



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

Кафедра Водных биоресурсов и аквакультуры

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(бакалаврская работа)

На тему: Оценка воздействия природных и антропогенных факторов
на состояние и промысел судака (*Stizostedion Lucioперса*) в Финском заливе
Балтийского моря.

Исполнитель Колечкова Надежда Борисовна

Руководитель к.г.н. доцент Педченко Андрей Петрович

«К защите допускаю»
Заведующий кафедрой

(подпись)
к.т.н., доц.
Королькова Светлана Витальевна

«__» _____ 20__ г.

Санкт–Петербург

Оглавление

Введение.....	3
1. Общая характеристика Финского залива	6
1.1 Физико-географическое описание Финского залива	6
1.2 Ихтиофауна Финского залива	13
1.3 Существующие проблемы экологии водоема.....	16
2. Судак Финского залива	18
2.1 Биологическая характеристика.....	19
2.2 Кормовая база.....	22
2.3 Запасы и промысел судака	23
3. Оценка возможного воздействия природных и антропогенных факторов на популяцию судака Финского залива.....	27
3.1 Влияние природных факторов на динамику численности судака	27
3.2 Факторы антропогенного влияния	30
3.4 Оценка пространственно-временной антропогенной нагрузки...	35
3.4 Оценка динамики пополнения запасов судака и возможного воздействия климатических изменений и антропогенных факторов	41
Заключение и выводы.....	50
Список литературы	53

Введение

Формирование Балтийского моря с соленостью и другими гидрологическими параметрами, такими как в современном мире, началось около 4 тысяч лет назад. Тогда же и ихтиофауна водоема стала развиваться, началось все с представителей проходных и пресноводных форм. За четыре тысячи лет ихтиофауна не сильно изменилась, лишь за последние несколько десятков лет в связи с антропогенным воздействием на водоем, многие виды рыб в угнетенном состоянии.

Ихтиофауна Балтийского моря обладает уникальным набором видов, из которых промысловое значение имеют такие виды как: салака, балтийская килька (*Sprattus sprattus balticus* Schneider, 1904), корюшка (*Osmerus eperlanus* L, 1758), плотва (*Rutilus rutilus* L, 1758), судак (*Stizostedion lucioperca* L, 1758), лещ (*Abramis brama* L, 1758), окунь (*Perca fluviatilis* L, 1758), речная минога (*Lampetra fluviatilis* L., 1758), сиг (*Coregonus lavaretus* L., 1758). Оценка запасов рыб проводится на основе данных промысловых уловах всех видов рыболовства, по данным рыболовных журналов и исследований акустического или донного трала. Все собранные данные направляются и обрабатываются специалистами Международного совета по исследованию моря (ИКЕС International Council for the Exploration of the Sea IKES), который сотрудничает с Комиссией по защите морской среды Балтийского моря (ХЕЛКОМ), созданной в 1977 году. ХЕЛКОМ объединяет 9 стран (Россия, Германия, Эстония, Литва, Латвия, Польша, Дания, Финляндия и Швеция) расположенных по берегам Балтийского моря и ведущих добычу водных биоресурсов в акватории Балтийского моря и ее заливах. Функциями Комиссии является разработка рекомендаций о мерах по защите морской среды Балтийского моря, проведение научных исследований, управление критерий борьбы с загрязнением, а так же обеспечение безопасной навигации в регионе.

Исследования последних десятилетий показали, что антропогенное воздействие на Финский залив увеличивается в связи с развивающейся инфраструктурой и увеличением населения, также растет потребность людей в

продуктах питания. Все эти факторы ведут к тому, что увеличивается промысел рыбы, строятся новые порты, создаются новые транспортные пути, увеличивается потребление воды, растет количество сброса сточных вод.

В большом разнообразии видов рыб Финского залива, судак (*Stizostedion Lucioperca*) является наиболее ценным. Его уловы в Финском заливе изменялись от 10 т и до 384. По материалам Л.А. Кудерского (2013) наибольшие уловы судака были с 1970 годов по начало 1990 годов и составляли от 127 т до 384 т. С 1994 года уловы стали снижаться и в последние годы составляют в среднем 20 т в год.

Ученые предполагают (Кудерский, 2013), что изменения уловов связаны с климатическими изменениями и антропогенным воздействием. Однако хозяйственная деятельность и браконьерский вылов в последнее десятилетие приобретают масштабный характер. Дноуглубительные работы и намыв новых территорий, ведет к разрушению естественных нерестилищ судака. Сточные воды и сброс термальных вод с атомной электростанции, ведет к изменению гидрохимическому составу воды, что в свою очередь является причиной большой смертности судака на ранних этапах его развития, так как рыба на ранних этапах своей жизни, очень зависит от условий среды, в которой обитает. Есть еще одна причина, которая влияет на численность судака – это его кормовая база. Корюшка является основным кормовым элементом взрослого судака, поэтому колебания численности ее, так же отражаются на запасах судака.

Цель работы: оценить состояние популяции судака в Финском заливе и влияние природных и антропогенных факторов на него

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- Подготовить общую характеристику Финского залива:
 - физико-географическую характеристику Финского залива и его восточной части;
 - описать ихтиофауну Финского залива;

- обзор существующих экологических проблем Финского залива;
- Обобщить информацию о популяции судака Финского залива, включив в нее:
 - биологическую характеристику вида;
 - состояние кормовой базы;
 - сведения о запасах, промысле и условия их обитании в восточной части Финского залива;
- На основе обобщения информации предоставить оценку возможного воздействия природных и антропогенных факторов на популяцию судака Финского залива

Актуальность работы заключается в том, чтобы на основе обобщения и анализа информации из разных источников, выявить возможное влияние климатических изменений и антропогенных факторов на запасы и промысел судака в восточной части Финского залива. Решение вопросов, связанных с экологической обстановкой в Финском заливе особенно актуальна, потому что в ближайшем будущем в акватории будут производиться гидротехнические работы, следовательно будет оказана техногенная нагрузка на акваторию.

1. Общая характеристика Финского залива

1.1 Физико-географическое описание Финского залива

Финский залив является восточной частью Балтийского моря, он омывает берега России, Финляндии и Эстонии и является одним из трех самых больших заливов Балтийского моря (Географическое положение и границы, 2004, Рис.1).

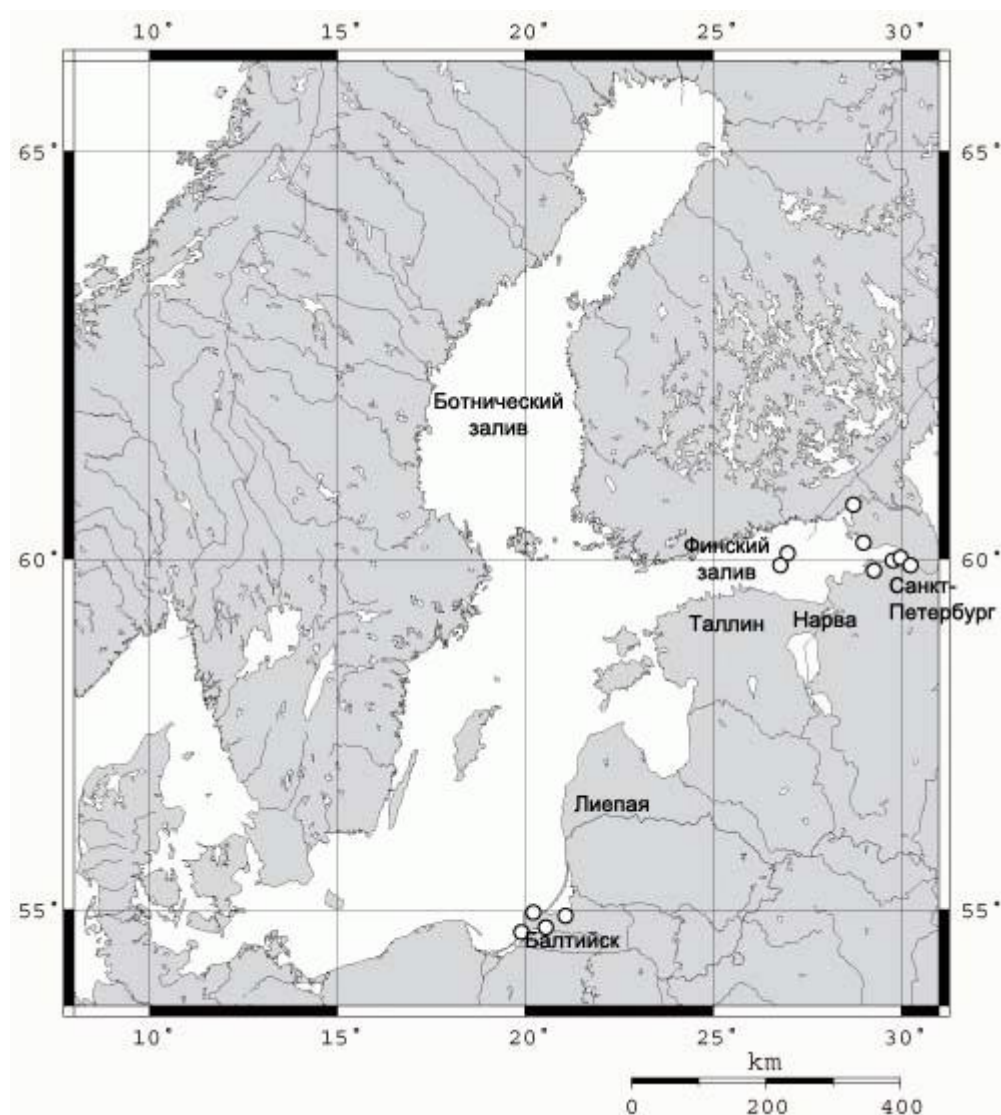


Рисунок 1- Географическое положение Балтийского моря, Финского залива (Географическое положение и границы, 2004)

Общая его площадь 29,5 тыс. км², длина 420 км, ширина его от 70 км в горле (у входа Пысаспеа – Ханко) до 130 км в самой широкой части (на меридиане о. Мощный), восточнее сужается до 20 км (Шепелевский разрез). Максимальная глубина финского залива 121 м., а средняя – 38 м. Глубина Невской губы от 6 м. и менее, а в береговой зоне- до 1 м. Объем водной массы

Финского залива это 5% от объема водной массы Балтийского моря, а именно 1120 км³. Площадь водосборного бассейна – 421 тыс. км², приток воды примерно – 109 км³ в год (Безгодов, Цветков, 2014).

Часть Финского залива, размещающаяся восточнее о. Гогланд, принято именовать восточной частью Финского залива, площадь его водного зеркала составляет 12 500 км², объем водной массы - 276 км³. Максимальная глубина восточной части Финского залива достигает 60 - 65 м в районе о. Гогланд, в восточном направлении происходит уменьшение глубин (Заключение экспертной комиссии об экологическом состоянии..., 1989).

Рельеф и геологические особенности. В структуре Балтийского моря Финский залив является несколько обособленным географическим регионом. Финский залив находится в зоне сочленения Балтийского кристаллического щита и Русской плиты. Он представляет собой крупную структурно-денудационную впадину, возникновение которой связано с кайнозойскими тектоническими движениями. В четвертичный период район подвергался неоднократному воздействию покровных ледников, которые обусловили существенное преобразование поверхности коренных пород и формирование мощного (в среднем 20-40 м, максимум – 90 м) гетерогенного чехла четвертичных образований (Усенков, 2005).

Рельеф дна и склоны Финского залива представлены многочисленными останцами в виде островков и банок, вытянутых вдоль северного и северо-западного его бортов. Происхождение таких форм рельефа связано с погружением и дроблением древних пород южного края Балтийского щита, погружающегося до 50-метровой изобаты. Кроме этого в рельефе присутствуют такие формы как врезы и пальцеобразные выступы. Менее выраженным является рельеф вдоль северного края Восточно-Европейской платформы: здесь преобладает главным образом блоковый тип расчленения, связанный с дроблением палеозойских пород Северо-Эстонского глинта (глинт – геологическое образование; природный уступ, образованный осадочными породами, своего рода срез пласта земной коры). Высота отдельных глинтов

составляет 60 м. В сторону Нарвского залива уступ постепенно теряет морфологическое выражение. Основная впадина Финского залива, достигающая в ширину 20 км, является как бы «шовной» зоной между Балтийским щитом на севере и Восточно-Европейской плитой на юге, и имеет унаследованный рельеф. Этот рельеф был усилен экзарационной деятельностью ледников, а впоследствии несколько сглажен аккумуляцией здесь глин Балтийского Ледникового озера и илов среднего и позднего голоцена. В современном рельефе еще сохранились такие формы, как долины, борозды и гряды. Дочетвертичный рельеф стал как бы основой для морфоструктурного этапа развития морфологии залива (Левков, Свиридов, 1983).

С запада на восток рельеф фундамента и современной поверхности прогрессивно сглаживается, что способствует формированию отдельных бассейнов, которые ближе к Невской губе сливаются как бы в один.

Современный этап геоморфологического развития рельефа Финского залива характеризуется активным захоронением первичного рельефа за счет интенсивного осадконакопления, что особенно выражено в центральной и восточной частях залива (Экосистемные модели, 1997).

Донные отложения. Большая часть донных отложений в Финском заливе образовалась во время и после последнего оледенения (20 – 13 тыс. лет назад). Они включают гляциальные отложения, такие как диамиктон, флювиогляциальные формирования, гляциальные глины и илы, а также постгляциальные отложения. Морское дно может быть представлено отложениями разного типа и возраста в зависимости от доминирующих факторов (скорость течений, размер частицы, глубина, топография, удаленность от берега, климат, биопродуктивность и т.д.).

Осадки восточной части Финского залива представлены исключительно терригенными разностями, гранулометрический состав самый разный: от валунов до пелитовых илов. Основными гранулометрическими типами илов являются гравийно-галечные с валунами, гравийно-песчаные и песчано-

гравийные, алевроитовые и пелитовые илы. Современное распространение различных видов донных отложений в восточной части Финского залива представлены на рис. 2 (Орлова, Рябчук, Спиридонов, 2008).

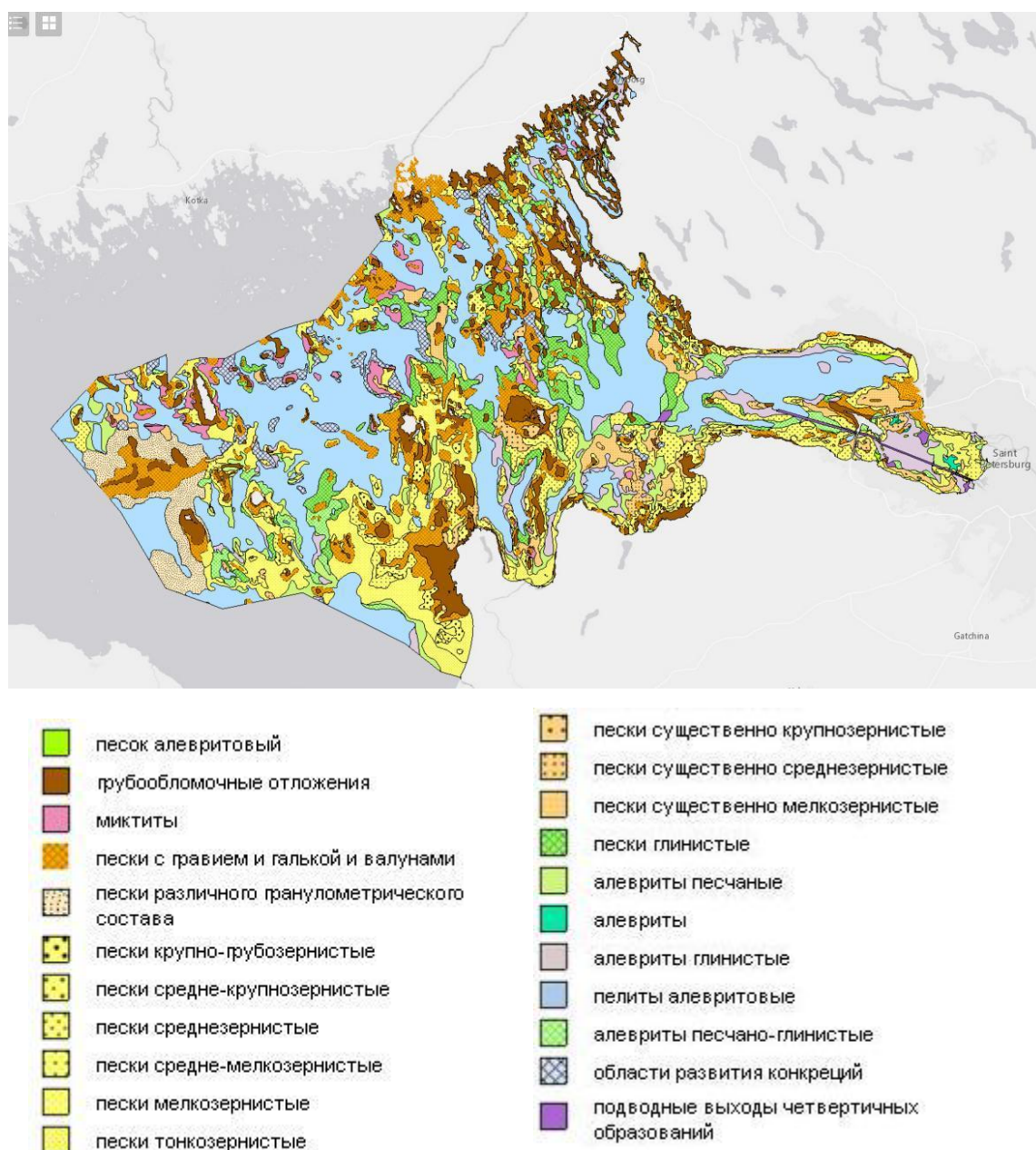


Рисунок 2-Литологическая карта поверхности морского дна восточной части Финского залива
(<http://gissrv103.vsegei.ru/portal/apps/webappviewer/index.html?id=a7550800e1aa435f9d01239134fbfb90>, 2018)

Метеорологические условия. Климат района Финского залива относится к типу умеренного с избыточным увлажнением и является промежуточным между морским и континентальным (Гидрометеорология и гидрохимия море, 1991). Погодные условия в регионе определяют воздушные массы,

поступающие с Атлантического океана. Циклоническая циркуляция в регионе преобладает в течение всего года, за исключением мая и июля, когда над Финским заливом преобладают антициклоны и малоградиентные барические поля. Повторяемость ветров западного, юго-западного и южного направлений более 50 %, они же являются самыми сильными (Экосистемные модели, 1997).

Район Финского залива является зоной избыточного увлажнения. При средней годовой норме осадков около 600 мм, испаряемость близка к 250 мм. Наибольшее количество осадков приходится на теплый период года – 70 %, на холодный период – лишь 30 %. Соответственно, абсолютная влажность воздуха в летний период выше, чем в зимний. Для всех сезонов характерна повышенная влажность западных и северо-западных районов и наличие наиболее сухого воздуха над восточным и северо-восточным побережьем (Гидрометеорология и гидрохимия моря, 1991).

Погода в зимний период в районе Финского залива умеренно теплая и влажная, с температурами воздуха от 0 до -8 °С. Однако начиная с января, устанавливается холодная сухая погода с температурами воздуха -17 – -25 °С. За зиму выпадает около четверти годовой нормы осадков (Экосистемные модели, 1997).

Весной часто наблюдаются возвраты холодов и поздние снегопады, температура воздуха составляет 1-3 °С, однако в отдельные ясные дни может подняться до 20 °С.

Лето умеренно теплое, температура воздуха достигает 12-20 °С, однако проникновение в район арктических воздушных масс может понизить температуру до 5-10 °С. Более половины годовой нормы осадков приходится на летний период, в основном они носят ливневой характер.

Осенью температура воздуха снижается, увеличивается влажность и облачность. Продолжительность выпадения осадков в октябре и ноябре увеличивается в 2-3 раза по сравнению с летом, но они являются большей частью обложными, поэтому месячная сумма осадков меньше, чем летом.

Вследствие типичной для района Финского залива частой смены воздушных масс, наблюдается значительная изменчивость во времени погодных условий (Экосистемные модели, 1997).

Ледовый режим. Ледовый режим Финского залива определяется его географическим положением, климатическими условиями, глубиной, интенсивностью обмена с Балтийским морем и сильным распреснением залива под влиянием речного стока. Кроме этого, особенности ледового режима залива связаны с неустойчивостью метеорологической ситуации на северо-западе России, обширностью площади водоемов, большими запасами тепла водных масс и постоянным воздействием ветра различных направлений (Солощук, 2010).

Устойчивый ледовый покров на площади Финского залива формируется каждую зиму и сохраняется в среднем в течение 5 месяцев с декабря по апрель. Максимальное распространение льда наблюдается в феврале или марте. Залив начинает замерзать от Невской губы и Выборгского залива на запад вдоль северного побережья, таяние льда происходит в обратном направлении – с запада на восток. В результате таяния границы припая и дрейфующих льдов смещаются с запада на восток. Очищение ото льда в западной части залива происходит в первой половине апреля, в восточной – в начале мая. В целом для всех типов зим таяние ледяного покрова происходит значительно быстрее, чем его нарастание: 1.5-2 и 3.5-4 месяца, соответственно (Атлас льдов Финского залива, 2000).

Максимальная толщина прибрежного льда меняется от 30 до 80 см в Выборге и Невской губе. В суровые зимы в восточной части залива толщина льда достигает 70-80 см, в западной части обычно не превышает 40-50 см (Атлас льдов Финского залива, 2000).

Температура, кислород и соленость воды. Годовой ход температуры воды на поверхности в целом следует за температурой воздуха. В январе-марте температура воды в восточной части залива близка к 0 °С, а в центральной и западных частях составляет в среднем 0-2 °С. В период 16-28 апреля в

прибрежной зоне осуществляется устойчивый переход температуры воды через 3 °С, а в период 10-27 мая – через 10 °С. В летний период в восточной части залива и в Невской губе температура воды достигает своего максимума, прогреваясь до 18-20 °С, а в центральной и западных частях залива – до 16-18 °С. В осенний период происходит постепенное охлаждение воды, и переход через 10 °С в прибрежной зоне восточной части залива происходит в период с 20 сентября по 5 октября, а через 5 °С – в период с 20 по 30 октября (Экосистемные модели, 1997).

В вертикальной структуре вод Финского залива в летний период характерно наличие термоклина, который формируется при интенсивном прогреве поверхности и маловетреной погоде. В осенний период под действием ветрового и конвективного перемешивания температура воды верхнего слоя выравнивается, и сезонный термоклин разрушается. В зимний период характер вертикального распределения температуры воды в открытой части Финского залива достаточно однородный.

Изменение температуры воды в более глубоких слоях характеризуется более умеренной вариацией, а время наступления максимума температуры сдвигается на более поздний период.

В прибрежной мелководной части залива даже в условиях слабого ветрового перемешивания вся толща вод в течение достаточно короткого периода времени достигает полной гомотермии. Прогрев в весенний период и выхолаживание осенью здесь происходит быстрее, чем в открытой глубоководной части. Поэтому в весенний и осенний периоды в прибрежной зоне Финского залива нередко можно наблюдать термический бар (прибрежный фронт), в котором горизонтальные градиенты температуры воды достигают 0.5-1.0 °С/км (Экосистемные модели, 1997).

Важной особенностью залива является его устойчивая вертикальная стратификация (кроме Невской губы), ограничивающая конвекцию и, таким образом, препятствующая проникновению кислорода в придонные слои. По этой причине, а также вследствие чрезмерной обогащенности водоема

биогенными элементами, гипоксические (концентрация $O_2 < 2$ мл/л) и аноксические (отсутствие O_2) явления часто обнаруживаются в придонном слое и на дне залива. Гипоксические явления возникают вследствие эвтрофирования водоема. Эвтрофирование – это процесс естественного или антропогенного обогащения воды биогенными соединениями, сопровождающийся ростом биологической продуктивности бассейна. Последствия эвтрофирования весьма неблагоприятные: рост предложения биогенных соединений влечет за собой бурное цветение водорослей, вследствие чего снижается глубина проникновения света вглубь водоема, затрудняется процесс фотосинтеза растений пелагиали. Отмершие автотрофы опускаются на дно и формируют запас органического вещества, на окисление которого расходуется кислород.

Содержание кислорода в глубоководных районах зависит от солености. Бедные кислородом воды попадают в Финский залив и распространяются на восток и север (Deep-water oxygen condition, 2016).

На режим солености Финского залива оказывает влияние, с одной стороны, опресняющий сток впадающих в нее рек, и, с другой стороны, адвекции соленых вод с западных районов Балтийского моря. Соленость вод на поверхности растет с востока на запад. Во всей Невской губе до Кронштадта вода практически пресная из-за мощного влияния стока реки Невы. В районе островов Сескар и Мощный соленость достигает 3-3.5 ‰ на поверхности и 4-6 ‰ у дна. В районе о. Гогланд поверхностная соленость составляет примерно 4-4.5 ‰ на поверхности и 7 ‰ у дна (до 7.6 ‰ в районах с глубиной свыше 40 – 50 м).

1.2 Ихтиофауна Финского залива

Ихтиофауна Финского залива насчитывает 75 видов из 32 семейств, зарегистрированных в морских водах (Берг, 1940; Кудерский, 1999; Неелов, 1987). В это число входят морские и проходные (анадромные и катадромные) рыбы, а также рыбы пресноводного комплекса, выходящие в слабо соленые воды; небольшую группу составляют разнородные рыбы, размножающиеся и в пресной, и в морской воде. Наиболее многочисленна салака, дающая 66–72 %

уловов по Финскому заливу. Далее, в порядке убывания в уловах, следуют килька (шпрот) (около 8,2 %), корюшка (8,1 %), ерш (6,9 %), плотва (0,95 %), судак (0,6 %), лещ (0,8 %), окунь (0,54 %), речная минога (0,24 %), ряпушка (0,2 %), сиг (0,04 %), лосось, кумжа, щука, сырть, налим, угорь, треска, речная камбала. Значительная часть остальных видов — редкие гости в Финском заливе, лишь изредка заходящие из открытых вод Балтики. В прибрежной зоне (в уловах неводом) обычно попадаются уклейка, пескарь, окунь, плотва, трехиглая колюшка (Успенский, 2013).

Восточную часть Финского залива, представленную на рисунке 3, разделяют на районы по природным условиям: Невская губа, мелководный район — от Кронштадта до мыса Шепелевский, глубоководный район — от мыса Шепелевский до острова Гогланд. Глубоководный район делится на внутренний — от мыса Шепелевский до острова Сескар, и внешний — от острова Сескар до острова Гогланд. С юга к глубоководному району примыкает прибрежный район, который включает в себя два прибрежных подрайона: Копорская губа и Лужская губа. Воды в этих районах находятся в постоянном движении, и гидрохимический режим этих вод меняется из-за природных и антропогенных факторов (Некрасов, 2005).



Рисунок 3-Районирование восточной части Финского залива (Некрасов, 2005)

Соленость является лимитирующим фактором в распределении рыб, в восточной части Финского залива. Представители морского комплекса распространены в районе островов Гогланд, Большой и Малый Тютрес, Мощный и других островов, лежащих к западу от Лужской губы.

Наиболее богатым районом с рыбными ресурсами является восточная часть Финского залива. Состоит из видов морского, пресноводного и проходного комплекса рыб. К морскому относятся: балтийской сельдью, или салакой (*Clupea harengus membras* L.), балтийским шпротом (*Sprattus sprattus baltica* Schneider), треской (*Gadus morhua callarias* L.), бельдюгой (*Zoarces viviparus* L.) и рыбами отряда камбалообразных: тюрбо, или большим ромбом, (*Psetta maxima* L.), лимандой, или ершоваткой, (*Limanda limanda* L.), балтийской речной камбалой (*Platichys flesus trachurus* Duncer), морской камбалой (*Pleuronectes platessa baltica* Nilsson). Рыбы пресноводного комплекса более многочисленны и образуют полупроходные формы и играют большую роль в промысле: кумжа (*Salmo trutta* L.), сиг обыкновенный (*Coregonus lavaretus* L.), корюшка европейская (*Osmerus eperlanus* L.), лец (*Abramis brama*

L.), плотва (*Rutilus rutilus* L.), уклея обыкновенная (*Alburnus alburnus* L.), чехонь (*Pelecus cultratus* L.), густера (*Blicca bjoerka* L.), сырть, или рыбец обыкновенный, (*Vimba vimba* L.), окунь (*Perca fluviatilis* L.), ёрш (*Gymnocephalus cernuus* L.), судак (*Stizostedion lucioperca* L.), трёхиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus* L.), налим (*Lota lota* L.). Проходные виды представлены атлантическим осетром (*Acipenser sturio* L.), атлантическим лососем (*Salmo salar* L.) и рыбообразными — речной миногой (*Lampetra fluviatilis* L.) (Шурухин, Лукин, Педченко, Титов, 2016).

Из приведенных видов рыб в восточной части Финского залива лишь 25-28 видов, являются промысловыми.

1.3 Существующие проблемы экологии водоема

Основными и самыми опасными экологическими проблемами Финского залива являются такие проблемы как:

- Эвтрофикация водоема. Поступление биогенных веществ. Вынос биогенных элементов из Ладожского озера со стоком р. Нева, из Чудско-Псковского озера и Нарвского водохранилища со стоком р. Нарва, с частного водосбора Финского залива. Сточные воды. Очистные сооружения Соснового Бора, являются источником поступления в Копорскую губу, важного элемента первичной продукции-фосфора. Сброс сточных вод Санкт-Петербурга. Повышает продуктивность водоема. Вызывает бурное цветение сине-зеленых водорослей;
- Незаконный и неучтенный промысел и браконьерство;
- Ограничение циркуляции вод в виду строительства комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений;
- Накопление тяжелых металлов в осадочных породах, рыбе и в других гидробионтах приводит к мутациям, отравлениям, увеличению повторяемости их заболеваний, вызывает массовые патологии в развитии производителей рыб;
- Увеличение интенсивности судоходства. Увеличивает загрязнение среды, шумовые воздействия на рыб, изменение мест их нереста и нагула;

- Нефтяные разливы;
- Тепловое загрязнение в виду сброса термальных вод с Ленинградской атомной электростанции в Копорскую губу,
- Морская добыча песчано-гравийной смеси для строительства, дноуглубительные работы;

2. Судак (*Stizostedion lucioperca* L.) Финского залива

Восточная часть Финского залива обладает благоприятными условиями для жизни судака, в особенности его прибрежная часть. Встречается в Нарвском и Выборгском заливах, Невской, Копорской, Лужской губах, в районе Сестрорецк – Зеленогорск. В Невской губе нерестится до 40% популяции судака Финского залива восточной части. Так же размножается в районе Сестрорецка, пролива Бьерке-Зунда, в Выборгском заливе. Личинки судака так же встречаются в Невской губе и у северного побережья открытой части залива (Кудерский, 2013).

«Межгодовая изменчивость вылова судака высокая. В 1946-1995 гг. уловы судака колебались в пределах 10,0-384,0 т. С 1946 г. до середины 60-х годов наблюдается период низких уловов, который затем замещается периодом высоких уловов. Сохраняя принятую для других видов периодизацию, получаем следующие показатели. В первый период (1946-1964 гг.) вылов судака составлял от 10,0 т до 67,6 т в среднем 38,5 т в год, во второй (1965-1992 гг.) соответственно 27,7; 384,0 и 191,0 т. Среднегодовой улов во втором периоде оказался в 5 раз выше, чем в первой. Для сравнения отметим, что в 1932-1940 гг. уловы судака изменялись в пределах 8,9-115,0 т в год и составляли в среднем 69,0 т» (Кудерский, 2013).

«В 1993-1995 гг. отмечается новое сокращение уловов судака. Оно в значительной степени связано с тем, что часть уловов, уходящая в свободную реализацию не отражается, в официальной отчетности рыбопромысловых организаций. Но это снижение может рассматриваться и как свидетельство наступления очередного периода низких уловов, связанного со снижением общего продукционного потенциала водоема» (Кудерский, 2013).

Для того чтобы уменьшить негативное воздействие на промысловые запасы рыб Международный комитет по рыболовству установил ОДУ – общий допустимый улов и квоты на выловы (Кудерский, 2013).

2.1 Биологическая характеристика

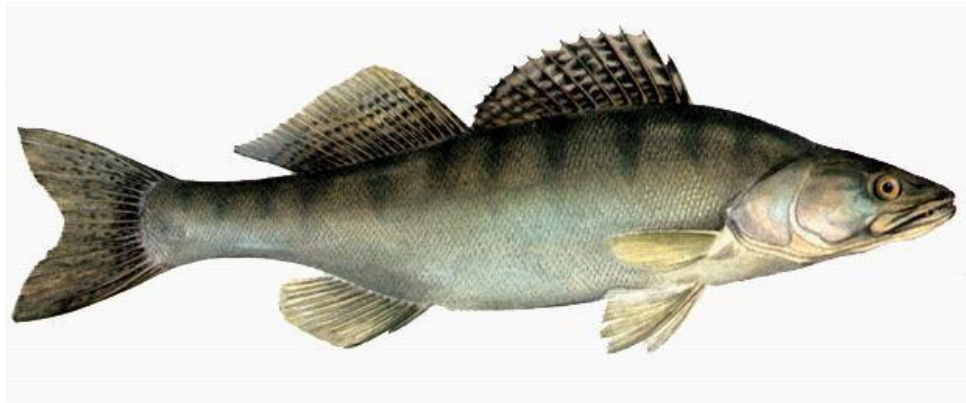


Рисунок 4- Судак(*Stizostedion lucioperca* L.)

Положение в систематике:

Тип Хордовые Chordata

Подтип Черепные Craniota

Надкласс Челюстноротые Gnathostomata

Ряд Рыбы Pisces

Класс Костные рыбы Osteichthyes

Подкласс Лучеперые Actinopterygii

Надотряд Костистые рыбы Teleostei

Отряд Окунеобразные Perciformes

Подотряд Окуневидные Percoidei

Семейство Окуневые Percidae

Род Судаки *Lucioperca*, *Stizostedion* или *Stizostedion*

Вид обыкновенный судак – *Stizostedion lucioperca* L.

Обыкновенный судак– *Stizostedion lucioperca* L. (рис. 4) Второй спинной плавник длинный с 19-24 ветвистыми лучами. На челюстях имеются клыки. Верхняя челюстная кость длинная, заходит за край глаза. На спинных и хвостовых плавниках ряды темных пятнышек. Достигает длины 130 см и массы 15 кг.

Питание. Личиночная форма судака питается за счет жировой капли, которая расходуется в течение 6-7 суток от начала внешнего питания. Смешанное питание начинается спустя 3-4 день после выклева.

Личинки 14-18 мм в длину поедают личинок красноперки, уклейки, густеры. Судак при средней длине 35 мм, переходит на хищный образ жизни.

Судак может обитать как в пресных водах, так и в солоноватых, образуя полупроходные формы. Полупроходной судак откармливается в опресненных мелководных районах с соленостью 7-9 ‰, а нерестится в реках.

Половой зрелости достигает при длине 40-60 см и массе 300-700 г, самцы в возрасте 3-4 года, а самки в возрасте 4-5 лет. Нерест проходит в июне-июле, при температуре 15-20 °С. Икра откладывается на размытые корни растений. Самец охраняет кладку. Плодовитость от 200 тыс. икринок до 2,7 млн. икринок. Икринки липкие, желтого цвета, с большой жировой каплей, диаметр 1,25-1,4 мм. Развитие икры при температуре 9-11°С проходит в течение 10 суток, при температуре 18-22°С – в течение 3-4 суток (Моисеев Азизов, Куранова, 1981).

Влияние факторов среды на жизненный цикл судака. Большую роль для жизни судака играет длина светового дня. Так, например, когда увеличивается световой день, судак начинает свою весеннюю миграцию. Так же происходят изменения в температуре и уровне воды, которые в свою очередь тоже играют большую роль для нереста судака (Моисеев Азизов, Куранова, 1981).

На ранних этапах развития (икра, личинка, молодь) судак обладает высокой чувствительностью к отрицательным воздействиям различных абиотических и биотических факторов среды. Порог чувствительности намного выше, чем у молоди других видов рыб. Из-за этого возникают трудности при искусственном воспроизводстве. Несмотря на то, что судак обладает высокой плодовитостью и заботой о потомстве, которая проявляется в охране икры самцом во время инкубации, промыслового возраста достигает незначительное количество особей (Королев, 1999).

Влияние температуры. Играет важную роль в инкубации икры судака, резкие изменения или колебания температуры в сторону повышения или понижения, вызывают либо появления большого количества уродливых и не жизнестойких личинок или к смертности (Королев, 1999).

Кислород. Оптимальная концентрация кислорода для жизнедеятельности взрослого судака 4,5-10 мг/л, угнетенное дыхание при 4,5-2,5 мг/л, асфиксия - при 0,7-0,6 мг/л. Минимальные показатели для нормального развития икры судака 4,5-6,5 мг/л. Молодь судака избегает участков водоема с низким содержанием кислорода (Королев, 1999).

Соленость. Судак пресноводная рыба, но способен размножаться в солоноватой воде. Нерест нормально происходит при солености по хлору в 0,5-2‰. Отрицательные действия солености проявляются в искривлении хорды у эмбрионов и личинок, замедлении кровообращения, расширении перикарда, появлении мопсовидной головы. При солености в 4‰ молодь может нормально расти (Королев, 1999).

Углекислота и водородный показатель. Их влияние на судака на ранних этапах его развития еще мало изучена. Повышение концентрации в воде углекислоты приводит к увеличению значения рН. Максимальный показатель содержания свободной углекислоты при выращивании молоди судака – 16-22 мг/л. Максимальный диапазон рН для водоемов обитания судака 5,8-9,2. Для нормального существования судака в водоеме активная реакция воды (рН) должна быть от 6 до 9. Оптимальная для развития и роста икры, личинок и молоди в границах 6,1- 7,5 (Королев, 1999).

Освещенность. Свет не влияет на развитие и рост икры судака. Но при вылуплении постэмбрионы обладают положительным фототаксисом, сохраняются до месячного возраста. С его помощью постэмбрионы в первые 3-4 суток после вылупления перемещаются по спиралеобразной траектории в более богатые кислородом слои воды. Воздействие прямых солнечных лучей на личинок приводит к их гибели (Королев, 1999).

Течение и проточность. У постэмбрионов судака нет стадии покоя (прикрепления), эта биологическая особенность помогает личинкам судака расселяться по водоему (Королев, 1999).

Природные факторы играют важную роль на судака на ранних этапах его развития. Все факторы, перечисленные выше, имеют ограниченный по времени или локальный характер.

2.2 Кормовая база

Основным кормовым объектом взрослого судака являются мизиды и корюшка.

Корюшка (*Osmerus eprlanus*) (Linnaeus, 1758). Полупроходная форма, является массовым промысловым видом. Особи разных возрастов встречаются по всей акватории восточной части Финского залива. Во время нереста наибольшие скопления замечены в Невской губе, у северного берега в районе Сестрорецка, в Нарвском заливе, у острова Сескар. Нерестилища находятся в реке Нева, ее дельте и в Невской губе. В нагульный период, летом, корюшка концентрируется в Нарвском и Выборгском заливах, Лужской губе, вблизи Сестрорецка, у ряда островов (Сескар, Мощный). Максимальные скопления личинок находятся в кутовой части Невской губы, численность уменьшается к западу от острова Котлин (Кудерский, 2013).

Распределение корюшки в летнее время зависит от ее кормовой базы зоопланктона, а так же от колебаний температуры и солености.

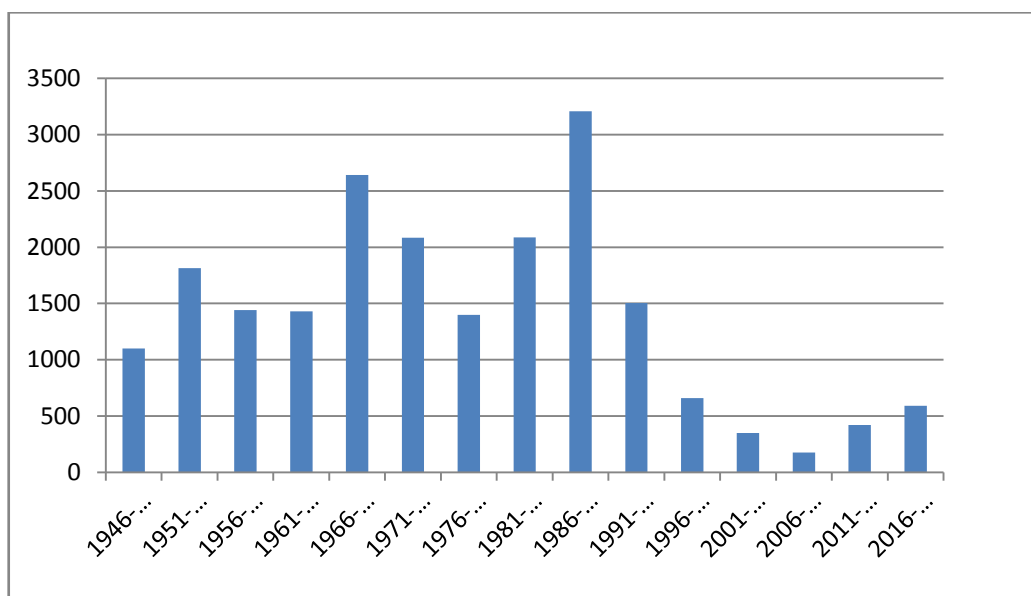


Рисунок 5 - Среднегодовые (по пятилетиям) уловы корюшки в восточной части Финского залива (Кудерский, 2013; Материалы ОДУ, 2017)

В первой половине 1950-х годов улов корюшки увеличивается, что связано с послевоенным восстановлением промысла, достигнув в 1955 году 2766 т, произошло снижение в 1957 году до 676 т. Затем вновь случилось увеличение, из-за повышения продукционного потенциала Финского залива, длившееся до 1968 г. Далее уловы корюшки стали снижаться, в 1979 году снизились до 852 т. В последующие годы уловы вновь увеличились, достигнув максимума в 3675-3536 т в 1987 г. и 1989 г, после случилось падение вылова до 1125 т в 1994 г (Кудерский, 2013). На рисунке 5 показана динамика вылова корюшки по пятилетиям, на котором хорошо заметна тенденция снижения уловов в вида, с середины 1990-х годов, которое длилось до 2008 года, когда среднегодовые уловы не превышали 200 т. Но сейчас вылов вида постепенно возрастает.

На состояние запасов корюшки повлияли естественные факторы и антропогенные, которые связаны с уничтожением ее нерестилищ в Невской губе при дноуглубительных работах, браконьерстве и не учтенного лова (Кудерский, 2013).

2.3 Запасы и промысел судака

В России основной промысел судака ведется в Финском заливе в восточной его части. Зоны рыболовства находятся вдоль южных и северных берегов и частично в Выборгском заливе. Эти зоны обозначены на рисунке 6.

На рисунке 7 показана динамика вылова судака по среднегодовым (пятилетиям) уловам с 1946 г. по настоящее время. До середины 1960-х годов уловы судака в Финском заливе были небольшие и составляли в среднем 37 тонн. Периоды высоких показателей вылова наступают (1967-1968 гг.) после продолжительного ряда лет с низкими показателями вылова. В этот же период уловы корюшки также были на высоком уровне и составляли в среднем 400 тонн в год.

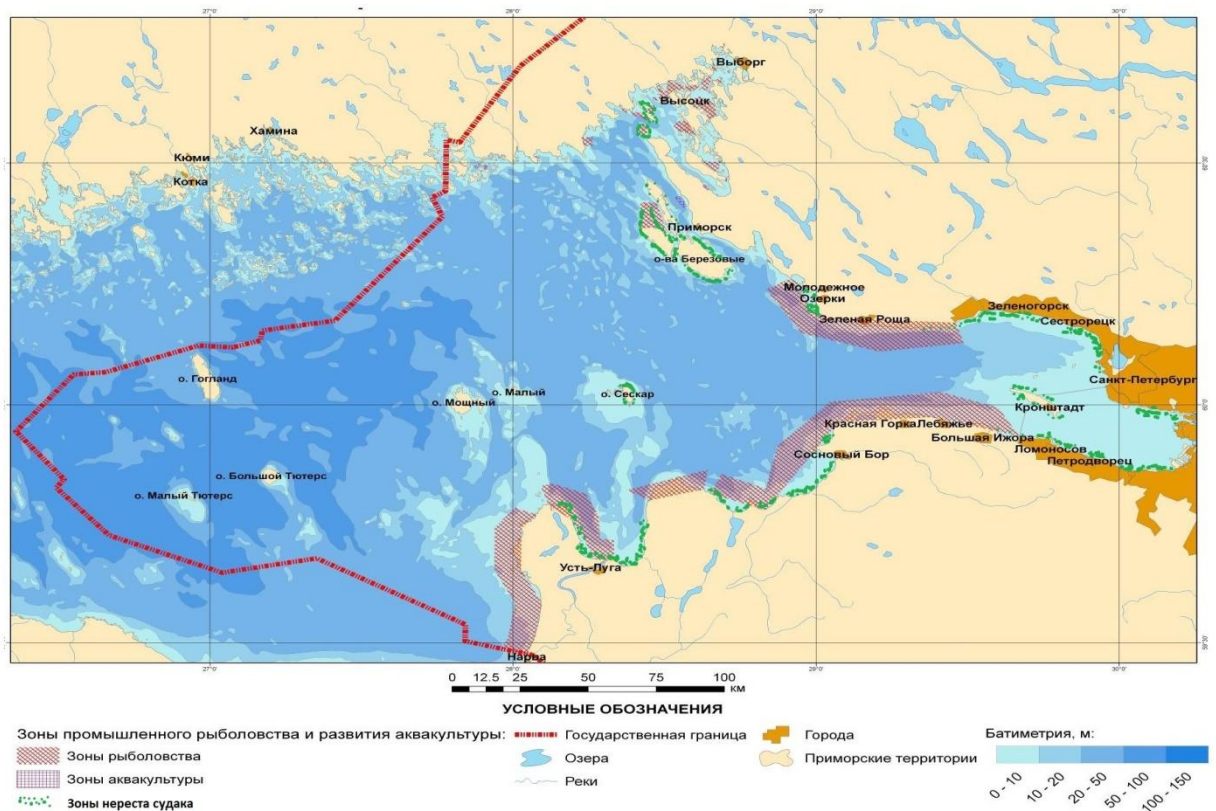


Рисунок 6 - Восточная часть Финского залива с зонами промышленного рыболовства, в т.ч. судака

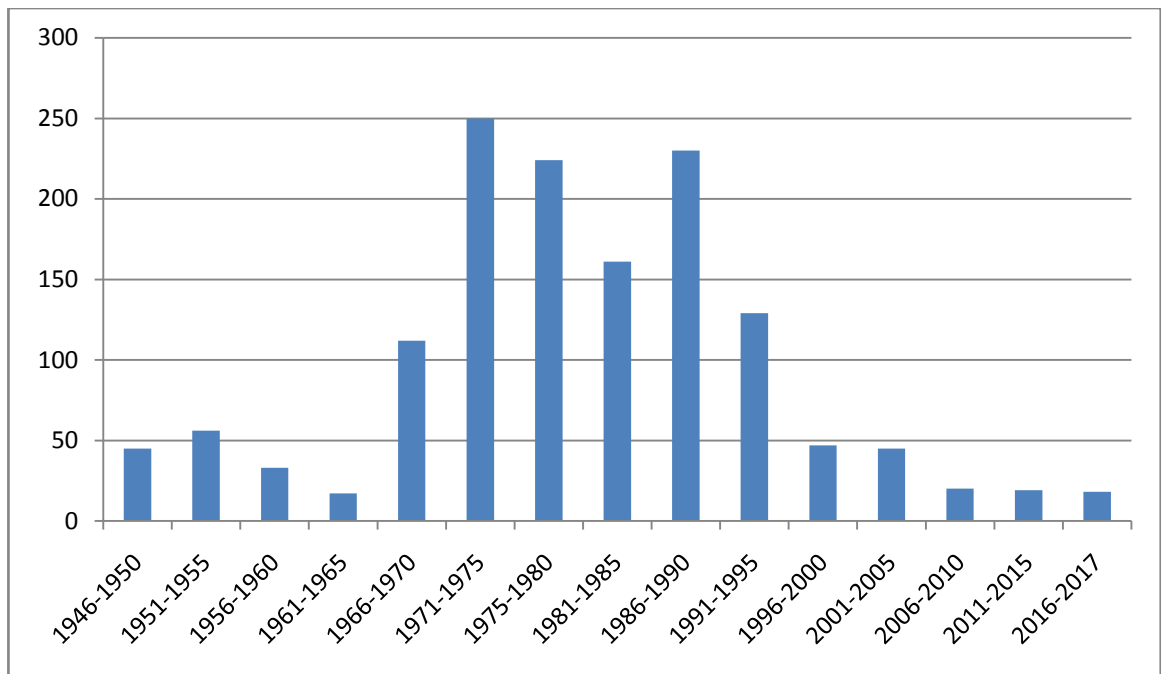


Рисунок 7—Среднегодовые (по пятилетиям) выловы судаков в восточной части Финского залива, тонн (Кудерский, 2013; Материалы ОДУ, 2018)

Завершается этот этап повышенного лова в 1992 году и уже в 1993-1994 гг. добыча судака опускается ниже 100 тонн в год, сокращаясь к 2016 году до предельно низких показателей. Уловы корюшки в 1991 начинают снижаться, и снижение продолжается до 1999 года улов становится 429 тонн, затем уловы становятся не в 2000 году 683 тонн и вновь начинается снижение до 2005 год, улов составил 144 т. Но последние десять лет уловы корюшки вновь начинают увеличиваться.

Повышенная интенсивность лова и эффект сокрытия части уловов характерна из-за повышенного спроса на него со стороны потребителей. Исходя из данных рисунка 7, можно сделать выводы о том, что последние два десятилетия популяция последние находится в упадке.

На рисунке 8 показаны данные вылова с 1998 по 2017 год, в процентном соотношении к общему улову количество особей судака по возрастам. Основную массу улова составляют особи в возрасте 5-6 лет. Но в последние года особи 4 лет тоже стали составлять значительную часть улова. Это может сказаться на возрастном составе популяции в дальнейшем, так как особи 4 лет входят в состав нерестовой популяции. Особи 7 лет и старше составляют не значительную часть улова, лишь в 2013 году число особей 7 и 5 лет составили равную часть уловов.

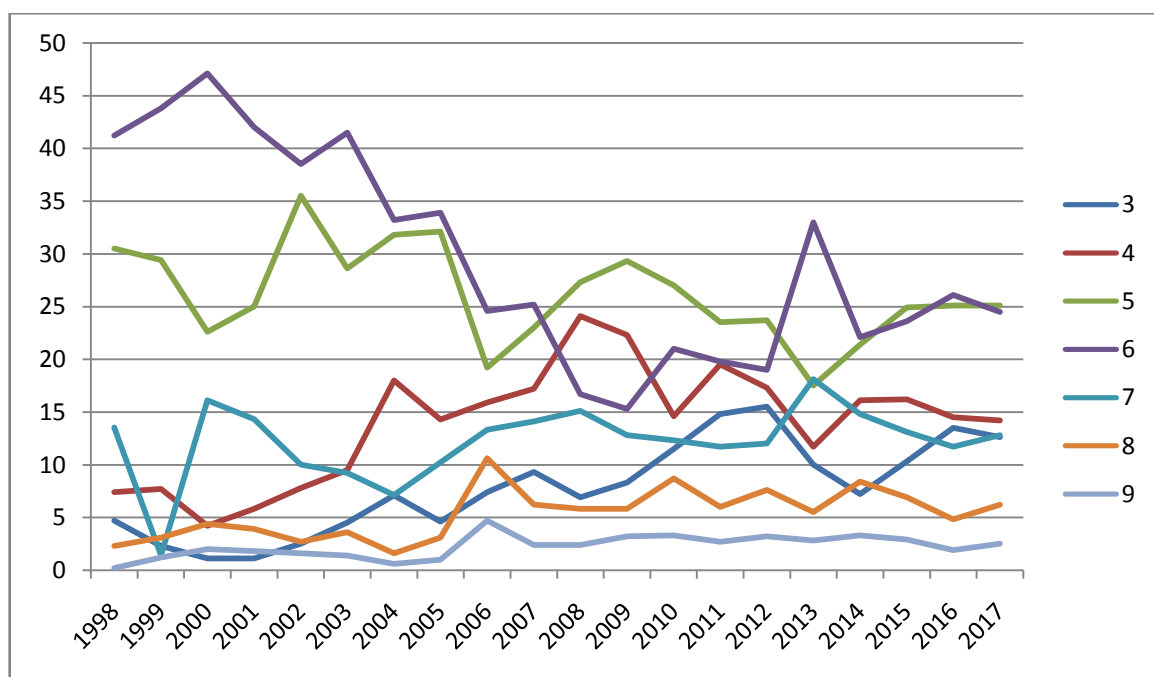


Рисунок 8- Состав улов судака по возрастам в 1998-2017 гг.

Ежегодно общие допустимые уловы (ОДУ) судака в Финском заливе определяются специалистами ФГБНУ «ГосНИОРХ» утверждаются Росрыболовством в дальнейшем контролируется его освоение специалистами Северо-Западного Территориального управления по рыболовству в целях сохранения его запаса..

На рисунке 9 отображены выловы судака и установленные на его вылов ОДУ с 1998 по 2017 год. Разность между этими показателями изменялась от 20 т в конце 1990-х годов до максимальных значений в 59 и 71 т. в 2008-2009 гг. После этих лет начинается период снижения запасов судака, соответственно уменьшалось его ОДУ и процент освоения ОДУ значительно уменьшился. в последние годы эта разница составляет 11 т. Можно предположить, что низкие уловы судака могут быть в связи с незаконными уловами или с тем, что часть уловов была скрыта.

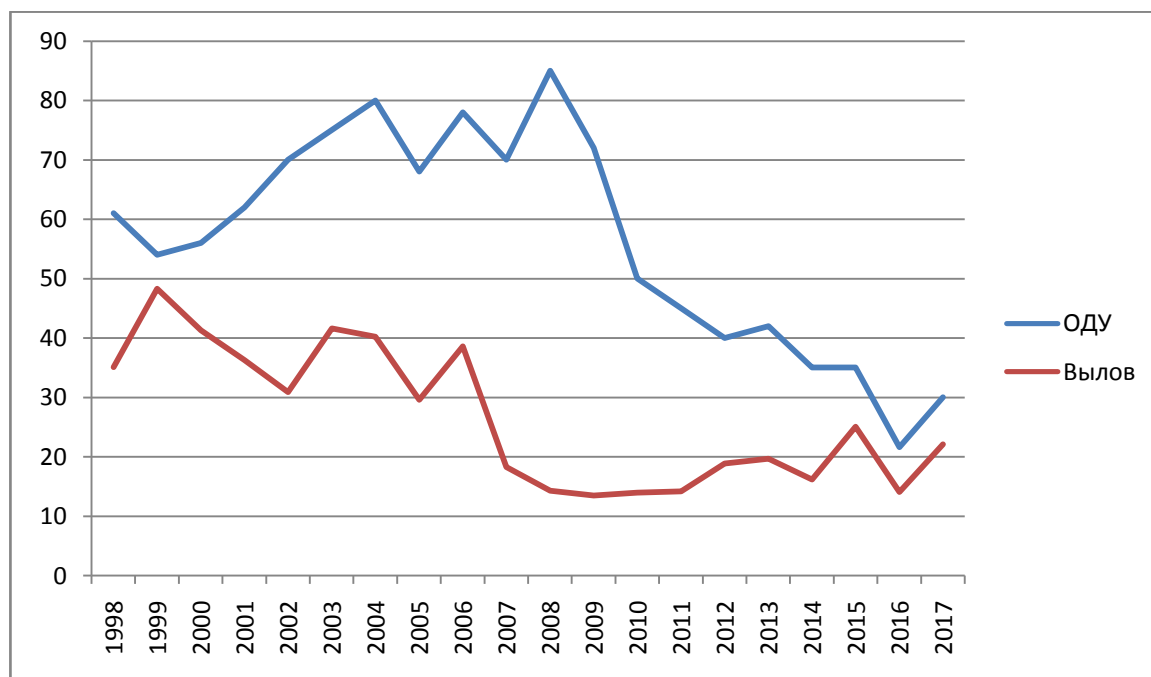


Рисунок 9 – Величина ОДУ и выловы судака (т) в восточной части Финского залива в 1998-2017 гг.

3. Оценка возможного воздействия природных и антропогенных факторов на популяцию судака Финского залива

3.1 Влияние природных факторов на динамику численности судака

Важно отметить, что на динамику запасов рыб большое влияние оказывают факторы, обусловленные климатическими изменениями (температура, соленость, содержание растворенного кислорода в воде). В разделе рассмотрены их изменения в мелководном районе восточной части залива, как наиболее продуктивной для запасов судака.

На воды Финского залива оказывается большое антропогенное воздействие. Любая человеческая деятельность в акватории Финского залива будет оказывать нагрузку на его экосистему, и вызывать последствия, некоторые из которых могут быть необратимыми.

Температура воды. Температура воды в 2004-2014 гг. изменялась от 7°C до 23,4 °C на поверхности и от 4°C до 23,4°C в придонном слое залива (рис. 10). Минимальные значения солености в обоих слоях отмечены в 2009 г. и составляли 2,5‰ и 0,6‰ град., максимум температуры на поверхности равный 23,4 °C отмечен в 2010 г., в придонном слое – в 2008 (4,1°C) и 2010 (4°C).

Temporal variability of GoF Rus-part water temperature and salinity for 2004-2014 (NWHC, 2014)

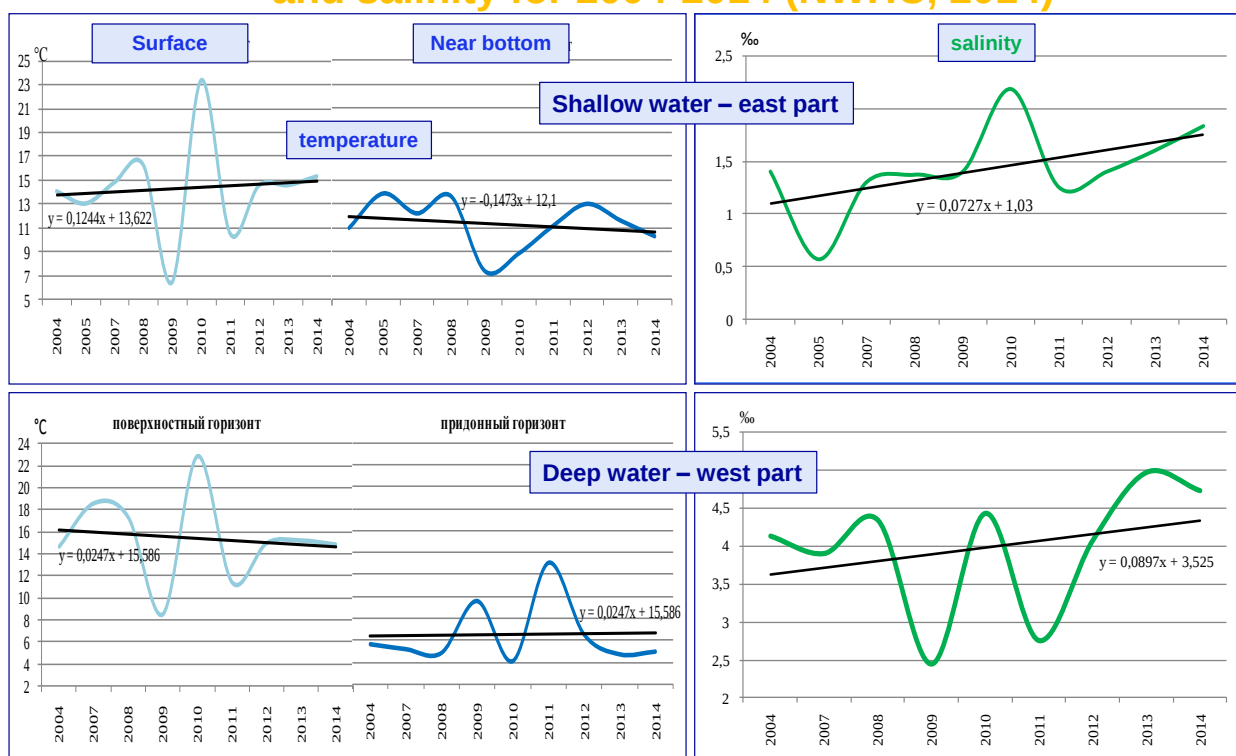


Рисунок 10 Динамика изменений температуры (слева) и солёности (справа) в глубоководной (deepwater) и поверхностной(shallowwater) части акватории Финского залива (Complex Russian Environment, 2014)

Солёность воды. Важной абиотической характеристикой залива является распределение солёности морской воды. По многолетним данным установлены 4 зоны распределения солёности:

- западная – наиболее солёная (солёность воды на поверхности варьируется от 2,5 до 5,0 ‰, а у дна – от 4,0 до 8,5 ‰);
- центральная – относительно среднесолёные воды (солёность воды на поверхности варьируется от 0,5 до 4,0 ‰, а у дна – от 1,0 до 7,5 ‰);
- восточная часть – переходная (солёность воды на поверхности варьируется от 0,2 до 2,5 ‰, а у дна – от 0,3 до 6,5 ‰);
- невская губа – пресноводная (0 ‰).

Среднегодовые значения солёности в мелководном районе восточной части Финского залива изменяются в пределах от 0,57 ‰ (2005 год) до 2,18 ‰ (2010 год). За период с 2004 по 2014 годы для значений солёности вод мелководного района характерна тенденция к росту (см. рисунок 10).

Кислород. Периодически в восточной части Финского залива отмечались случаи возникновения гипоксических условий в придонных слоях. Так, ситуация существенного снижения содержания растворенного кислорода в водах восточной части залива, наблюдались в 2001, 2003, 2006 и 2010 годах. Причиной возникновения областей дефицита кислорода явилось развитие значительного ледяного покрова в зимний период и устойчивая жаркая, безветренная погода летом.

В придонном горизонте мелководного района наблюдаются признаки экологического неблагополучия по содержанию растворенного кислорода. Для многолетнего распределения кислорода относительного в водах района характерна тенденция к снижению (рисунок 11).

Максимальная среднегодовая концентрация фосфора общего в мелководном районе составила 36,0 (2011 год). За период 2004-2014 гг. она изменялась от 5 до 26 мкг/дм³. Для среднегодовых концентраций ингредиента в водах района характерна тенденция к снижению (рисунок 11).

Для многолетнего распределения азота общего также характерна тенденция к снижению концентраций (рисунок 11). За период 2004-2014 гг. его значения изменялись от 405 до 660 мкг/дм³



Temporal variability of GoF Rus-part biogenic components for 2004-2014 (NWHC, 2014)

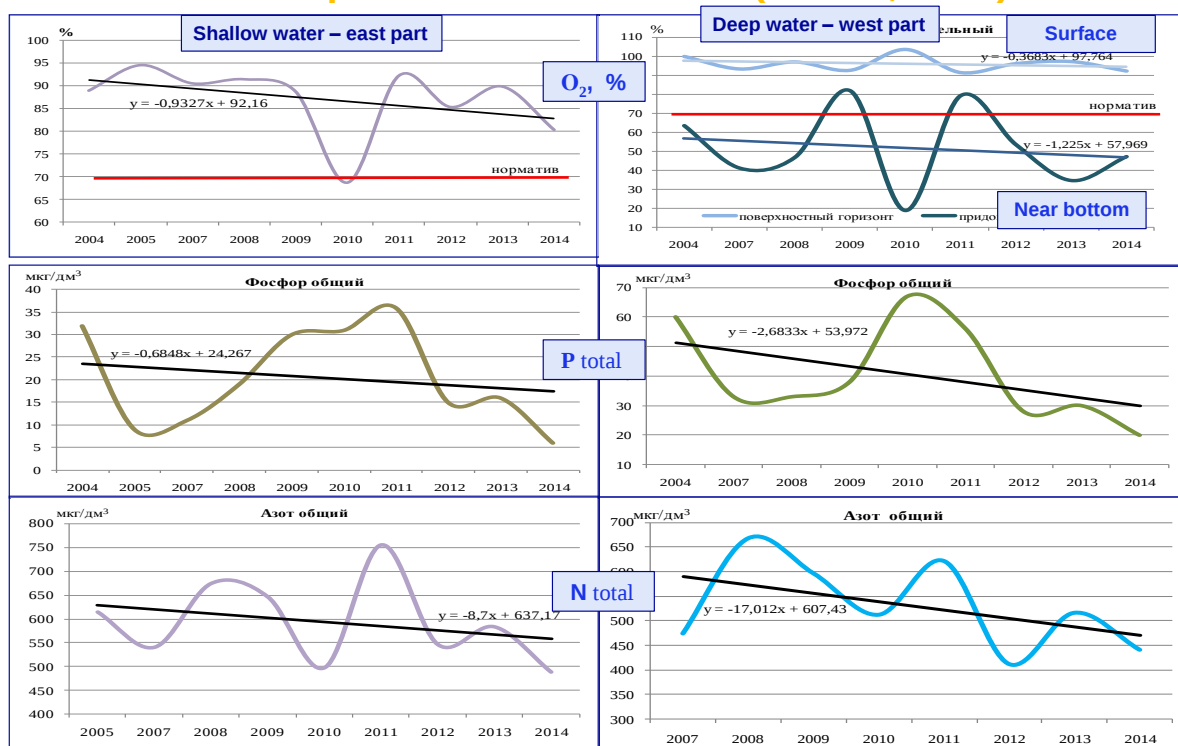


Рисунок 11-Динамика изменения относительного содержания растворенного кислорода (O₂, %), общего фосфора (Ptotal) и азота (Ntotal) в мелководной (слева) и глубоководной (справа) части Финского залива 2004-2014 гг. (Complex Russian Environment..., 2014)

3.2 Факторы антропогенного влияния

В настоящее время можно выделить несколько факторов антропогенного характера, которые оказывают влияние на Финский залив:

- 1 Сброс сточных вод
- 2 Выполнение гидротехнических работ и строительство гидротехнических сооружений (дноуглубительные работы, строительство КЗС, строительство и модернизация портов, намыв новых территорий)
- 3 Судоходство
- 4 Разливы нефтепродуктов
- 5 Морской мусор
- 6 Сброс термальных вод
- 7 Незаконное рыболовство и браконьерство
- 8 Загрязнение от сельского хозяйства

9 Химические загрязнения

Сброс сточных вод. Сброс сточных вод производится городами, населенными пунктами, предприятиями, фармакология, сельское хозяйство, заводами. В сточные воды может входить большое количество загрязняющих или особо опасных веществ, таких как микропластик, тяжелые металлы, фармацевтические препараты. Источники могут быть конкретными, сточные воды канализации, и могут быть косвенными, то есть загрязняющие вещества в воду попадают не на прямую, а через почву или воздух.

Спектр воздействия, оказываемый сточными водами широк. На экологию финского залива оказывает прямое, постоянное воздействие увеличением речного стока, косвенное изменением гидрохимических показателей воды. Так же со сточными водами могут попадать различные биогенные элементы такие как, азот, фосфор. Их большие концентрации приводят к эвтрофикации водоема.

Выполнение гидротехнических работ и строительство гидротехнических сооружений. Комплекс Защитных сооружений (КЗЕ) - комплекс дамб и смежных гидротехнических сооружений (водопропускных и судопропускных сооружений), протянувшийся поперёк Финского залива от Бронки до Сестрорецка (посёлок Горская), через остров Котлин, на котором находится город Кронштадт (входит в состав Санкт-Петербурга). Строительство велось с 1979 по 2011 год.

Комплекс защитных сооружений расположен на острове Котлин, на границе Невской губы с Финским заливом длиной 25,4 км.

В составе КЗЕ:

- 2 судопропускных сооружения (имеющие судопропускные пролеты в южном створе – шириной 200 м, при глубине 16 м на пороге, и в северном – 100 м при глубине 7 м)
- 6 водопропускных сооружения (в северной части 4 и в южной части 2)
- 11 каменно-земляных глухих дамб с высотой волноотбойной стенки над уровнем воды - 8,5 м

- 7 мостов
- подземный шестиполосный автомобильный тоннель общей длиной 1961 м
- и другие транспортные сооружения, здания и помещения эксплуатационного и обслуживающего назначения.

Последствия от строительства КЗЕ постоянного характера и нарушают циркуляцию воды, миграционные пути рыб.

Дноуглубительные работы. К изменениям донных отложений, влияющим на биоту при дноуглубительных работах, относятся:

- механическое нарушение структуры грунтов, в том числе изъятие и разрушение их наиболее продуктивного, придонного слоя;
- заваливание естественных донных отложений дезагрегированной грунтовой массой в зоне ее сброса;
- заиление поверхностного слоя незахороненных донных отложений взвесями, осаждающимися из зоны повышенной мутности;
- заиление поверхностного слоя не захороненных донных отложений взвесями, переносимыми течениями и шлейфами мутности (Ван дер Вайде, 2003; Экологические аспекты дрейдинга, 2013).

Избыточные концентрации мелкодисперсной взвеси негативно влияют на рыб не только вследствие угнетения их кормовой базы (то есть, опосредованно), но и непосредственно:

- снижается скорость их роста,
- нарушается нормальное развитие икры и личинок рыб,
- создаются помехи для природных перемещений и миграций (Лаврентьева, 2001).

Чувствительность особей к мелкодисперсным взвесям даже одного и того же вида варьирует в зависимости от возраста и стадии индивидуального развития. Наиболее велика она для периода эмбрионального развития, а также для личинок и молоди всех видов рыб (Лаврентьева, 2001).

Основным источником интенсивного загрязнения акватории взвесью являлись дрейжинговые работы по разработке Петровского фарватера и

Подходного канала с отвалом изымаемых тонкодисперсных алевроглинистых осадков в Невскую губу. Объем дноуглубительных работ составил: в 2005 г. — 1,2 млн. м³, в 2006 г. — 12,2 млн. м³, в 2007 г. — более 8 млн. м³, в 2008 г. было принято решение увеличить глубину подходного канала с 8 до 11 м и, соответственно, добавить дополнительный объем дреджинга.

Дреджинг - полная переделка и переобустройство береговой зоны; и дноуглубительные работы, в том числе намыв новых территорий несут необратимые последствия для Финского залива и имеют и косвенное и прямое воздействие, временного характера. Разрушение биотопов, образование мутности воды, разрушение и нарушение нерестилищ, уничтожение донной фауны, «вторичное загрязнение» водной среды токсичными веществами, накопленных в донных осадках.

Порт Санкт-Петербург находится на островах дельты реки Невы, в Невской губе в восточной части Финского залива. Большой порт, включает в себя причалы морского торгового, лесного, рыбного и речного портов, нефтяного терминала, судостроительных, судоремонтных и других заводов, морского пассажирского вокзала, речного пассажирского порта, а также причалы Кронштадт, Ломоносова, портовых пунктов Горская, Бронка.

Судоходство. Увеличение интенсивности судоходства, развитие грузоперевозок и морского транспорта в акватории Финского залива с начала 2000 годов было обусловлено увеличением товарообмена между странами Балтийского региона и не только, строительством и модернизацией портов.

В качестве наглядных примеров можно рассмотреть объемы перевозок между островом Ханко-Финляндия и береговой линией Эстонии в 2013 году. Всего было совершено 38,2 тыс. рейсов, из которых 5,3 тыс. были пассажирские, 20,1 тыс. грузовые, 7,1 тыс. танкеры, 5,7 тыс. другие (Marinetrafficanditsafety, 2016).

Россия в последние годы лишь развивает морской транспорт, улучшает логистику маршрутов. Растет и транспортировка нефти, которую перевозят в танкерах, по Финскому заливу. По данным Финского транспортного агентства в

последнее время годовой объем транспортировки нефти составляет 160 млн. т, то к 2020 году планируется достигнуть показателей в 200 млн. т нефти. Главный порт для транспортировки нефти и химических веществ: Приморск (Marine traffic and its safety, 2016).

Волны от судов усиливают волновые процессы, каждый раз когда проходят. Это оказывает воздействие на прибрежные территории, что вызывает эрозию береговой линии и увеличивает уровень воды (Erosion by vessel waves, 2016).

Разливы нефтепродуктов. Большой терминал в Усть-Луге ежегодно обрабатывает большие объемы нефти. В последнее время годовой объем составляет около 160 млн. тонн нефти (рис. 12). К 2020 году планируется достигнуть транспортировки 200 млн. тонн нефти (Oil tankers growing in their size, 2016).

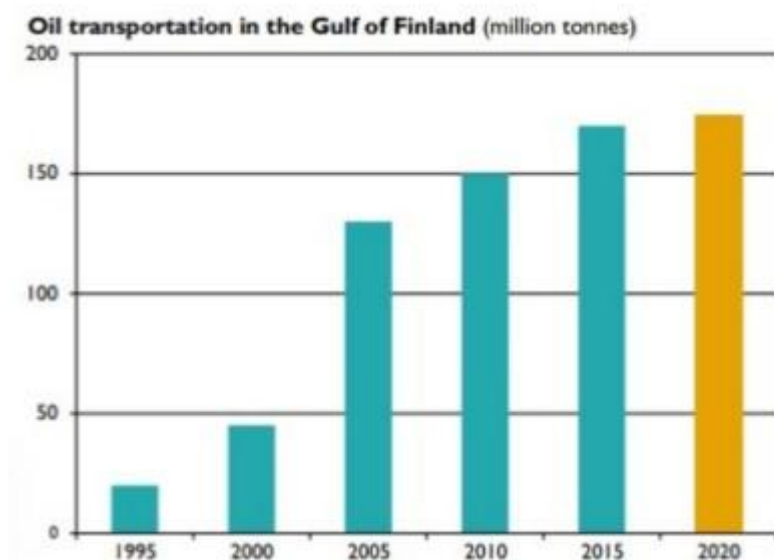


Рисунок 12-Перевозка нефти (млн. т) в Финском заливе (Oil tankers growing in their size, 2016)

Это может увеличить риски загрязнения нефтепродуктами в случае крушения или поломки танкеров в акватории Финского залива, и его экосистеме будет нанесен непоправимый вред.

Морской мусор. В настоящее время морской мусор оказывает большое воздействие на морскую экосистему. Он всегда искусственный: пластик, металл, стекло, обработанная древесина, бумага, картон, резина, текстиль.

Ежегодно в морях утилизируется более 6 млн. тонн мусора. Современный образ жизни нацелен на использование одноразовых и дешевых пластиковых изделий, который выбрасывается в окружающую среду, никак не перерабатываясь. 60-80 % морского мусора состоит из пластика. Проблема в том, что морской мусор не всегда виден человеческим глазом большая его часть оседает на морское дно или плавает в воде (Marinelitter, 2016).

Морской мусор не соблюдает государственных границ; отследить источник выброса такого мусора крайне сложно, так как ветер, течения, приливы и отливы разносят его по всей водной поверхности Земли (Marinelitter, 2016).

Воздействие морского мусора косвенное, постоянное.

Химическое загрязнение. Опасные химические вещества могут вводиться в окружающую среду как преднамеренно, так и в виде соединений или как побочный продукт после горения или во время разложения. Их выбрасывают из различных источников, во время транспортировки по морю, через реки и воздух (ХЕЛКОМ, 2010).

Основными и опасными источниками химических загрязнений являются: сброс сточных вод с морских судов, танкеров, захоронения опасных веществ на дне Финского залива, затонувшие боеприпасы, нелегальные сбросы нефти, фармацевтика, сточные воды.

3.4 Оценка пространственно-временной антропогенной нагрузки

В настоящее время рыболовный промысел проводится практически на всей акватории российской части Финского залива с акцентом на прибрежные воды. Существующие зоны рыболовства судака были приведены на рисунке 6.

Среднегодовые показатели общей концентрации углеводородов в морской воде в мелководной части акватории залива изменялись, от 0,001 до 0,1. Превышение ПДК были зафиксированы в 2000-2002 гг. В последующий

период наблюдений, значение среднегодовой концентрации данного ингредиента, не превышало ПДК (0,05 мг/л) (рисунок 13).

Среднегодовые концентрации свинца в восточной части Финского залива не превышали предельно допустимый уровень (10 мг/л), изменяясь в пределах от 0 до 85, с тенденцией к снижению (рисунок 13).

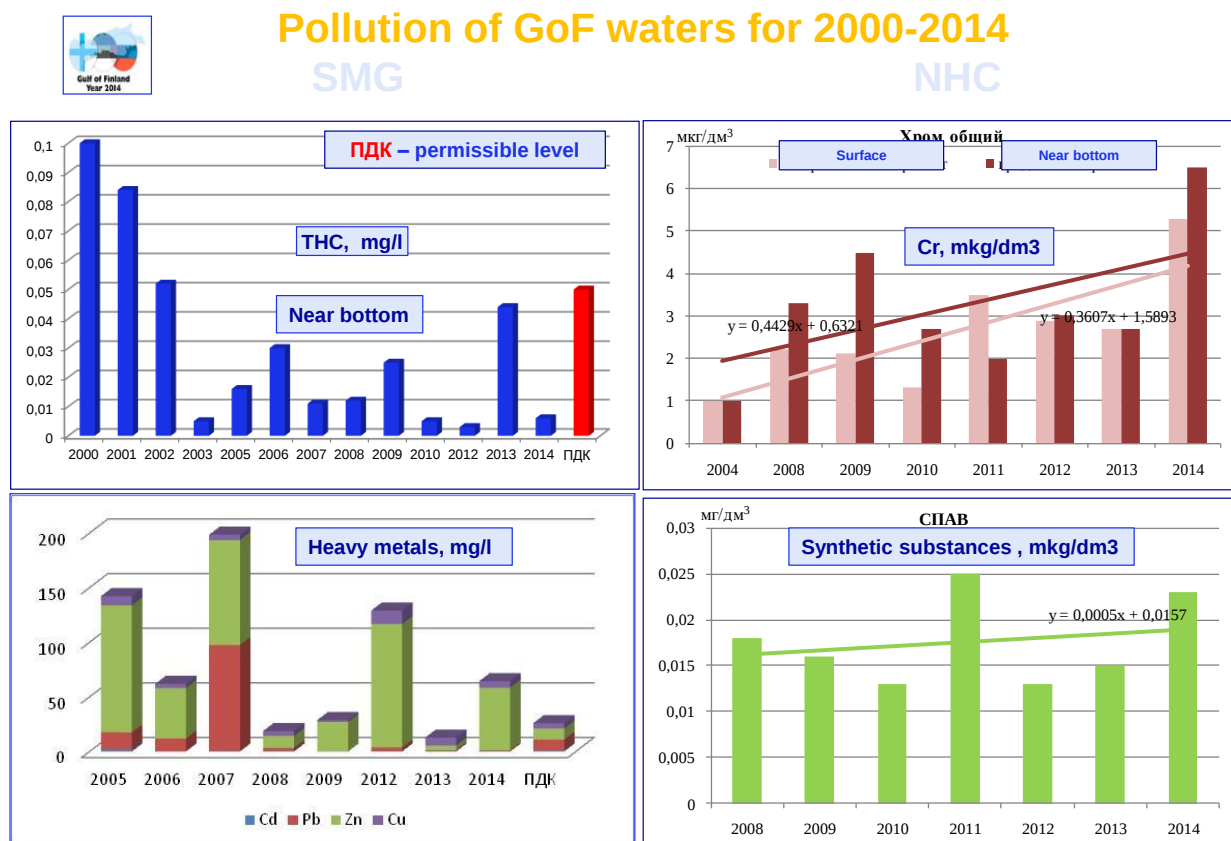


Рисунок 13-Динамика содержания углеводородов (ТНС), хрома, тяжелых металлов и СПАВ в водах восточной части Финского залива (Complex Russian Environment..., 2014)

В водах отмечается повышенное содержание меди. Среднегодовые концентрации данного показателя составляли 10 мг/л, с максимальным значением 20 мг/л в 2012 году. В ряду многолетних данных можно отметить тенденцию к снижению меди в водах региона.

Среднегодовое содержание кадмия в водах района не превышало уровень ПДК (1,0 мг/л) за исключением 2009 г, когда его среднегодовые концентрации составили в поверхностном горизонте – 1,06 мкг/дм³, в придонном горизонте – 1,41 мкг/дм³. За рассматриваемый период отмечается тренд к снижению содержания кадмия (рисунок 13).

Среднегодовое содержание цинка в водах района превышало уровень ПДК. Среднегодовая концентрация ингредиента изменялись в диапазоне от 25 мг/л, до 125 мг/л. В водах района отмечается общая тенденция к снижению содержания цинка (рисунок 13).

Содержание хрома общего не нормируется. Максимальные среднегодовые концентрации наблюдались в 2014 году – 5,3 мкг/дм³ в поверхностном горизонте, 6,5 мкг/дм³ – в придонном горизонте. Среднегодовые концентрации ингредиента в поверхностном и придонном горизонтах имеют тенденцию к росту (рисунок 13).

Превышений предельно допустимого уровня по содержанию СПАВ в водах глубоководного района восточной части Финского залива, зафиксировано не было. Диапазон среднегодовых концентраций находился в пределах от 0,013 мг/дм³ до 0,025 мг/дм³, с тенденцией к росту (рисунок 13).

Пространственное распределение загрязнения вод неоднородно в водах Финского залива. По материалам национального доклада (Complex Russian Environment..., 2014) наибольшее загрязнение нефтепродуктами, тяжёлыми металлами (медь, цинк) имеют участки Лужской, Копорской и Невской губы, участки портовых стоянок в Приморске и Выборгском заливе.

Тепловое загрязнение от сточных вод с Ленинградской атомной электростанции в Копорскую губу. Сбрасываемая вода на 10 °С выше чем, забираемая воды из Финского залива. Известно, что только треть атомной энергии превращается в электричество, а остальная превращается в тепловые отходы. Выбросы тепловых отходов сравнимы с ультрафиолетовым воздействием Солнца, в течение года. На рисунке 14 отчетливо видно то, насколько сброс термальных вод изменяет температуру воды акватории Финского залива.

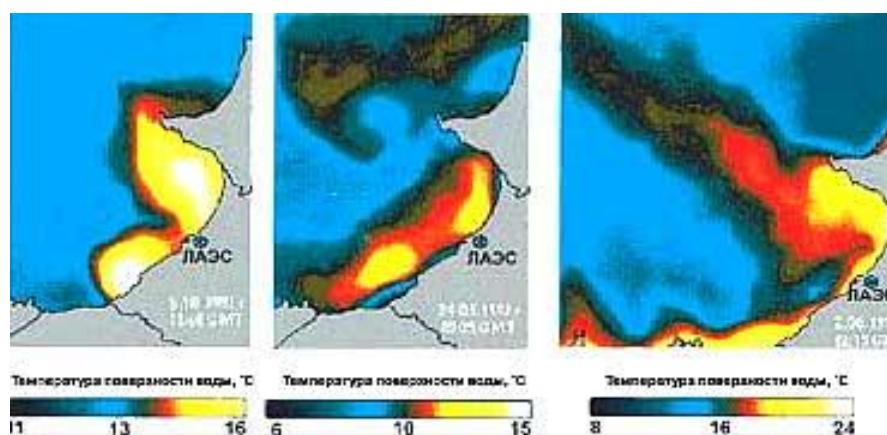


Рисунок 14 - Тепловое загрязнение Копорской губы Финского залива от Ленинградской атомной станции

Сточные воды Санкт-Петербурга. Являются основными загрязнителями, часто сбрасываемые в неочищенном виде.

Из-за повышения токсичности вод самые чувствительные представители бентосных и планктонных сообществ исчезли. Так же большую антропогенную нагрузку на Финский залив оказывают реки Луга и Нарва и другие. Сбросы оказывают большую нагрузку на экологию водоемов, вызывают деградацию биоценозов бентоса, а так же отмирание донной фауны и мутации.

Основным источником химического и механического загрязнения являются бытовые, промышленные и ливневые стоки от населенных пунктов и предприятий в Финский залив. Поэтому, особую значимость для экологического благополучия залива приобретает качество очистки данных стоков.

В соответствие с программным документом «Схема водоснабжения водоотведения на период до 2025 г. и на перспективу до 2030 г.» (Постановление Правительства Санкт-Петербурга ..., 2013) определен объем водоотведения по бассейнам КОС и районам Санкт-Петербурга в период до 2025 года (таблица 1).

Таблица 1 - Фактическое и ожидаемое поступление хозяйственно-бытовых сточных вод с учетом инфильтрата в систему водоотведения (по материалам ООО «Водоканал Санкт-Петербург, 2012)

Показатели	Фактическое значение, 2012 г.	Ожидаемое значение, 2025 г.
Объем производственных и хозяйственно-бытовых сточных	1858,0	1737,6

вод, поступивший в систему канализации, тыс. м ³ /сутки		
Поступление сточных вод на КОС, тыс. м ³ /сутки	2217,7	2364

Целью мероприятий по строительству, реконструкции и модернизации КОС является прекращение сброса неочищенных сточных вод в водные объекты, обеспечение качества очистки сточных вод в соответствии с требованиями Российского законодательства и международными рекомендациями. Мероприятия по реконструкции существующих КОС включают в себя: увеличение производительности, строительство блоков доочистки и обеззараживания очищенных сточных вод, модернизацию схемы биологической очистки.

Петербург выполняет рекомендации ХЕЛКОМ: содержание фосфора в общем сбросе сточных вод не превышает 0,5 мг/л, азота - 10 мг/л. Годовой сброс общего фосфора в водные объекты Санкт-Петербурга в 2012 году снизился по сравнению с 2002 годом ~ в 3,6 раза, с 1793,7 т до 491,8 т.

Годовой сброс общего азота снизился по сравнению с 2002 годом ~ в 1,4 раза, с 13239,2 т до 9628 т.

Реализованные мероприятия, направленные на снижение негативного воздействия на окружающую среду позволили Санкт-Петербургу выйти из числа загрязнителей Балтийского моря.

Модернизация существующих схем очистки сточных вод, внедрение технологий глубокого удаления биогенов и блоков доочистки позволит снизить к 2025 г. суммарную массу сброса загрязняющих веществ через выпуски КОС в водные объекты (с учетом достижения требуемых показателей на выходе КОС, среднесуточный приток на КОС 2,2 млн. м³ - 2012 г. и 1,9 млн. м³ - 2025 г.) на 38,9 процентов.

По данным ГУП «Водоканал Санкт-Петербург» на 01.12.2012 на территории Ленинградской области расположено 2950 населенных пунктов с количеством проживающего населения 1 666 939 человек, в т.ч. 2887 (97,9%)

населенных пунктов в сельской местности с количеством населения 600 142 человека (36,0% населения области).

В береговой зоне Финского залива Ленинградской области расположено 11 очистных сооружений, из них наиболее крупные в Сосновом Бору, Выборге, Приморске, поселках Усть-Луга, Большая Ижора, Лебяжье. Общий объем сброса сточных вод с этих сооружений составляет порядка 65 тыс. м³/сутки. При этом 95% этого объема приходится на очистные в Сосновом Бору, Выборге и Приморске, которые находятся в удовлетворительном техническом состоянии, и в целом обеспечивают нормативные показатели очистки сточных вод.

В результате реализации подпрограммы к 2017 г. ожидается, что 75,7 % населенных пунктов, в том числе и расположенных на побережье Финского залива и на берегу рек, впадающих в Финский залив, будут обеспечены услугами централизованной канализации. Доля очищаемых стоков достигнет 94,5%, из которых доля сточных вод, очищенных до нормативных значений достигнет 73%.

Таким образом, можно констатировать, что все очистные сооружения населенных пунктов и предприятий Санкт-Петербурга, расположенных на берегу Невской губы, к 2025 г. будут очищать стоки до нормативных показателей на 100%, а очистные сооружения населенных пунктов и предприятий Ленинградской области к 2016 г. будут очищать до аналогичного норматива только 73% от общего объема стоков поступивших в канализацию. Предполагается, что Правительство Ленинградской области до 2025 г. проведет ряд мероприятий по существенному подъему показателей по очистке сточных вод. Оценивая долю сброса неочищенных сточных вод населенных пунктов Ленинградской области, расположенных на побережье Финского залива и на берегу рек, впадающих в него, относительно аналогичного показателя для Санкт-Петербурга, необходимо отметить, что она существенно меньше, т.к. и количество населения и количество предприятий в описанном районе также существенно меньше.

Таким образом, можно констатировать, что к 2021 г. стоки от населенных пунктов и предприятий, расположенных на побережье Финского залива и Невской губе, будут оказывать минимальное негативное воздействие на экосистему залива.

3.4 Оценка динамики пополнения запасов судака и возможного воздействия климатических изменений и антропогенных факторов

В восточной его части Финского залива уловы судака достигали пика в 1980 годы прошлого столетия, среднегодовые уловы были около 245 тонн, максимум составлял порядка 384 тонны. Запасы быстро снизились в начале 1990-х годов.

Уловы корюшки достигали своего пика в первой половине 1950-х годов, в конце 1980-х годов, составляли максимума в 2766 тонн и 3675 тонн. Минимальные показатели были в 1957 году и в 1979, составляли 676 тонн и 825 тонн. Динамика изменения уловов корюшки характерна скачкообразными переходами от низких к высоким. С середины 1990-х годов показатели не поднимались выше 900 тонн.

Изменения между уловами корюшки и судака существуют, после роста уловов корюшки, следует возрастание уловов судака, и наоборот, за снижение уловов корюшки следует снижение уловов судака (рис. 15).

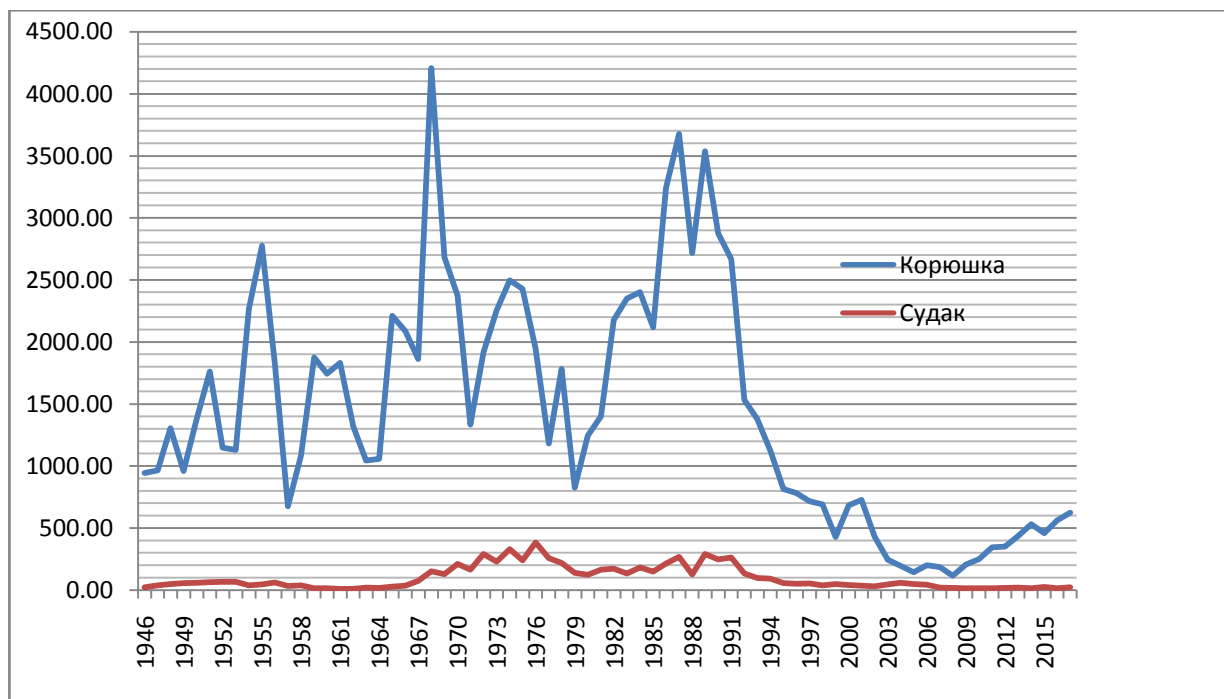


Рисунок 15 - Уловы судака и корюшки в восточной части Финского залива в 1946-2017 гг. (Кудерский, 2013)

Резкие изменения в численности рыб связаны с неблагоприятными условиями для воспроизводства и роста (тепловой режим, большой сток пресных вод), для нереста рыб весной условия тоже были неблагоприятны. Уменьшение численности промысловой рыбы из-за перевылова также способствовало уменьшению количества рыбы. Кроме того, часть нерестилищ в Невской губе и в Выборгском заливе были утрачены в результате дноуглубительных работ и намыва новых территорий (Кудерский, 2013).

С 1995-х по 2006 года ежегодные уловы судака варьировались от 31 тонны до 60 тонн, а в последующие года снизились примерно до 20 тонн. Состояния запасов на данный момент неудовлетворительны. Рыбы в возрасте от 3 лет и старше составляют около 1 млн. особей, примерно 419 тонн.

Для оценки антропогенного влияния на запасы судака была использована материалы национального отчета по международному проекту «Год Финского залива 2014». В данной оценке учтены следующие виды хозяйственной деятельности в российской части Финского залива:

- ✓ судоходство;
- ✓ портовая деятельность;

- ✓ промышленное рыболовство;
- ✓ гидротехнические сооружения;
- ✓ намыв новых территорий;
- ✓ дноуглубление и сброс грунта в морские отвалы;
- ✓ сброс в воды залива сточных вод от населенных пунктов и предприятий.

Перечисленная хозяйственная деятельность осуществляется в непосредственной близости от существующих нерестовых и нагульных ареалов судака в акватории залива.

В результате наложения схем вышеперечисленных видов антропогенных нагрузок были выявлены зоны максимального техногенного воздействия на экосистему российской части Финского залива. Картографическая иллюстрация суммарного антропогенного воздействия на участки распределения судака и зоны рыболовства представлены на рисунке 16.



MARITIME SPATIAL PLANNING before 2021 (SMG)

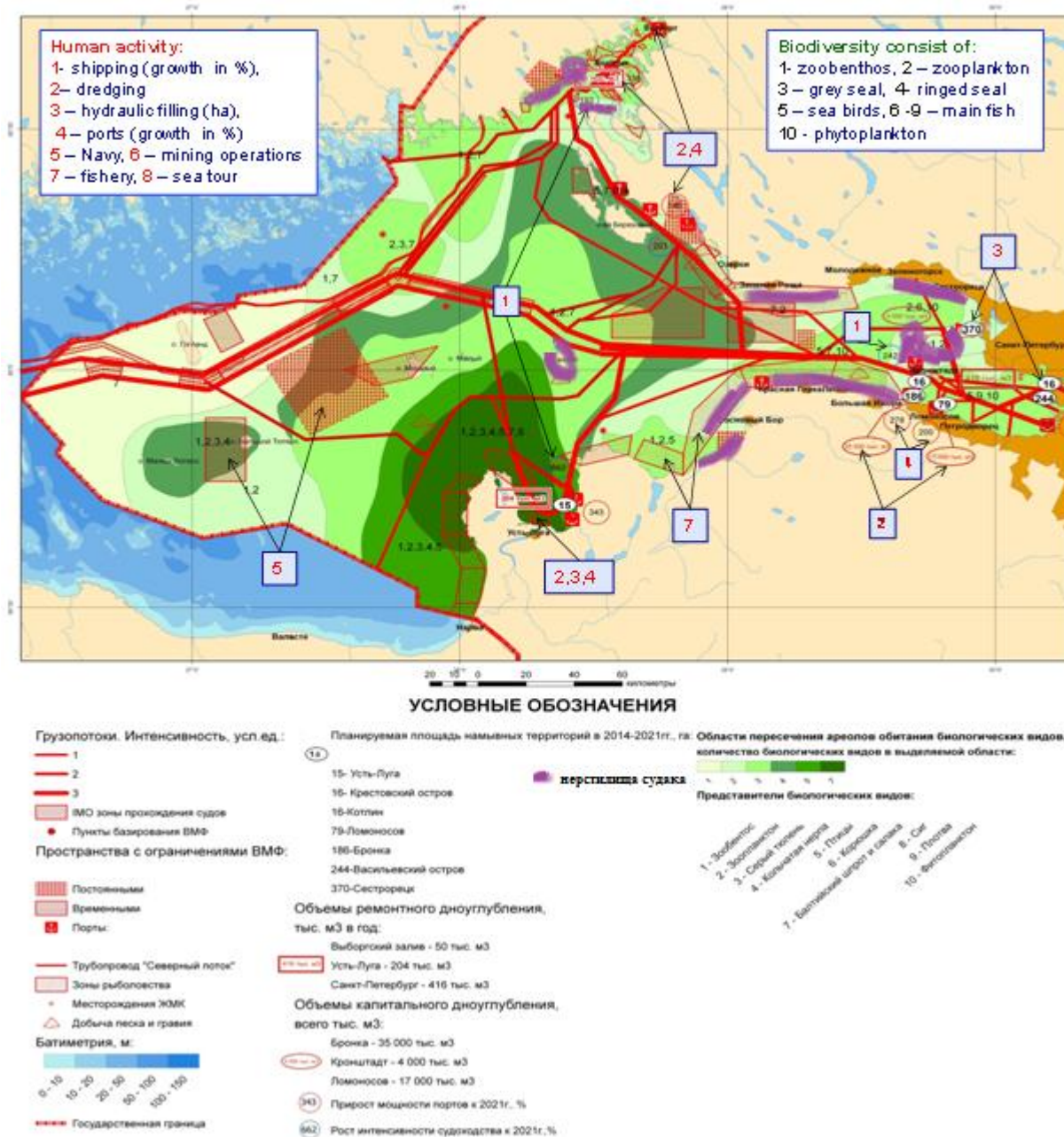


Рисунок 16 - Схема морского пространственного планирования восточной части Финского залива, в том числе с указанием зон промышленного рыболовства и нереста судака (Complex Russian Environment..., 2014)

На рисунке 16 представлена восточная часть Финского залива, с нерестилищами судака, и воздействием на нее сточных вод, транспорта, дноуглубительных работ и других антропогенных факторов. Из-за воздействия этих факторов на нерестилища, они находятся в критическом состоянии, некоторые нерестилища уже уничтожены.

В таблице 2 представлены природные и антропогенные факторы, которые оказывают влияние на изменение численности, ареала или кормовой базы судака. Анализ материалов показал, что многие факторы обладают и прямым и косвенным воздействием, также играют регулирующую роль в изменении ареала, кормовой базы и численности. Еще один важный критерий это влияние по времени, есть факторы, которые оказывают временное воздействие такие как ветер, волнения, разливы нефтепродуктов, а есть те, которых постоянно, к таким относятся речной сток, кислород, судоходство.

Таблица 2– Характеристика воздействия антропогенных и природных факторов на популяцию судака, его кормовой базы и ареал распределения

Параметр	Тип воздействия		Изменение численности	Изменение кормовой базы	Изменение ареала	Время воздействия	
	прямое	Косвенное				Постоянное	Временное
Природные факторы							
Соленость	+	+	+	+	+	+	
Течение	+	+		+	+		+
Температура	+	+	+	+	+	+	+
Уровень воды		+	+	+	+		+
Атмосферные осадки		+	+	+	+		+
Речной сток	+	+	+	+		+	
Циркуляция воды		+		+	+	+	
Ледовые условия	+	+	+	+			+
Гидрохимические показатели воды	+	+	+	+	+	+	+
Ветер		+		+	+		+
Волнения		+			+		+
Приливы, отливы		+		+	+		+
Кислород	+		+	+	+	+	
Кормовая база	+		+		+	+	+
Антропогенные факторы							
Сброс сточных вод	+	+	+	+	+	+	+
Сброс термальных вод	+	+	+	+	+	+	
Химическое загрязнение	+		+	+		+	+
Судоходство	+	+		+	+	+	
Незаконное рыболовство и браконьерство	+	+	+	+			+
Морской мусор		+		+	+	+	
Разливы нефтепродуктов	+		+	+	+		+
Загрязнение от	+		+	+	+		+

сельского хозяйства							
Намыв новых территорий	+		+	+	+		+
Дноуглубительные работы	+	+	+	+	+	+	+
Тяжелые металлы	+		+	+			+

Таблица 3 отражает влияние факторов и их зависимость друг на друга, а индекс отражает степень воздействия того или иного фактора на судака. Антропогенные факторы имеют большое влияние на природные факторы. Например, на гидрохимические показатели оказывают воздействие такие факторы антропогенного характера как тяжелые металлы, дноуглубительные работы, загрязнение от сельского хозяйства, разливы нефти, химическое загрязнение, сброс сточных вод и сброс термальных вод. Но природные факторы также имеют воздействие друг на друга. Гидрохимические показатели зависят от солености, течения, температуры, атмосферных осадков, ледовых условий, речного стока, ветра, волнений, приливов и отливов.

Таблица 3 – Анализ степени воздействия (индекс) природных и антропогенных факторов

Фактор	Взаимодействие факторов	Интегральный индекс
1 Соленость	2, 3, 6, 10, 11	12
2 Течение	1, 3	10
3 Температура	1, 4, 7, 8, 11, 12, 15, 16	14
4 Уровень воды	5, 6, 7, 8, 12, 15, 16, 23	5
5 Атмосферные осадки	17	5
6 Речной сток	10, 17, 23, 24	10
7 Циркуляция воды	18	4
8 Ледовые условия	1, 2, 3, 6, 15, 16, 18	10
9 Гидрохимические показатели	1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 21, 22, 23, 24	14
10 Ветер	3	4
11 Волнение	12, 18	3
12 Приливы и отливы		4
13 Кислород	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 15, 16, 17, 23	5
14 Кормовая база	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 13, 16, 17, 18, 19, 21, 20, 22, 23, 24	5
15 Сброс сточных вод	21, 22, 23, 24	14
16 Сброс термальных вод		12
17 Химическое загрязнение		5
18 Судоходство	8	10

19 Рыболовство и браконьерство	1, 2, 3, 8	10
20 Морской мусор	2, 10, 11, 12	4
21 Разливы нефтепродуктов	2, 10, 11, 12	5
22 Загрязнение от сельского хозяйства	2, 10, 11, 12	5
23 Дноуглубительные работы		14
24 Тяжелые металлы		4

В таблице 3 представлены природные и антропогенные факторы, которые оказывают влияние на изменение численности, ареала или кормовой базы судака, а также воздействуют друг на друга. Индекс воздействия на судака получен на основе данных из таблицы 2 - сумма количества указанных воздействий умножалась на два, если фактор имел прямое и косвенное воздействие, еще суммировалось его количество влияния на другие факторы. Исходя из полученного индекса, составлены диаграммы (рисунок 17, 18), в котором факторы расположены в процентном соотношении, по влиянию, оказанному на популяцию судака.

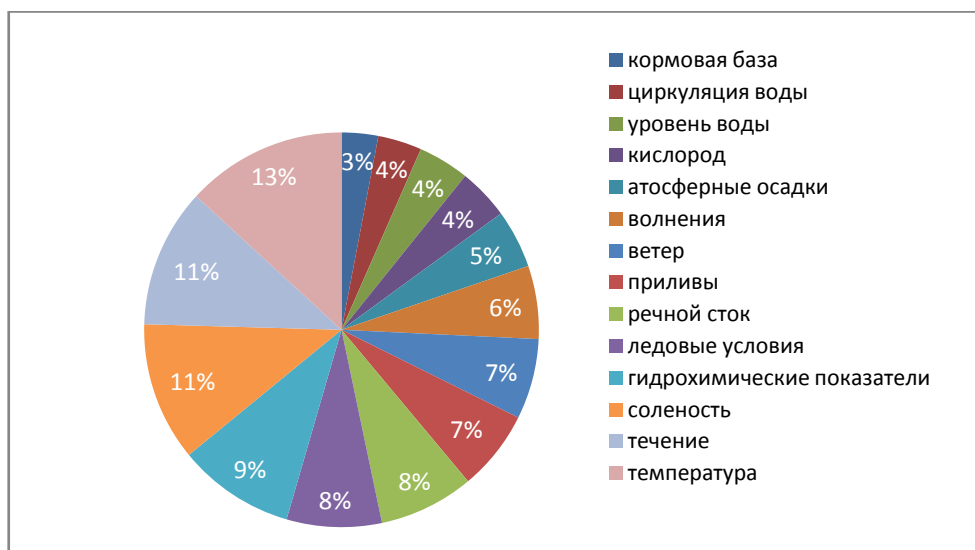


Рисунок 17 - Оценка степени влияния природных факторов на запасы судака

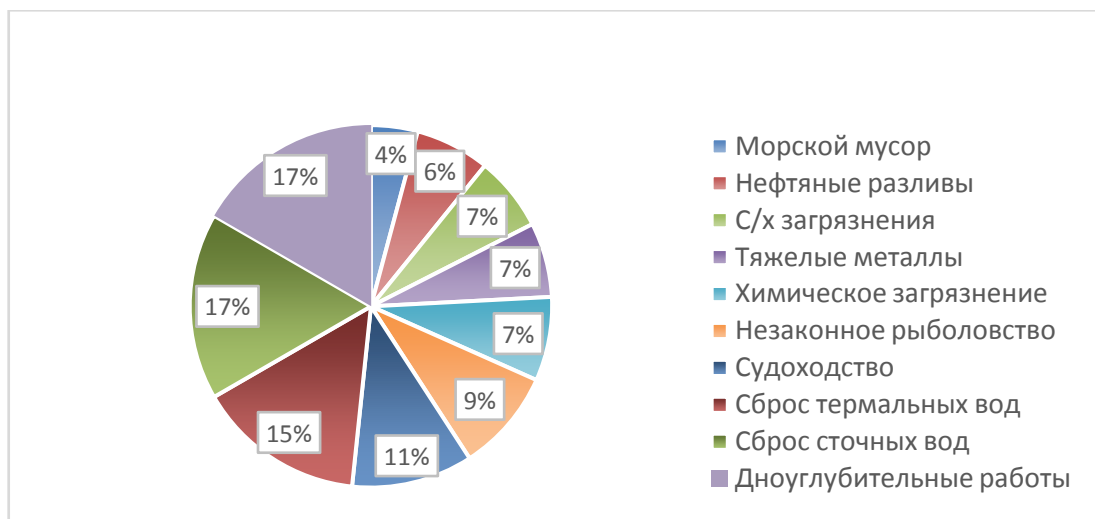


Рисунок 18 - Оценка степени влияния антропогенных факторов на запасы судака

В процентном соотношении видно, что из природных факторов наибольшее влияние оказывают температура, течение, соленость, гидрохимические показатели, ледовые условия и речной сток. Меньшее воздействие имеют: приливы, ветер, волнения, атмосферные осадки, кислород, уровень воды, циркуляция воды, кормовая база.

Из антропогенных факторов самыми значимыми являются: дноуглубительные работы, сброс сточных вод, сброс термальных вод, судоходство, незаконное рыболовство. Менее значимыми являются: химическое загрязнение, тяжелые металлы, с/х загрязнение, нефтяные разливы, морской мусор.

Все выше перечисленные факторы в той или иной степени оказывают воздействие на окружающую среду жизни судака и его жизненный цикл. Факторы антропогенного характера имеют воздействие не только на судака, но и на весь Финский залив в целом. Особое внимание следует обратить на участки акватории Финского залива, которые имеют значение для воспроизводства и пополнения популяции судака.

Таблица 4 отображает последствия антропогенных факторов на участки акватории Финского залива и, то, какое влияние они оказывают на запасы судака, в совокупности с природными факторами.

Таблица 4–Характеристика пространственно-временной нагрузки на промысловые участки Финского залива и запасы судака

Участок акватории Финского залива	Факторы		Последствие антропогенных факторов	Влияние на запасы судака
	природные	антропогенный		
Устьевые участки рек	Объем речного стока, ветер, ледовые условия, гидрохимические показатели воды	Сброс сточных и термальных вод, строительство гидротехнических сооружений	Эвтрофикация вод, загрязнение тяжелыми металлами, химическое загрязнение осадочных пород	Накопление в мышцах и тканях рыб тяжелых металлов, вспышки заболеваний, снижение кормовой базы
Прибрежные воды	Ветер, температура, соленость, речной сток, ледовый режим, уровень воды, приливные действия, волнения	Сброс сточных и термальных вод, судоходство, морской мусор, химические загрязнения, строительство гидротехнических сооружений, намыв новых территорий, дноуглубительные работы	Повышение мутности водоема, изменение температуры воды, Эвтрофикация воды	Нарушение нерестилищ, изменение кормовой базы, увеличение смертности молоди на ранних этапах развития
Глубоководные участки	Соленость, температура, гидрохимические показатели воды, кормовая база, циркуляция воды, течение	Тяжелые металлы, морской мусор, нефтепродукты, судоходство, незаконное рыболовство, морской мусор, химическое загрязнение	Загрязнение тяжелыми металлами, нарушение численности кормовой базы,	Смена мест распределения, нарушение в жизненном цикле, заболевания, изменение возрастной численности, накопление химических соединений в мышцах и тканях рыб

Заключение и выводы

Цель работы: оценить состояние популяции судака в Финском заливе и влияние природных и антропогенных факторов на него.

Для достижения цели квалификационной работы была составлена общая характеристика Финского залива, обобщены данные из разных источников по биологии, ихтиологии, вылову и запасам судака, характеризующие состояние его популяции, а так же сведения по влиянию природных и антропогенных факторов на экологию Финского залива и последствиях, которые эти факторы оказывают на популяцию судака.

Результаты анализа показывают, что человеческая деятельность оказывает большое влияние на ихтиофауну и на экологию Финского залива в целом.

Проведя обширный анализ по судаку, установлено, что нерест и нагул судака происходит на мелководных участках восточной части Финского залива.

Природные факторы играют регулирующую роль в жизненном цикле судака. Они оказывают и прямое и косвенное воздействие. На разных этапах жизненного цикла тот или иной природный фактор играет лимитирующую роль, в распределении вида или в регулировании его численности. Кормовая база всегда играет лимитирующую роль, так же как температура, соленость, кислород.

На восточную часть Финского залива из антропогенных факторов влияют дноуглубительные работы, сброс сточных вод, судоходство, незаконное рыболовство и браконьерство, разливы нефтепродуктов, загрязнения от сельского хозяйства, намыв новых территорий, содержание тяжелых металлов в воде и донных отложениях. Все эти факторы по-разному влияют на судака.

Незаконное рыболовство и браконьерство напрямую нарушает численность взрослой популяции судака. По статистике уловов установлены годы, когда показатели вылова сильно падали. Сопоставив данные выделенным квотам ОДУ, ее освоение и вылову судака можно предположить, что часть уловов была не учтена.

Сброс сточных вод, оказывает влияние на среду обитания судака, и косвенно на численность и его распределение. Основным источником химического и механического загрязнения являются бытовые, промышленные и ливневые стоки от населенных пунктов и предприятий в Финский залив. Поэтому, особую значимость для экологического благополучия залива приобретает качество очистки сточных вод.

Судоходство развивается в последнее десятилетие и будет дальше развиваться. Оно оказывает прямое и косвенное влияние на популяцию судака, так как маршруты по которым следуют суда, могут нарушать пути миграций и условия на нерестилищах судака и ухудшать состояние его кормовой базы. Также косвенное воздействие оказывают волны, которые образуются после судов, в результате воздействия которых увеличивается волновое движение на мелководных нерестовых участках и изменяется уровень воды. Риски, связанные с танкерами и транспортировкой нефти тоже могут нанести вред популяции судака и экосистеме Финского залива.

Намыв новых территорий и дноуглубительные работы оказывают значительный ущерб популяции судака в восточной части Финского залива. Последствием таких работ является уничтожение и нарушение нерестилищ судака, а так же нарушение донной биоты, кормовой базы молоди судака, которая в первые годы обитает в мелководных районах залива.

В результате выполнения работы на основе обобщения информации предоставлена оценка возможного воздействия природных и антропогенных факторов на популяцию судака Финского залива. По обобщенным материалам был составлен характеристика воздействия антропогенных и природных факторов на популяцию судака и рассчитаны интегральные индексы воздействия каждого из факторов. После анализа полученных результатов составлена оценка степени влияния факторов на запасы судака в зависимости от их значимости. Обобщение информации позволило также составить характеристику пространственно-временной нагрузки на промысловые участки Финского залива и запасы судака.

Антропогенное воздействие на воды Финского залива в конечном итоге приводит к сокращению численности судака и его кормовой базы, и изменению экологической обстановки. Поэтому в ближайшее время будет необходимо создавать благоприятные условия для естественного воспроизводства и увеличения рыбных запасов путем проведения комплекса экологических, экономических, рыбоводных и рыбоохранных мероприятий.

Проведенный анализ показал, что возможными причинами снижения запасов судака и его воспроизводства может быть сокращение естественных нерестилищ, загрязнение воды, влияние судоходства, нелегальный промысел и сокрытие уловов.

В настоящее время искусственным воспроизводством судака не занимаются, но ФГБНУ «ГосНИОРХ» разработана технология выращивания посадочного материала судака, что в перспективе позволит сохранить его запас в Финском заливе (Протокол общественных слушаний по ОДУ, 2018).

Список литературы

1. Атлас льдов Финского залива.– СПб: Издание ГУНиО МО РФ, 2000.– С. 160.
2. Безгодов А. В., Цветков В. Ю. 2014 – год Финского залива в России, Финляндии, Эстонии [Текст] / Сборник научных трудов // по материалам Шестой Международной конференции «Ладожский парламент». СПб, 2015. – 131 с.
3. Берг Л.С. Рыбы Финского залива. // Изв. Всесоюз. НИИ озерн. и речн. рыбн. х-ва, 1940, т. 23, с. 3–46.
4. Ван дер Вейде, Дж. Основные принципы управления береговой эрозией [Текст] / Дж. Ван дер Вейде, Х. де Врег, Ф. Саньянг // Комплексное управление прибрежными зонами и его интеграция с морскими науками: сб. тр. Междунар. конф. Санкт-Петербург, 26 – 29 сент. 2000 г.–СПб., 2003.– С.35 – 49.
5. Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А. П. Карпинского [Электронный ресурс] / Санкт-Петербург. Литологическая карта поверхности морского дна восточной части Финского залива. URL: <http://gissrv103.vsegei.ru/portal/apps/webappviewer/index.html?id=a7550800e1aa435f9d01239134fbfb90>.
6. Демерецкиене, Н. Е. Появление вида-вселенца *Evadneanonux* и личинки *Dreissena Polymorphav* в пелагиале Юго-Восточной Балтики / Н. Е. Демерецкиене.- С .65-66 (Тезисы докладов международной конференции «Актуальные проблемы планктонологии»: 9-14 сентября 2012 г., г. Светлогорск: тезисы докладов / Гидробиол. о-во Рос. АН, Науч. совет по гидробиологии и ихтиологии ОБН РАН [и др.]. - Калининград: АтлантНИРО, 2012. – С. 100.
7. Друзья Балтики [электронный ресурс] Ниши ценности среды обитания. Регион Финского залива//Сборник информационных и методических

материалов/ Пятое издание, дополненное и переработанное. С-Пб, 2005. – с.URL: <http://baltfriends.ru/arhiv/rus/ourvalue/index1.htm>

8. Географическое положение и границы Балтийского моря[электронный ресурс]URL:http://esimo.oceanography.ru/esp2/index/index/esp_id/1/section_id/2
9. Заключение экспертной комиссии об экологическом состоянии Невской губы и восточной части Финского залива. Ленинград, 1989. – 136 с.
10. Кудерский Л.А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. Том 3.Сборник научных трудов ФГНУ «ГосНИОРХ», вып. 342, М.-С-Пб.:Товарищество научных изданий КМК, 2013.- 526 с.
11. Кудерский Л.А.Состав и многолетние изменения рыбного населения в Невской губе и восточной части Финского залива. // Финский залив в условиях антропогенного воздействия. — СПб.: Ин-т озероведения, 1999, с. 257–303.
12. Королев А.Е. Биологические особенности судака(*StizostedionLucioperca*L.) на ранних этапах онтогенеза. Научные тетради.Выпуск 7. ГосНИОРХ. С-Пб. 1999 год
13. Лаврентьева, Г.М. Рыбохозяйственная оценка крупнейших заливоввторого порядка (Выборгский, Копорская и Лужская губы) восточной части Финского залива [Текст] / Г.М. Лаврентьева, О.Н. Сулопарова, В.А.Огородникова, О.И. Мицкевич, О.В. Лебедева, Т.В. Терешенкова, Н.И.,Волхонская, Г.А. Алексеев, А.С. Шурухин // Тез.докл. VIII съезда Гидробиолог.об-ва РАН. Т. 1.–Калининград, 2001.
14. Левков Э.А., Свиридов Н.И. Гляциодислокации дна Балтийского моря // Тектонические исследования в Белоруссии / под ред. Гарецкого Р.Г.- Минск, 1983.-С.168-174.
15. «Материалы общего допустимого улова в районе добычи (вылова) водных биоресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации,

территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, на 2019 г.»

1. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. «Ихтиология».- М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – с 297-298
2. Неелов А.В. Рыбы. (Природа Ленинградской области). — Л.: Лениздат, 1987. — 157 с.
3. Орлова М.И., Рябчук Д.В., Спиридонов М.А. Геолого-геоморфологическая характеристика восточной части Финского залива и типология донных биотопов // Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы /Под ред. А.Ф. Алимова, С.М. Голубкова.— СПб.-М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008.—С. 59-75.
4. Постановление Правительства Санкт-Петербурга 11.12.2013 № 989 об утверждении «Схема водоснабжения и водоотведения Санкт-Петербурга на период до 2025 года с учетом перспективы до 2030 года»;
5. Проект «Моря СССР». Гидрометеорология и гидрохимия морей. В 10 томах. Т. III. Балтийское море. Вып. I. Гидрометеорологические условия. Под ред. Ф.С. Терзиева, В.А. Рожкова, А.И. Смирновой.— СПб.: Гидрометеиздат, 1991.— 240 с.
6. Протокол общественных слушаний по «Материалам общего допустимого районе добычи (вылова) водных биоресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Азовском и Каспийском морях, на 2019 г. (с оценкой воздействия на окружающую среду). Часть 1 - Рыбы морей Европейской части России», 2018.
7. Российский государственный гидрометеорологический университет [электронный ресурс] Сухачева Л.Л. Экологические и другие аспекты дрейдинга при реализации крупных инженерных проектов в восточной части Финского залива — обобщение данных многолетних

URL:<http://www.rshu.ru/university/notes/archive/issue35/uz35-124-132.pdf>

8. Солощук П.В. Изменение климата и ледовых условий водной системы Финский залив – Невская губа – река Нева в осенне-зимний период за последние 15 лет // Ученые записки РГГМУ. 2010. № 14. – С. 34-41.
9. Усенков С.М. Донные отложения как индикаторы загрязнения восточной части Финского залива. Навигация и гидрография. 2005. № 20-21. С. 164-175.
10. Успенский А.А. Новые сведения о видовом составе рыбного населения прибрежного мелководья восточной части Финского залива (с особым вниманием к видам вселенцам). // Сборник материалов XIV Международного экологического форума «День Балтийского моря». — СПб.: Изд-во «Человек», 2013, с. 69–71.
11. Шурухин А.С., Лукин А.А., Педченко А.П., Титов С.Ф. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря. Труды ВНИРО. С-Пб. 2016 г. Т. 160
12. Экологические аспекты дреджинга [Текст] / Под ред. Р.Н. Брэй.— СПб., 2013.—442 с.
13. Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Вып. 5, часть 2. Гидрометеорологические, гидрохимические, гидробиологические, геологические условия и динамика вод Финского залива / Под ред. И.Н. Давидана, О.П. Савчука СПб: Гидрометеиздат, 1997. - 450 с.
14. Complex Russian Environment Monitoring Program for the “Gulf of Finland Year – 2014” – National report of Ministry of Natural Resources and Ecology of the Russian Federation// The materials of Trilateral Gulf of Finland Scientific Seminar 26.11.2014. SYKE, - 2014

15. Finish Environment Institute [электронныйресурс] The Gulf of Finland assessment URL:
file:///C:/Users/user/Desktop/Downloads/SYKEra_27_2016%20(1).pdf
16. Fishretail [электронный ресурс] Рисунок судака URL:http://fishretail.ru/data/tradeboard/150344/tradeboardGcnkN5_img.jpg