



ЭКОЛОГИЯ
УРБАНИЗИРОВАННЫХ
ТЕРРИТОРИЙ

Ecology of Urban Areas

Журнал издается при поддержке
Московского государственного строительного университета

№ 3, 2013

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Экологические проблемы урбанизированных территорий	<i>В. А. Жигульский, Т. С. Былина, Н. С. Царькова, Я. Б. Лавров, Н. А. Соловей, В. Ф. Шуйский, Е. Ю. Максимова.</i> Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. 1. Импактный мониторинг Лужской губы. 6 <i>И. В. Голубченко, Г. Т.-Г. Турикешев, Ш.-И. Б. Кутушев, Е. В. Козлова.</i> Динамика ландшафтов одного из участков Уфимского плато 15
Раздел 2. Урбанизация и социум	<i>М. Г. Панов, Г. П. Золотникова.</i> Влияние малых доз радиации на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы лиц молодого возраста. 23
Раздел 3. Экология жилой среды	<i>А. Я. Гаев, И. В. Куделина, Т. В. Леонтьева.</i> Проблемы гидросферы города Оренбурга и его окрестностей 28 <i>И. Н. Лыков.</i> Автотранспорт и городская среда 37
Раздел 4. Экологическая безопасность	<i>Л. Г. Нерадовский.</i> Возможности геофизических методов в мониторинге криогенной безопасности урбанизированных территорий криолитозоны России 42 <i>Ю. М. Фетисов, В. С. Боровков, О. В. Павлова.</i> Методические основы физического моделирования искусственной аэрации воды падающими струями 52
Раздел 5. Градостроительное регулирование	<i>Е. Г. Давыдова.</i> Линеamentная геоморфология и геоэкология равнинных территорий (на примере Калужской области) 56
Раздел 6. Экологические риски и экономические ущербы	<i>П. Н. Куранов.</i> Обоснование критериев районирования градостроительных территорий по степени опасности подтопления. 61 <i>Т. И. Филиппова, В. А. Семенов, Е. Г. Давыдова.</i> Климатическая и антропогенная обусловленность гидрогеологических рисков селитебных территорий Калужской области 69
Раздел 7. Ресурсосбережение	<i>Е. В. Орлов.</i> Экологические и ресурсосберегающие решения при строительстве систем внутреннего водопровода, канализации и мусороудаления в жилых домах эконом-класса 74
Раздел 8. Биота на урбанизированных территориях	<i>М. А. Корольков, Е. А. Артемьева, Д. А. Корепова.</i> Арбузовско-Телешовские луга в пойме реки Свияги — новая перспективная Особо охраняемая природная территория и Ключевая орнитологическая территория Среднего Поволжья 80 <i>А. А. Стекольников, С. П. Гапонов.</i> Особенности динамики численности мелких млекопитающих и их эктопаразитов в градиенте урбанизации в Воронежской области 86 <i>В. В. Алексанов, С. К. Алексеев, М. Н. Сионова.</i> Микростациональная дифференциация населения жуужелиц на садовых участках в урбанизированном ландшафте 93 <i>Е. А. Алленова, Г. В. Чернова, О. П. Эндебера.</i> Оценка функциональной асимметрии у модельного биологического объекта в условиях воздействия крайне высокочастотного излучения 98
Раздел 9. Экологический мониторинг и нормирование	<i>А. Г. Мамедбейли, Х. Г. Асадов, Н. Г. Джавадов.</i> Вопросы применения дистанционного зондирования для мониторинга вегетационных участков и непроникающей земной поверхности урбанизированных территорий 103 <i>В. А. Жигульский, Т. С. Былина, Н. С. Царькова, Я. Б. Лавров, Н. А. Соловей, В. Ф. Шуйский, Е. Ю. Максимова.</i> Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. 2. Техногенная сукцессия Лужской губы. 107 <i>Ю. В. Устинова, А. Е. Насонова.</i> Сопоставление нормативной базы в области экологического строительства и профессионального и общественного интереса к данной теме 120
Раздел 10. Экологическая экспертиза, оценка и прогноз	<i>А. А. Евсеева.</i> Оценка устойчивости городских лесных фитоценозов. 125
Раздел 11. Конференции, симпозиумы, съезды	II Международные академические чтения «Биосферосовместимые технологии в развитии регионов» 130 3-я Международная научно-практическая конференция «Интегрированные энергоэффективные технологии в архитектуре и строительстве» 132

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО
МОНИТОРИНГА
И ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ
СТРОЯЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ
МОРСКОГО ТОРГОВОГО
ПОРТА «УСТЬ-ЛУГА»
НА ЭКОСИСТЕМУ
ЛУЖСКОЙ ГУБЫ.
2. ТЕХНОГЕННАЯ
СУКЦЕССИЯ ЛУЖСКОЙ
ГУБЫ**

В. А. Жигульский, к. т. н., директор
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
ecoplus@ecoexp.ru,
Т. С. Былина, нач. отдела
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
bylina@ecoexp.ru,
Н. С. Царькова, нач. отдела
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
carkova@ecoexp.ru,
Я. Б. Лавров, гл. специалист
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
lavrov@ecoexp.ru,
Н. А. Соловей, вед. специалист
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
n.solovey@ecoexp.ru,
В. Ф. Шуйский, нач. отдела
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
shuisky.v@mail.ru,
Е. Ю. Максимова, инженер-эколог
ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
e.maximova@ecoexp.ru

В статье рассматриваются результаты экологического мониторинга воздействия морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. Определены основные современные тренды сукцессии гидроэкосистемы. Авторами характеризуется антропогенная сукцессия экосистемы Лужской губы; анализируются изменения основных абиотических и биотических компонентов экосистемы и даются прогнозы дальнейшей сукцессии. Установлено, что основными реципиентами воздействия являются зообентос и рыбы, а многие антропогенные изменения экосистемы являются еще обратимыми.

Some results of the environmental monitoring of the sea trade port 'Ust'-Luga' impact on the Luga Bay's ecosystem are analyzed. The main modern trends of hydroecosystem succession are revealed. It is the second of two articles of this series that characterizes the anthropogenic succession of Luga Bay's ecosystem. Changes of the main abiotic and biotic ecosystem components are analyzed. Forecasts of a further succession are given. The main recipients of impact are a zoobenthos and fishes. Many anthropogenic changes of ecosystems are still reversible.

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

Key words: ecological monitoring, hydraulic construction, manmade impact on biota, environmental damage.

В предыдущей публикации [1] дано описание воздействия строящихся и эксплуатируемых объектов МТП «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы и охарактеризованы особенности импактного экологического мониторинга, проводимого здесь компанией «Эко-Экспресс-Сервис».

В настоящей статье на основании полученных результатов характеризуется техногенная сукцессия экосистемы Лужской губы, обусловленная портовым строительством.

Абиотические условия. Лужская губа и район расположения о. Сескар, где находится подводный отвал перемещенных

грунтов, относятся к солонатоводному району восточной части Финского залива [2]. 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, в придонном — 8 до 170 мг/л (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 в различных участках акватории регистрируются локальные превышения ПДК (с кратностью менее 10) по таким показателям, как содержание в воде сульфатов, хлоридов, железа и магния [3, 4].

Для оценки степени загрязненности донных отложений, в связи с отсутствием федеральных нормативов, сейчас вынужденно используется региональный норматив [5]. Донные грунты 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 уже исходно, до начала портового строительства, отлично 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 ООО «ПГ Фосфорит» включает в себя полный цикл добычи, обогащения и переработки фосфатного сырья и сопровождается образованием твердых, жидких и газообразных отходов различного генезиса. При добыче фосфоритов 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. Луга попадают также инфильтраты сточных и дренажных вод, в том числе и наиболее токсичные — с хранилища мокрых фосфогипсов и шламонакопителей (инфильтрационные потери более 40 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. Луга, на состоянии ее биоты и на запасах ценных гидробионтов [6]. Однако к сожалению, в рамках действующей нормативной базы не удастся учесть 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 прибоа 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 [7, 8]. 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

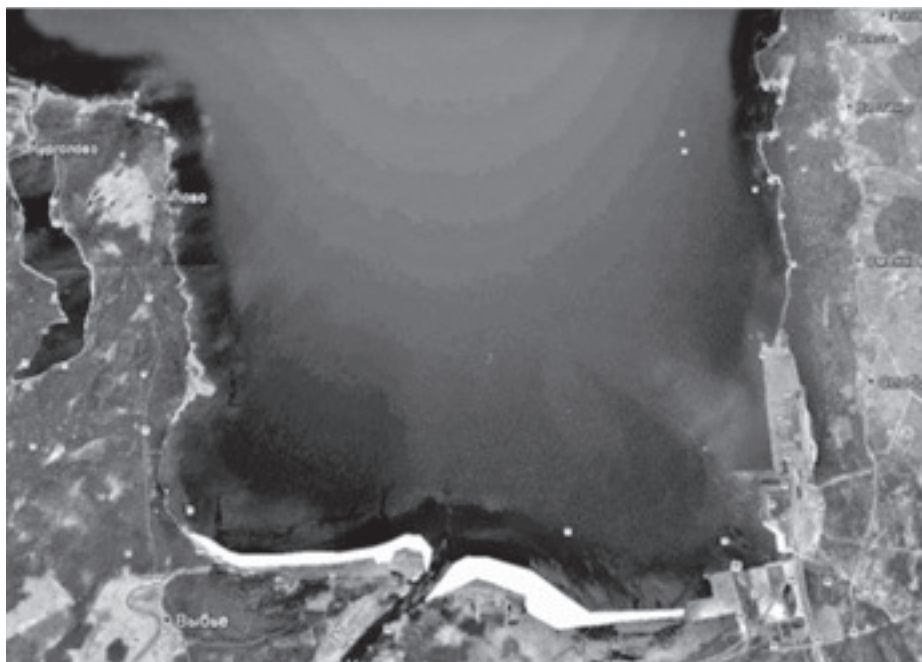


Рис. 1. Область современного распространения зарослей макрофитов (выделена белым)

р. Луги заросли макрофитов менее развиты и не столь густы (рис. 1).

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 (перидиней — в прибрежье) или диатомовые (мористее). Биомасса фитопланктона пространственно варьировала летом от $0,1 \text{ г/м}^3$ на глубинах более 10 м до $0,7 \text{ г/м}^3$ 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 солености и выраженными ветровыми течениями, определяет и сравнительно высокую динамичность показателей фитопланктона как в пространстве (в градиенте солености), так и во времени. Так, периодически регистрировалось резкое возрастание показателей обилия

фитопланктона до уровней, характерных эвтрофным водоемам [9].

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. [10] — 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, характерным для пресноводных водоемов, вполне типичные для Лужской губы и для восточной части Финского залива в целом [7, 8].

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/м^3 (выше — редко, максимально — до 4 г/м^3), то есть оставалась, как правило, в пределах исходного порядка величин.

В целом, существенного отрицательно-го 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 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 солености [7, 8].

В составе зоопланктона всего обнаружено более 150 видов, среди которых преобладают пресноводные (примерно 40 %; локализованы преимущественно в более распресненной южной части губы) и эвригалинные (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 обеднел 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 ценотическом 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 выражено доминировали ветвистоусые рачки (около 70 % биомассы), в зарослевой литорали — копеподы (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 *Euchla-*

nis dilatata), доля копепод — редко более 30 %, ветвистоусых — не более 2 %. По биомассе же резко доминируют копеподы (до 90 %), в основном — за счет крупных солоноватоводных видов (*Acartia clausi*, *Eurytemora hirundoides*) и пресноводного *E.lacustris*. 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 приходится 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 30-х годов, и к настоящему времени может считаться известным достаточно полно. Так, различные бентологические экспедиции проводились здесь в 30-х годах XX в. [11], в 90-х [12—15] и далее, в связи со строительством МТП «Усть-Луга», ежегодно ([16—19], исследо-

вания 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 гидроэкосистемы.

Основными естественными факторами, определяющими состав и структуру сообществ зообентоса в Лужской губе, являются варьирующий, меридионально направленный градиент солености, гидродинамический режим и свойства субстратов (структура грунтов и наличие водной растительности). Так, в зависимости от соленостного режима, в различных участках губы варьирует роль представителей различных фаунитических комплексов — морского эвригалинного (например, *Macoma baltica*, *Balanus improvisus*), реликтового гляциально-морского (*Mesidothea entomon*, *Pontoporeia affinis*), солоноватоводного (*Dreissena polymorpha*, *Corophium curvispinum*) и пресноводного (малощетинковые 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 наблюда-

емое в Лужской губе обеднение бентоса глубоководных заиленных биотопов вследствие нарастающей гипоксии при увеличении разнообразия и обилия сообществ сравнительно мелководных (5–10 м) слабозаиленных биотопов с (в основном за счет фильтраторов — *M.baltica*, с биомассой до нескольких сотен граммов на квадратном метре) [12–14, 17]. 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 [6].

Гетерогенность субстратов, усиленная упомянутыми последствиями эвтрофирования, изменчивость поля солености 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. численный кластерный анализ с использованием критерия Съеренсена позволил выделить в Лужской губе при 50 %-ном уровне видового сходства 3 основных сообщества макрозообентоса, а на 70 %-ном уровне — 4 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 разно-

образием и минимальной биомассой — бентос открытой сублиторали с твердыми субстратами, подверженной волновому воздействию. Биомасса тотального макрозообентоса в профундали была максимальной, но определялась преимущественно массой двустворчатых 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 олигосапробности (в настоящее время — β-мезосапробности), а в профундали — в основном β-α-мезосапробности (кроме отдельных глубоководных участков бентали с выраженной гипоксией).

В сравнительно глубоководной бентали (более 10 м) с применением водолазного метода [12, 13] было описано также

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

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	олигосапробность
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

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 [18].

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 гидроэкосистемы (двустворчатые моллюски-фильтраторы, в первую очередь — *M. baltica*).

Минимальные значения показателей обилия макрозообентоса в Лужской губе, в целом, приходится 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) [7, 18].

Тенденция к компенсаторному росту биомассы зообентоса после окончания дноуглубительных работ наблюдается начиная с 2007—2008 гг. [7, 20]. Восстановление макрозообентоса после окончания дноуглубительных работ происходит различными темпами. Так, практически сразу после окончания воздействия начинается постепенное заселение грунтов ко-

роткоциклическими эврибионтными видами-эксплерентами. Достижение исходной биомассы и стабилизация 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 [7, 16].

Так, в последние годы по Лужской губе повсеместно распространились солонатоводные короткоциклические виды полихет, устойчивых к повышенной мутности воды. Полихеты видов из рода *Marenzelleria* попали в Финский залив сравнительно недавно [2], 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, сейчас наблюдается некоторое уменьшение абсолютных и долевых показателей их обилия [7]. Из 12 видов высших ракообразных 5, то есть почти половина (бокоплавы *Gmelinoides fasciatus* (Stebbing, 1899), *Corophium volutator* (Pallas, 1766) и др.) также являются инвазивными [16] и т. д. При этом инвазивным видам-эксплерентам 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);

— 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, необратимым исчезновении стенобионтов и видов с длительным жизненным циклом) [7, 19].

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. 2). Сейчас он варьирует около уровня 150 т/год, а до начала строительства (в 1990-х гг.) составлял примерно 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.

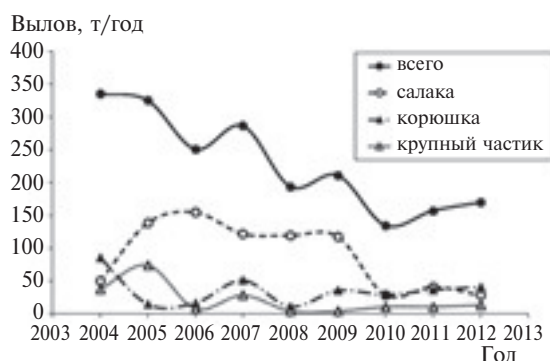


Рис. 2. Динамика вылова рыбы в 2004–2012 гг. в Лужской губе (фондовые материалы ФГУ «СЕВЗАПРЫБВОД», включают и данные по спортивно-любительскому рыболовству)

Промысел ведется небольшими организациями на бывших участках рыболовецкого колхоза «Балтика». Основным промысел приходится на II квартал (время нерестовых миграций). 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 — салаки, поскольку банки в центре и на севере губы и прибрежные биотопы (глубины от 3 до 15 м) предоставляют весьма подходящие для этого условия — по соленостному режиму, 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 лососевая река Финского залива, один из немногих водотоков, до сих пор сохранивших значение для естественного воспроизводства балтийского лосося и населенная крупнейшей популяцией балтийской кумжи (вида, занесенного в Красную книгу России). На р. Луге расположен также один из рыбозаводов, поддерживающий репродукцию популяции балтийского лосося. Все перечисленное определяет особые рыбохозяйственные требования к режиму охраны этой гидроэкосистемы.

Императивными факторами, определяющими пространственное распределение ихтиофауны в Лужской губе, являются градиент солености, глубины и свойства грунтов (табл. 2). Ихтиофауна южной мелководной зоны, наиболее распространенной 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 девятииглая, окунь, укляка 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 вариабельность и изменило характер их пространственно-временной динамики [7, 20], привело к уменьшению рыбопродуктивности и уловов (см. рис. 2).

В целом, рыбные запасы Лужской губы за период портового строительства уменьшилось существенно. Их межгодовая вариабельность 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 годам 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 строи-

тельства ихтиомасса оказывалась на порядок меньшей, чем до его начала. Таким образом, в наибольшей степени рыбное население оказывается наиболее уязвимым к воздействию портового строительства второй половине лета и осенью. При этом наиболее существенно уменьшение показателей обилия водных биоресурсов в юго-восточной зоне губы, наиболее затронутой портовым строительством [7, 20].

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 Мерилода 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

Таблица 2
Встречаемость видов рыб на различных участках Лужской губы

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	—	—	—	—

Финского 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 выбыли стенобионтные виды, а заменили их многочисленными интродуцентами-эврибионтами, более конкурентоспособными 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 Мерилода (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 пострадали из-за регулярного сброса сюда грунтов дноуглубления, однако биотоп уже используется для нагула. Другой пример: западнее устья р. Луга 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 [7], 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 покотники, 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.

Заключение

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 гидроекосистему определяется гидростроительством и имеет временный характер.

3. Мониторинговые (то есть целевые, подробные и регулярные) экологические исследования Лужской губы начались лишь в XXI в., в связи с проектированием и строительством портовых объектов МТП «Усть-Луга». Организатором, координатором и основным исполнителем этих работ является компания «Эко-Экс-

пресс-Сервис». В рамках ее мониторинговых программ началось комплексное изучение динамики абиотической среды и сообществ гидробионтов и околородной 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 гидроэкологических 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 сохраняет-

ся 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 солености, 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 олигосапробности, 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, приходится 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 бентонтами очень варьируют (экспелеренты заселяют их почти сразу же, для возвращения крупных двусворчатых 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*, бокоплавы *Gmelinoides fasciatus*, *Corophium volutator* и др. Восстановление исходного состава зообентоса, таким образом, вероятно, популяции многих фоновых видов кормовых бентонтов угнетены, а пи-

щевая 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 уменьшилось. Их межгодовая вариабельность 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-выростных 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 сомни-

тельны. 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. на банке постепенно началось закономерное улучшение условий водной среды, увеличение показателей обилия кормовой базы рыб и самих рыб. Западнее устья р. Луга 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.

Библиографический список

1. Жигульский В. А., Былина Т. С., Царькова Н. С. и др. Некоторые результаты экологического мониторинга и оценки воздействия строящихся объектов морского торгового порта «Усть-Луга» на экосистему Лужской губы. 1. Импактный мониторинг Лужской губы // Экология урбанизированных территорий. — 2013. — № 3. — С. 6—14.
2. 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: Гидрометеиздат, 1997. — С. 416—434.
3. 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».

4. 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.).
5. Региональный норматив «Нормы и критерии оценки загрязненности донных отложений в водных объектах Санкт-Петербурга» — С.-Петербург, 1996 г. (утв. Главным гос. сан. врачом по С.-Петербургу 17.06.1996 г. и Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов С.-Петербурга и Ленинградской области 22.07.1996 г.).
6. Шуйский В. Ф., Максимова Т. В., Петров Д. С. Изоболный метод оценки и нормирования многофакторных антропогенных воздействий на пресноводные экосистемы по состоянию макрозообентоса. — СПб.: Изд-во МАНЭБ, 2004. — 304 с.
7. 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 гг. (фонды ООО «Эко-Экспресс-Сервис»).
8. Экологические аспекты воздействия гидростроительства на биоту акватории восточной части Финского залива / Лаврентьева Г. М. и Сулопарова О. Н. (ред.). — Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. — СПб., 2006. — Т. 331. — Вып. 2. — 262 с.
9. Ежегодники качества морских вод восточной части Финского залива по гидробиологическим показателям в 1986—1989 гг. — ФОЛ СЗУГКС, 1987—1990.
10. Жукин В. Н., Оксий О. П., Олейник Г. Н., Кошелева С. И. Проект системы комплексной оценки качества поверхностных пресных вод // Водн. ресурсы. — 1978. — № 3. — С. 83—93.
11. Иоффе Ц. И. Сводный отчет о работах экспедиции ВНИОРХа по рыбохозяйственному исследованию Финского залива в 1934—1935 гг. Бентос. (рук. Михин С. В.). — Фонды ГосНИОРХ. — 1935. — С. 23—30.
12. 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. симпоз. С.-Петербург, 14—16 апр. 1993 г. — СПб, 1993. — С. 18—19.
13. Анцулевич А. Е., Чивилев С. М. Современное состояние донной фауны Лужской губы Финского залива // Вестник СПбГУ. — Сер. 3. Биология. — 1992. — Т. 3, № 17. — С. 3—7.
14. Романова А. П., Лаврентьева Г. М., Мещерякова С. В., Сулопарова 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. симпоз. — С.-Петербург, 14—16 апр. 1993 г. — СПб, 1993. — С. 55—57.
15. Финский залив в условиях антропогенного воздействия / Румянцев В. А., Драбкова В. Г. (ред.). — СПб.: ИНОЗ РАН, СБМФ, 1999. — 368 с.
16. Зуев Ю. А., Малявин С. А. Высшие ракообразные (Malacostraca) Лужской губы (Финский залив Балтийского моря): современное состояние и антропогенное влияние // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод // Сборник лекций и докладов Международной школы-конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И. Д. Папанина РАН. — Борок, 5—9 ноября 2012 г. — Кострома: ООО Костромской печатный дом, 2012. — С. 195—198.
17. Максимов А. А. Многолетние изменения макрозообентоса как показатели эвтрофирования восточной части Финского залива // Сб. научн. тр. ГосНИОРХ. — 2006. — Вып. 331. — С. 77—91.
18. Мицкевич О. И., Зуев Ю. А. Многолетние изменения бентосных сообществ лужской губы под воздействием дноуглубления // XXIII международная конференция «Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности». — 5—9 октября 2010 г., РГГМУ, С.-Петербург. — [http://2010.seacoasts.ru/reports/146/1_Mitskevich %20Long-term.doc](http://2010.seacoasts.ru/reports/146/1_Mitskevich%20Long-term.doc)
19. Шурухин А. С., Сулопарова О. Н., Титов С. Ф., Зуев Ю. А., Огородникова В. А., Яковлев А. С., Бамбуров И. С., Мицкевич О. И., Лященко О. А., Светашова Е. С. Изменение рыбохозяйственного значения Лужской губы в результате строительства МТП Усть-Луга // XXIII международная конференция «Учение о развитии морских берегов: вековые традиции и идеи современности». — 5—9 октября 2010 г., — РГГМУ, — С.-Петербург. — [http://2010.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin %20Change.doc](http://2010.seacoasts.ru/reports/147/1_Shurukhin%20Change.doc)
20. Сулопарова О. Н., Шурухин А. С., Зуев Ю. А., Лященко О. А., Огородникова В. А. Изменение биоты Лужской губы за последние 10 лет вследствие строительства МТП Усть-Луга // «ЭКОГИДРОМЕТ—2012». Мат. VI междунар. конференции — 2—4 июля 2012, РГГМУ, С.-Петербург. — СПб.: РГГМУ, 2012. — С. 280—282.