоса в целом и входящих в него групп организмов также снизились с 2005-2009 годов и около Ольгино, и около Зеленогорска. Численность (тыс.экз/м2) бентоса около Ольгино снизилась от 19-6 в 1999-2004 гг. до 0,2-0,09 в 2010-2017 гг., в пробах около Зеленогорска от 15-32 до 0,96-0,18. А снижение биомассы (г/м2) около Ольгино составило от 41,2-11,8 в 1999-2004 гг. до 0,19-0,01 в 2010-2017 гг., и около Зеленогорска от 8,1-19,4 до 1,35-0,02, соответственно (таблица 5).

Таблица 5. Снижение показателей зообентоса в разные периоды в пробах около Ольгино и Зеленогорска

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Диапазон показателя | | | |
| Показатель | Ольгино | | Зеленогорск | |
|  | 1999-2004 гг. | 2010-2017 гг. | 1999-2004 гг. | 2010-2017 гг. |
| Число таксономических групп | 12-8 | 6-1 | 8 | 6-4 |
| Численность, тыс.экз/м2 | 19-6 | 0,2-0,09 | 15-32 | 0,96-0,18 |
| Биомасса, г/м2 | 41,2-11,8 | 0,19-0,01 | 8,1-19,4 | 1,35-0,02 |

В большинстве таксономических групп бентоса (амфиподы, олигохеты, хирономиды, двустворчатые и брюхоногие моллюски, поденки и ручейники) за годы наблюдения средняя масса особей (рисунок 20) уменьшилась, что обычно объясняется измельчанием особей видов в результате ухудшения условий обитания или исчезновением крупных видов и замещением их мелкими особями других видов.

Причины вышеназванных негативных изменений, вероятнее всего связаны с повышением уровня мутности воды, количества взвешенных неорганических частиц, нестабильности донных осадков и гидрологических условий, которые резко ухудшают возможности питания, движения, дыхания, а значит роста и размножения, что ведет к вымиранию донных сообществ.

Наше исследование подтверждает обнаруженный другими исследователями процесс деградации литоральных сообществ, как реакцию на антропогенное воздействие, в первую очередь механическое (гидронамыв, взвеси, строительство, плавсредства, пляжи) разрушение водной экосистемы

Исследования показали, что как по численности, так и по биомассе в литоральных сообществах северного берега Невской губы на протяжении многих лет доминируют амфиподы, хирономиды и олигохеты. Амфиподы на всех станциях представлены двумя видами интродуцентов. В сообществах двух ближайших к Санкт-Петербургу станций обычен один вид (*Gmelinoides fasciatus*), в открытой части эстуария – другой (*Pontogammarus robustoides*). Так, крайне редки пиявки, не встречаются совсем стрекозы, водяные ослики, местные виды амфипод (*Gammarus lacustris*), что подтверждает значительное влияние интродуцированных видов амфипод на литоральные сообщества.

Таксономический состав сообществ (на уровне гидробиологических групп) существенно не меняется по мере удаления от Санкт-Петербурга вдоль градиента солености. Уменьшение таксономического разнообразия зависит больше от уровня мутности и других антропогенных воздействий, влияние которых несколько ослабевает от Ольгино к Зеленогорску в связи с разбавлением и осаждением загрязняющих веществ.

# **Обсуждение. Сочетание глобального и локального подходов**

Значительная антропогенная нагрузка, появление новых видов хозяйственной деятельности, таких как интенсивные намывы новых участков суши, приводят к глубоким изменениям в составе и структуре литоральных сообществ. Так, например, в период с 2009 по 2011 г. количественные характеристики сообществ макрозообентоса резко снижаются. По мере удаления от основного источника загрязнения наблюдается лишь незначительное увеличение видового разнообразия представителей донной фауны, а также их численности и биомассы. За три года изучения литоральных сообществ невского эстуария не было отмечено явной тенденции к восстановлению количественных характеристик бентосных сообществ. Иными словами, с началом гидротехнических работ численность и биомасса макрозообентоса литоральных сообществ резко падают и крайне медленно восстанавливаются при снятии (снижении) нагрузки.

Антропогенная трансформация Невской губы и ее прибрежных районов в результате совместного использования городской территории (например, многоэтажных деловых районов), развитие промышленной и транспортной инфраструктуры (дноуглубительные работы, демпинг, строительство морских портов, расширение высокоскоростного строительства, и т. д.) приведет к увеличению техногенной нагрузки на лагуну. С другой стороны, очевидно, что устойчивое региональное развитие, осуществление охраны природы и здоровая и безопасная среда для населения Санкт-Петербурга требуют выбора «экологически чистых» технологий.

Строительство Санкт-Петербургского Комплекса защиты от наводнений решило проблему береговой эрозии и наводнений в Невской губе. Однако уровень загрязнения прибрежных районов (например, пляжи для удаления отходов (e.g., waste disposal beaches) по прежнему очень высок.

Администрация города и Санкт-Петербургский Водоканал осуществили комплекс амбициозных мероприятий, направленных на сокращение неочищенных сбросов сточных вод и удаление питательных веществ (азота и фосфора) из сточных вод. В июне 2011 года Санкт Петербург полностью выполнил новые рекомендации Хельсинкской комиссии: содержание фосфора в общем объеме сброса сточных вод не превышало 0,5 мг/л. Строительство Северного коллекторного туннеля был завершен к октябрю 2013 года. Направление оставшихся необработанных сбросов сточных вод в коллектор позволит обеспечить транспортировку 98,4% всех муниципальных сточных вод для обработки (ГУП «Водоканал 2015»). Тенденция к уменьшению фосфорной нагрузки от реки Невы и других рек, поступающих в Восточную часть Финского залива с 1970-х годов, которая уменьшилась примерно больше чем в два раза, чем с тех пор, наблюдалась также биологическим мониторингом (Голубков, 2014)

Другая проблема, о которой следует помнить, это высокий уровень загрязнения осадков Невской губы. Любая дноуглубительная деятельность может вызвать вторичное загрязнение воды тяжелыми металлами, нефтехимией и переносом осадков в западном направлении. Невская губа имеет выдающееся положение среди других лагун Балтийского моря в результате искусственного отделения самой верхней части Финского залива от западной части расширенного устья реки Невы. Таким образом, Невская губа теперь является постоянной лагунной пресноводной частью устья реки Невы и характеризуется особыми особенностями лагун.

С момента основания города Санкт-Петербурга в 1703 году Невская губа и ее берега развивались под растущим антропогенным воздействием бывшей российской столицы и ее промышленности. После строительства Санкт-Петербургского Комплекса защиты от наводнений в 2011 году Невская губа превратилась в «техногенную лагуну». Результаты морских геологических исследований в Восточной части Финского залива, а также анализ данных дистанционного зондирования, архивных и литературных данных позволяют сделать вывод о том, что за последние три столетия процессы осадконакопления в Восточной части Финского залива, и особенно его самой восточной части, Невской губе, изменились. Разработаны особые условия накопления илов в западной части Невской губы.

Исследование с 2007 по 2008 год показало, что большая часть дна полностью трансформирована техногенными процессами. Продолжающиеся активные гидротехнические работы привели к образованию глинистого слоя толщиной до 5 мм на песчаной поверхности дна Невской губы. Невская губа по прежнему является областью активного природопользования, включая как масштабные проекты, связанные с транспортной инфраструктурой, так и создание новых многоцелевых территорий, с одной стороны, и функционирование природоохранных зон и улучшение качества воды за счет реализации новых технологий, уменьшающих питательные нагрузки, с другой стороны. Несмотря на интенсивный транспорт и вышеупомянутую крупномасштабную трансформацию, ведущую к разрушению водных местообитаний, живые планктонные и донные сообщества довольно устойчивы, чему способствуют пресноводные эврибиотические и амфибиотические виды, которые могут восстанавливаться в течение нескольких месяцев или лет после того как возмущение уменьшится.

Это неверно для рыбных ресурсов, которые деградируют вместе с безвозвратной потерей нерестовых и нагульных площадей во время текущих и плановых преобразований прибрежной зоны.

Основное требование к устойчивому управлению прибрежной зоной – соответствие четырем принципам устойчивого развития: 1. Принцип справедливости, 2. Принцип сохранения природной среды, 3. Принцип целостного мышления, 4. Принцип «Думать глобально – действовать локально». На основании обзора литературы о проблемах управления устойчивым развитием прибрежной зоны в глобальном масштабе и результатов исследования воздействия антропогенных факторов на структуру литоральных сообществ восточной части Финского залива рассмотрим основные принципы и подходы к формированию программ управления устойчивым развитием прибрежными зонами.

Учет первого принципа (принцип справедливости) связан с необходимостью сохранения среды для будущих поколений. Этот принцип тесно связан со вторым принципом (принцип сохранения природной среды), который состоит в том, чтобы не разрушать природное равновесие или способность биосферы к самовосстановлению. Наши и литературные данные говорят о том, что основное негативное воздействие антропогенных факторов на прибрежную зону состоит в нарушении обмена веществ между водной и наземной частями прибрежной зоны. И на это следует обратить внимание в первую очередь – хорошим способом может служить оценка в структуре и свойствах литорального сообщества. В тех случаях, когда нарушения обмена веществ неизбежны, в программе по управлению устойчивым развитием необходимо предусмотреть меры по самовосстановлению – отдельно для водной и наземной частей береговой зоны. Технологии такого воздействия хорошо известны.

Третий (принцип целостного мышления) и четвертый («Думать глобально – действовать локально») принципы позволяют учитывать своеобразие и специфику локальных нарушений прибрежной зоны и общие тенденции во «взаимодействии» человека и природных комплексов. Природоохранные мероприятия должны проводиться с учетом местной специфики, но при этом с учетом опыта и последствий решения аналогичных проблем в иных участках биосферы. В ряде случаев антропогенные нарушения прибрежных экосистем носят глобальный характер – об этом подробно говорилось во Введении. В то же время, в каждом конкретном случае (в нашем случае речь идет об экологических условиях формирования и функционирования литоральных сообществах эстуария реки Невы) существует свой набор антропогенных факторов и условий существования биотических сообществ. Аналогичная ситуация складывается также в эстуарии реки Темза; и в еще больших масштабах – в эстуарии рек Амазонка, Днестр, Енисей, Обь и др. Для реки Темза, в устье которой наблюдаются явления, аналогичные тем, которые в дельте Невы были оценены с экологических позиций, разработана детальная программа управления устойчивым развитием, рассчитанная на 100 лет! Таким образом, несмотря на все разнообразие условий в разных участках биосферы, прибрежные зоны обладают рядом общих черт, которые необходимо учитывать при составлении программы управления.

Ниже приводятся предварительные данные (принципы и подходы) для создания программы управления прибрежной зоной эстуария реки Невы. Эта экосистема не уникальна в том смысле, что являет собой пример экосистем, испытывающих сильное антропогенное воздействие. Строительство дорог, дамб и иных сооружений вдоль береговых линий происходит удивительно быстро. Подсчитано, что в Европе, начиная с 1960 года, в периоды массовой застройки ежедневно осваивается почти километровая полоса морского побережья. А это означает, что с такой же скоростью исчезают дюны и уничтожается уникальная среда, в которой только и могут существовать многие виды животных и растений, а сами прибрежные экосистемы перестают сдерживать поток биогенов, разрушаются, что влечет за собой глубокую деградацию экосистем прибрежной зоны. Мероприятия, необходимые для поддержания водных, прибрежных и околоводных экосистем в здоровом состоянии, требуют значительных усилий и средств, а менеджмент эстуарных экосистем должен быть основан на тщательном изучении экологической ситуации, ее мониторинге, использовании методов биоманипуляции и биореабилитации. Вместе с тем, как показывает мировой опыт, использование одних этих методов оказывается недостаточным для управления устойчивым развитием прибрежными экосистемами. Необходимо привлечение широких слоев населения, общественных организаций, во взаимодействии с которыми специалисты в области экологии, экономики, сельского хозяйства и т. п., а также работники местных органов самоуправления способны создать и реализовать программу устойчивого развития эстуария реки Невы. По существу, речь идет о создании такой программы, в которой принципы интегрированного менеджмента были бы дополнены идеями, лежащими в основе Местной повестки на 21 век для рассматриваемого региона (рис. 25). Проведенное исследование со всей убедительностью показывает, что медлить с созданием такой программы нельзя.

Научные   
исследования

Образование

Иные группы населения

**Администрация   
Санкт-Петербурга**

**Правительство   
Ленинградской области**

Университет / Исследовательские иституты

рр

Органы местного самоуправления

Общест-

венные органи-

зации

Фермеры

Рыбаки

**СМИ**

Местное население

Рис. 25. Схема реализации Местной повестки на 21 век для рассматриваемого региона

# **Выводы**

1. На основании изученных документов, которые разработаны и приняты мировым сообществом, выявлено разделение проблем и подходов на две большие группы: глобальные аспекты управления устойчивым развитием прибрежных зон (УРПЗ) и локальные. К первой группе относятся принципы и подходы, применимые для любых прибрежных зон мира с разными местными условиями (природными, техническими, социальными и др.). Локальный уровень управления учитывает именно местные условия. При этом как на глобальном, так и на локальном уровнях управление прибрежными зонами должно основываться на 4 принципах устойчивого развития.

2. В качестве объекта управления УРПЗ выбрана прибрежная зона вдоль северного берега Невской губы и восточной части Финского залива, а в качестве индикатора - литоральные сообщества (зообентос). Местные условия, хорошо изученные ранее, проанализированы с точки зрения подходов локального уровня управления. Литоральные сообщества, накапливающие разные воздействия и реагирующие на них, являются хорошими индикаторами состояния прибрежной зоны и эффективности ее управления, поскольку на них влияют как факторы наземных экосистем, так и состояние водного «бассейна». Их оценка биологическими методами дает надежные результаты при ограниченных финансовых возможностях в расходовании средств.

3. Выяснено на имеющемся материале, что состояние зообентоса (таксономическое разнообразие и показатели обилия) на протяжении почти 18 последних лет волнообразно ухудшается соответственно колебаниям интенсивности антропогенных воздействий (загрязнение, эвтрофирование, гидронамывные и строительные работы и др.) на акватории и берегах. При этом проявляется эффект накопления нарушений в литоральных сообществах, которые не успевают восстанавливаться при ослаблении воздействий.

4. Проведенное исследование позволяет рассматривать прибрежные экосистемы Финского залива как модель влияния антропогенных факторов. Аналогичное влияние антропогенных факторов (гидронамыв новых территорий) будет и дальше возрастать в антропогенном воздействии на Биосферу.

При аналогичных исследованиях в разных участках мирового пространства необходимо в первую очередь обращать внимание на нарушения (вызванные разными причинами) в обмене веществ между водной и наземной частями прибрежной зоны.

Предпринятое исследование способно ответить лишь на один из тех вопросов, которые связанны с функционированием (условия и возможности) прибрежных зон, но открывает новые возможности в широкомасштабных исследованиях роли прибрежных зон в динамической устойчивости Биосферы.

5. Предложена схема управления устойчивым развитием прибрежной зоной на примере северо-восточной части Финского Залива, которая включает разные группы населения, власти, социально-политические институты (образование, наука, СМИ и др.) и управляющие связи между ними.**Литература**

Алимов А.Ф. 1968. Донная фауна реки Невы // Загрязнение и самоочищение реки Невы. Труды Зоологического института, том XLV, 1968, с. 211 – 221.

Алимов А.Ф., Бульон В.В., Голубков С.М. 2005. Динамика структурно-функциональной организации экосистем континентальных водоемов // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Товарищество научных изданий КМК. Москва. С.241-253.

Березина Н.А., Голубков С.М. 2008. Макрозообентос прибрежной зоны Финского залива: структурные перестройки в связи с вселением новых видов и эвтрофированием // Материалы X научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб, 2008, с.35-40.

Бродский А.К., Кудрявцева М.В. 2006. Исследование влияния Комплекса Защитных Сооружений Санкт-Петербурга от наводнений на биоту эстуария реки Невы. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ecosafe.pu.ru/Nature/KZS/kzs_cp.htm> .

Бродский А.К., Панкова Е.С., Сафронова Д.В. 2016. Литоральные сообщества эстуария реки Невы: их структура и динамика в условиях антропогенного пресса. Журн. «Биосфера». 2016. т. 8, № 1, с 16 27.

Вылегжанин А.Н. 2005. Комплексное управление прибрежными зонами: Правовой глоссарий. — Рига: Балтийский Русский институт (ФЦП «Мировой океан» / «ТАСИС EUROPE AID»). [Электронный ресурс]. – URL: <https://coastal_zones_management.academic.ru/>

Год Финского залива-2014. Форум, посвященный окончанию проекта. 2014. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://sevmorgeo.rosgeo.com/ru/presscentr/novosti/zavershilas realizaciya proekta god finskogo zaliva 2014/](http://sevmorgeo.rosgeo.com/ru/presscentr/novosti/zavershilas%20realizaciya%20proekta%20god%20finskogo%20zaliva%202014/).

Даринский А.В. География Ленинграда. Л.: Лениздат, 1982, с. 34-45.

Даринский А.В., Асеева И.В. География Санкт Петербурга. СПб. 1996.

Дерюгин К.М. Гидрологические и гидробиологические исследования Невской губы. Общие вопросы и инструкции // Исследования р. Невы и её бассейна. Пгр, 1922, 61 с.

Дерюгин К.М. Гидрологические и гидробиологические исследования Невской губы. 1. Гидрология и бентос // Исследования р. Невы и её бассейна. Пгр, 1923, с. 31-38.

Дерюгин К.М., Гидрологические и гидробиологические исследования Невской губы. 4. Гидрология и бентос восточной части Финского залива // Исследования реки Невы и её бассейна. Л., 1925, с. 3-48.

Голубков С.М. (2009) Phytoplankton primary production in the Neva estuary at the turn of the 21th century. Inland Water Biol 4:312–318. St. Petersburg: IAPK Nauka/Interperiodica

Голубков С.M. (2014) Ecosystem of the easterm Gulf of Finland: biodiversity and ecological problrms. Reg Ecol 1–2(35):15–20. St.Petersburg: RAS

ЕСИМО(Единая система информации об обстановке в Мировом океане). Солёность воды. [Электронный ресурс].–URL: <http://www.esimo.ru/atlas/Balt/5_1.html>, <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2#cite_note-10>

Загнухин Т.В. 2017. Использование принципов экологического каркаса в морском пространственном планировании Балтийского моря // Science and Business: Development Ways. No.9 (75). C. 26.

Ильина Л.Л., Родионов В.З. 1997. Воды и веси: (Экол. ист. очерк). СПб. 1997. С. 55-66. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.encspb.ru/article.php?kod=2803998435>.

История канализации Санкт Петербурга. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://helpiks.org/4 25840.html](http://helpiks.org/4-25840.html) .

Карта глубин Невской губы и восточной части Финского залива. - [Электронный ресурс]. – URL: <https://yandex.ru/images/search?text=%D0%BF%D0%BE%D0%B4%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%BA%D0%B8%20%D0%B2%20%D0%9D%D0%B5%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D0%B3%D1%83%D0%B1%D0%B5&lr=2>

Кириллова Л.М. 1968. Влияние загрязнений на состав и распределение донной фауны р. Невы // Санитарное состояние реки Невы. Л. 1968. С.126-144.

Коколия Т.Г., Цветкова Л.И. 1963. Загрязнение Невской губы в связи с использованием канализационных стоков // Тр. Всесоюз. гидробиол. об-ва. Т.14. С.151-158.

Костюничев В.В., Богданова В.А., Шумилина А.К., Остроумова И.Н. Искусственное воспроизводство рыб на Северо-Западе России. Государственный научно-исследовательский институт озёрного и речного рыбного хозяйства (ФГБНУ «ГосНИОРХ»),  Санкт-Петербург. 2015, стр.27. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.vniro.ru/files/trydi\_vniro/archive/153 2.pdf](http://www.vniro.ru/files/trydi_vniro/archive/153-2.pdf) .

Красная книга Балтийского региона. 1993.

Красная книга Восточной Фенноскандии. 1998.

Красная книга Ленинградской области. 2002.

Красная книга Российской Федерации. 2001.

Красная книга Санкт-Петербургской природы. 2011.

Краткий обзор рынка гостиничной недвижимости Санкт-Петербурга за 2015 год (исследование). Большой портал недвижимости. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.bpn.ru/publications/kratkij obzor rynka gostinichnoj nedvizhimosti sankt peterburga za 2015 god (issledovanie)/](http://www.bpn.ru/publications/kratkij-obzor-rynka-gostinichnoj-nedvizhimosti--sankt-peterburga-za-2015-god-(issledovanie)/) .

Ленинград без наводнений. Л., Лениздат. 1984. 127с.

Невская Губа: Гидробиологические исследования // Под ред. Г.Г. Винберга, Б.Л. Гутельмахера. Труды Зоол. Ин-та АН СССР; Т. 151. Л., Наука, 1987, 216 с.

Нежиховский Р.А. Река Нева и Невская губа. Л.: Гидрометеоиздат, 1981. 112 с.

Нежиховский Р.А. Вопросы формирования качества воды р. Нева и Невской губы. Л.: Гидрометеоиздат, 1985. 108 с.

Нежиховский Р.А. Вопросы гидрологии р. Невы и Невской губы. Л: Гидрометиздат, 1988. 108 с.

Орлова М.И., Анцулевич А.Е. Основные направления и итоги изучения биологических инвазий в Финском заливе // МАТЕРИАЛЫ VIII научного семинара «Чтения памяти К.М. Дерюгина». СПб, 2006, с. 51-65.

Орлова М.И., Флоринская Т.М. Биологическое загрязнение водных экосистем бассейна Финского залива. В кн.: Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2009 году. СПб. 2009, с. 244 51.

Пассажирский порт Санкт-Петербург. Ремонтное крепление дна акватории вдоль линии причалов пассажирского порта Санкт-Петербург. Экологическое обоснование хозяйственной деятельности. 2011.

Программа ООН по окружающей среде. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.un.org/ru/ga/unep/> .

Протокол ICZM. 2008. - [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.iucn.org/content/integrated coastal zone management protocol iczm](https://www.iucn.org/content/integrated-coastal-zone-management-protocol-iczm) .

Расположение станций сети ГСН в Невской губе - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.meteo.nw.ru/articles/index.php?id=984> .

Раздолгин А.А., Скориков Ю.А. Кронштадтская крепость. Л. Стройиздат. Ленинградское отделение. 1988. 420с. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://arch-grafika.ru/news/1/2010-04-11-616> .

Региональная экология // 2014. – Т 35 (№1–2).

РумянцевВ.А., КудерскийЛ.А. 2010. Ладожское озеро: Общая характеристика, экологическое состояние. / «Общество. Среда. Развитие». - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.terrahumana.ru/arhiv/10_01/index.html> .

РумянцевВ.А. 2017. Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем III Материалы Международной конференции, Санкт-Петербург, 23-27 октября 2017 г. - [Электронный ресурс]. – URL: http://www.limno.org.ru/doc/mater\_conf\_spb\_okt17.pdf.

Рыбалко А.Е., Федорова Н.К. Донные отложения эстуария реки Невы и их загрязнение под влиянием антропогенных процессов. В кн.: Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. М.: Товарищество научных изданий КМК; 2008, с. 39-59.

Максимов A.A. 2014. Macrozoobenthos of the Neva Bay under conditions of intensive hydrotechnical works. Regional Ecology 1–2(35):39–47. St. Petersburg: RAS

Салазкин А.А. Донная фауна Невской губы и некоторые особенности её распределения // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Л., 1982, Вып. 192, с. 70-77.

Санкт Петербург: Энциклопедия, 2006, Финский залив. - [Электронный ресурс]. – URL: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/934> .

Скориков А.С. К фауне Невской губы и окрестных вод острова Котлина // Ежегодник Зоологического музея Академии Наук, 1910, Т. 15. С. 474–490.

Спиридонов М.А., Рябчук Д.В., Шахвердов В.А., Звездунов С.И., Нестерова Е.Н., Суслов Г.А., Григорьев А.Г. Невская губа. Эколого-геологический очерк. С.-Петербург, изд-во «Литера», 2004. 181 с.

Сухачева Л.Л., Орлова М.И. О применении результатов спутниковых наблюдений восточной части Финского залива к оценке воздействия естественных и антропогенных факторов на состояние акватории и биотических компонентов экосистемы. Региональная экология // 2014. – Т 35 (№1–2). – C. 62–76.

Усанов Б.П. Диалог города с морем - Л.: Ленингр. орг. о-ва "Знание", 1989. - 31 с.

Усанов Б.П., Викторов С.В., Сухачева Л.Л. Новый «удар» по Невской губе. Транспорт Российской Федерации. 2008; 3 4(16 17): С.70-74. - [Электронный ресурс]. – URL: [https://cyberleninka.ru/article/v/novyy udar po nevskoy gube](https://cyberleninka.ru/article/v/novyy-udar-po-nevskoy-gube) .

Усанов, Викторов, Сухачева, 2008. Усанов Б.П., Викторов С.В., Сухачева Л.Л. Новый «удар» по Невской губе. Транспорт Российской Федерации. 2008; 5(18): С. 60 3.

Успенский А.А., Насека А.М. 2014. К изучению рыбного населения прибрежных мелководий российского сектора Финского залива. / Региональная экология, № 1-2, 2014. С. 48-55.

Финский залив Балтийского моря. Природа. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fingulf.ru/nature/> .

Финский залив.- [Электронный ресурс]. – URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/934

Финский залив. Материал из Википедии - [Электронный ресурс]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B8%D0%BD%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B9_%D0%B7%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D0%B2#cite_note-%D0%A1%D0%9F%D0%B1_%D0%AD%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BA%D0%BB%D0%BE%D0%BF%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D1%8F-9> .

Экологическое состояние водоемов и водотоков бассейна р. Невы. СПб. 1996. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.encspb.ru/article.php?kod=2806260555>.

Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы // Под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова. СПб. – М.: КМК, 2008, 477с.

Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт – Петербурге за 1980 – 1999 годы: Обзор / Под ред. А.С.Баева, Н.Д.Сорокина. – СПб.: Фирма «Сезам», 2000.-516 с. (с. 163-165).

Berezina N.A. 2007. Changes in aquatic ecosystems of the north-western Russia after introduction of Baikalian amphipod *Gmelinoides fasciatus*. Ed. F. Gherardi. In Biological invaders in inland waters: profiles, distribution, and threats: Springer, 479-493.

Berezina N.A., Panov V.E. 2003. Establishment of new gammarid species in the eastern Gulf of Finland (Baltic Sea) and their effects on littoral communities. Proc. Estonian Acad. Sci. Biol. Ecol. 2003. 52 (3): 284-304.

Coastal Zone Management/ 2018. - [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.thegef.org/topics/coastal zone management](https://www.thegef.org/topics/coastal-zone-management)

CURRENT STATUS OF THE BALTIC SEA OXYGEN DEBT. HELCOM indicators. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.helcom.fi/baltic sea trends/indicators/](http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/indicators/) .

EUCC – Coastal & Marine Union. 2018. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://мимо.com.ua/info/260 eucc coastal marine union pribrezhnyy i morskoy soyuz pms.html](http://мимо.com.ua/info/260-eucc-coastal-marine-union-pribrezhnyy-i-morskoy-soyuz-pms.html) , [https://www.eucc.net/about eucc](https://www.eucc.net/about-eucc) .

HELSINKI COMMISSION, Baltic Marine Environment, Protection Commission, HELCOM RECOMMENDATION 24/10, 2003. - [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.helcom.fi/Recommendations/Rec%2024 10.pdf#search=coastal%20zone%20management](http://www.helcom.fi/Recommendations/Rec%2024-10.pdf#search=coastal%20zone%20management)

Integrated Coastal Management, Last updated: 08/06/2016. - [Электронный ресурс]. – URL: <http://ec.europa.eu/environment/iczm/index_en.htm>

Integrated Coastal Zone Management Protocol (ICZM). - [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.iucn.org/content/integrated coastal zone management protocol iczm](https://www.iucn.org/content/integrated-coastal-zone-management-protocol-iczm)

Kiirikki M. Ecological effects of loading scenarios Текст. / M. Kiirikki, A. Inkala, H. Kuosa // Cost effective water protection in the Gulf of Finland focus on the St. Petersburg.- The Finnish Environment, Finland - 2003.-№ 632.-pp. 27-35.

Kraufvelin P., Salovius S., Christie H., Moy F.E., Karez R., Pedersen M.F. 2006. 'Eutrophication-induced changes in benthic algae affect behaviour and fitness of the marine amphipod *Gammarus locusta.'* Aguatic Botany. 2006. 84: 199-209.

Nikulina, 2012, Change in species composition and abundance of planktonic algae under anthropogenic impact, Nauka, St-Petersburg, pp 145–155

Ruben K. 2017. The Diversity of Russian Estuaries and Lagoons Exposed to Human Influence, chapter 7. P.191-218.

Schiewer Ulrich. Ecology of Baltic Coastal Waters. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2008 - [Электронный ресурс]. – URL: <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-73524-3> Springer eBooks. Серия Ecological Studies, Analysis and Synthesis, 0070-8356 ; 197.

Soomere Tarmo. 2013. Preventive Methods for Coastal Protection: Towards the Use of Ocean Dynamics for Pollution Control. Ewald Quak. Springer Science & Business Media, 2013. – 442.

Technical Report (2004) Development of the system of monitoring of biological pollution for aquatic ecosystems of the Gulf of Finland basin

Technical Report (2007) Monitoring of non-indigenous species

Technical Report (2008) Monitoring of non-indigenous species

Technical Report (2012) Arrangement and carrying out the fi eldwork, aimed to creation of project documentation for mapping and express-assessment of modern state of aquatic and coastal landscapes in the Gulf of Finland at areas, adjacent to St.-Petersburg for ensuring of environmental safety (on the example of natural and technogenic portions of the Neva Bay and the Gulf of Finland in Primorsky and Resort districts

Telesh I.V. (2008) Species diversity and community structure of Zooplankton in the estuary of the Neva River KMK press, Moskow, pp 144–145

The Ramsar Convention and its mission, 2014, - [Электронный ресурс]. – URL: [https://www.ramsar.org/about/the ramsar convention and its mission](https://www.ramsar.org/about/the-ramsar-convention-and-its-mission)

Vallius H., Ryabchuk D., Kotilainen A., Spiridonov M., Suslov G., Zhamoida V. Pollution history of the Neva Bay since the foundation of the city of S.Petersburg (1703 AD) // The Baltic Sea geology: The Ninth Marine Geological Conference. Extended abstracts. University of Latvia, Riga, 2006, pp. 115-116.