

ГИДРОТЕХНИКА

Гидроэнергетика. Промышленная гидротехника. Строительство ГЭС.
Проект «Сахалин-2». Континентальный шельф.
Водохозяйственный комплекс. Морские ГЭС.

№ 1 2014

Январь – март



Комплексное проведение всего спектра гидроизоляционных работ

Работы по погружению, извлечению шпунта различных марок (ларсен, arcelor, трубошпунт)

Общестроительные работы

Комплексная поставка оборудования для энергетических предприятий

**ПРОФЕССИОНАЛИЗМ
НАДЁЖНОСТЬ
ИННОВАЦИИ**

119134, г. Москва,
ул. Б. Якиманка, д. 24, офис 405
тел. +7 (499) 238-63-96,
тел./факс +7 (499) 238-66-57
e-mail: gps-atom@mail.ru



ГидроПромСтрой
www.gps-atom.ru

На правах рекламы

ГИДРОТЕХНИКА



Раздел 1

ГИДРОЭНЕРГЕТИКА	5–26
Итоги V Всероссийского совещания гидроэнергетиков.....	5
Щурский О. М. Основные результаты и направления работы по осуществлению надзора за безопасной эксплуатацией гидротехнических сооружений	8
Иванченко И. П., Прокопенко А. Н. Повышение энергоотдачи Красноярской ГЭС путем замены рабочих колес гидротурбин	12
Лятхер В. М. Приливные и ветровые электростанции Курильской гряды.....	18
Баженов В. И., Петров В. И. и др. Разработка и численное моделирование рыбозащитных сооружений на основе потокообразующих устройств	21

Раздел 2

ПРОМЫШЛЕННАЯ ГИДРОТЕХНИКА. СТРОИТЕЛЬСТВО, ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГТС.....	28–49
Круглый стол: состояние и перспективы ГТС промышленных предприятий	28
Сизых П. Н. Несовершенство законодательства в области гидротехнических сооружений как сдерживающий фактор развития горнодобывающей отрасли в России.....	35
Истомин В. И. Проблема сохранения поверхностных водоносных горизонтов питьевого-хозяйственного назначения: взгляд инженера на решения по разработке воронежского никеля.....	41
«ГидроПромСтрой» — профессиональное выполнение гидроизоляционных работ.....	46

Раздел 3

САХАЛИН-2. КОНТИНЕНТАЛЬНЫЙ ШЕЛЬФ. МОРСКИЕ ГТС.....	50–111
«САХАЛИН-2» — проект инновационных технологий.....	50
Применение материалов «Маккаферри» при строительстве трубопроводов проекта «Сахалин-2»	58
Густайтис А. Н., Ривкин К. Е. Мониторинг окружающей среды при обеспечении обустройства объектов морской инфраструктуры	60
Волков И. В. Применение ледостойких островов для разведки и добычи углеводородов на шельфе северных морей.....	64
Александров Н. И., Лямин П. Л., Петухов В. В. Переработка РАО на нефтегазодобывающих морских платформах и терминалах	66
Компактный многолучевой эхолот с широким диапазоном частот.....	71
Жигульский В. А., Соловей Н. А. и др. Результаты экологического мониторинга техногенной сукцессии Лужской губы при строительстве морского торгового порта Усть-Луга.....	72
Ерашов В. П. Высокопроизводительный дноуглубительный флот для строительства новых морских портов.....	86
Глубоководный водолазный комплекс ГВК-450 спасательного судна «Игорь Белоусов»	90
Абрамов Д. С. Экранированные больверки: заключение	93
Гуткин Ю. М. Еще раз о проблемах расчета экранированных больверков.....	105

Раздел 4

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС. ВНУТРЕННИЕ ВОДНЫЕ ПУТИ	112–126
Некоторые итоги VII Гидрологического съезда	112
Рахуба А. В. Формирование качества вод водохранилища в условиях суточного регулирования стока	117
Гончаров А. В., Заславская М. Б. и др. Особенности кислородного режима рек бассейна Оби.....	120
Колосов М. А., Селезнева Н. В. Водоохранилища-«ловушки» в системе защиты от затопления г. Крымска	123
ПОДПИСКА НА ЖУРНАЛ 2014	128

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ТЕХНОГЕННОЙ СУКЦЕССИИ ЛУЖСКОЙ ГУБЫ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МОРСКОГО ТОРГОВОГО ПОРТА УСТЬ-ЛУГА

Жигульский В. А.,
канд. техн. наук, директор
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Царькова Н. С.,
нач. отд. эколог. мониторинга
и производ. контроля
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Былина Т. С.,
нач. отд. инж.-эколог.
изысканий
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Лавров Я. Б.,
руководитель сектора
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Соловей Н. А.,
главный специалист
ООО «ЭКОПЛЮС»

Максимова Е. Ю.,
инженер-эколог
ООО «ЭКОПЛЮС»

Шуйский В. Ф.,
доктор биол. наук, проф.,
академик РАН, нач. отд.
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»

Аннотация. Рассматриваются результаты экологического мониторинга воздействия морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. Определены основные современные тренды сукцессии гидрозкосистемы. Анализируются изменения основных абиотических и биотических компонентов экосистемы. Даются прогнозы дальнейшей сукцессии.

Ключевые слова: мониторинг, гидростроительство, антропогенное воздействие на биоту, ущерб окружающей среде.

Abstract. Some results of the environmental monitoring of the sea trade port 'Ust'-Luga' impact on the Luga Bay ecosystem are considered. The main modern trends of hydroecosystem succession are revealed. Changes of the main abiotic and biotic ecosystem components are analyzed. Forecasts of a further succession are given.

Keywords: monitoring, hydraulic construction, manmade impact on biota, environmental damage.

Введение

Лужская губа — эстуарий р. Луги, самый западный залив второго порядка на российской акватории Финского залива Балтийского моря, имеющий высшую категорию рыбохозяйственной ценности. Благодаря характерному для эстуариев градиенту солености и связанному с этим эффекту экотона экосистема обладает большим видовым разнообразием, чем более опресненные участки залива. Важное рыбохозяйственное значение губы определяется ее ролью в воспроизводстве основного промыслового вида восточной части Финского залива — салаки, а также рыб пресноводного комплекса. Кроме того, во впадающих в губу реках размножаются проходные популяции балтийского лосося и кумжи, которая занесена в Красную книгу России.

Начиная с последних лет XX в., в акватории Лужской губы Финского залива ведутся гидротехнические работы по созданию транспортно-технического комплекса с морским торговым портом (МТП) «Усть-Луга». Строительство порта было инициировано распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.04.1993 г. № 728-р «О строительстве транспортно-технологических портовых комплексов в Финском заливе» с целью создания высокопроизводительных комплексов для перевалки массовых грузов (угля, минеральных удобрений) на крупнотоннажные суда грузоподъемностью свыше 30 тыс. т. Начало работы порта датируется декабрем 2001 г., с момента открытия угольного терминала. Сейчас строительство объектов этого порта ведется согласно федеральной целевой программе «Развитие транспортной системы России (2010–2015)», в рамках которой действует подпрограмма «Морской транспорт» (рис. 1).

Заказчиком-застройщиком территорий Морского торгового порта Усть-Луга является ОАО «Компания Усть-Луга». Заказчик формирования акваторий порта — Федеральное агентство морского и речного транспорта (Росморречфлот), застройщик — ФГУП «Росморпорт».

МТП «Усть-Луга» является наиболее перспективным и интенсивно развивающимся российским портовым комплексом Финского залива (рис. 2).

Выполнение инженерно-экологических изысканий, подготовка природоохранной документации и импактный экологический мониторинг при строительстве многих объектов МТП «Усть-Луга» осуществляются компанией «Эко-Экспресс-Сервис» — крупнейшей на Северо-Западе эколого-проектной организацией с 20-летним стажем работы. Сотрудники компании еще до начала строительства, в 1992 г., принимали участие в изучении фонового состояния биоты Лужской губы и прогнозировании ее ожидаемых антропогенных изменений. Благодаря этому фонды ООО «Эко-Экспресс-Сервис» содержат весьма подробные и многоплановые сведения о состоянии и сукцессии этой экосистемы [10]. Сейчас база данных продолжает интенсивно пополняться.

Целью настоящей публикации является обобщение результатов импактного гидробиологического мониторинга строительства объектов МТП «Усть-Луга», выявление и описание некоторых закономерностей техногенной сукцессии в зонах его воздействия (на основании фондовых материалов компании «Эко-Экспресс-Сервис»).

Краткая характеристика строительства МТП «Усть-Луга» как источника антропогенного воздействия

Строительство МТП «Усть-Луга» осуществляется в юго-восточной и восточной частях Лужской губы. При строительстве терминалов порта, формировании их акваторий и подходов к ним путей выполняются намыв территорий для портовых сооружений, дноуглубительные работы и сброс грунта в подводные отвалы. Перемещенные грунты дноуглубления складировались на подводном отвале в районе банки Мерилода в середине Лужской губы, а с 2008 г. используется отвал, расположенный на выходе из последней.



Рис. 1. Местоположение МТП Усть-Луга и его соотношение с остальными российскими портовыми комплексами в восточной части Финского залива

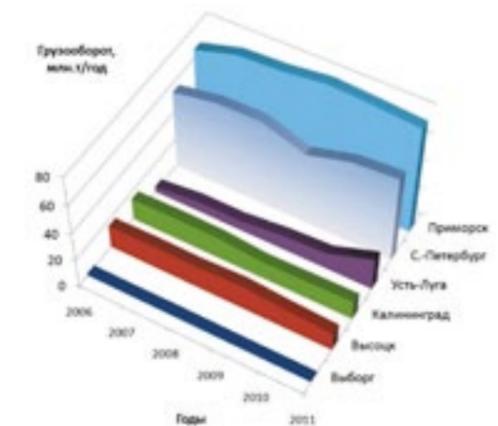


Рис. 2. Динамика грузооборота российских портов на Финском заливе

К настоящему времени общая площадь акватории, занятая портом, достигла 67,6 км², площадь территории — 10,6 км². Для создания подходного канала и маневровых акваторий выполнен значительный объем дноуглубительных работ, перемещены и размещены на отвалах десятки миллионов кубометров донных грунтов. Общая площадь перегрузочных терминалов и комплексов — 8,8 км², в том числе: на намываемой акватории Лужской губы — 2,9 км², на прибрежных земельных участках — 5,9 км² (в этот показатель не включены площади, занимаемые объектами транспортной и инженерной инфраструктуры: три железнодорожные станции, нефте- и продуктопроводы, автомобильные внутрипортовые дороги, инженерные сети, строительная база и стройгородки). Общая длина причального фронта МТП «Усть-Луга» — около 8 км.

Рост мощностей порта имеет ускоренный характер: так, например, динамика фактического и прогнозируемого грузооборота и количества судозаходов за единицу времени могут быть хорошо аппроксимированы экспоненциальной функцией (рис. 3). Порт при этом активно развивается как многофункциональный, ускоренный рост грузооборота свойственен разнотипным терминалам (рис. 4). Соответственно, антропогенная нагрузка на экосистему Лужской губы закономерно возрастает, и в обозримом будущем эта тенденция сохранится.

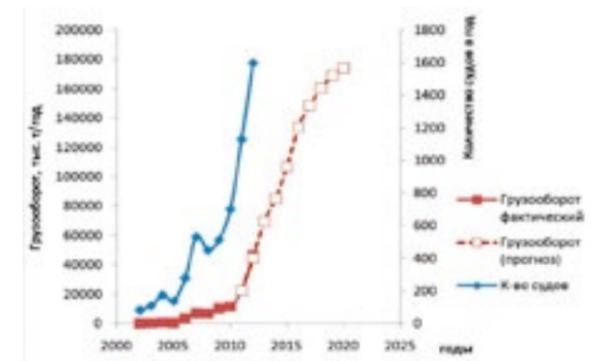


Рис. 3. Динамика и прогноз грузооборота и количества судозаходов МТП «Усть-Луга»

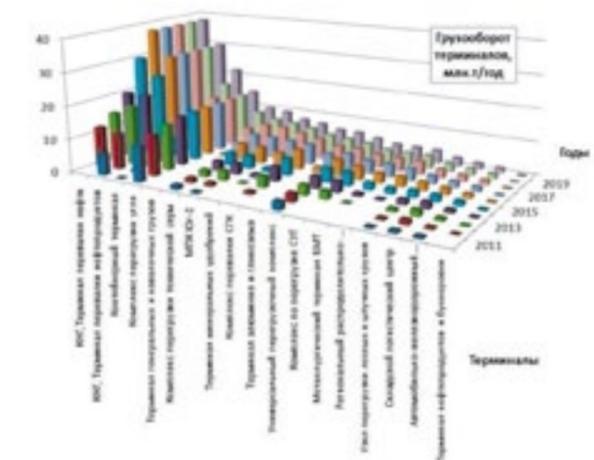


Рис. 4. Динамика и прогноз грузооборота терминалов МТП «Усть-Луга»

стограмма совокупных экологических издержек в большей степени соответствует распределению Парето (рис. 6, d), при котором вероятность издержек находится в обратной зависимости от их размера (доля объясненной дисперсии — более 90%).

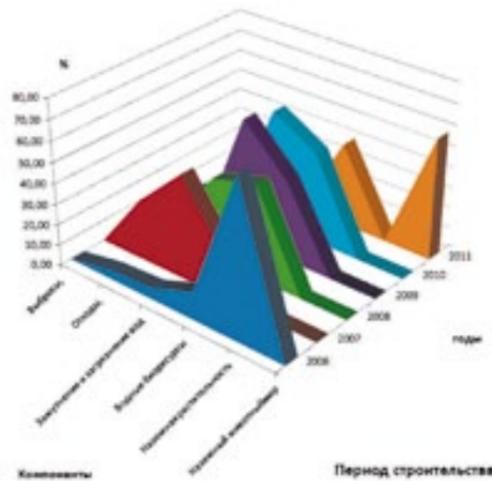


Рис. 5. Динамика состава экологических издержек при строительстве объектов МТП «Усть-Луга»

Обобщение данных о доле в составе экологических издержек для 38 объектов МТП «Усть-Луга» (рис. 7) позволяет убедиться в том, что на этапе строительства (рис. 7, a) основная часть природоохранных затрат действительно связана с платой за загрязнение и замутнение вод и с компенсацией вреда водным биоресурсам. Далее, на стадии эксплуатации объекта, структура природоохранных издержек принципиально меняется (рис. 7, b): в основном их формирует плата за размещение отходов и за сброс загрязненных вод.

Таким образом, основное негативное воздействие на гидросистему определяется гидростроительством и, следовательно, имеет временный характер.

Некоторые особенности импактного (локального) мониторинга в Лужской губе и его результатов

Как известно, при планировании оптимального режима экологического мониторинга принимаются во внимание особенности как изучаемого объекта, так и решаемой задачи, для информационного обеспечения которой данный мониторинг предназначается. Многочисленные, но разрозненные исследования, эпизодически проводившиеся различными специалистами и организациями в Лужской губе, начиная с 30-х гг. XX в., не являлись мониторинговыми хотя бы потому, что были краткосрочными. Кроме того, в большинстве своем эти исследования велись небольшими группами специалистов и, соответственно, имели довольно ограниченный предмет.

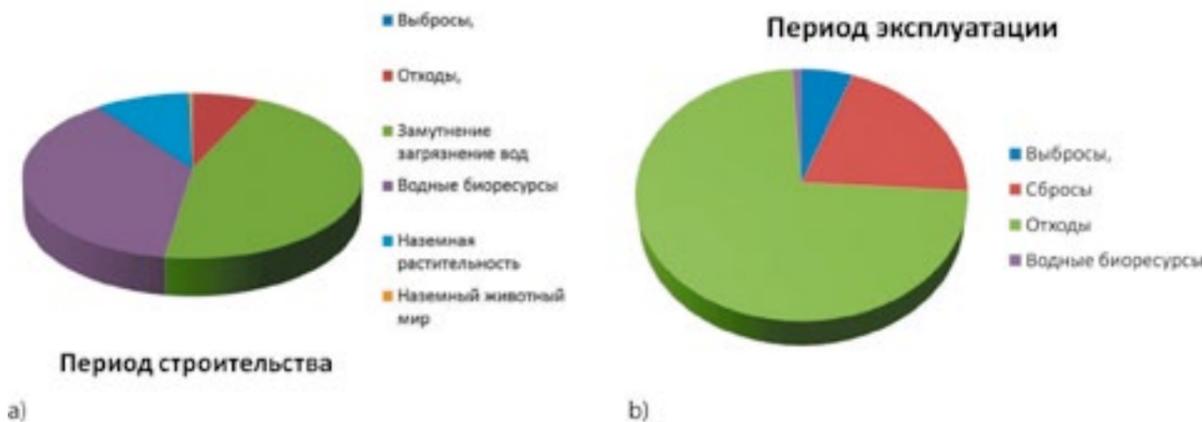


Рис. 7. Обобщенные данные о составе экологических издержек (долевые вклады, %) при строительстве (a) и при эксплуатации (b) объектов МТП «Усть-Луга»

Регулярные комплексные наблюдения по государственными мониторинговыми программам (ОГСНК и др.), во-первых, велись до начала строительства МТП «Усть-Луга»; во-вторых, охватывая значительную акваторию восточной части Финского залива, они естественно, не могли обеспечить сколько-нибудь подробного изучения экосистемы Лужской губы.

Собственно мониторинговые — целевые, подробные и регулярные исследования начались здесь лишь в конце 1990-х гг. именно в связи с проектированием и строительством объектов МТП «Усть-Луга». Организатором, координатором и основным исполнителем этих работ является компания «Эко-Экспресс-Сервис». В рамках ее мониторинговых программ, наряду с изучением динамики абиотической среды, исследовались и многие биологические сообщества (фито-, зоо- и бактериопланктон; фито- и зообентос; высшая водная растительность; ихтиофауна; герпетофауна; водоплавающие, околоводные и морские птицы; млекопитающие, ведущие околоводный образ жизни, и др.). Для обеспечения надежности и высокого научного уровня этих исследований к ним привлекались многие профильные субординационные научно-исследовательские организации и специалисты, обладающие результатами многолетних наблюдений за этой экосистемой. Так, например, гидробиологические и ихтиологические исследования осуществлялись с привлечением ФГНУ «ГосНИОРХ» и ФГБУ «Севзапробвод», орнитологические и териологические — с участием группы специалистов биолого-почвенного факультета СПбГУ и др. Таким образом, полученные результаты отражают состояние многих компонентов природной среды, обеспечивают их надежную многостороннюю характеристику и имеют системный характер.

При этом база мониторинговых экологических данных компании содержит, преимущественно, результаты исследований, связанных с решением конкретных строительных и производственных задач (инженерно-экологические изыскания, производственный экологический контроль, импактный экологический мониторинг). Понятно, что участки исследований определялись местами выполнения гидротехнических работ: акватория порта, районы дноуглубительных работ на Лужском фарватере в районе о. Сескар и на Лужском фарватере, морские подводные отвалы грунта и прилегающая акватория в зоне потенциального экологического влияния гидростроительства.

Это накладывает вполне понятные ограничения на область намечаемых наблюдений — локализует их в зоне прямого или ожидаемого косвенного воздействия от строительства того объекта, проектирование и сооружение которого, собственно, и обусловило необходимость мониторинга.



Рис. 8. Инженерно-экологическая изученность акватории и прибрежной территории

Так, например, картосхема на рис. 8 отражает инженерно-экологическую изученность акватории и прибрежной территории: здесь указаны дискретные зоны наиболее подробных комплексных исследований фонового состояния экосистемы для ряда объектов МТП «Усть-Луга».

На рис. 9 приведены примеры местоположения станций локального экологического мониторинга строительства объектов порта для двух разных лет. Они сосредоточены в дискретные кластеры, но при этом в каждом из них расположены довольно густо, что позволяет достаточно подробно изучать градиенты воздействия.

На рис. 10 представлены примеры некоторых результатов реализации гидробиологической составляющей программы локального мониторинга. Отмечены показатели фитопланктона и зоопланктона на гидробиологических станциях в районах выполнения дноуглубительных работ на внешних

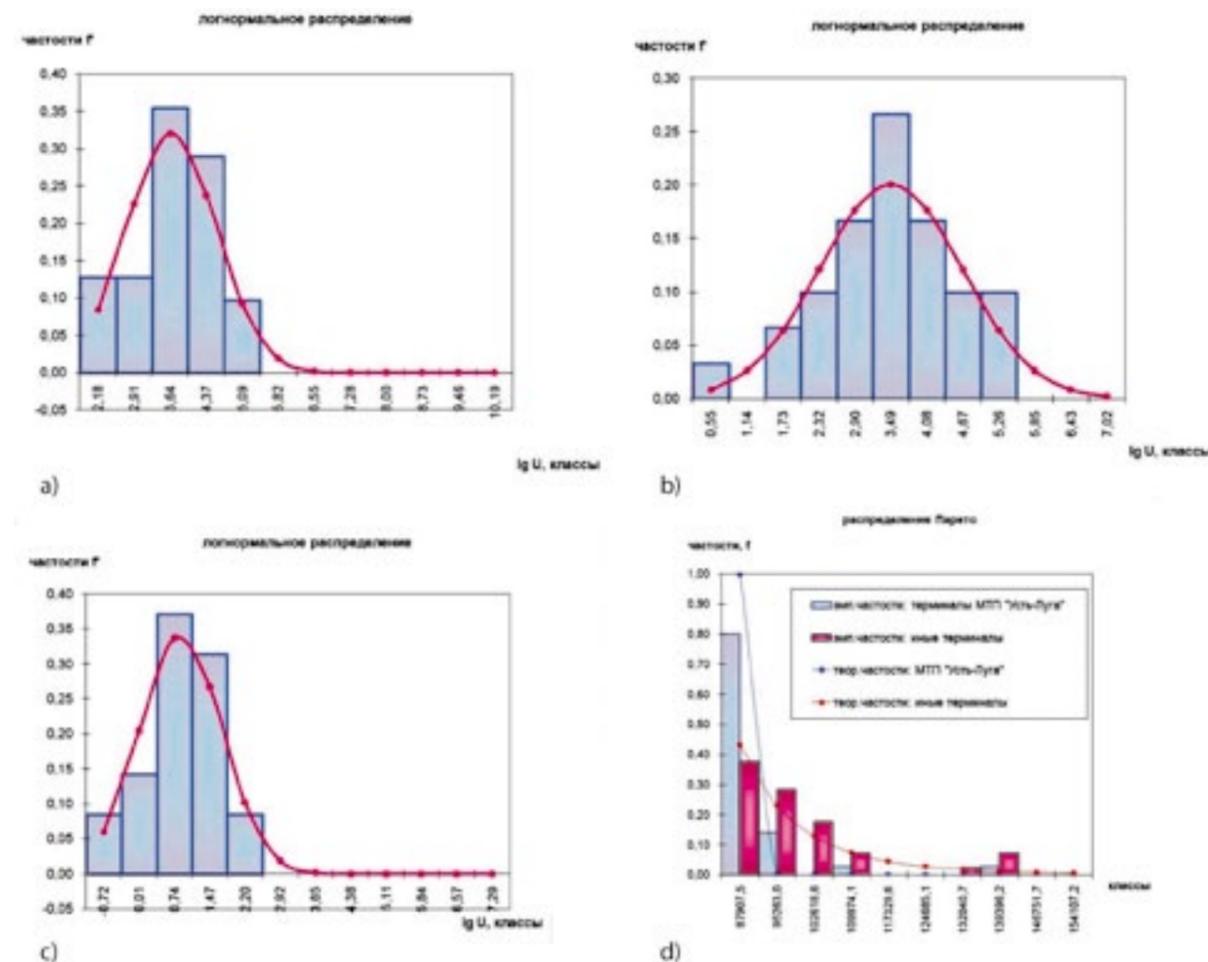


Рис. 6. Гистограммы компенсационной стоимости вреда водным биоресурсам (a), платежей за загрязнение и замутнение вод (b), за загрязнение воздуха (c) и совокупных экологических издержек (d) (для объектов МТП «Усть-Луга»)

подходах к МТП «Усть-Луга», на акваториях контейнерного терминала, комплекса сжиженных углеводородов и в районе подводного отвала грунта (лето 2011 г.) [10].

Приведенные примеры хорошо иллюстрируют принципиальные особенности перечисленных видов прикладных экологических исследований:

1) ограничение их возможностей определяется четкой пространственной локализацией и часто даже дискретностью изучаемых участков экосистемы (весь экологический континент акватории остается при этом вне наблюдения);

2) преимущества, неразрывно связанные с этим ограничением, таковы:

- возможность значительного сгущения станций наблюдения в пределах наблюдаемой зоны акватории, обеспеченная этим подробность описания зоны влияния объекта и детальное выявление факторных градиентов;
- подробная и многоплановая экологическая характеристика наблюдаемой зоны;
- регулярность наблюдений, выявляющая закономерности местной сезонной и многолетней динамики экосистемы.

Отметим также, что, согласно действующему природоохранному законодательству, прогноз и оценка воздействия каждого объекта на окружающую среду по многим характеристикам осуществляются сейчас без достаточного учета их фоновых изменений под воздействием прочих источников (в том числе и других объектов того же самого портового комплекса). Это несколько затрудняет системный анализ и прогноз результирующих изменений экосистемы под комплексным воздействием, — оказываемым, например, такой группой объектов, как асинхронно создаваемые терминалы портового комплекса. Кроме того, воздействие портового строительства накладывается на эвтрофирование Лужской

губы и на ее загрязнение водами Луги, что также искажает результаты оценки воздействия строящихся объектов МТП «Усть-Луга». При таком подходе все выявленные негативные изменения экосистемы автоматически считаются обусловленными только оцениваемым воздействием объекта МТП, что приводит к очевидному искажению этой оценки.

Характеристика техногенной сукцессии Лужской губы

Абиотические условия. Лужскую губу и район расположения о. Сескар относят к солонатоводному району восточной части Финского залива [7]. Площадь Лужской губы составляет 192,9 км². Преобладающие глубины — 10 м, местами — до 20–30 м. Тенденция увеличения глубины — меридионально от устья р. Луги на север, однако в центре губы расположены мелководные банки.

Береговая линия изрезана слабо. Для большей части побережья Лужской губы свойственна сравнительно узкая литоральная зона (глубина — до 2 м, доля площади — не более 3%) с преобладающими каменистыми грунтами, подверженная волнобою.

Максимальная летняя температура воды у поверхности в разные годы варьирует от 14 до 21° С, зимняя — 1° С.

Прозрачность воды обычно — 2–3 м по белому диску, однако варьирует от 0,6 м (южная часть губы) до 4,0 м (северная, наиболее глубоководная часть), подвержена выраженным сезонным колебаниям и значительно зависит от ветрового перемешивания. При ведении дноуглубительных и намывных работ в период строительства МТП «Усть-Луга» прозрачность воды в южной части губы уменьшается и не превышает 1,6 м.

Соленость определяется метеорологическими и гидродинамическими условиями, в приповерхностном слое воды изменяется от 0,1 до 5,8‰, в придонном — от 2,2 до 7,7‰.

Содержание взвешенных в воде веществ варьирует в мелководной зоне в приповерхностном слое — от 3 до 35 мг/л, в придонном — от 8 до 170 (максимумы — в шторма). На глубинах более 10 м — не более 10 мг/л. При ведении дноуглубительных и намывных работ регистрировалось увеличение показателя до 60, при дампинге — до 11 мг/л.

Общая гидрохимическая характеристика акватории губы по основным параметрам соответствует таковой для восточной части Финского залива в целом. К настоящему времени на различных участках акватории регистрируются локальные превышения ПДК (с кратностью менее 10) по таким показателям, как содержание в воде сульфатов, хлоридов, железа и магния [11, 14].

Для оценки степени загрязненности донных отложений, в связи с отсутствием федеральных нормативов, сейчас вынужденно используется региональный норматив [12]. Донные грунты в районе МТП спорадически характеризуются превышением допустимого содержания меди, цинка и железа, относятся к классам 0 (чистые), 1 (слабозагрязненные) или, крайне редко, 2 (умеренно загрязненные). Бактериологические и паразитологические показатели донных отложений — в пределах допустимых значений.

Фоновое состояние экосистемы Лужской губы исходно, до начала портового строительства, отличалось от естественного, поскольку губа является заливом Балтийского моря, испытывающего эвтрофирование и загрязнение. Кроме того, экосистема Лужской губы находится также под существенным воздействием вод р. Луги. Одним из наиболее значительных источников загрязнения лужских вод является комбинат «Фосфорит», деятельность которого включает в себя полный цикл добычи, обогащения и переработки фосфатного сырья и сопровождается образованием твердых, жидких и газообразных отходов различного генезиса. При добыче фосфо-

ритов происходит образование карьерных вод с общим среднегодовым дебитом до 3000 м³/ч, которые сбрасываются в реку и загрязняют ее фосфатами, сульфатами, соединениями аммония, талловыми мылами. С территории хвостового хозяйства в р. Лугу попадают также инфильтраты сточных и дренажных вод, в том числе и наиболее токсичные — с хранилища мокрых фосфогипсов и шламонакопителей (инфильтрационные потери более 40 м³/ч и более 10 м³/ч, соответственно). Лужские воды загрязняются также соединениями серы, азота и фосфора, выбрасываемыми в атмосферу и осаждающимися затем на водосборную территорию. Это воздействие существенно сказывается на качестве водной среды р. Луги, на состоянии ее биоты и на запасах ценных гидробионтов [17]. Однако, к сожалению, в рамках действующей нормативной базы не предусмотрен учет этих фоновых изменений экосистемы при оценке изучаемого влияния объектов строительства объектов МТП «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы.

Макрофиты, фитобентос и перифитон. Слабая изрезанность береговой линии, каменистые грунты и постоянное воздействие прибоя ограничили распространение прибрежной растительности. Вследствие этого она сосредоточена лишь вдоль южного побережья, где до начала строительства занимала почти всю литораль до изобаты 1 м, образуя полосу шириной до 1 км. Сейчас площадь, занятая зарослями, составляет около 800 га [10, 19]. Преобладает воздушно-водная растительность. В ее зарослях доминируют умеренно густые формации камыша озерного и тростника обыкновенного. Свободные от воздушно-водной растительности площади в основном заняты погруженной растительностью (наяды морская, уруть колосистая, рдест маленький, ряска трехдольная, кувшинка белая). Западнее устья р. Луги заросли макрофитов менее развиты и не столь густы (рис. 11).

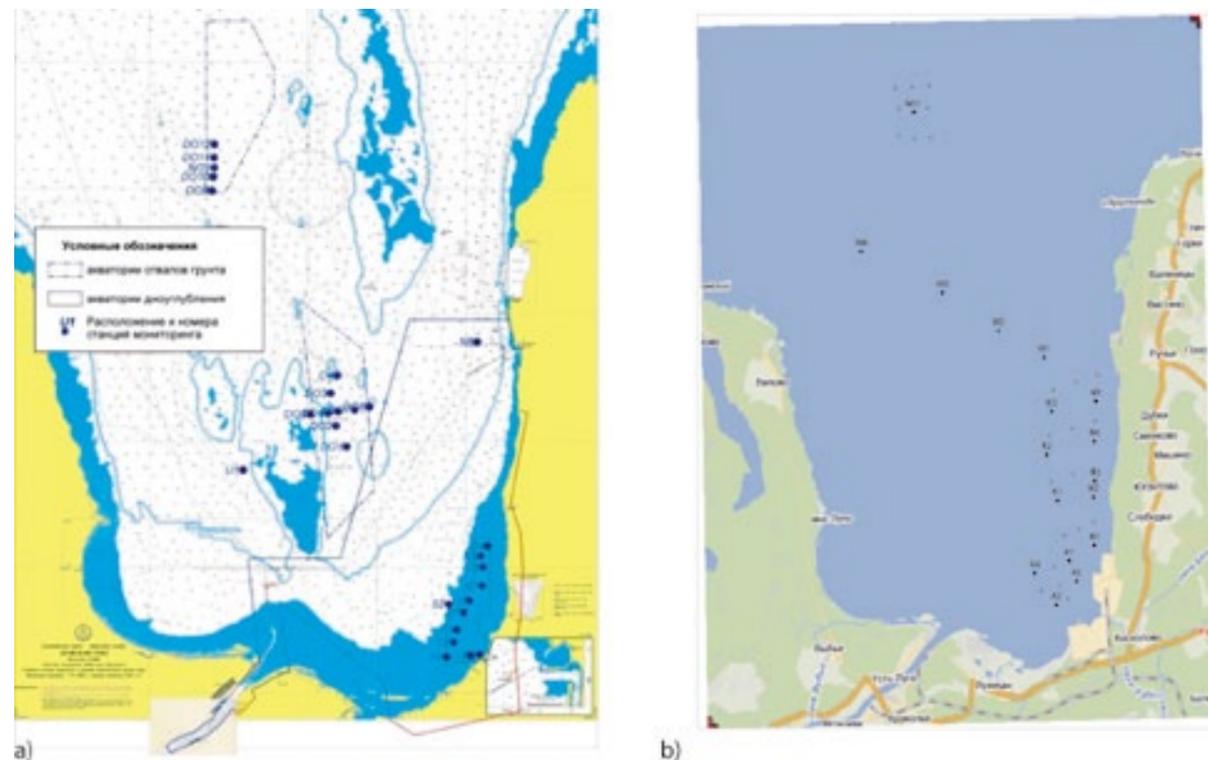


Рис. 9. Примеры местоположения станций локального экологического мониторинга строительства объектов порта для двух разных лет (а — 2008 г., б — 2011 г.)

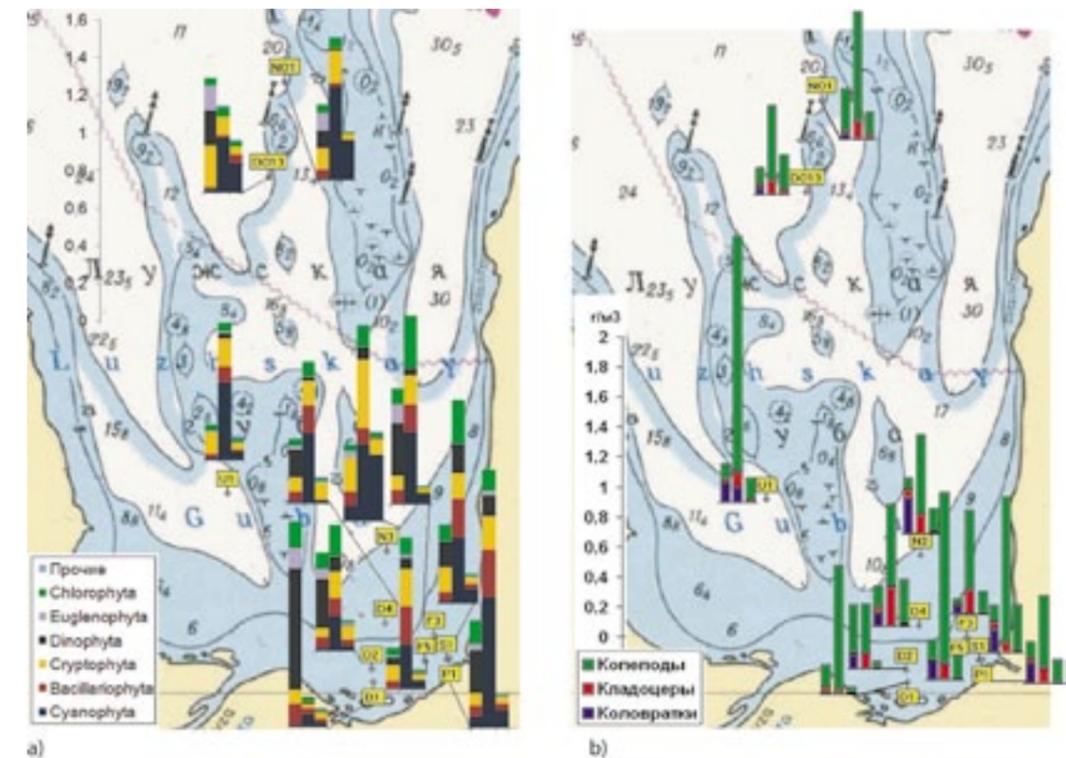


Рис. 10. Примеры результатов локального гидробиологического мониторинга (состав и биомасса фитопланктона (а) и зоопланктона (б), г/м³; остальные пояснения в тексте)

Отмечается значительное развитие на мелководьях нитчатых водорослей. По внешней границе зоны зарослей доминирует, занимая значительную площадь, рдест пронзеннолистный. На банках в центральной части губы имеются заросли красных и бурых водорослей.

Фито- и бактериопланктон. До начала строительства в фитопланктоне Лужской губы по численности преобладали виды из отдела зеленых (хлорококковые), по биомассе — динофитовые (перидинеи — в прибрежье) или диатомовые (мористее). Биомасса фитопланктона пространственно варьировала летом от 0,1 г/м³ на глубинах более 10 м до 0,7 г/м³ в открытой литорали. В целом, по составу и показателям обилия фитопланктон соответствовал олиготрофным водоемам. Однако лабильный гидродинамический режим Лужской губы, характеризующийся существенными пространственно-временными изменениями солёности и выраженными ветровыми течениями, определяет и сравнительно высокую динамичность показателей фитопланктона как в пространстве (в градиенте солёности), так и во времени. Так, периодически регистрировалось резкое возрастание показателей обилия фитопланктона до уровней, характерных эвтрофным водоемам [3].

Численность сапрофитных бактерий летом варьировала по акватории также незначительно (от 350 до 920 кл/мл). По фоновому состоянию бактериопланктона воды Лужской губы тоже классифицировались как олиготрофные с чертами мезотрофии, отдельные участки — как «очень чистые» (по В. Н. Жукинскому и др., 1978 г. [4] — менее 0,5 тыс. кл/мл), остальные — как «чистые» (0,5–1,0 тыс. кл/мл).

В период строительства МТП «Усть-Луга» в фитопланктоне преобладают широко распространенные эврибионтные формы, характерные для пресноводных водоемов, вполне типичные для Лужской губы и для восточной части Финского залива в целом [10, 19].

Наиболее часто и выражено доминируют цианобактерии. К доминантам и субдоминантам периодически относятся также криптофитовые, зеленые, диатомовые, иногда — динофитовые водоросли.

Пространственно-временная вариабельность численности фитопланктона — от 2 до 67 млн/кл/л. Биомасса фитопланктона обычно не превышала 1 г/м³ (выше — редко, максимально — до 4 г/м³), т. е. оставалась, как правило, в пределах исходного порядка величин.

В целом, существенного отрицательного воздействия гидротехнических работ на количественные показатели развития фитопланктона не отмечено.

Локально же регистрировались все типы реакции фитопланктона на гидротехническое воздействие:

- нейтральная (например, при ведении гидротехнических работ на относительно глубоководных участках возле о. Сескар);
- негативная (в мелководной части акватории губы, при существенном замутнении вод в зоне прямого воздействия гидромеханизированных работ непосредственно в период их ведения — временное ингибирование продукции фитопланктона и снижение его биомассы на фоне увеличения доли крупноклеточных и колониальных форм);
- позитивная (в местах дампинга — стимулирующий первичную продукцию эффект мобилизации биогенных соединений в воду при сбросе грунтов на отвалы, сопровождающийся увеличением доли и обилия мелких одноклеточных водорослей с большой удельной поверхностью и высокой удельной продуктивностью).

Количественные показатели фотосинтетических пигментов фитопланктона существенно варьируют, но эта вариабельность в основном детерминирована закономерностями



Рис. 11. Область современного распространения зарослей макрофитов (выделена желтым)

их естественной пространственно-временной динамики. На таком фоне влияния строительных работ на эти показатели не выявляется. Достоверное снижение скорости фотосинтеза фитопланктона, снижение численности и биомассы фитопланктона и значений количественных характеристик фотосинтетических пигментов регистрируются лишь непосредственно в импактной зоне с наибольшим замутнением вод.

Следует отметить, что в последние годы наблюдается увеличение роли криптофитовых в фитопланктоне южной части Лужской губы. Кроме того, к настоящему времени по всей Лужской губе распространилась эвгленовая водоросль *Eutreptia sp.* Доминирование этого вида, ранее не наблюдавшееся, как и увеличение роли криптофитовых, свидетельствуют об ухудшении качества воды (загрязненность вод легкоминерализуемыми органическими веществами). В целом, фитопланктон Лужской губы соответствует уровню β-мезотрофии.

Зоопланктон Лужской губы, как и фитопланктон, характеризуется выраженной пространственно-временной динамикой. Наряду с сезонной ритмикой, он подвержен значительному влиянию нестабильных гидродинамических условий и градиента солёности [10, 19].

В составе зоопланктона всего обнаружено более 150 видов, среди которых преобладают пресноводные (примерно 40%; локализованы преимущественно в более распресненной южной части губы) и эвригалитные (также около 40%). Количество морских и солоноватоводных видов меньше и составляет ориентировочно по 10% от общего состава. К настоящему времени видовой состав зоопланктона под воздействием гидростроительства несколько обеднен за счет уменьшения количества видов коловраток и кладоцер, особенно — беспанцирных коловраток.

Летом преобладающие ветры северо-западного направления создают сгущения планктона в юго-восточной части акватории губы. В штиль же основным фактором пространственного распределения зоопланктона оказывается течение р. Луги. В фоновых условиях (до начала строительства) наиболее высокой была летняя биомасса зоопланктона пелагиали (в среднем — 2–3 г/м³), на литорали она не превышала 1 г/м³, в основном из-за сильного волнового воздействия. Однако в ценолитическом отношении зоопланктон литорали, наоборот, намного богаче, поскольку включает также пресноводные лужские и прибрежные зарослевые виды (при исчезновении наиболее галофильных морских видов). Фоновые показатели обилия и продуктивности зоопланктона исходно соответствовали пограничным значениям между олиго- и β-мезотрофией, к настоящему же времени они более свойственны β-мезотрофии.

До начала строительства в зоопланктоне пелагиали выразительно доминировали ветвистоусые рачки (около 70% биомассы), в зарослевой литорали — колоподы (более 80%), в открытой литорали — коловратки (около 60%). К настоящему времени структура зоопланктона пелагиали несколько изменилась. По численности теперь обычно доминируют коловратки (в среднем — около 50% биомассы, иногда — до 75%), обычные доминанты — мелкие *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и *Euchlanis dilatata*, доля колопод — редко более 30%, ветвистоусых — не более 2%. По биомассе же резко доминируют колоподы (до 90%), в основном за счет крупных солоноватоводных видов (*Acartia clausi*, *Eurytemora hirundoides*) и пресноводного *E. Jacustris*. Коловратки доминируют лишь локально и кратковременно, обычно доля их в биомассе зоопланктона не превышает 30–40% (в основном за счет видов из рода *Keratella*). Доля ветвистоусых не превышает обычно 10%, изредка достигает 25%, в основном за счет крупных *Cercopagis pengoi*.

Общая биомасса зоопланктона по-прежнему выше в пелагиали: в мелководной части губы она не превышает 1,4 г/м³ и в среднем составляет около 0,8 г/м³, в глубоководной — по-прежнему составляет в среднем около 2 г/м³. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона как в фоновых условиях, так и при строительстве довольно стабильно приходятся на май-июнь и вторую половину лета или, реже, начало осени. Достоверное уменьшение показателей обилия регистрируется лишь локально и временно непосредственно в районах гидротехнических работ, в зоне повышенной мутности. В целом же, показатели обилия и продуктивности зоопланктона и характер их пространственной и временной динамики значимо не изменились. Лужская губа до сих пор является одним из наиболее продуктивных по зоопланктону участков восточной части Финского залива. Более того, наиболее продуктивной по-прежнему остается, как и до начала строительства, сравнительно глубоководная зона именно южной части губы, наиболее затронутой портостроительным воздействием (биомасса — до 3 г/м³). Крупные каланоиды, дающие большой вклад в биомассу зоопланктона, активно используются в пищу салакой. Их обилие по-прежнему создает достаточно благоприятные условия для ее нагула.

Зообентос Лужской губы изучался разными исследовательскими коллективами, начиная с 1930-х гг., и к настоящему времени может считаться известным достаточно полно. Так, различные бентологические экспедиции проводились здесь в 30-х гг. XX в. [6], в 90-х [1, 2, 13, 16] и далее, в связи со строительством МТП «Усть-Луга», ежегодно ([5, 8, 9, 18], исследования по программам локального мониторинга объектов МТП — ООО «Эко-Экспресс-Сервис» и др.).

Как известно, именно зообентос является наилучшим биоиндикатором состояния водной экосистемы и ее изменений. Он четко локализован, сравнительно стабилен в пространстве и времени и долго сохраняет следы существенных внешних воздействий. Кроме того, зообентос является существенным компонентом кормовой базы многих видов рыб и околоводных и водоплавающих птиц, играет значительную роль в процессах самоочищения водной среды и др. Все это определяет особое внимание к донным сообществам при оценке антропогенных воздействий на гидроекосистемы.

Основными естественными факторами, определяющими состав и структуру сообществ зообентоса в Лужской губе, являются варьирующий, меридионально направленный градиент солёности, гидродинамический режим и свойства субстратов (структура грунтов и наличие водной растительности). Так, в зависимости от солёностного режима, в различных участках губы варьирует роль представителей различ-

ных фаунистических комплексов — морского эвригалитного (например, *Macoma baltica*, *Balanus improvisus*), реликтового гляциально-морского (*Mesidothea entomon*, *Pontoporeia affinis*), солоноватоводного (*Dreissena polymorpha*, *Corophium curvispinum*) и пресноводного (малоцетинковые черви, личинки двукрылых насекомых). В зависимости от преобладающих грунтов, формируются псаммофильные, литофильные или пелофильные сообщества.

К наиболее влиятельным антропогенным воздействиям следует отнести эвтрофирование и гидротехнические работы, связанные со строительством МТП (образование искусственных территорий, дноуглубление, связанное с ним перемещение и складирование изъятых грунтов на отвалы).

Результаты сравнительной оценки описаний состояния макрозообентоса Лужской губы, сделанных в разное время, показывают, что антропогенное эвтрофирование Лужской губы происходит уже длительно (прослеживается с 30-х гг. XX в.). Это проявлялось в закономерных изменениях донных сообществ — в частности, для такой сукцессии характерно наблюдаемое в Лужской губе обеднение бентоса глубоководных заиленных биотопов вследствие нарастающей гипоксии при увеличении разнообразия и обилия сообществ сравнительно мелководных (5–10 м) слабозаиленных биотопов (в основном за счет фильтраторов — *M. baltica*, с биомассой до нескольких сотен граммов на квадратном метре) [1, 2, 8, 13]. Наряду с общей тенденцией эвтрофирования Балтийского моря, на сукцессию экосистемы Лужской губы влияет и биогенная нагрузка на р. Лугу, формируемая сточными водами ООО ПГ «Фосфорит» и населенных пунктов на ее водосборной территории [17].

Гетерогенность субстратов, усиленная упомянутыми последствиями эвтрофирования, изменчивость поля солёности и гидродинамического режима обусловили существенную пространственную и временную неоднородность зообентоса еще в фоновом его состоянии, до начала строительства в 1990-х гг. Согласно нашим данным (фондовые материалы ООО «Эко-Экспресс-Сервис»), в июле 1992 г. нумерический кластерный анализ с использованием критерия Сьеренсена позволил выделить в Лужской губе при 50%-м уровне видовой схожести три основных сообщества макрозообентоса, а на 70%-м уровне — четыре основных сообщества со следующими характеристиками (табл. 1).

При этом наиболее богатым разнообразием и наибольшей биомассой кормового для рыб бентоса (без учета крупных моллюсков) отличалось сообщество зарослевой сублиторали, а наименьшим разнообразием и минимальной биомассой — бентос открытой сублиторали с твердыми субстратами, подверженной волновому воздействию. Биомасса тотального макрозообентоса в профундали была максимальной, но определялась преимущественно массой двусторчатых моллюсков *Macoma balthica* (при этом биомасса кормового бентоса в профундали — на порядок величин меньше, чем в зарослевой сублиторали). При этом наиболее разнообразным и обильным в профундали был макрозообентос банок, расположенных в центральной части губы (локально — до нескольких сотен граммов на квадратном метре с выраженным доминированием *M. baltica*), а самыми однообразными и количественно бедными (десятки или сотни миллиграммов на квадратном метре) оказались наиболее глубоководные сообщества (более 20 м) на выходе из губы. Пики показателей обилия разнотипных сообществ обычно достигаются более или менее синхронно (плотность — в июне, биомасса — в июле).

Сапробные индексы в наиболее богатых и разнообразных сообществах (в зарослевой сублиторали) соответствовали условиям олиго-β-мезосапробности или даже олигосапроб-

ности (в настоящее время — β-мезосапробности), а в профундали — в основном β-α-мезосапробности (кроме глубоководной бентали с выраженной гипоксией).

В сравнительно глубоководной бентали (более 10 м) с применением водолазного метода [1, 2] было описано также своеобразное сообщество обрастателей, представленное *B.improvisus*, *D.polymorpha* и гидроидными полипами *Cordylophora caspia*.

Воздействие портового гидростроительства на зообентос имеет более локальный характер, чем на планктон, и в основном проявляется непосредственно в зоне механических воздействий (изъятие и сброс грунтов). На периферии зоны прямого воздействия с повышенной мутностью и более интенсивной седиментацией влияния на бентос часто обнаружить не удастся. Однако в значительной степени это может быть объяснено не столько отсутствием воздействия, сколько существенной фоновой пространственно-временной вариабельностью его характеристик, затрудняющей выявление достоверных экзогенных изменений. Это особенно вероятно с учетом того, что в зоне влияния гидротехнических работ пространственно-временная изменчивость макрозообентоса Лужской губы дополнительно возрастает [9].

В зонах прямого воздействия происходит полное или преимущественное уничтожение бентонтов. Наиболее чувствительными к воздействию при этом оказываются виды, имеющие высокую кормовую ценность для рыб-бентофагов (личинки комаров-звонцов, сравнительно мелкие ракообразные из местной фауны) и играющие важнейшую роль в самоочищении гидрозкосистемы (двустворчатые моллюски-фильтраторы, в первую очередь — *M.baltica*).

Минимальные значения показателей обилия макрозообентоса в Лужской губе, в целом, приходятся на последние годы первого десятилетия XXI в. (снижение средней биомассы зообентоса по акватории губы — десятикратно, для некоторых моллюсков и ракообразных — до двадцатикратного уменьшения по сравнению с фоновыми значениями) [9, 10].

Тенденция к компенсаторному росту биомассы зообентоса после окончания дноуглубительных работ наблюдается, начиная с 2007–2008 гг. [10, 15]. Восстановление макрозообентоса после окончания дноуглубительных работ происходит различными темпами. Так, практически сразу после окончания воздействия начинается постепенное заселение грунтов короткоциклическими эврибионтными видами-эксплорентами. Достижение исходной биомассы и стабилиза-

ция популяционной структуры *M.baltica* требует значительно большего времени — нескольких лет. Следует, однако, отметить, что при возвращении исходных значений биомассы сообществ их исходный видовой состав не восстанавливается. В обедненные воздействием бентоценозы вторгаются (и часто достигают значительных показателей обилия) многочисленные виды-интродуценты. К настоящему времени список видов зообентоса Лужской губы за счет инвазивных видов увеличился почти вдвое [5, 10].

Так, в последние годы по Лужской губе повсеместно распространились солоноватоводные короткоциклические виды полихет, устойчивых к повышенной мутности воды. Полихеты видов из рода *Marenzelleria* попали в Финский залив сравнительно недавно [7], но сейчас уже достигли в Лужской губе 100% встречаемости в пробах и дают наиболее существенный вклад в биомассу кормового бентоса (до 95% биомассы). Полихеты *Manayunkia aestuarina* (Bourne, 1883) были впервые обнаружены на акватории Лужской губы в 2006 г., достигли максимума в 2009-м, сейчас наблюдается некоторое уменьшение абсолютных и долевых показателей их обилия [10]. Из двенадцати видов высших ракообразных пять, т. е. почти половина (бокоплавы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), *Corophium volutator* (Pallas, 1766) и др.), также являются инвазивными [5] и т. д. При этом инвазивным видам-эксплорентам свойственна высокая эврибионтность, позволяющая в сжатые сроки заселить обширную акваторию с разнообразными биотопами и обеспечивающая особые конкурентные преимущества перед местными видами в среде, дестабилизированной негативным антропогенным воздействием.

Однако степень потребления местными рыбами-бентофагами интродуцентов пока не изучена, что затрудняет оценку состояния их новой кормовой базы. Если же не учитывать полихету *Marenzelleria sp.* и иных интродуцентов с еще не известной пищевой ценностью и доступностью для рыб, то количественные характеристики кормового зообентоса (в том числе и биомасса) оказываются сейчас по-прежнему меньше фоновых. Наиболее существенно кормовой зообентос лимитирован по сравнению с фоновым своим состоянием:

- вдоль берега на юго-востоке и на востоке Лужской губы (в районах проведения наиболее интенсивных работ);
- по соседству с этими участками в направлении основных течений (разносивших взвешенные вещества от районов работ);

Биотопы	Биомасса, г/м ²	Биомасса («кормовой» бентос), г/м ²	Количество характерных видов	Индекс Шеннона, бит/экз	Интерпретация индексов сапробности	Наличие видов-индикаторов
Сублитораль, без макрофитов	0,1±0,1	0,1±0,1	3	<0,5	β-мезосапробность	—
Сублитораль, макрофиты	37,7±6,7	37,7±6,7	34	до 4,0	олиго-β-мезосапробность	олиго-сапробность
Профундаль, до 10 м	9,6±5,1	0,5±0,2	6	1,5	β-α-мезосапробность	β-α-мезосапробность
Профундаль, более 10 м (в отсутствии гипоксии)	54,5±31,2	13,7±3,0	7	1,9	β-α-мезосапробность	β-α-мезосапробность

Табл. 1. Некоторые характеристики основных сообществ макрозообентоса Лужской губы до начала строительства (1992 г.)

- на подводном отвале в районе банки Мерилода в период его использования и на новом подводном отвале грунта (снижение биомассы на несколько порядков величин, при полном и, вероятно, необратимом исчезновении стенобионтов и видов с длительным жизненным циклом) [10, 18].

Рыбное население Лужской губы довольно богато (34 вида и минога). Губа играет большую роль в воспроизводстве рыбных запасов восточной части Финского залива, имеет высшую категорию рыбохозяйственной ценности. В XX в. являлась одним из основных районов рыболовного промысла. Сохраняет существенное промысловое значение и сейчас, при ведущемся портовом строительстве, однако вылов значительно сократился (рис. 12). Сейчас он варьирует около 150 т/год, а до начала строительства (в 1990-х гг.) составлял около 750 т/год. Отчасти снижение рыбных запасов определяется также и общей закономерностью динамики рыбных запасов Балтийского моря, имеющей циклический характер и достигающей сейчас очередного минимума.

Промысел ведется небольшими организациями на бывших участках рыболовецкого колхоза «Балтика». Основной промысел приходится на II квартал (время нерестовых мигра-

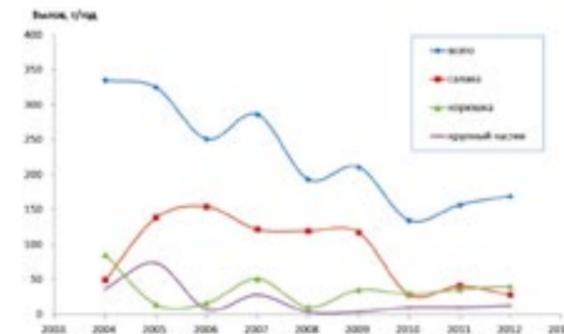


Рис. 12. Динамика вылова рыбы в 2004–2012 гг. в Лужской губе (фондовые материалы ФГУ «Севзапрыбвод», включают и данные по спортивно-любительскому рыболовству)

ций). В уловах преобладает салака. Существенное промысловое значение имеют также плотва, окунь, корюшка.

До начала портового строительства Лужская губа играла важнейшее значение в воспроизводстве основной промысловой рыбы восточной части Финского залива — сала-

Прибрежная зона		Южный мелководный участок (глубины до 10 м)		Глубоководный район (глубины более 10 м)	
Вид	Встречаемость, %	Вид	Встречаемость, %	Вид	Встречаемость, %
Колюшка трехиглая	87	Ерш	100	Салака	100
Окунь	84	Окунь	85	Корюшка	82
Колюшка девятииглая	71	Густера	57	Колюшка трехиглая	79
Уклея	68	Судак	57	Ерш	43
Плотва	61	Плотва	43	Минога	39
Ерш	42	Сырть	43	Колюшка девятииглая	39
Сырть	37	Корюшка	43	Бельдюга	36
Лещ	32	Колюшка трехиглая	29	Судак	32
Пескарь	30	Лещ	14	Окунь	29
Густера	26	Салака	14	Плотва	25
Щиповка	21	Бельдюга	14	Бычок четырехрогий	21
Салака	21	—	—	Сиг	18
Судак	8	—	—	Ряпушка	14
Гольян	8	—	—	Килька	14
Голавль	5	—	—	Лещ	7
Щука	5	—	—	Треска	7
Красноперка	5	—	—	Сырть	4
Язь	5	—	—	Липарис	4
Корюшка	5	—	—	—	—
Линь	5	—	—	—	—
Сиг	3	—	—	—	—
Песчанка	3	—	—	—	—

Табл. 2. Встречаемость видов рыб на различных участках Лужской губы

ки, поскольку банки в центре и на севере губы и прибрежные биотопы (глубины от 3 до 15 м) предоставляют весьма подходящие для этого условия — по сололености, глубине, структуре грунтов и наличию водорослей, необходимых салаке в качестве нерестового субстрата. Салака — планктофаг, и поскольку продуктивность планктона почти не пострадала при строительстве, кормовая база салаки до сих пор остается достаточно существенной.

Кроме того, в губу впадает р. Луга — крупнейшая лососявая река Финского залива, один из немногих водотоков, до сих пор сохранивших значение для естественного воспроизводства балтийского лосося и населенных крупнейшей популяцией балтийской кумжи (вида, занесенного в Красную книгу России). На р. Луге расположен также один из рыбоводных заводов, поддерживающий репродукцию популяции балтийского лосося. Все перечисленное определяет особые рыбохозяйственные требования к режиму охраны этой гидросистемы.

Императивными факторами, определяющими пространственное распределение ихтиофауны в Лужской губе, являются градиент солоености, глубины и свойства грунтов (табл. 2). Ихтиофауна южной мелководной зоны, наиболее распресненной лужским стоком, представлена преимущественно видами пресноводного комплекса, находящимися нерестилища в зарослевой сублиторали и достигающими здесь пика биомассы и плотности (более 200 кг/га) в июле-августе (доминируют колюшка трех- и девятиглая, окунь, уклея и плотва). При этом до начала портового строительства рыбопродуктивность восточной прибрежной зоны южной части губы была в несколько раз выше, чем западной.

Антропогенное воздействие, связанное со строительством объектов МТП «Усть-Луга», не привело к изменению видового состава рыбного населения, однако вызвало существенные изменения показателей его обилия, увеличило вариативность и изменило характер их пространственно-временной динамики [10, 15], привело к уменьшению рыбопродуктивности и уловов (см. рис. 12).

В целом рыбные запасы Лужской губы за период портового строительства уменьшились существенно. Их межгодовая вариативность существенно возросла, и в отдельные годы (2004, 2007, 2008 гг.) биомасса некоторых видов и вся ихтиомасса в целом локально достигала даже прежних высоких уровней, свойственных 90-м гг. XX в. Однако связано это было уже не с нагулом, а с нерестовыми миграциями, при которых локально возрастала популяционная плотность за счет крупных особей-производителей. Соответственно, сезонные пики биомассы сместились со второй половины лета на май-июнь. В остальные годы периода портового строительства ихтиомасса оказывалась на порядок меньшей, чем до его начала. Таким образом, в наибольшей степени рыбное население оказывается наиболее уязвимым к воздействию портового строительства во второй половине лета и осенью. При этом наиболее существенно уменьшение показателей обилия водных биоресурсов в юго-восточной зоне губы, наиболее затронутой портовым строительством [10, 15].

Условия для нереста в целом существенно ухудшились. Часть прибрежных нерестово-вырастных участков рыб пресноводного комплекса утрачена необратимо (отторгнутая под образование территорий часть зарослевой сублиторали), часть — обратимо (заиление в бывших зонах повышенного замутнения). Существенный вред воспроизводству салаки нанесло использование ее крупного нерестилища — банки Мериллода как отвала для перемещенных грунтов дноуглубления. Эта потеря, вероятно, в рыбохозяйственном аспекте наиболее значима, поскольку данное нерестилище имело важное значение для воспроизводства салаки восточной части Фин-

ского залива в целом, а перспективы восстановления его репродуктивной мощности весьма сомнительны.

Условия для нагула в целом также изменились к худшему. Если кормовая база планктофагов, как показано выше, восстанавливается быстро и фактически не пострадала, то состав, структура и обилие зообентоса существенно изменились, а восстановление их требует значительно большего времени. Более того, реставрация исходных донных сообществ в Лужской губе вообще невероятна, учитывая, что из фонового видового состава сообществ при воздействии были стенобионтные виды, а заменили их многочисленными интродуценты-эврибионты, более конкурентоспособные в условиях антропогенного воздействия. И поскольку кормовая ценность последних пока неясна, а запасы кормового местного бентоса понизились существенно и, видимо, необратимо, ущерб, нанесенный кормовой базе бентофагов, следует признать значительным.

Следует отметить и некоторые позитивные тенденции. Так, например, после переноса отвала из банки Мериллода (центр губы) мористее в районе старого отвала началось (с 2008 г.) закономерное постепенное улучшение условий водной среды, в том числе увеличение показателей обилия кормовой базы рыб и самих рыб. Сведений о возобновлении здесь нереста салаки нет, нерестилища существенно пострадала из-за регулярного сброса сюда грунтов дноуглубления, однако биотоп уже используется для нагула. Другой пример: западнее устья р. Луги в акватории, в гораздо меньшей степени затронутой воздействием, количественные показатели обилия рыбного населения не только не уступали исходным (за 1994–1997 гг.), но часто и превышали фоновый уровень (в отдельные годы — даже на порядок величин).

По результатам проведенного мониторинга [10], миграции лососевых рыб в Лужской губе в период строительства также претерпели изменения. Так, основные пути нагульных и нерестовых миграций лососевых рыб сместились из восточной прибрежной зоны Лужской губы, затронутой техногенным воздействием, в западную. Период осенней миграции производителей в некоторые годы (например, 2011 г.) существенно сократился. Тем не менее естественное воспроизводство лососевых сохраняется, скат смолтов — достаточно существенный (несколько тысяч), и большую долю при этом (около 60%) составляют покнатники, выросшие именно в естественных условиях.

Таким образом:

- Лужская губа сохраняет достаточную кормовую базу рыб-планктофагов и (возможно, в зависимости от реальной пищевой ценности и доступности интродуцентов) бентофагов;
- рыбохозяйственное значение Лужской губы остается достаточно большим;
- произошедшее техногенное уменьшение ее водных биологических ресурсов и рыбохозяйственной ценности на большей части акватории, затронутой воздействием, обратимо;
- естественное воспроизводство лососевых в р. Луге сохраняется.

Закключение

1) Рост функциональных показателей строящегося МТП «Усть-Луга» (грузооборот, количество судозаходов за единицу времени) происходит ускоренно, по некоторым показателям сейчас — экспоненциально. Это позволяет ожидать в ближайшем будущем и дальнейшего увеличения антропогенной нагрузки на экосистему Лужской губы, сопутствующей портовому строительству.

2) Анализ динамики природоохранных издержек МТП «Усть-Луга» показывает, что на этапе строительства основная их часть связана с воздействием на водную среду (плата за загрязнение и замутнение вод и компенсация вреда водным биоресурсам). Далее, на стадии эксплуатации объекта, структура издержек меняется в пользу платы за размещение отходов и за сброс загрязненных вод. Таким образом, основное негативное воздействие на гидросистему определяется гидростроительством и имеет временный характер.

3) Мониторинговые (т. е. целевые, подробные и регулярные) экологические исследования Лужской губы начались лишь XXI в., в связи с проектированием и строительством портовых объектов МТП «Усть-Луга». Организатором, координатором и основным исполнителем этих работ является компания «Эко-Экспресс-Сервис». В рамках ее мониторинговых программ началось комплексное изучение динамики абиотической среды и сообществ гидробионтов и околотовидной биоты с привлечением профильных субподрядных организаций и специалистов, что позволило обеспечить наблюдениям необходимую системность.

4) Инженерно-экологические изыскания, производственный экологический контроль, импактный экологический мониторинг в Лужской губе для обеспечения портового строительства ограничены пространственно. Однако при этом они выгодно отличаются от остальных гидробиологических исследований в Лужской губе высоким сгущением станций наблюдения в импактных зонах, подробностью, комплексным характером и регулярностью наблюдений.

5) Для обеспечения подлинной системности подхода к оценке воздействия строительства объектов портового комплекса на водную экосистему необходимо было бы учесть фоновую ее сукцессию (в данном случае — изменения, вызываемые эвтрофированием, воздействием вод р. Луги и кумулятивных эффектов от уже строящихся и эксплуатируемых терминалов и иных фоновых антропогенных воздействий). В рамках действующей нормативно-методической базы этого не предусмотрено, что ведет к искажению оценки ожидаемого воздействия проектируемых портовых объектов на морскую среду.

6) Достоверных техногенных пространственных изменений показателей обилия фитопланктона Лужской губы из-за портового строительства не выявляется, его продуктивность лимитируется лишь в некоторых импактных зонах. Современное состояние фитопланктона Лужской губы, как и остальных сообществ гидробионтов, в целом соответствует уровню β-мезотрофии. Ряд биоиндикационных признаков свидетельствует в последние годы о прогрессирующем эвтрофировании.

7) В сообществах водных беспозвоночных наблюдается обеднение исходного видового богатства и разнообразия за счет лимитирования стенобионтных видов и сестонофагов-фильтраторов. В зоопланктоне преимущественно лимитированы ветвистоусые раки и коловратки. В целом же продуктивность зоопланктона сохраняется сравнительно высокой везде, кроме тех участков, которые непосредственно затронуты гидротехническими работами в момент наблюдения. Кормовая база рыб-планктофагов (в том числе и салаки — основного промыслового вида восточной части Финского залива) практически не пострадала.

8) Основными естественными факторами, определяющими состав и структуру зообентоса в Лужской губе, являются градиент солоености, гидродинамический режим и свойства субстратов. К наиболее влиятельным антропогенным воздействиям следует отнести эвтрофирование и гидротехнические работы, связанные с портовым строительством. Сапробные

индексы в наиболее разнообразных и богатых сообществах (в зарослевой сублиторали) в начале 1990-х гг. соответствовали условиям олиго-β-мезосапробности или даже олиго-сапробности, в настоящее время — β-мезосапробности.

Воздействие портового гидростроительства на зообентос имеет более локальный характер, чем на планктон (в основном проявляется в зонах механического воздействия от изъятия и сброса грунтов), но имеет более длительные последствия. Минимальные значения показателей обилия макрозообентоса в Лужской губе в целом приходятся на последние годы первого десятилетия XXI в. (снижение средней биомассы зообентоса по акватории губы — на порядок величин). Тенденция к компенсаторному росту биомассы зообентоса после окончания дноуглубительных работ наблюдается, начиная с 2007–2008 гг. Темпы освоения нарушенных субстратов бентонитами очень варьируют (экспелеренты заселяют их почти сразу же, для возвращения крупных двусторчатых моллюсков требуются годы).

К настоящему времени список видов зообентоса Лужской губы за счет инвазивных видов увеличился почти вдвое. Некоторые эврибионтные интродуценты в прибрежных участках уже доминируют по биомассе и плотности (полихеты из рода *Marenzelleria*, *Manayunkia aestuarina*, бокоплав *Gmelinoides fasciatus*, *Corophium volutator* и др.). Восстановление исходного состава зообентоса, таким образом, вероятно, популяции многих фоновых видов кормовых бентонтов угнетены, а пищевая ценность и доступность интродуцентов для местных рыб-бентофагов пока не изучена. Это затрудняет оценку состояния кормовой базы бентофагов в ее современном состоянии.

9) Рыбное население отреагировало на негативное воздействие строительства МТП «Усть-Луга» еще в большей степени, чем зообентос. В целом рыбные запасы Лужской губы за период портового строительства существенно уменьшились. Их межгодовая вариативность существенно возросла. Вылов рыбы в Лужской губе значительно сократился (около 150 т/год против 750 т/год до начала строительства). Сезонные пики ихтиомассы сместились со второй половины лета (что в фоновых условиях связано было с нагульными миграциями) на май-июнь (нерестовые миграции с локальными скоплениями крупных особей-производителей). В остальные годы периода портового строительства ихтиомасса оказывается в целом на порядок меньшей, чем до его начала. Таким образом, в наибольшей степени рыбное население оказывается наиболее уязвимым к воздействию портового строительства во второй половине лета и осенью.

Условия для нереста в целом существенно ухудшились. Часть прибрежных нерестово-вырастных участков рыб пресноводного комплекса утрачена необратимо. Существенный вред воспроизводству салаки нанесло использование банки Мериллода как отвала для грунтов дноуглубления. Данное нерестилище имело важное значение для воспроизводства салаки восточной части Финского залива в целом, а перспективы его восстановления сомнительны. Восстановление специфических нерестовых субстратов, необходимых салаке, здесь маловероятно, но нагул планктофагов на банке уже снова возрастает.

10) Имеются некоторые позитивные тенденции, позволяющие прогнозировать частичное восстановление рыбохозяйственной роли губы после окончания строительства. Так, после переноса отвала из банки Мериллода (центр губы) мористее в районе старого отвала с 2008 г. га банке постепенно началось закономерное улучшение условий водной среды, увеличение показателей обилия кормовой базы рыб и самих рыб. Западнее устья р. Луги в акватории, мало затронутой

воздействием, показатели обилия рыбного населения сохранили, а иногда и значительно превышали фоновый уровень. Основные пути нерестовых миграций лососевых сместились от восточного берега губы к западному, но естественное воспроизводство лососевых в р. Луге по-прежнему сохраняется, и большую долю скатывающихся смолтов (около 60%) составляют выросшие в естественных условиях.

11) Лужская губа сохраняет достаточную кормовую базу рыб-планктофагов (а возможно, что и бентофагов — в зависимости от реальной пищевой ценности и доступности интродуцентов). Она по-прежнему имеет большое рыбохозяйственное значение. Наиболее весомые потери связаны с утратой части нерестилищ салаки. Однако в целом произошедшее уменьшение водных биологических ресурсов губы и ее рыбохозяйственной ценности на большей части акватории, затронутой воздействием, обратимо.

Литература

1. Анцулевич А. Е., Стогов И. А., Чивилев С. М. Гидробиологическая характеристика Лужкой губы // Экологическое состояние рыбохозяйственных водоемов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива): тез. докл. симпози. С.-Петербург, 14–16 апр. 1993 г. СПб, 1993. С. 18–19.
2. Анцулевич А. Е., Чивилев С. М. Современное состояние донной фауны Лужкой губы Финского залива // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Биология. 1992. Т. 3, № 17. С. 3–7.
3. Ежегодники качества морских вод восточной части Финского залива по гидробиологическим показателям в 1986–1989 гг. ФОЛ СЗУГКС, 1987–1990.
4. Жукинский В. Н., Оксикюк О. П., Олейник Г. Н., Кошелева С. И. Проект системы комплексной оценки качества поверхностных пресных вод // Водн. ресурсы. 1978. № 3. С. 83–93.
5. Зувев Ю. А., Малявин С. А. Высшие ракообразные (Malacostraca) Лужской губы (Финский залив Балтийского моря): современное состояние и антропогенное влияние // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Паланина РАН. Борок, 5–9 ноября 2012 г. Кострома: ООО Костромская печатный дом, 2012. С. 195–198.
6. Иоффе Ц. И. Сводный отчет о работах экспедиции ВНИОРХа по рыбохозяйственному исследованию Финского залива в 1934–1935 гг. Бентос (рук. С. В. Михин). Фонды ГосНИОРХ, 1935. С. 23–30.
7. Ляхин Ю. И., Макарова С. В., Максимов А. А., Савчук О. П., Силина Н. И. Экологическая обстановка в восточной части Финского залива в июле 1996 г. // Проблема исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5: Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Ч. 2: Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива. СПб: Гидрометеоиздат, 1997. С. 416–434.
8. Максимов А. А. Многолетние изменения макрозообентоса как показатели эвтрофирования восточной части Финского залива: сб. научн. тр. ГосНИОРХ, 2006. Вып. 331. С. 77–91.
9. Мицкевич О. И., Зувев Ю. А. Многолетние изменения бентосных сообществ Лужской губы под воздействием дноуглубления // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: XXIII международная конференция. 5–9 октября 2010 г., РГГМУ, С.-Петербург. http://2010.seacoasts.ru/reports/146/1_Mitskevich%20Long-term.doc.

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

11. Приказ Федерального агентства по рыболовству от 18 января 2010 г. № 20 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

12. Региональный норматив «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга». Санкт-Петербург, 1996 г. (утв. главным гос. сан. врачом по Санкт-Петербургу 17.06.1996 г. и комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов Санкт-Петербурга и Ленинградской области 22.07.1996 г.).

13. Романова А. П., Лаврентьева Г. М., Мещерякова С. В., Суслопарова О. Н., Огородникова В. А., Шуйский В. Ф. Экологическая оценка Лужской губы // Экологическое состояние рыбохозяйственных водоемов бассейна Балтийского моря (в пределах Финского залива): тез. докл. симпози. С.-Петербург, 14–16 апр. 1993 г. СПб, 1993. С. 55–57.

14. СанПиН 2.1.5.2582-10 Санитарно-эпидемиологические требования к охране прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения. (Утв. пост. главного гос. сан. врача РФ от 27.02.2010 г. № 15.)

15. Суслопарова О. Н., Шурухин А. С., Зувев Ю. А., Ляшенко О. А., Огородникова В. А. Изменение биоты Лужской губы за последние 10 лет вследствие строительства МТП «Усть-Луга» // ЭКОГИДРОМЕТ-2012: мат. VI международной конференции, 2–4 июля 2012, РГГМУ, Санкт-Петербург. СПб.: РГГМУ, 2012. С. 280–282.

16. Финский залив в условиях антропогенного воздействия / Румянцев В. А., Дробкова В. Г. (ред.). СПб.: ИНОЗ РАН, СБМФ, 1999. 368 с.

17. Шуйский В. Ф., Максимова Т. В., Петров Д. С. Изобилический метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса. СПб.: изд-во МАНЭБ, 2004. 304 с.

18. Шурухин А. С., Суслопарова О. Н., Титов С. Ф., Зувев Ю. А., Огородникова В. А., Яковлев А. С., Бамбуров И. С., Мицкевич О. И., Ляшенко О. А., Светашова Е. С. Изменение рыбохозяйственного значения Лужской губы в результате строительства МТП «Усть-Луга» // Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности: XXIII международная конференция. 5–9 октября 2010 г., РГГМУ, С.-Петербург. http://2010.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin%20Change.doc.

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



Эко-Экспресс-Сервис
 ООО «Эко-Экспресс-Сервис»
 195112 Санкт-Петербург, Заневский пр., 32, корп. 3
 Тел. 8 (812) 574-5790, факс 8 (812) 574-5794
 e-mail: ecoplus@ecoexp.ru
<http://www.ecoexp.ru>

PUMPING THE IMPOSSIBLE

ПОГРУЖНЫЕ НАСОСЫ, МОБИЛЬНЫЕ ЗЕМСНАРЯДЫ

Фирма DRAGFLOW S.R.L. (Италия) — один из ведущих производителей погружных грунтовых насосов с электрическим и гидравлическим приводом и мобильных земснарядов, специально спроектированных для работы с вязкими грунтами с высоким содержанием твердых частиц. DRAGFLOW S.R.L. за более чем 25-летний срок своего существования приобрела значительный опыт по всему миру в поставке дноуглубительного оборудования для различных отраслей, таких как портовая и морская отрасли, энергетическая промышленность, добывающая и обрабатывающая промышленность.

Погружные износостойкие насосы DRAGFLOW с рыхлителями и агитатором предназначены для перекачки бентонита, вязких, абразивных и водогрунтовых сред имеют следующий диапазон характеристик:

- производительность 30–1200 м³/час;
- напор до 62 м;
- мощность 2,2–220 кВт;
- масса 145–4350 кг;
- максимальное содержание твердых частиц по весу до 70%;
- максимальный размер твердых частиц до 120 мм;
- температура до 80 град С;
- уровень кислотности до 9,5 pH;
- для работы на больших глубинах до 250 м с применением компенсатора давления;
- во взрывобезопасном исполнении.

Смотрите работу насосов и земснарядов DRAGFLOW на видео в интернете:

Официальный дистрибьютор в России, странах СНГ и Балтии
DRAGFLOW RUSSIA
 тел. +7 812 642 55 30
 тел. +7 812 642 55 40
dragflow.russia@gmail.com
www.dragflow.ru

DRAGFLOW S.R.L.
 Via Pasubio, 40
 37069 Villafranca (VR) Italy
 Tel. +39 045 6304521
 Fax. +39 045 6335758
info@dragflow.it
www.dragflow.it

На правах рекламы.

ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНАЯ ПРОЕКТИРУЮЩАЯ КОМПАНИЯ

ООО «Балтморпроект» — это современная российская проектная компания в сфере строительства объектов морского и речного транспорта, работающая с 2008 г.

Наши услуги:

- Разработка проектной и рабочей документации, конструкторские комплекты для строительства;
- Конструктивное проектирование универсальных, специализированных, нефтехимических, металлургических, химических и объектов другой инфраструктуры, в том числе: проектирование технологических процессов работ на химических предприятиях; проектирование объектов транспортного и складского назначения; проектирование объектов в сфере административного назначения;
- Разработка сметной и исполнительной документации на строительные работы;
- Разработка проектной организации строительства;
- Разработка технологий по достройке зданий, оборудованию и инженерной подготовке новых территорий;
- Авторский надзор за строительством;
- Консультационные услуги: анализация на стадии и в процессе;
- Выполнение функций главного проектировщика;
- Полное или частичное выполнение гидротехнических сооружений.

Достоинства и преимущества:

- Сертификаты «ИСО 9001» № 140-СМБ-0001732-13 и наличие у ООО «Балтморпроект» интегрированной системы менеджмента, признанной и выданных аккредитованных в Российской Федерации документов [ISO 9001:2008, OHSAS 18001:2007, ISO 14001:2004, IAF 1554:2003];
- Сертификаты № 11-2810(ав) (ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ) Федеральной службы по надзору в сфере транспорта (РОСТРАНСНАДЗОР) и наличие аккредитованной, профессиональной и опытной команды специалистов по контролю за осуществлением государственного контроля за безопасностью морских портовых гидротехнических сооружений;
- Постоянное и качественное сотрудничество и взаимодействие с аккредитованными организациями по техническому контролю возводимых гидротехнических сооружений «Морпортэксперт». Регистрационный номер А-061;
- Сертификаты и допуски к работам по подготовке проектной документации, которая подготавливается на территории объектов строительства, выданные Санкт-Петербургской организацией Инженерно-технического партнерства «Проектная организация Северо-Запада», регистрационный номер В-044-075,7 от 11.09.2013 г.;
- Сертификаты и допуски к работам по выполнению инженерных изысканий, которые выполняются в процессе строительства, выданные Санкт-Петербургской организацией Инженерно-технического партнерства «Проектная организация Северо-Запада», регистрационный номер В-044-075,7 от 16.03.2012 г. Аттестат аккредитации испытательной лаборатории (центр) от 29.09.2013.

Дополнительная информация:
 Генеральный директор — Шабалов Виктор Иванович
 Телефон: (812) 251-61-18. Факс: (812) 495-07-45.
 e-mail: info@baltmp.ru
www.baltmp.ru

Адрес: 190035 г. Санкт-Петербург, ул. Галсальская, д. 3

На правах рекламы.

Издательство «ТАНДЕМ» [учредитель и издатель журнала «ГИДРОТЕХНИКА»] предлагает специальную литературу

В. И. Каминская.
Оптимизация проектных решений и технологии возведения намывных сооружений.

166 стр., твердый переплет.
 Издательство «Стройиздат — Северо-Запад», 2011.
 Стоимость 700 рублей.

- В содержании:**
- гидрогеомеханические процессы намыва сооружений и оснований под строительство;
 - прогнозирование свойств намытых грунтов на основе статистических оценок;
 - основы регулирования технологических процессов намыва сооружений и оснований;
 - автоматизированное управление процессами намыва; мониторинг качества намыва;
 - проектирование намывных сооружений и территорий;
 - опыт образования намывных сооружений и территорий;
 - рекультивация земель при гидромеханизированных работах.

При оплате по безналичному расчету книги отправляются получателю Почтой России, оплата пересылки — за счет издательства. Также книги можно приобрести в издательстве «ТАНДЕМ» по адресу:

Санкт-Петербург, ул. Тамбовская, 8, лит. Б, офис 34 (ст. м. «Обводный канал»).

Контакты: (812) 712-90-48, 712-90-66, info@hydroteh.ru