

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

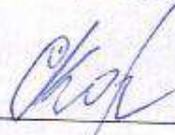
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

Выпускная квалификационная работа
(Бакалаврская работа)

На тему: Состояние запасов и особенности регулирования промысла судака
(*Sander lucioperca*, (Linnaeus, 1758)), в Финском заливе Балтийского моря и в
пресноводных водоемах Ленинградской области

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой  С.В. Королькова к.т.н.
« 25 » июня 2020г.

Выполнил: студент 4 курса
Группы: ВБР-Б16-1
Елфимов Е.А.
Научный руководитель:
Педченко А.П., к.г.н., доцент

Санкт-Петербург

2020

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра водных биоресурсов, аквакультуры и гидрохимии

Выпускная квалификационная работа
(Бакалаврская работа)

На тему: Состояние запасов и особенности регулирования промысла судака
(*Sander lucioperca*, (Linnaeus, 1758)), в Финском заливе Балтийского моря и в
пресноводных водоемах Ленинградской области

«К защите допускаю»

Заведующая кафедрой _____

« _____ » _____ 2019г.

Выполнил: студент 4 курса

Группы: ВБР-Б16-1

Елфимов Е.А.

Научный руководитель:

Педченко А.П., к.г.н., доцент

Санкт-Петербург

2020

Содержание

Введение.....	3
Глава 1. Физико-географическая характеристика Финского залива и Ладожского озера, входящих в состав Балтийского бассейна.....	5
1.1. Финский залив.....	7
1.2. Ладожское озеро.....	12
1.3. Колонизация Балтики судаком.....	16
Глава 2. Состояние запасов судака в бассейнах Финского залива и Ладожского озера.....	19
2.1. Биология судака (<i>Sander lucioperca</i>).....	19
2.2. Состояние запасов судака.....	21
Глава 3. Промысел судака в Ладожском озере и Финском заливе.....	28
3.1. Анализ уловов судака.....	28
3.2. Факторы, влияющие на промысел.....	34
3.3. Правила добычи, орудия вылова и регулирование промысла.....	37
3.4. Расчет любительского объема изъятия судака.....	38
Глава 4. Естественное и искусственное воспроизводство судака.....	42
4.1. Естественное воспроизводство.....	42
4.2. Искусственное воспроизводство.....	44
Заключение.....	47
Список литературы.....	50
Приложение.....	58

Введение

Судак – один из основных промысловых объектов, который имеет важное значение в нашем регионе. Современный ареал: от Уральских гор и Аральского моря на востоке до реки Эльба и юго-западного побережья Норвегии на западе, от полярного круга на севере до Каспийского и Черного морей на юге.

Как вы можете видеть ареал обитания достаточно большой. Напрашивается вопрос, почему же я выбрал именно территорию Балтийского бассейна, а именно входящих в систему его стока Финский залив и Ладожское озеро?

Данные водные объекты были выбраны мною, т.к. на их примере можно увидеть динамику состояния запасов и промысла судака как в солоноватых водах Финского залива, так и в пресных в Ладожском озере. Также, в месте соединения залива и озера располагается второй по населению город страны, а как мы знаем, что чем больше людей, тем большее влияние они оказывают на ближайшие природные объекты, посредством их активного загрязнения.

1. Тема данной работы: Состояние запасов и особенности регулирования промысла судака (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)), в Финском заливе Балтийского моря и в пресноводных водоемах Ленинградской области.

2. Цель работы: в данной работе рассмотрены физико-географические особенности выбранных водных объектов, связанных единой Балтийской водной системой, а также основные особенности судака (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)), сравнение его запасов, промысла по 2 водоёмам и несколько слов о мероприятиях по его искусственному воспроизводству.

Для выполнения этой цели были поставлены следующие задачи:(задач столько же сколько и глав)

1) Описать физико-географические особенности Финского залива и Ладожского озера, входящих в состав системы Балтийского водного стока;

2) Рассмотреть биологические особенности судака и его запасы в выбранных водных объектах, путем их сравнения;

3) Проанализировать межгодовую динамику вылова судака в двух водоёмах;

4) Изложить об основных проблемах естественного и искусственного воспроизводства судака.

3. В данной работе объектом исследования является судак (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)). Материал для данного исследования: литература как отечественная, так и зарубежная, электронные источники, журналы.

4. Практическое применение: для будущих мероприятий по искусственному воспроизводству судака в Ленинградской области, который в данное время находится в критическом состоянии, необходимо знать динамику состояния запасов и промысла.

Глава 1. Физико-географическая характеристика Финского залива и Ладожского озера, входящих в состав Балтийского бассейна.

Так как, основная часть моей работы - сравнение Финского залива и выбранного водного объекта Ленинградской области - Ладожское озеро, которое в свою очередь всегда относилось к водосборному бассейну Балтийского моря - хотелось бы начать с краткой истории формирования самой Балтики, которую впоследствии повторно колонизировал рассматриваемый нами вид.

Краткая история формирования Балтийского моря

Примерно 100 тысяч лет назад на территории северной Европы началась эпоха последнего оледенения, а именно последнее покровное оледенение Восточно-Европейской равнины (Валдайское оледенение, состояло из семи стадий). Вся северная Европа была скрыта под огромным ледниковым щитом. Земная кора прогибалась из-за тяжести льда, часть из которой опускалась ниже уровня океана – формирование котловины Балтийского моря. (приложение 1)

Валдайское оледенение начало подходить к своему концу примерно 10000 до н.э. (невская фаза).

Приступим к описанию этапов формирования современного Балтийского моря:

1. Формируется большое ледниковое озеро (БЛО, 12 000 лет до н.э.), выжившие в суровых условиях организмы колонизируют новый водоём.

2. После спуска БЛО и высвобождения ото льда впадины будущего Балтийского моря, образуется слабосолённый водоём – Иольдиевое море (9700 – 8700 лет до н.э.). Современные исследователи выделяют 3 подэтапа существования Иольдиевого моря:

1) Пресноводный (250 лет) – происходит интенсивное таяние ледникового покрова, вызванное потеплением климата в пребореальном периоде. Но т.к., пролив между озером Венерн (Швеция) и Балтийским бассейном был очень узким, то поступившие массы пресной воды

препятствовали проникновению морской солёной воды в Балтийский бассейн. [41] [43]

2) Солоноватый (200-300 лет) – в связи с ослаблением интенсивности таяния ледника или сокращением его площади и/или эвстатического подъёма уровня океана происходит сокращение потока пресной воды в западном направлении. По-видимому, это могло вызвать увеличение глубины пролива и движение солёной океанической воды в природных слоях в восточном направлении. [44]

3) Пресноводный (250 лет) – последовавший спустя 200-300 лет гляциоизостатический подъём (очень медленные вертикальные и горизонтальные движения земной поверхности на территориях древнего и современного оледенения) южной части Скандинавского полуострова приводит к прекращению доступа солёной воды из океана, медленному обмелению пролива и возвращению пресноводного режима в Балтийском бассейне. [44]

3. Анциловое озеро (8700 - 7800 лет до н.э.) с бореальным климатом (климат в пределах умеренного пояса с хорошо выраженными сезонами года — снежной зимой и относительно коротким тёплым летом).

4. Мастоглое море (7800 – 6500 лет до н.э.) – переходная зона, в некоторых источниках рассматривается как самостоятельная стадия [40], где-то как ранее Литориновое море [43], в других как завершающая фаза стадии Анцилового озера [43] или начальная фаза стадии Литоринового моря. [48]

5. Литориновое море (6500 – 3100 лет до н.э.) – морская фауна пережила последний ледниковый период в океанических водах, а виды, вытесненные суровыми условиями, после их изменения на более благоприятные для жизни начинают заселять североевропейские моря. Последниковая фауна пресноводных рыб Северной Европы состоит в основном из тех же видов, что и в предледниковое время. Поскольку время во время ледникового периода и после него было слишком коротким для появления значительных

генетических различий, нынешняя североευропейская фауна рыб бедна истинными видами, но богата внутривидовыми формами. [47] [52] [63]

6. Береговая линия, солёность и другие параметры Литоринового моря становятся близки к современным, начинается отсчёт истории нового водоёма - Балтийского моря (3-2 тыс. лет до н.э.). [40]

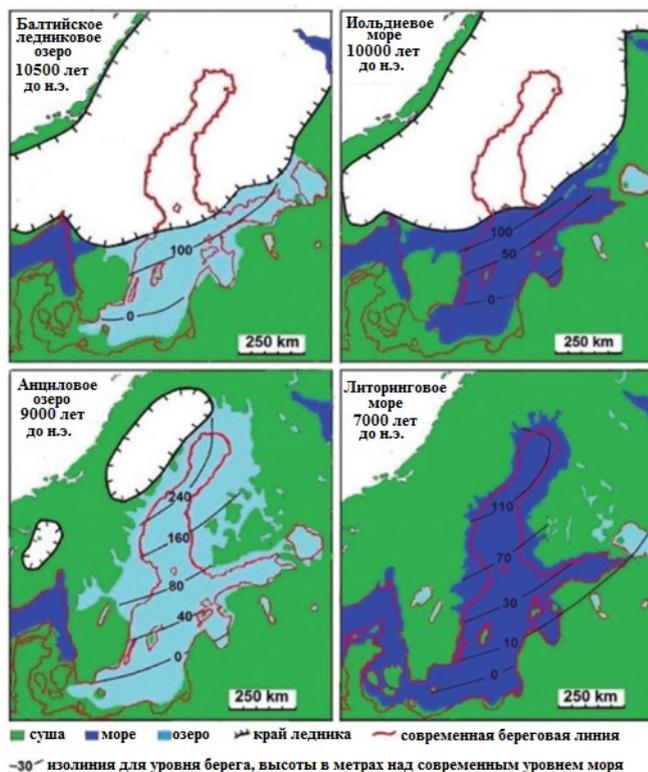


Рис. 2. Этапы раннего развития Балтийского моря [47]

1.1. Финский залив

Краткая история формирования залива

300-400 млн. лет назад (в палеозое) территория современного бассейна Балтийского моря находилась под водой. Но из-за многочисленных абиотических факторов (ледниковые периоды, движение земной коры и т.д.) уровень океана постоянно находился на разных отметках. Поэтому территория Балтики не раз побывала как на поверхности, так и на глубине.

История этих двух водоёмов (залива и озера) тесно связана со стадиями отступления ледника. Во время невской фазы на территории их бассейнов располагался край ледника. Освобождение ото льда произошло лишь спустя

1-2 тысячи лет (финская фаза). Современный рельеф образован в результате деятельности ледника.

После образования Литоринового моря (на 7-9м выше), уровни и площади ледниковых водоёмов постепенно снижались и уменьшались. 4 тысячи лет назад море отступило и мели Финского залива превратились в острова. Современное более сильное воздымание Скандинавского щита привело к перекосу поверхности Финского залива. По этой причине северные берега залива — возвышенные и скалистые, а южные — подтопленные.

Впадины и котловины, обнажившиеся после ухода льдов, наполнялись водой в зависимости от того была ли связь между ними и океаном или нет. [7]

Физико-географическая характеристика

Залив располагается в зоне соединения Балтийского кристаллического щита и Русской плиты. Является крупной структурно-денудационной впадиной. [11] Длина (от полуострова Ханко до СПб) – 420км, ширина варьируется от 48 до 135км. Объем – 1103км³, площадь поверхности - 29948км². Залив имеет относительно большое влияние на Балтику из-за площади водосбора - 420990км² (25% общей площади водосбора Балтийского моря) – и связанного с ним объема речного стока. Средняя глубина – 38м.

В самом Финском заливе имеются заливы второго порядка: Выборгский и Нарвский (северный берег), Лужская и Копорская губы (южный берег). С восточной стороны Финский залив заканчивается Невской губой, которая в результате строительства «дамбы» превратилась в природно-техногенную лагуну. Глубина Невской губы <6м., в береговой зоне <1м.

Бассейн Финского залива относится к умеренному типу с избыточным увлажнением и является промежуточным между морским и континентальным. [22]

Река Нева, крупнейшая река, впадающая в Финский залив, определяет гидрологический режим Финского залива. Большое значение для восточной

части залива имеют реки Луга и Нарва, которые впадают в залив с южного берега, а также Сайменская система каналов на северном берегу.

Ветер

Ветровой режим открытого Финского залива регулируется юго-западными ветрами, которые преобладают во всей области Балтийского моря.

Частые и относительно сильные дневные ветры, наблюдаемые вдоль северного побережья в типичных летних условиях, отражают взаимодействие основного течения, морского бриза и геометрии Финского залива. Меандры морского бриза, усиленные однонаправленным основным течением, могут проявиться на южном побережье, поскольку на северном побережье расположены относительно сильные юго-западные ветры.

Речной сток

Среднегодовой сток рек в Финский залив в 2014 году составил 114 км³/год, около 1/10 объема залива. Для сравнения, в исследованиях 1950-х и 1960-х годов сток составлял 110–115 км³/год.

Восточная часть Финского залива получает самый большой разовый приток пресной воды во всем Балтийском море через р. Неву, которая (месячный сток 2432 м³/с) с лёгкостью перекрывает следующие крупнейшие реки, впадающие в залив: Нарва (398 м³/с), Кимийоки (304 м³/с), Луга (104 м³/с). Среднегодовой расход всех четырех рек составляет около 100 км³/год или 89% от общего речного стока в Финский залив. Река. Нева вносит 67% речного стока залива.

Циркуляция воды

Водные массы Финского залива постоянно меняются. Схема средней циркуляции - циклоническая (против часовой стрелки) с восточным течением в южной части и западным течением в северной части.



Рис. 3. Средняя циркуляция на глубине 2,5–7,5 метров в Финском заливе [57].

Стрелки - направление потока, цвет – скорость течения (см/с).

Довольно постоянный (до 50%) приток происходит вблизи южного побережья. Остальная часть залива скрывает компенсирующий отток. Он очень устойчив (до 80%) у поверхности и глубже, располагаясь немного севернее центральной оси залива.

Водообмен

Устьевая динамика определяется балансом между потоком пресной воды и адвекции из бассейна Северного Готланда.

Сильное анизотропное ветровое воздействие иногда играет важную роль в водообмене. Сильные юго-западные ветра работают против стандартной устьевой циркуляции, выталкивая большое количество свежей поверхностной воды обратно в залив. Избыточный объем воды увеличивает гидростатическое давление в заливе и может привести к постепенному вывозу соляного клина в нижнем слое. В следствие этого происходит ослабление стратификации на входе в Финский залив, сопровождающееся усиленным вертикальным перемешиванием. Практические последствия этого перемешивания для функционирования глубоководной экосистемы ещё до конца не изучены.

Из мезомасштабных явлений наиболее заметны апвеллинги, которые сильно влияют на стратификацию водной толщи и перераспределяют питательные вещества и другие вещества как по горизонтали, так и по

вертикали. В основном имеют прибрежный тип и основаны на переносе по Экману, что является результатом горизонтального расхождения движений ветра в поверхностном слое.

Ледовый режим

Финский залив является одним из 4 бассейнов Балтийского моря, где лёд образуется каждую зиму. Морской лёд присутствует в Финском заливе с декабря по апрель. Диапазоны дат замерзания и разрушения льда: 15 ноября - 15 января и 15 апреля – 15 мая соответственно. (приложение 2)

Ледовые условия в Финском заливе распределены неравномерно. Приток тепла из-за восточного прибрежного течения из бассейна Северного Готланда и преобладания южных/юго-западных ветров может сохранять прибрежную зону свободной ото льда всю зиму.

Минерализация воды

Финский залив обладает особенностями характерными для больших устьев рек, являясь переходной зоной от практически пресных вод Невской губы до солоноватых вод бассейна Готланд. На режим солёности Финского залива оказывает влияние, с одной стороны, опресняющий сток впадающих в нее рек, и, с другой стороны, адвекции солёных вод с западных районов Балтики. Солёность вод на поверхности растёт с востока на запад и с севера на юг. В нижнем слое солёность обычно выше.

В западной части залива, где существует галоклин, он составляет 7-9‰, а иногда более 10‰. В среднем в Финском заливе солёность 5-8‰, а на востоке 0-5‰. Во всей Невской губе до Кронштадта вода практически пресная из-за мощного влияния стока реки Невы.

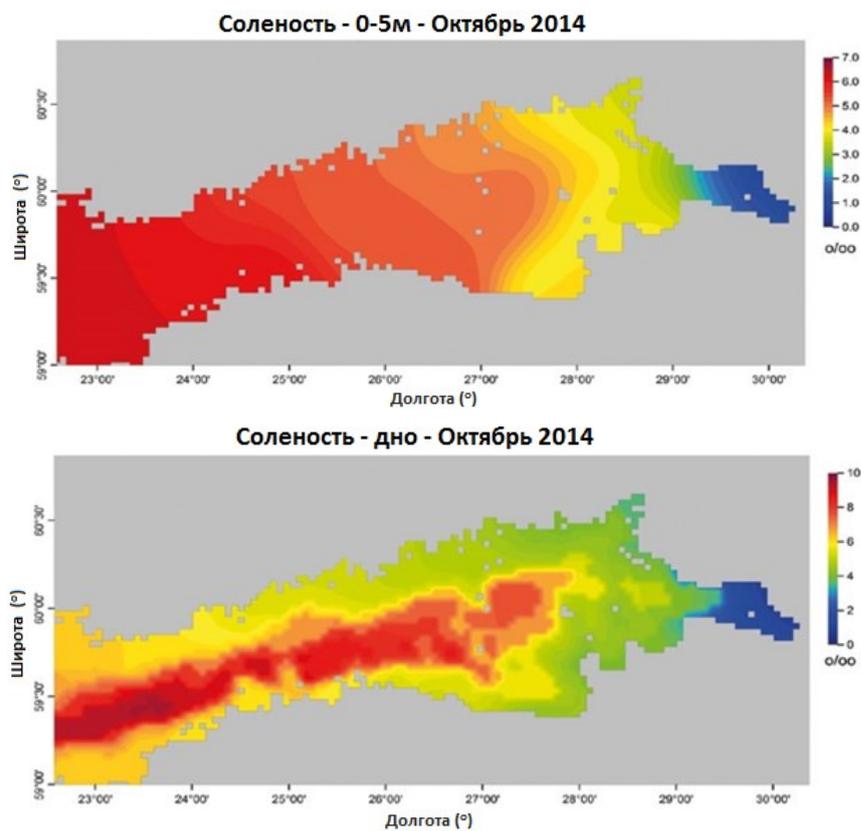


Рис. 5. Распределение солёности в поверхностном слое (верхняя панель) и нижнем слое (нижняя панель) в Финском заливе в октябре 2014 года (База данных SYKE)

В крупных масштабах природная минерализация увеличилась с 1990-х годов, являясь, вероятно, проявлением усиленной устьевой циркуляции и появления крупных балтийских притоков с более длительными интервалами, чем раньше.

1.2. Ладожское озеро

Краткая история формирования залива

Как я говорил ранее, рассматриваемый мною исторический период появления Ладоги начинается с конца эпохи последнего оледенения. Это самое малое оледенение из всех бывших ранее, т.к. в момент своего максимума (боголовская фаза) граница ледника не переходила на юге за линию севернее Орши-Смоленска-Ржева-южнее Вышнего Волочка и вдоль северо-западного побережья Рыбинского водохранилища. [42]

В лужско-невскую фазу граница ледника располагалась чуть южнее Финского залива, Ладожской и Онежской котловин, соответственно, они

были заключены во льдах. Высвободились лишь спустя 1-2 тыс. лет (финская фаза), когда граница ледника переместилась на линию Сальпауселькя, располагавшуюся на южной границе Финляндии и переходящую в Карелию, вытягиваясь западнее Сегозера. Образовался олиготрофный глубоководный и холодноводный приледниковый залив БЛО, который был с низкой биопродуктивностью, и, следовательно, формировавшиеся тогда донные отложения содержали незначительное количество органического вещества [20]

Ладожского озеро заполнялось водой по мере отступления ледника и полностью освободилось 11800-10300 л.н. [8]

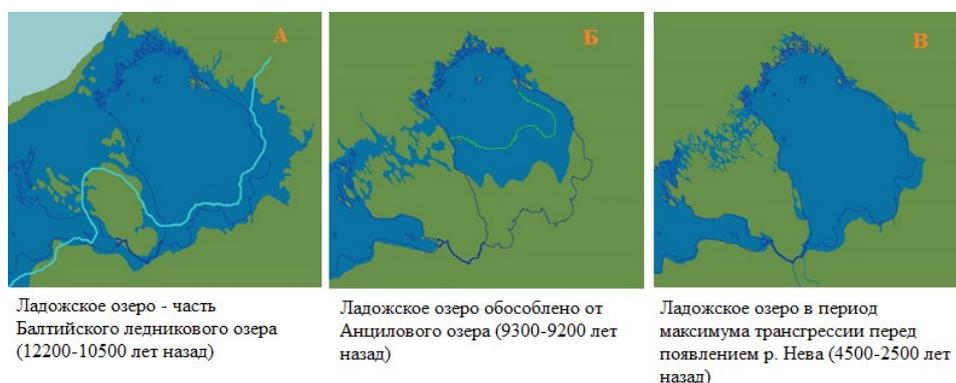


Рис. 6. Основные этапы формирования Ладожского озера. А - голубая линия – граница покровного оледенения 13300 л.н.; Б - зелёная линия - положение южной береговой линии Ладожского озера во время этапа Иольдиевого моря; В - показаны долины рек Мга и Тосно, а также водораздел между ними. [32]

[70]

Во время этапа БЛО (10200-9600 лет до н.э.) в северной части Карельского перешейка находился пролив, соединяющий Ладогу с Балтийским ледяным озером. [7] [33]

Примерно 10300 л.н. в районе г. Биллинген (центральная Швеция) в результате распада ледника происходит освобождение проливов и, соответственно, резкое понижение порога стока и снижение уровня воды БЛО, из-за чего на поверхности оказались территории от Балтики до Белого моря. В БЛО проникают морские воды – этап Иольдиевого моря. Ладожское

озеро изолируется. Теперь озеро связано с Балтийский бассейном посредством пролива на севере Карельского перешейка.

Озеро почти не было связано с Анциловым и Литориновыми морями и прошло эти стадии, скорее всего, как самостоятельный водоём.

Около 9000л.н. в связи с регрессией Балтики уровень воды в Ладожском озере снижается. Происходит расчленение Ладоги и Балтики, пролив пересыхает, и обособливаются многие озёра на севере Карельского перешейка. Сток из озера идет через систему проток озёрно-речной системы Вуокса в Выборгский залив, а порог стока из Ладоги находится в районе современного п. Вещево (Хейниоки).

Спустя продолжительное время Ладожских трансгрессий, воды оз. Сайма сформировали современный путь стока в Ладогу через р. Вуоксу (около 3700 лет до н.э.), что увеличивает водосборный бассейн. Возможно из-за этого примерно 5 тыс. л.н. уровень воды начал повышаться. И когда он сравнялся с уровнем водораздела между р. Мга (3000л.н., впадала в Ладогу) и р. Тосно (спадала в Финский залив), воды Ладоги слились с водой из Финского залива – образуется русло р. Невы (около 1200 лет до н.э.) [7] [60] [61]

Физико-географическая характеристика

Крупнейшее пресноводное озеро в Европе в умеренной климатической зоне.



Рис. 7. Соотношение площади и объема воды Ладожского озера [21]

Максимальная глубина 230м. Площадь водосбора - 258тыскм²: 48тыс. водотоков, которые связаны в единую систему многочисленных рек и озер, регулирующие сток в Ладогу.

Климат

Ладожское озеро испытывает на себе воздействие трех воздушных масс:

Морской воздух (атлантические циклоны), континентальные воздушные массы и холодный арктический воздух (сильные ветры). [9]

Продолжительность теплого периода около 3-6 месяцев. Самый теплый период 3 декада июня- 2 декада августа (температура воды 14-16°C). Наиболее теплые зоны - южные мелководные заливы и юго-восточная часть озера. (приложение 3)

Речной сток

Среднегодовой сток в Ладогу - 71,3км³/год. На реки Вуокса, Свирь и Волхов приходится 80% суммарного речного стока. [9] Из Ладожского озера вытекает только река Нева, впадающая в Финский залив.

Течения

В Ладожском озере различают несколько видов течений:

1) Стоковые течения, которые создают реки, впадающие в озеро;
2) Ветровые (дрейфовые) течения, возникающие из-за взаимодействия ветра с поверхностью воды.

3) Плотностные течения, появляются при неравномерном распределении плотности воды, в результате её неравномерного прогрева воды в разных частях озера. С глубиной угасает. (приложение 4)

Ни одно из вышеперечисленных течений почти не существует в чистом виде. Как правило, они развиваются одновременно, а преобладание одного из них зависит от сезона, скорости ветра и величины притока.

Обнаружена сильная пространственно-временная изменчивость течений, время которой определяется воздействием атмосферных процессов с циклическими изменениями порядка синоптического периода, т.е. нескольких суток. При этом в определенных частях озера формируются экмановские прибрежные апвеллинги и бароклинные волны Кельвина и Пуанкаре.

Водный баланс

По классификации Богословского Б.Б., Ладога относится к стоково-приточному типу, где преобладает в водном балансе приток (83-89%) и сток (90-94%). Роль осадков (11-15%) и испарений (8-10%) незначительна из-за огромных размеров водосборного бассейна. [3]

Основная роль в перемешивании водных масс, помимо ветра, принадлежит течениям. Они влияют на аккумуляцию тепла и его распределение в озере, очищают водные массы от продуктов гниения, обогащают воду O_2 , минеральными веществами, а также участвуют в переносе кормовых объектов по озеру, которыми питаются более крупные объекты, являющиеся кормом для судака.

Кодовые колебания уровня воды зависят от притока рек и стока р. Невы. Колебания отличаются плавным ходом, т.к. площадь озера достаточно большая. Уровень повышается в период январь-июнь, затем снижается. Помимо этих двух фаз, в Ладожском озере существуют и ритмические циклы колебаний – брикнеровы циклы (29-30 лет):

1) Многоводная фаза - подъём уровня озер, увеличение стока рек, более прохладный климат; условия зарастания водоёмов ухудшаются;

2) Маловодная фаза - более сухой и теплый климат; понижение уровня озер благоприятствует их зарастанию. [7]

Ледовый режим

Зима на Ладожском озере длится со 2 декады декабря до 2 декаду марта.

Полное оледенение Ладоги происходит далеко не каждый год. Обычно под ледяным покровом скрывается только 80% площади.

Сроки вскрытия зависят от весны. Основная часть льда тает в озере, рекой Невой выносятся 1-5% льда. Точные сроки наступления ледостава и вскрытия озера показаны в приложении 5 и 6.

Минерализация воды

Солёность ладожской воды - 56мг/л (<0,1‰), т.к. озеро находится в сильно увлажненной зоне, и, в отличие от Финского залива, не связано с морем напрямую. Химический состав речных вод, впадающих в озеро достаточно беден. Реки Волхов и Сясь, в южной части бассейна, более минерализованы, т.к. протекают в районах с легко размываемыми осадочными породами.

1.3. Колонизация Балтики судаком

На данный момент каких-либо правдоподобных гипотез касательно потенциальных путей послеледниковой колонизации евразийской популяции *sander lucioperca* не выдвинуто. [45] [55] [56]. Судак предположительно иммигрировал в Балтийское море из Каспийско-Черноморского бассейна, вероятно, в период Анцилового озера. [47]. Хотя и известно, что *S. Lucioperca* может переносить солоноватую воду (до 11‰), но, скорее всего, его колонизация Балтики началась с каких-то разнообразных пресноводных убежищ [54] вместе с такими же пресноводными видами.

В исследовании микросателлитной вариации *S. lucioperca* в Скандинавии [45] наблюдалось сильное генетическое структурирование, которое возможно указывает на долгосрочную изоляцию, связанную с историей колонизации.

Отложения БЛО на всех этапах его формирования бедны органикой, которая представлена исключительно пресноводными видами диатомовых водорослей. Некоторые авторы допускают, что в озере полностью отсутствовала фауна. [43]

В дополнение к начальной послеледниковой повторной колонизации что потенциально уже произошло во время этапа Балтийское ледяное озеро (15 000 - 11 600 лет до н.э.) [53], основные различия в генетической структуре прибрежных и озерных популяций могут также относиться к более поздним этапам Балтийского моря с их различной солёностью, температурой и уровнем воды. Вместо сравнительно холодного БЛО или солоноватоводного Иольдиевого моря (11 600-10 800 лет до н.э.),

первоначальное распространение судака в северной Европе предположительно связано со стадией озера Анцилус (пресной воды) [50], который, по-видимому, обеспечил вид благоприятной средой обитания от 10 800 до 9 000 л. до н.э.

По найденным костям судака в юго-западной части Балтийского бассейна и исходя из его экологических пристрастий, можно сказать, что *sander lucioperca* был распространен на всей акватории Анцилового озера. [64] История прибрежного распространения может быть короче из-за высокой солёности (до 20‰, на данный момент имеет предел в 11‰).

Следующий этап Балтийского моря, Литориновое море (8000 - 4000 до н.э.), судя по источникам, явилось причиной исчезновения благоприятной среды обитания судака в прибрежных районах. Солёность Литоринового моря (>5‰) увеличила смертность икринок и ранних личинок судака обыкновенного [74], хотя взрослый судак может переносить подверженность постепенно нарастающей солёности до пика в 29-33‰ [46]. Солёность же современного Балтийского моря варьируется от 2 на севере до 20‰ на юге, что гораздо более благоприятнее как для судака, так и для других пресноводных водных биоресурсов. [62]

Резюме

Современный рельеф этих водных объектов образован в результате деятельности ледника. Было установлено, что физико-географические условия Ладожского озера и Финского залива практически идентичны, т.к. состоят в единой системе, колебания пресноводного стока идентичны. Основные различия в том, что большая часть Финского залива никогда не замерзает, в отличие от Ладоги, т.к. Финский залив напрямую связан с солёными водами Балтики.

Что касается судака, на данный момент каких-либо правдоподобных гипотез касательно потенциальных путей послеледниковой колонизации евразийской популяции не выдвинуто. Его колонизация БЛО, скорее всего, началась с разнообразных пресноводных убежищ вместе с другими

пресноводными видами. Предположительно иммигрировал в Балтийское море из Каспийско-Черноморского бассейна. Первоначальное распространение судака, возможно, связано с пресноводной стадией Анцилового моря, которая обеспечила вид благоприятной средой для жизни.

На стадии Литоринового моря, судя по источникам, из-за увеличившейся солёности ($>5\text{‰}$) смертность икринок и личинок судака возросла - исчезла благоприятная среда для судака в прибрежных районах. Современная солёность Балтики ($2\text{-}20\text{‰}$) гораздо более благоприятная для судака.

Современный ареал обитания: бассейны Каспийского, Балтийского, Черного и Аральского морей, Дренажи Эльбы (бассейн Северного моря) и Марицы (бассейн Эгейского моря). На севере до 65° с.ш. в Финляндии.

Глава 2. Состояние запасов судака в бассейнах Финского залива и Ладожского озера

2.1. Биология судака (*Sander lucioperca*)

Таксономическое положение:

Царство: Животные (*Animalia*)

Тип: Хордовые (*Chordata*)

Класс: Лучепёрые рыбы (*Actinopterygii*)

Отряд: Окунеобразные (*Perciformes*)

Семейство: Окунёвые (*Percidae*)

Род: Судак (*Sander*)

Вид: Судак обыкновенный (*Sander lucioperca* (Linnaeus, 1778)), (*Lucioperca lucioperca*), (*Stizostedion lucioperca*). [72] (приложение 7)

В пределах ареала данный вид образует: полупроходную, жилую речную, жилую озерную и жилую солоноватоводную - эколого-географические формы. [13]

Начало интродукции судака в другие страны началось в 1878 году с Великобритании, затем Италия, дренаж Стримон (Греция) и континентальная Европа к западу от дренажей Эльбы, Эбро, Тахо и Юкар на Пиренейском полуострове, Онеге и Северной Двине в бассейне Белого моря. [65] (приложение 8)

В Балтийском море судак обитает в промысловых количествах в следующих заливах: Курский, Рижский, Вислинский, Финский и Гданьская бухта. Касательно Финского залива, изредка встречается в северной части в пределах финских шхер, иногда вылов происходит у Гогланда и Аландских островов. [15]

В восточной части Балтийского бассейна озерный судак встречается в малых и больших озерах Ленинградской, Новгородской Псковской, Вологодской областей, озера Карельского перешейка. Встречается в реках: Нева, Луга, Нарва. Но до конца не понятно, относится ли встречающийся вид в данных реках к местной жилой форме или это особи, обитающие в

Финском заливе и озерах, которые перемещаются вверх или вниз по течению.

Несмотря на приведенные факты вхождения в реки, судак на территории Балтийского бассейна размножается непосредственно в озерах (типичная озерная форма).

Полупроходной судак обитает в солоноватой воде (до 11‰), нерестится в низовьях рек. Туводный судак живет и нерестится в пресной воде. Обе данные группы предпочитают нагуливаться в местах свободных от какой-либо растительности, глубиной 3–4 м.

Полупроходной судак мигрирует из моря в реки для нереста. Часть популяции заходит в реки в период март-май. Другая идет в реки в период июль-ноябрь, откармливается, зимует и нерестится весной следующего года. У данного вида слабо выражен половой диморфизм - во время сезона размножения у большинства самцов рыба имеет голубовато-серый мраморный узор с окраской вокруг гениталий и области брюшка. Как правило, брюшко самки белое.

Самец судака становится половозрелым в 3-4 года, самки в 4-6 лет. Плодовитость крупных самок (более 60 см) превышает 1 млн. икринок. Нерест начинается при 12-15°C и заканчивается при 20-21°C. Судак предпочитает нерестовые места (2-4 м) с песком или гравийным дном с жесткой растительностью (рогоз, камыш, тростник). В Финском заливе нерест проходит в июне-начало июля. Икра развивается от 3 до 10 дней (при 9-11°C в течение 10 дней, при 18-22°C – в течение 3-4 дней). [1]. Молодь полупроходного судака по мере достижения 3-7 см и 3,5 г скатывается в море.

Пелагический хищник. Личиночная форма питается эндогенно. Переход на смешанное питание через 3-4 дня после выклева. Через 6-7 суток заканчивается эндогенное питание. Молодь на нерестилищах питается личинками хирономид и мелкими ракообразными. Спустя 2-3 суток переходит на личинок рыб (красноперки, уклейки, густеры). Судак при

средней длине 35 мм, переходит на хищный образ жизни. Каннибализм характерен как для молоди, так и для более взрослого судака. Взрослый судак питается молодью уклейки, снетка, корюшки, ряпушки. Единственные опасные хищники для судака 3+ - тюлени, треска и щука.

Состав паразитов варьируется в зависимости от места обитания. Гифы *saprolegnia* spp - очень опасный паразит, уничтожающий яйца судака на нерестилищах. Гельминты, ракообразные и инфузории - основные паразиты молодняка и взрослого судака. [47]

Резюме по 2.1.

В пределах ареала данный вид образует: полупроходную, жилую речную, жилую озерную и жилую солоноватоводную - эколого-географические формы. Судак Балтийского бассейна - типично озерная форма.

Пелагический хищник. Молодь на нерестилищах питается мелкими ракообразными и личинками хирономид. По достижению длины 35мм переходит на хищный образ жизни. Характерен каннибализм.

Нерест в апреле-июне при температуре воды 8-25°C на неглубоких участках (<1м) с жесткой растительностью (рогоз, камыш, тростник).

2.2. Состояние запасов судака

Финский залив

Акватория описываемого водного объекта – район с высокой антропогенной нагрузкой (дноуглубление, сточные воды и т.д.), помимо циклически изменяющихся природных факторов (кормовая база, температура, солёность и т.д.), негативно влияющей на состояние рыбных запасов всех видов рыб, а также на основные нерестилища и места нагула судака.

В Финляндии запасы судака контролируются по годовой выборке. программа для коммерческих уловов (Структура сбора данных ЕС). К тому же, экспериментальный мониторинг рыбных запасов жаберными сетями проводится в морских районах у Хельсинки и Ханко с 2005 г.

С эстонской стороны данные о динамике видов прибрежных рыб выводятся в основном из мониторинга жаберных сетей в районах мониторинга Кясму и Вайндло, первый из которых расположен вокруг полуострова, а последний в непосредственной близости от изолированного острова.

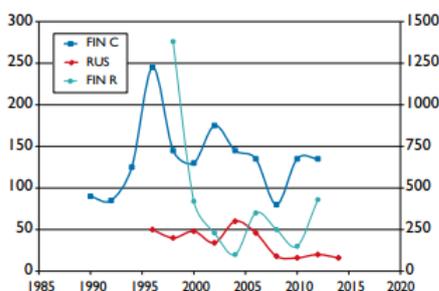


Рис. 14. Уловы финского судака на финском побережье GOF, а также уловы русских в восточном GOF как функция времени. С = коммерческий, R = рекреационный. Источник: Институт природных ресурсов Финляндии, Педченко (2016). [57]

Пресноводный полупроходной судак *sander lucioperca* (*Stizostedion lucioperca* L.) обитает, в основном, в прибрежных водах залива. Основной район добычи рыбы РФ в Финском заливе - его восточная часть. До 1980 г. в восточной части залива вёлся интенсивный траловый и прибрежный промысел. Добыча рыбы осуществлялась рыбаковскими колхозами круглый год, однако, как для тралового, так и для прибрежного промысла наблюдалась выраженная сезонность в интенсивности промысла. Прибрежный промысел осуществлялся также на протяжении всего года, за исключением периодов: ледостава, разрушения льда и запрета во время нереста.

Из-за увеличения речного стока ослабился приток солёных атлантических вод, и к концу 1970-х-началу 1980-х гг. стал осуществляться переход Балтийского моря в фазу относительного опреснения, вероятность сохранения которого, по мнению Кудерского Л.А. и Шурухина А.С. [18], продолжится до 2020 г. Это губительно сказывается на состоянии кормовой базы планктофагов. Помимо этого, возникшие аномалии гидрологического и

температурного режимов за ряд лет 1990-х гг., в период массового нереста рыб, привели к снижению урожайности поколений и запасов рыб.

Кормовая база

Молодь на нерестилищах питается мелкими ракообразными, личинками хирономид и некоторых рыб (красноперка, уклейка). Основной кормовой объект взрослого судака - мизиды и корюшка. Для молоди и взрослого судака характерен каннибализм.

Корюшка (*Osmerus eprlanus (Linnaeus, 1758)*). Полупроходная форма - массовый промысловый вид. Распространена по всей акватории восточной части Финского залива.

Во время нереста наибольшие скопления: Невская губа, северный берег в районе Сестрорецка, Нарвский залив, у острова Сескар. Нерестилища: р. Нева, её дельта и Невская губа. Летом, в период нагула, концентрируется в Нарвском и Выборгском заливах, Лужской губе. Наибольшие скопления личинок наблюдаются в кутовой части Невской губы, численность уменьшается к западу от острова Котлин [16]. Распределение корюшки в летнее время зависит от её кормовой базы зоопланктона, а также от колебаний температуры и солености.

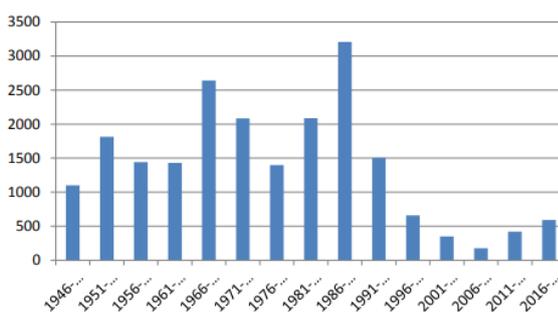


Рис. 15. Среднегодовые (по пятилетиям) уловы корюшки в восточной части Финского залива [16] [57]

В период 1950-1955 гг уловы корюшки увеличивались ежегодно, что было связано с восстановлением промысла после войны. После вылова 2766т в 1955 году произошло снижение уловов, и в 1957 г было выловлено 676 т корюшки. Чуть позже уловы снова пошли вверх, из-за повышения продукционного потенциала Финского залива. После 1968г снова стали

снижаться, до 852т в 1979г. В последующие годы уловы вновь увеличились, достигнув максимума в 3675 т в 1987 г., после чего случилось падение до 1125 т в 1994 г. [16]

На рисунке 15 показана динамика вылова корюшки по пятилетиям, на котором хорошо заметна тенденция снижения уловов 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 её нерестилищ в Невской губе при дноуглубительных работах, браконьерстве и не учтенного лова. [16]

Ладожское озеро

В Ладожском озере судак – один из ведущих промысловых рыб. Его уловы в период 1946-2002 гг. изменялись в пределах 142-1254 т. в год. За это время 21 год они превышали 500 т., а в 1981-1987 гг. более 1000т/год. [17] [28]. На долю судака приходится от 8,1 до 17,7% от общей добычи рыбы в Ладоге.

Основной объем вылова приходится на южную зону озера. Здесь в 1955-1975 гг. добывалось в среднем 339 т/год судака, в северной – 34т/год [37]. В 2001 и 2002 гг. уловы в южной части составили соответственно 228 и 306 т, в северной – 109 и 102 т [28].

В озерах Ладожского бассейна объемы вылова судака невелики.

Основные скопления судака: губы Петрокрепость, Волховская, Свирская, шхерный район у о-вов Валаамских и Мантсинсаари, Рантансаари и др. Расположения основных нерестилищ: Волховская и Свирская губы, северо-восточное побережье и др. [16]

Зимой концентрируется в северных глубинах озера, т.к. температура там практически неизменна. В феврале корюшка направляется к восточному побережью. Спустя какое-то время следом за ней идет судак.

Песчаные и каменистые отмели используются для нереста судаком и корюшкой (корм судака). В конце июня всё южное побережье Ладоги

собирает на нерестилища судака. Нерестовые скопления рыб расположены преимущественно на прибрежных глубинах до 1,5 м. Хорошие нерестилища судака находятся в районе восточного побережья южной части Ладоги. У западного побережья южной части озера судак хороших нерестилищ не имеет.

Запасы судака в северной части Ладоги не так велики, как в южной. В северной части озера больших нерестовых скоплений судака также не наблюдается.

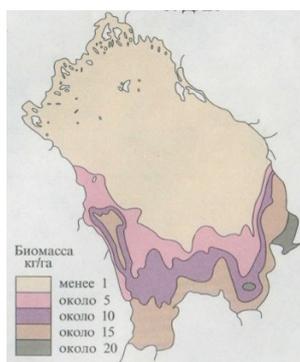


Рис. 16. Распределение биомассы судака в Ладожском озере [16] [21]

Как видно из рисунка крупные объемы судака концентрируются на мелководьях, в бухтах и губах озера.

Кормовая база

До начала 1960-х годов Ладожское озеро было бедно фитопланктоном и озеро соответствовало холодноводному малопродуктивному олиготрофному водоему. Весь год преобладали диатомовые.

Резкое увеличение поступления фосфора, начавшееся в 60-х годах прошлого века, стимулировало расширение круга массовых видов и увеличение количественных характеристик фитопланктона (численность, биомасса, первичная продукция) [49] [59]

В результате, к 1980-м годам озеро по фитопланктону, большинству числовых параметров и по видовому составу соответствует мезотрофному водоему.

С началом 90-х годов в связи с принятием некоторых природоохранных мер и началом экономического спада, поступление фосфора в водоем

существенно упало. После этого сообщество фитопланктона начало постепенно восстанавливаться.

Исходя из исследований прошлых лет развитие фитопланктона в озере соответствует параметрам мезотрофного водоема (биомасса 1,1-1,8 г/м³, хлорофилл «а» 4,8-8,5 мг/м³) [51] [58]

Зоопланктон Ладожского озера характеризуется большим разнообразием видов. Минимальные значения характерны для пелагиальных, максимальные - для изолированных заросших заливы и шхеры водной растительности. Градиент сезонных изменений численности и биомасса также велика. [49]

В верхних слоях воды, где отмечается максимальная концентрация зоопланктонов, в настоящее время их количество и биомасса соответствуют слабо мезотропным, а в гипolimнионе олиготрофным уровнем трофизма. В течение 30 лет (1970-е - начало 2000-х годов) биомасса в наиболее продуктивном пласте глубиной до 10м остается стабильной [58].

Мизиды (*Mysida*) - один из основных кормов для судака - в Ладоге крупнее, чем в Онежском озере и других водоемах, и в большей степени близки к морским формам. В их распространении выделяются два крупных ареала: Беломорско-Онежский и Ладожский, включающий Приладожье и Коткозеро на Онежско-Ладожском перешейке.

Судя по их осморегуляторным возможностям ясно, что морские формы мизид способны выдержать солёность до 4‰. У пресноводной формы скорость потери солей ниже, чем у морской. Это может свидетельствовать о том, что пресноводные мизиды, по-видимому, сформировались давно и успели лучше приспособиться к пресноводным условиям. [4]

Резюме 2.2.

Судак обитает в прибрежных районах и относится к промысловым видам. Основной кормовой объект взрослого судака - мизиды и корюшка. Основной район промысла в восточной части Финского залива: вдоль южных

и северных берегов и частично в Выборгском заливе. В Ладожском озере встречается повсеместно.

В пределах ареала данный вид образует: полупроходную, жилую речную, жилую озерную и жилую солоноватоводную - эколого-географические формы. Судак Балтийского бассейна - типично озерная форма. Пелагический хищник. Нерест проходит в апреле-июне при температуре воды 8-25°C на неглубоких участках с жесткой растительностью.

Касательно запасов судака: из-за увеличения речного стока ослабился приток солёных атлантических вод, и к концу 1970-х-началу 1980-х гг. начался переход Балтийского моря в фазу относительного опреснения. Данный переход губительно сказался на состоянии кормовой базы планктофагов. К этому ещё прибавились, возникшие аномалии гидрологического и температурного режимов за ряд лет 1990-х гг., в период массового нереста рыб. В Ладожском озере же в 1990-х гг., в результате долгопериодного цикла, произошло падение продуктивности озера. К 2009 году цикл замкнулся, но увеличения уловов не последовало.



Все это негативно отразилось на запасах рыб, в числе которых оказались корюшка (зависит от зоопланктона, температуры и солёности) и судак (потребитель корюшки). В Ладожском озере роль тепловодных рыб в уловах возрастает, а холодноводных - уменьшается. Также на состояние

запасов корюшки и судака повлияли и антропогенные факторы, которые связаны с активным загрязнением, уничтожением нерестилищ в Невской губе при дноуглубительных работах, браконьерстве и не учтенного лова.

Глава 3. Промысел судака в Ладожском озере и Финском заливе

В данной главе анализ промысла Финского залива и Ладожского озера будет проводиться на основе данных уловов судака в этих водоёмах в период 1946-2017 гг.

3.1. Анализ уловов судака

Финский залив

Судак - очень ценный объект для рыбалки, как для профессиональных, так и для любителей рыбалки. Один из самых важных прибрежных пресноводных видов в Финской части Финского залива, вылавливаемый как коммерческим, так и рекреационным рыболовством. (рис. 14).

Годовой вылов судака в Финляндии в период 1980–2013 гг. колебался от 100 до 1 500 т, будучи самым большим в середине 1990-х годов.

В Финляндии вылов судака составляет, по размеру, около 11% уловов в прибрежной зоне (исключая сельдь), но по стоимости этот процент составляет 23%. [47]

В 2013 году рыбаки-любители в Финляндии поймали судака почти в четыре раза больше улова профессионального рыболовства. Треть этого была взята с жаберными сетями и две трети с прутами и линиями. Коммерческим рыболовством, в основном, используются жаберные сети.

В период 2001-2012 гг. прибрежное рыболовство Эстонии вылавливало в среднем около 100 тонн судака в год, вылавливаемого главным образом в заливе Пярну.

Как уже было сказано ранее, восточная часть Финского залива принадлежит РФ, где в настоящее время промысловая и антропогенная нагрузка значительна. В связи с усиливающейся эвтрофикацией, увеличением интенсивности вылова и изменением воспроизводства и запасов, связанных со строительством защитных сооружений г. Санкт-Петербурга от наводнений (намыв грунта и дноуглубительные работы), строительством портов в Лужской губе, Выборгском заливе и прокладкой

газопровода по дну Финского залива, чётко прослеживается перестройка всей экосистемы, в том числе и рыбной части сообщества.

Зоны рыболовства в восточной части Финского залива проходят вдоль южных и северных берегов и частично в Выборгском заливе. Эти зоны обозначены в приложении 9.



На рисунке 19 [16] [30] [31] показана динамика вылова судака с 1946 г. по 2017 г. До середины 1960-х годов уловы судака в Финском заливе были небольшие и составляли в среднем 37 тонн. Периоды высоких показателей вылова наступают (1967-1968гг.) после продолжительного ряда лет с низкими показателями вылова. В этот же период уловы корюшки (основной кормовой объект) также были на высоком уровне и составляли в среднем 400 тонн в год.

Пик вылова судака приходится на 1980-х гг., максимум - 384 т. Падение запасов судака и резкое сокращение его промысловых уловов в заливе произошло в начале 1990-х гг, из-за неблагоприятных условий для роста и размножения. Кроме того, часть нерестилищ в Невском и Выборгском заливах была утеряна, из-за отложений наносов и дноуглубительных работ. Уже в 1993-1994 гг. добыча судака опускается ниже 100 тонн в год. Уловы корюшки в 1991 начинают снижаться, и снижение продолжается до 1999 года улов становится 429 тонн, затем уловы повышаются до 683 т в 2000 г. и вновь снижаются до 144 т в 2005 г. Но последние десять лет уловы корюшки вновь начинают увеличиваться.

Если посмотреть на рисунок 19, то можно увидеть, что в данный момент уловы судака находятся на самом минимальном уровне. Ежегодные уловы варьируются от 31 до 60 т в 1995–2006 гг., а в последующие годы снизились до менее 20 тонн. В период 2006-2013 гг. уловы судака ушли ещё ниже до 15–19 т в год. [39]. Судя по полиномиальной линии тренда уловы судака, скорее всего, должны в ближайшем будущем несколько увеличиться. Однако этому может помешать повышенная интенсивность лова, эффект сокрытия части уловов характерна из-за повышенного спроса на него со стороны потребителей и активное загрязнение водной среды.

В 2013 году количество товарных запасов (судак возрастом 3+ и старше) составляло около 1 млн. особей (419 тонн), а размер нерестового запаса составлял около 100 тыс. особей (судак в возрасте 5–7 лет). По оценкам специалистов популяция судака в восточной части Финского залива находится в критическом состоянии [14]. Судак в уловах по Финскому заливу составляет около 0,6% от общего улова.

На рисунке 20 показаны данные вылова с 1998 по 2017 год, в процентах к общему улову количество особей судака по возрастам.

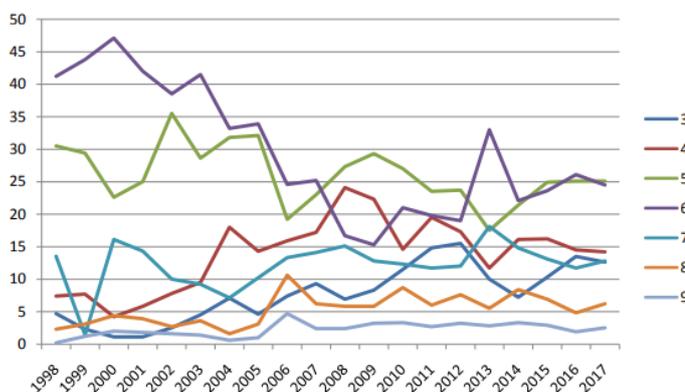


Рис. 20. Состав уловов судака по возрастам в 1998-2017 гг., в % от общего улова. [10]

Основную массу улова составляют особи в возрасте 5-6 лет. Но в последние года особи 4 годовики 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.

Ежегодно 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 21 отображены выловы судака и установленные на его вылов ОДУ с 1998 по 2017 год.

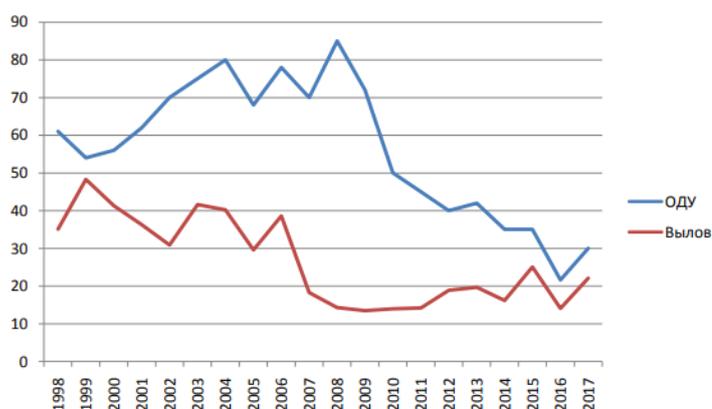


Рис. 21. Величина ОДУ и вылова судака (т) в восточной части Финского залива в 1998-2017 гг. [10]

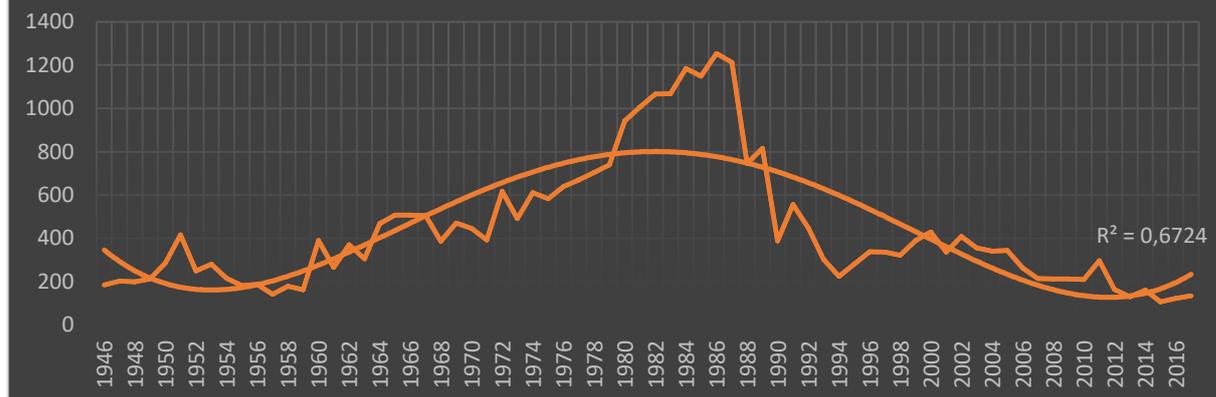
Можно проследить как изменялись эти 2 показателя от 20т в конце 1990-х годов до максимальных значений в 2009г. После начинается период снижения запасов *sander lucioperca* и, соответственно, уменьшение его ОДУ. Процент освоения этого ОДУ в последние годы значительно снизился, разница между показателями составляет 11т.

Есть предположение, что низкие уловы судака могут быть связаны с незаконными уловами или с тем, что часть уловов скрывается от статистики.

Ладожское озеро

Динамика уловов судака в период середина XX-го века - начало XXI-го века представлена на рисунке ниже. [16]

Рис. 22. Уловы судака в Ладожском озере в период 1946-2017 гг., т



Одна из основных версий такого падения уловов – долговременные циклы биопродуктивности озера.

В 1990-х гг., в результате долгопериодного цикла, произошло падение продуктивности озера. Оно вернулось к олиготрофному состоянию с чертами мезотрофии. Промежуток 1991-2009 гг. характеризовался снижением уловов до показателей, наблюдавшихся в послевоенное время. Цикл продукционного потенциала озера замкнулся, что явно несложно определить на рис. 22 по полиномиальной линии тренда.

Следовательно, если цикл замкнулся, то скоро снижение уловов перейдёт в стремительное повышение. Только не понятно, когда нам доведется увидеть это, если плохая экологическая обстановка не меняется, увеличение работ по искусственному воспроизводству не наблюдается, а о снижении антропогенной нагрузки и говорить не приходится.

Другое мнение состоит в том, что помимо вышеназванных факторов, в озёрах севера ЕЧР в связи с потеплением климата сигово-лососёвая ихтиофауна замещается карпово-окунёвой.

Продолжительность «биологического лета» за 60 лет возросла в озёрах на северной части региона примерно на 2 недели, а в крупных и средних мета- и гипотермических озёрах центральной и южной частях региона на 3 недели. С увеличением продолжительности «биологического лета» при потеплении климата на севере ЕЧР роль тепловодных рыб в уловах возрастает, а холодноводных - уменьшается. [36]

В условиях Ладожского озера именно сиговые рыбы и составляют основу питания судака в соотношении корюшка 81,8% и ряпушка 18,2% [5] и динамика численности судака строго привязана к динамике численности этих рыб. [12]

В других источниках никаких других предположений о причинах снижения рыбных запасов не приводится. Всё сводится к плохой экологии и прямому антропогенному воздействию на ихтиофауну. Напомню, что основные скопления и нерестилища судака также расположены в южной части озера, где и происходит больший по объемам вылов.

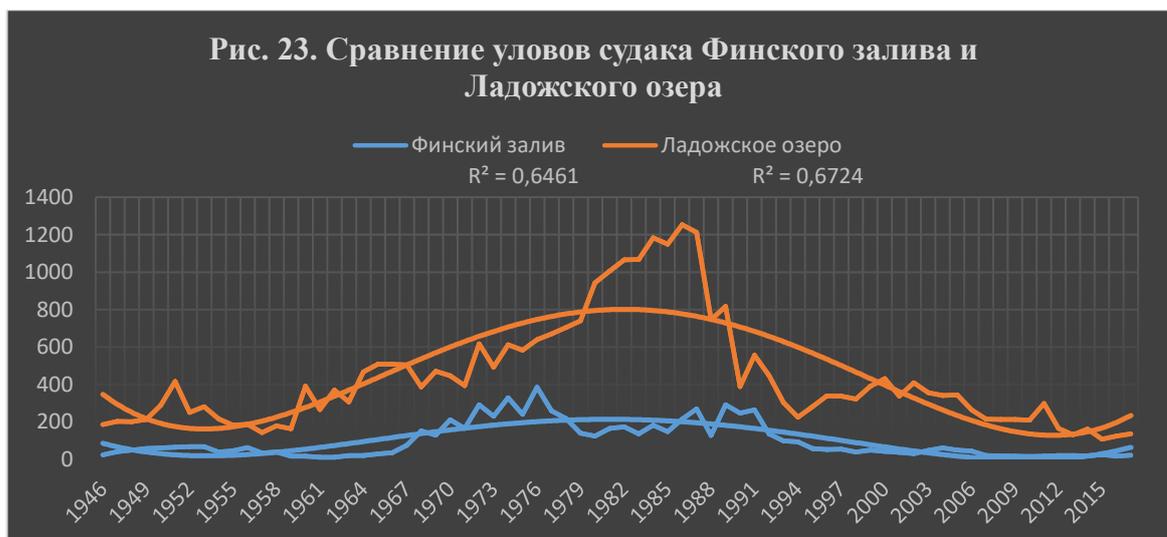
Резюме 3.1.

Как мы можем видеть проблемы с промыслом не только судака, но и других рыб в данных водоёмах, началась с 1990-х гг.

В заливе происходит падение запасов и резкое сокращение промысловых уловов судака, из-за неблагоприятных условий для его роста и размножения. Кроме того, часть нерестилищ в Невском и Выборгском заливах была утеряна, из-за отложений наносов и дноуглубительных работ.

В озере происходит понижение продукционного потенциала и возвращение к олиготрофному состоянию с чертами мезотрофии.

На основе графиков рис. 19 и рис. 23, построил собственный график рис. 23, с помощью которого, можно сказать, что резкое снижение произошло в обоих водоемах, но в Ладожском озере даже сейчас вылавливается во много раз больше судака, чем в Финском заливе, т.к. на рассматриваемой нами территории обитает типично озерная форма судака.



Критическое состояние судака в восточной части залива вызвано тем, что имеет место повышенная интенсивность лова, эффект сокрытия части уловов, из-за повышенного спроса на судака со стороны потребителей и активное антропогенное загрязнение.

Состояние судака в Ладожском озере связано не с только с долгопериодным циклом продукционного потенциала и уловов рыбы в нём, как с плохой экологической обстановкой и антропогенной нагрузкой, особенно в южной части озера. Также немаловажную роль в этой проблеме играет изменение климата - в следствии потепления климата в озёрах севера ЕЧР происходит постепенное замещение сигово-лососевой ихтиофауны на карпово-окунёвую. Улов холодноводных рыб уменьшается (кормовые объекты судака), соответственно, уловы судака также снижаются.

Судя по полиномиальным линиям трендов Финского залива и Ладожского озера (явно наблюдается подобие начала цикла продукционного потенциала озера) на рисунке 23, уловы судака, скорее всего, должны в ближайшем будущем несколько увеличиться. Однако этому может помешать повышенная интенсивность лова, эффект сокрытия части уловов характерна из-за повышенного спроса на него со стороны потребителей и активное загрязнение водной среды.

3.2. Факторы, влияющие на промысел

Финский залив

Многолетние циклы опреснения и осолонения Балтики, и соответственно Финского залива, климатически обусловлены. Поступление более солёных и холодных североморских вод определяет экологическое состояние глубинных участков Балтики, что в свою очередь оказывает влияние на эффективность воспроизводства.

Также уловы пресноводных рыб (леща, плотвы, корюшки, ерша) находятся в противофазе с показателями среднемесячной температуры воды за апрель, а уловы судака и окуня — в прямой связи со среднемесячными расходами воды р. Нева в мае; [6]

Основные источники антропогенного воздействия: гидротехнические работы, сброс сточных вод, добыча нерудных материалов, увеличение интенсивности судоходства, строительство портов. Перечисленные работы проводятся в прибрежной части залива, где расположены нерестилища и места нагула рыб, а также рыбопромысловые участки. Так, в результате гидротехнических работ на Лахтинских отмелях было утрачено до 40% площадей нерестилищ [38]. Строительство дамбы затруднило миграцию рыб к местам размножения в Невской губе и р. Неве. Многократное увеличение объёмов судоходства усиливает фактор беспокойства морской биоты, а также повышает загрязненность среды. Вследствие изменений гидрологических параметров снижается продуктивность планктона и бентоса — кормовой базы рыб [19]. Комплексное воздействие совокупности факторов имеет кумулятивный эффект.

И напоследок, не стоит забывать о млекопитающих и птицах, которые в поисках пищи могут порвать сеть и повредить товарный вид у рыбы. Например, в 2014 году коммерческие рыбаки выбросили 4% уловов судака из-за ущерба, причиненного тюленями. Доля выброшенного сига, судака, и окуня из-за повреждений, вызванных бакланами, была менее 2%.

Ладожское озеро

Многолетние выбросы промышленных и сельскохозяйственных предприятий, коммунальные стоки, судоходство, нерегулируемое

рыболовство, сплав леса, загрязненные атмосферные осадки и т. п. кардинально изменили условия существования сообществ в озере, привели к интенсивному развитию процесса его антропогенного эвтрофирования. Вследствие увеличения содержания в воде биогенных элементов (P, N₂) повысилась первичная продукция фитопланктона, а также макрофитов и перифитона. Этот процесс сопровождался изменением ряда физико-химических характеристик воды, в частности изменением концентрации растворенного кислорода в гипolimнионе. Отмечалась также смена видового состава флоры и фауны. Ухудшение экологической обстановки водоема, а также строительство плотин на основных притоках привели к тому, что целый ряд рыб оказался на грани вымирания.

В основном страдает южная часть озера, т.к. именно в южной зоне расположено большое количество агропромышленных комплексов и различных промышленных предприятий, которые постоянно сбрасывают промышленные стоки в реки, впадающие в озеро или непосредственно в озеро. По классификации степени загрязнённости речных вод, впадающих в Ладожское озеро, исходя из источника [34] целесообразно использовать систему удельного комбинаторного индекса загрязнённости (УКИЗВ), разработанную в ГХИ и принятую в Росгидромете (РД 52.24.643-2002), которая представлена на рисунке ниже.

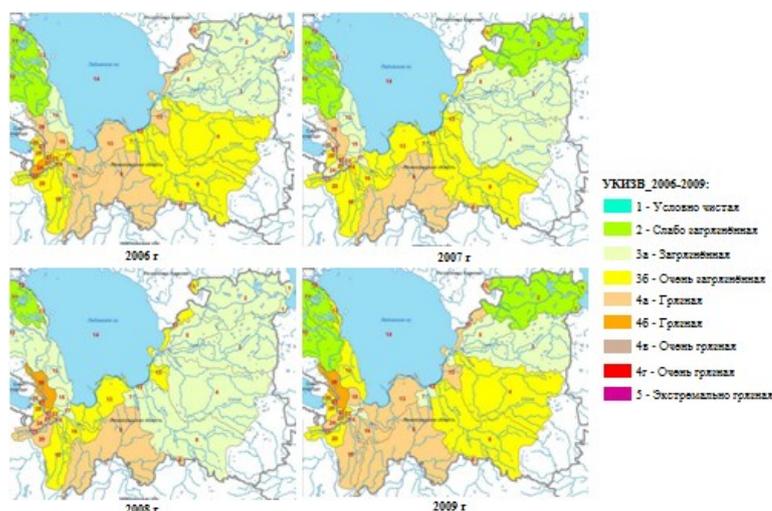


Рис. 24. Карта распределения удельного комбинаторного индекса загрязнённости

На представленной карте чётко виден, основной район загрязнения (южная часть озера) предприятиями. Как раз в этом районе и находятся нерестилища судака, корюшки и др. рыб.

Другой фактор - продолжительность «биологического лета» за 60 лет увеличилась в озерах региона примерно на 10-24 суток. С увеличением числа дней «биологического лета» при потеплении климата на Севере ЕЧР роль тепловодных рыб в уловах возрастает, а холодноводных - уменьшается;

Важно отметить, что снижение антропогенной нагрузки в середине и конце 1990-х гг. из-за снижения экономической активности в регионе привело к тому, что произошла стабилизация показателей состояния сообществ гидробионтов и определенное улучшение экологической ситуации. В ряде районов появились не обнаруживаемые в предыдущие годы виды реликтового комплекса. Кроме того, в 1998–2004 гг. были выявлены принципиальные изменения структуры сообщества мейобентоса в открытой зоне озера, указывающие на изменение всей озерной среды в направлении приобретения озером черт, характерных для эвтрофного водоема, поскольку мейобентос отражает происходящие изменения, значимые не только для донных сообществ, но также и для планктона.

Примечательно, что наблюдаемые изменения в бентали озера, отражающие общую трансформацию экосистемы озера, проявились спустя примерно 2 условных водообмена с середины 1970-х гг.. В то время начался интенсивно развиваться процесс антропогенного эвтрофирования озера. В то же время имеющиеся данные показывают, что в более динамичной южной части озера в результате снижения антропогенной нагрузки наблюдались определенные и устойчивые признаки улучшения, т.е. происходил процесс олиготрофирования.

3.3. Правила добычи, орудия вылова и регулирование промысла

На данный момент действует запрет на вылов судака в Финском заливе с 20.05 по 30.06, в бухтах Выборгского залива от распаления льда по 15.06, в Ладожском озере от распаления льда по 20.06. Также в обоих водных

объектах запрещено вылавливать судака длиной менее 40см и более 5 экз. на человека в день.

Запрещены следующие виды орудий и способы добычи водных биоресурсов:

1. Орудия: сети, ловушки, удочки и спиннинговые снасти, превышающие 10 крючков на орудиях добычи у человека, бредни, неводы, тралящие орудия вылова, отцеживающие приспособления размером более 1м^2 , с шагом ячеи $>10\text{мм}$, остроги и капканы, электроток, огнестрельное и пневматическое оружие, кроме ружей и пистолетов для подводной охоты.

2. Добыча: багрение; «на подсветку» — за исключением подводной охоты, рыболовства с использованием удочек и спиннинговых снастей, а также раколов; заездками, загородками, запрудами, раколовками более трех штук у человека; переметами с количеством крючков более 20 штук на орудиях добычи у человека; на дорожку с применением паруса и мотора с использованием >2 приманок; подводная охота и сбор водных биоресурсов, с помощью аквалангов и др. автономных дыхательных приборов.

Запрещенные места лова: охраняемые плотины, шлюзы, защитных дамб, мостов и других гидротехнических сооружений; на расстоянии ближе 1км по обе стороны и 200м в глубину от гидротехнических сооружений ЛАЭС; у рыбоводных заводов, их цехов и пунктов, садков для выращивания рыбы на расстоянии не менее 500м; около портов, промышленных предприятий и заповедников, в заповедниках, рыбопитомниках, прудовых, озерных товарных хозяйствах;

На Ладожском озере и Финском заливе лов рыбы разрешен при удалении от берега не более 3км. [29]

3.4. Расчет любительского объема изъятия судака

Для примера возьмем 2017 год. С помощью приказа №427 узнаем, что вылов судака в Финском заливе и Ладожском озере разрешен по 5 экземпляров на человека в сутки. Также запрещен вылов судака длиной менее 40 см. [24]

Для расчетов необходимо выяснить вес 1 экземпляра, примерный вылов 1 рыбаком в день в кг, примерное количество рыбаков в день и т.д.

В расчетах опираюсь на данные с различных форумов рыбаков Финского залива и Ладожского озера. В данном расчете не будут учитываться лов сетями или ловушками, т.к. количество рыбы, забираемой этими орудиями лова, просто невозможно посчитать. Также на многих сайтах встречалась информация, что некоторые люди ловят больше 5 экземпляров судака длиной менее 40 см.

В данном же расчете мы будем исходить из того, что ровно на 1 год все потенциальные рыбаки вдруг стали добропорядочными гражданами и стали вылавливать, для «личного» потребления, строго не более 5 экземпляров и только разрешенной длины.

Финский залив

Итак, норма составляет 5 экземпляров судака в день на 1 человека, а также запрещен вылов судака менее 40 см. 40 сантиметровый судак весит примерно 1,1 кг – это тот минимум веса одного экземпляра, от которого мы и будем отталкиваться.

Более часто на форумах встречалась цифра в 25-30 лодок в одном «рыбном» месте, но это ведь только в одном, следовательно, можно предположить, что как раз около 60 лодок в день на территории восточной части Финского залива можно встретить. Конечно цифра в 100 лодок в день, мне кажется слишком большой, поэтому расчет буду производить с 15, 30 и 60 лодками. В одной лодке чаще всего находится 2 человека:

Значит, 30, 60 или 120 человек/день могут выловить по 5 экземпляров каждый. Вес одного экземпляра для залива в среднем от 1,1 до 1,4 кг.

Получается:

30 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг = 187,5 кг

60 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг = 375 кг

120 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг = 750 кг

Если наши предположения касательно количества лодок в день верны, то получается, что вылов судака составляет в среднем около 437,5 кг/день.

Посчитаем вылов судака за весь год (без периода запрета):

30 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 365 дней= 68437,5 кг

60 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 365 дней= 136875 кг

120 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 365 дней= 273750 кг

Получается, что вылов судака составляет в среднем около 160 т/год.

Теперь посчитаем вылов судака с периодами запрета на вылов. Специализированный промысел судака запрещен с 20 мая по 30 июня (42 дня):

30 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 323 дня= 60562,5 кг/год

60 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 323 дня= 121125 кг/год

120 человек * 5 экземпляров * 1,1 (1,4) кг * 323 дня= 242250 кг/год

Выходит, что за период в 1 год примерный общий вылов судака на территории восточной части Финского залива составляет в среднем 141,3 т.

Осталось посчитать количество потенциальных рыбаков/год:

$60562,5 / 6,25 = 9690$ рыбаков (5 экз./день по 1,1 и 1,4 кг)

$121125 / 6,25 = 19380$ рыбаков (5 экз./день по 1,1 и 1,4 кг)

$242250 / 6,25 = 38760$ рыбаков (5 экз./день по 1,1 и 1,4 кг)

В среднем 22610 рыбаков/год вылавливают около 141,3 т/год судака на территории восточной части Финского залива. Это в разы больше, чем официальный промышленный вылов в 2017 г (21т).

Ладожское озеро

Норма - 5 экземпляров судака (*Sander lucioperca*) в день на 1 человека, а также запрещен вылов судака менее 40 см. 40 сантиметровый судак весит примерно 1,1 кг – минимум.

На одном из форумов по рыбалке в Ладожском озере в «хорошем для ловли рыбы» месте в период 1 дня наблюдалось около 50 лодок, которые вылавливали различную рыбу, в том числе и судака. Ведь судак одна из самых дорогих промысловых рыб в бассейне Ладожского озера.

Более часто на форумах встречалась цифра в 25 лодок в одном крупном «рыбном» месте. Предположим, что около 50-100 лодок в день на территории Ладожского озера можно встретить. Будем производить расчет с 25, 50, 75 и 100 лодками. Вес 1 экземпляра в среднем от 1,2 до 1,8 кг:

$$50*5*1,1 (1,2, 1,8) = 341,6 \text{ кг}$$

$$100*5*1,1 (1,2, 1,8) = 683,3 \text{ кг}$$

$$150*5*1,1 (1,2, 1,8) = 1025 \text{ кг}$$

$$200*5*1,1 (1,2, 1,8) = 1366,6 \text{ кг}$$

В среднем каждый день вылавливается по 854 кг.

Сначала посчитаем вылов за весь год без периода запрета на вылов:

$$50*5*1,1 (1,2, 1,8) *365= 124708,3 \text{ кг/год}$$

$$100*5*1,1 (1,2, 1,8) *365= 249416,6 \text{ кг/год}$$

$$150*5*1,1 (1,2, 1,8) *365= 374125 \text{ кг/год}$$

$$200*5*1,1 (1,2, 1,8) *365= 498333,3 \text{ кг/год}$$

Получается около 311,6т/год.

Теперь с периодами запрета. Запрещена добыча судака от распаления (20 марта) льда по 20 июня (93 дня):

$$50*5*1,1 (1,2, 1,8) *272= 92933,3 \text{ кг/год}$$

$$100*5*1,1 (1,2, 1,8) *272= 185866,6 \text{ кг/год}$$

$$150*5*1,1 (1,2, 1,8) *272= 278800 \text{ кг/год}$$

$$200*5*1,1 (1,2, 1,8) *272= 371733,3 \text{ кг/год}$$

Получается около 232 т/год.

Теперь посчитаем количество потенциальных рыбаков/год:

$$92933/6,8= 13666 \text{ рыбаков (5 экз./день по 1,1, 1,2 и 1,8 кг)}$$

$$185866,6/6,8= 27333 \text{ (5 экз./день по 1,1, 1,2 и 1,8 кг)}$$

$$278800/6,8= 41000 \text{ (5 экз./день по 1,1, 1,2 и 1,8 кг)}$$

$$371733/6,8= 54666 \text{ (5 экз./день по 1,1, 1,2 и 1,8 кг)}$$

Получается 34166 рыбаков/год в среднем вылавливают 232т/год судака в Ладожском озере. Промышленный вылов в 2017 году составил примерно 134,8т/год.

Глава 4. Естественное и искусственное воспроизводство судака

4.1. Естественное воспроизводство

Большинство прибрежных видов пресноводных рыб, в том числе и судак, нерестятся весной или в начале лета, и используют устья или мелкие (глубина <10 м) районы архипелага для нереста [66]. Судак нерестится в местах, которые ограничены и защищены внутренними бухтами архипелага, где температура воды весной быстро увеличивается.

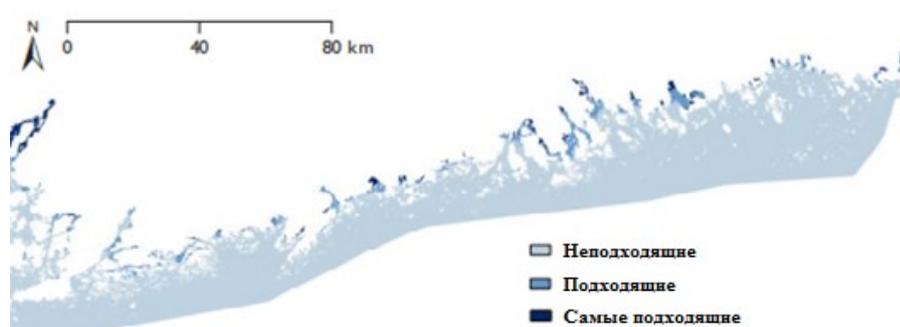


Рис. 25. Место размножения судака на северном побережье GOF. Источник: Институт природных ресурсов Финляндии, программа VELMU, Kallasvuo et al. [73]

Оптимальная температура для нормального развития судака 18-24°C. На достаточный прогрев воды влияет температура воздуха и количество солнечной радиации. Но в Северо-Западном регионе РФ количество дней с температурой воздуха выше 15°C составляет в среднем чуть менее 2 месяцев. Из-за этого большая часть региона не принадлежит ни одной из зон прудового рыбоводства. Получается, в данном регионе рост молоди ограничен количеством тёплых дней.

Само собой разумеется, что при переходе на хищничество рост молоди резко возрастает. На юге ареала, где температурные условия позволяют судаку раньше нереститься, а также период нагула дольше, сеголетки судака, ставшие хищниками, набирают 110-210г. [2] [25]

Из-за того, что молодь мелкочастиковых рыб растет гораздо быстрее, нерест проходит позднее, а период нагула в условиях Северо-Запада короче, молодь судака на первом году жизни питается различными

беспозвоночными; переход на хищничество не происходит, масса сеголеток не превышает 5г. Если климатические условия благоприятные и имеется достаточное количество пищевых объектов, то молодь может перейти на хищничество, набирая массу от 10 до 47,7г.

Основные факторы, влияющие на воспроизводство судака

1) Один из главных природных факторов, влияющий на жизнь судака, длина светового дня. Например, когда увеличивается длина светового дня (после дня весеннего равноденствия), судак начинает весеннюю миграцию;

2) Температура играет важную роль в инкубации икры судака, резкие перемены температуры, приводят к появлению большого количества уродливых и не жизнестойких личинок или к высокой смертности;

3) В период с икринки по молодь порог чувствительности судака к отрицательным воздействиям природных факторов выше, чем у молоди других рыб. Вследствие этого возникают некоторые проблемы при его искусственном воспроизводстве. Несмотря на то, что судак обладает высокой плодовитостью и заботится о своём потомстве, промыслового возраста достигает незначительное количество особей;

4) Концентрация кислорода для комфортной жизни взрослого судака - 4,5-10мг/л, угнетенное дыхание начинается при 4,5-2,5мг/л, асфиксия при 0,7-0,6мг/л. Молодь избегает участков с низким содержанием кислорода;

5) Судак хоть и пресноводный, но способен нереститься в солоноватых водах при солёности по Cl_2 в 0,5-2‰. При высокой солёности происходит искривление хорды у эмбрионов и личинок, замедляется кровообращение и др. Солёность в 4‰ благоприятна для роста молоди; [26]

6) При повышении концентрации CO_2 значение рН увеличивается. Максимальный показатель содержания свободного CO_2 при выращивании молоди судака – 16-22мг/л. Диапазон рН судачьих водоёмов в пределах 5,8-9,2. Оптимум для развития и роста икры, личинок и молоди 6,1- 7,5; [26]

7) Свет не оказывает влияние на развитие и рост икры. Но при вылуплении постэмбрионы обладают положительным фототаксисом, с

помощью которого в первые 3-4 суток после вылупления перемещаются по спиралеобразной траектории в более богатые O₂ слои воды. Личинки гибнут при воздействии прямых солнечных лучей;

8) У постэмбрионов судака нет стадии покоя (прикрепления), эта биологическая особенность помогает личинкам судака расселяться по водоему при помощи различных течений;

9) Один из главных антропогенных факторов, оказывающий негативное воздействие на естественное воспроизводство судака – браконьерский лов, перелов. В результате зрелая рыба, готовая к нересту изымается, соответственно, не успевает отложить икру, в связи с чем рыбные запасы падают. Этого можно избежать введением ограничений на промысел. Например, часто наиболее важные нерестилища, места нагула рыбы в Финском заливе находятся в сильно эксплуатируемых зонах архипелага этого залива.

4.2. Искусственное воспроизводство

В данном пункте мы разберём основные мероприятия по искусственному воспроизводству судака на территории бассейнов разбираемых нами водоёмов.

Есть два пути искусственного воспроизводства: выращивание на рыбоводных заводах на основе уже разработанной технологии искусственного воспроизводства судака, а далее выпуск жизнестойкой молоди (3-5 г), либо дальнейшее её подращивание до товарного вида и продажа.

Зачем воспроизводить судака *sander lucioperca*? Необходимость разведения данного вида водных биоресурсов (помимо того, что он является биомелиоратором) определяется следующими причинами:

- восстановление его запасов, т.к. в последние десятилетия наблюдается их снижение;

- повышение спроса на данный вид из-за высоких гастрономических качеств на внутреннем рынке многих стран (диетическое мясо, высокий процент съедобных частей тела и др.);

- возможность использовать данный вид для зарыбления внутренних водоёмов в качестве объекта спортивного и любительского рыболовства. Широко практикуется в Соединённых Штатах Америки, где доходы, получаемые от любительского лова американского светлопёрого судака, так велики, что вся выращиваемая как в прудах, так и по индустриальной технологии молодь судака используется исключительно для целей спортивного рыболовства.

Многие не понимают, что очень сложно сразу оценить антропогенную нагрузку и написать отчёт, например, спустя 2-3 дня после аварии на каком-либо производстве, в результате чего в воду попало большое количество загрязняющих веществ. Антропогенная нагрузка нарастает постепенно, например, в конкретном месте в водоёме взяли большое количество песка для строительства, в результате чего судак не смог нормально отнереститься в данном месте. Последствия этого мы сможем оценить только качественно, по динамике запасов судака на протяжении нескольких лет. Снижаются запасы, значит падает ОДУ и т.д. Это только один антропогенный фактор. На деле же у нас имеется целая гора антропогенных факторов, которые накладываются друг на друга.

В сложившейся ситуации, по моему мнению, только искусственное воспроизводство способно хоть как-нибудь замедлить падение запасов и промысла. На данный момент понятно, что ограничения уловов, приведённые в главе 3 (подзаголовок 3.3), не достаточно. Пополнение популяций искусственно выращенной молодь судака происходит в небольших объёмах.

Современное состояние рыбного населения в водоёмах Северо-Запада свидетельствует о том, что уровень работ по искусственному воспроизводству является явно недостаточным. Существующие объёмы

выпуска молоди ценных видов в большинстве случаев способствуют лишь сохранению локальных стад и популяций, поддерживая их численность, которая остаётся на стабильно низком уровне. Численность популяций большинства ценных промысловых видов рыб постоянно сокращается, и без необходимых мер в ближайшее время они могут исчезнуть.

Одна из главных проблем - загрязнение южной части Ладоги и восточной части Финского залива сточными водами и др. антропогенными воздействиями - до сих пор не решена. В связи с этим, необходимо обязать предприятия, продолжающие наносить вред окружающей среде, совершать компенсационные выпуски молоди судака для восполнения утраченных, в результате их действий, запасов. На сегодняшний день, это, скорее всего, единственная эффективная мера по сохранению запасов судака.

Заключение

Считаю, что основные задачи, поставленные в введении данной работы, выполнены, а именно:

1) Была описана краткая история формирования двух водоёмов и физико-географические особенности Финского залива и Ладожского озера, входящих в состав системы Балтийского водного стока. Современный рельеф этих водных объектов образован в результате деятельности ледника. Было установлено, что физико-географические условия Ладожского озера и Финского залива практически идентичны, т.к. состоят в единой системе, колебания пресноводного стока идентичны. Основные различия в том, что большая часть Финского залива никогда не замерзает, в отличие от Ладоги, т.к. Финский залив напрямую связан с солёными водами Балтики;

2) Рассмотрел биологические особенности судака и выделил, что в пределах ареала данный вид образует: полупроходную, жилую речную, жилую озерную и жилую солоноватоводную - эколого-географические формы. Судак Балтийского бассейна является типичной озерной формой. Пелагический хищник. Нерест в апреле-июне на неглубоких участках с жесткой растительностью (рогоз, камыш, тростник).

Плюс ко всему сравнил запасы судака в Финском заливе и Ладожском озере. Из-за увеличения речного стока ослабился приток солёных атлантических вод, и к концу 1970-х-началу 1980-х гг. начался переход Балтийского моря в фазу относительного опреснения. Данный переход губительно сказался на состоянии кормовой базы планктофагов. К этому ещё прибавились, возникшие аномалии гидрологического и температурного режимов за ряд лет 1990-х гг., в период массового нереста рыб. В Ладожском озере же в 1990-х гг., в результате долгопериодного цикла, произошло падение продуктивности озера. К 2009 году цикл замкнулся, но увеличения уловов не последовало.

Все это привело негативно отразилось на запасах рыб в восточной части залива и южной части озера, в числе которых оказались корюшка (ее

распределение зависит от зоопланктона, температуры и солёности) и судак (потребитель корюшки). В Ладожском озере роль тепловодных рыб в уловах возрастает, а холодноводных - уменьшается. Также на состояние запасов корюшки и судака повлияли и антропогенные факторы, которые связаны с активным загрязнением, уничтожением нерестилищ в Невской губе при дноуглубительных работах, браконьерстве и не учтенного лова. Из всего этого, я пришёл к выводу, что в обоих водоёмах отрицательная динамика запасов судака;

3) Как мы можем видеть проблемы с промыслом не только судака, но и других рыб в данных водоёмах, началась с 1990-х гг.

В заливе происходит падение запасов и резкое сокращение промысловых уловов судака, из-за неблагоприятных условий для его роста и размножения. Кроме того, часть нерестилищ в Невском и Выборгском заливах была утеряна, из-за отложений наносов и дноуглубительных работ.

В Ладожском озере происходит понижение продукционного потенциала и возвращение к олиготрофному состоянию с чертами мезотрофии.

Критическое состояние судака в восточной части залива и южной части озера вызвано тем, что имеет место повышенная интенсивность лова и эффект сокрытия части уловов, из-за повышенного спроса на судака со стороны потребителей. Проведённый мною расчет в главе 3 (подзаголовок 3.4) показывает, что доля любительского вылова превышает промышленный в Финском заливе почти в 7 раз (141,3т в 2017г), а в Ладожском озере примерно в 1,7 раза (232т в 2017г).

Состояние судака в Ладожском озере связано не только с долгопериодным циклом продукционного потенциала и уловов рыбы в нём, как с плохой экологической обстановкой и антропогенной нагрузкой, особенно в южной части озера. Также немаловажную роль в этой проблеме играет изменение климата - в следствии потепления климата в озёрах севера ЕЧР происходит постепенное замещение сигово-лососевой ихтиофауны на

карпово-окунёвую. Улов холодноводных рыб уменьшается (кормовые объекты судака), соответственно, уловы судака также снижаются.

Судя по полиномиальным линиям трендов Финского залива и Ладожского озера (явно наблюдается подобие начала цикла продукционного потенциала озера) на рисунке 23, уловы судака, скорее всего, должны в ближайшем будущем несколько увеличиться. Однако этому может помешать повышенная интенсивность лова, эффект сокрытия части уловов характерна из-за повышенного спроса на него со стороны потребителей и активное загрязнение водной среды;

4) Были описаны основные проблемы искусственного воспроизводства судака в двух водных объектах. Мы выяснили, что в сложившейся ситуации, когда антропогенное воздействие не уменьшается, по моему мнению, только искусственное воспроизводство способно хоть как-нибудь замедлить падение запасов и промысла. На данный момент понятно, что ограничений уловов, приведённых в главе 3 (подзаголовки 3.3), явно недостаточно. Пополнение популяций искусственно выращенной молодь судака происходит в небольших объёмах. В связи с этим, необходимо обязать предприятия, продолжающие наносить вред окружающей среде, совершать компенсационные выпуски молоди судака для восполнения утраченных, в результате их действий, запасов. На сегодняшний день, это, скорее всего, единственная эффективная мера по сохранению запасов судака.

Список литературы

1. Берг Л.С. 1939. Обзор рыбного населения мелких озер Ленинградской области // Изв. ВНИОРХ. Т. 22.
2. Брума И.Х. 1981. Биотехника искусственного воспроизводства судака в условиях Преднепровья// «Соверш. технол. выращивания рыб при высокой степени интенсификации». Кишинев, 1981. - с. 63-74.
3. Веселова М.Ф., Кириллова В.А. Климатические особенности Ладожского озера// Гидрологический режим и водный баланс Ладожского озера. - Л.: Наука, 1966. - с. 81-103
4. Деньгина Р. С., Стальмакова Г. А. О реликтовой мизиде Ладожского озера // Биологические ресурсы Ладожского озера (зоология) Л.: Наука, 1968. - с. 105-116
5. Дрозжина К.С. "Хищные рыбы Ладожского озера, их биотические связи и рациональное использование", ГОСНИОРХ, Ленинград 1984. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.dslib.net/ixtiologia/hiwnye-ryby-ladozhskogo-ozera-ih-bioticheskie-svjazi-i-racionalnoe-ispolzovanie.html>.
6. Ильенкова С.А., Попов А.Н., Туранова М.Н., Широков Л.В. Колебания численности основных промысловых рыб восточной части Финского залива. // Изв. ГосНИОРХ. – 1978. – т. 129. – с. 3-9
7. Калесник С.В. Ладожское озеро / С.В. Калесник. – Л.: Гидрометеиздат, 1968. – 160 с.
8. Квасов, Д. Д. Позднечетвертичная история крупных озер и внутренних морей Восточной Европы. – Л., 1975. – 278 с.
9. Кириллова В., Распопов И. Озера Ленинградской области / В. Кириллова – Л.: Лениздат, 1971. – 152 с.
10. Колечкова Н.Б. Оценка воздействия природных и антропогенных факторов на состояние и промысел судака (*Stizostedion Lucioperca*) в Финском заливе Балтийского озера. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://elib.rshu.ru/files_books/pdf/rid_f46c0d6f76fa4a53ae3e97144cc07c39.PDF

11. Королев А.Е. Биологические особенности судака (*Stizostedion Lucioperca (L.)*) на ранних этапах онтогенеза. Научные тетради. Вып. 7. ГосНИОРХ. СПб. 1999. – 35 с.

12. Костылёв Ю.В., Георгиев А.П. "Исследование динамики популяции судака в Северной части Ладожского озера", Днепрпетровск 2005. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.zoology.dp.ua/z_05_045.html.

13. Кудерский Л.А. Вопросы географического распространения судака // Изв. Карельского и Кольского фил. АН СССР. Вып. 3. Петрозаводск: Карельское книжн. изд-во. 1958. – с. 81-86

14. Кудерский Л.А. Долгопериодные изменения уловов рыб в восточной части Финского залива // Вопросы рыболовства. 2000. Т. 1. № 2–3. Ч. 2. -с. 23–24

15. Кудерский Л.А. Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. // Т. 4 вып. 1, 1966. - с. 187-214

16. 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.

17. Кудерский Л.А., Печников А.С., Шимановская Л.Н. Рыбные ресурсы Ладожского и Онежского озер. – Обзорная информация. Серия: Биопромысловые и экономические вопросы мирового рыболовства. М., 1997. - 38 с.

18. Кудерский Л.А., Шурухин А.С. Рыбы // Природная среда и биологическое разнообразие архипелага Березовые острова. СПб: Ботанический институт РАН, 2007. - с. 46–78

19. Лаврентьева Г.М., Суслопарова О.Н. Влияние интенсивного гидростроительства в восточной части Финского залива на состояние кормовой базы рыб. // Международный экологический форум «День Балтийского моря». – СПб., 2004. – с. 81-82

20. «Ладога», под редакцией Академика РАН, проф. Румянцева В.А. д-ра физ.-мат. Наук Кондратьева С.А., СПб, 2013. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rgo.ru/sites/default/files/media/2013/08/ladoga.pdf>.

21. Ладожское озеро и достопримечательности его побережья. Атлас / ред. Румянцев В.А. – СПб.: Нестор-История, 2015. – 200 с.

22. Левков Э.А., Свиридов Н.И. Гляциодислокации дна Балтийского моря // Тектонические исследования в Белоруссии / под ред. Гарецкого Р.Г. Минск, 1983. – с. 168-174

23. Лошилов В.С., Широков К.П. Международная символика для морских ледовых карт и номенклатура морских льдов / Аркт. и антаркт. НИИ. - Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. – 56 с.

24. Министерство сельского хозяйства РФ приказ от 6 ноября 2014 г. N 427" Об утверждении правил рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна (с изменениями на 3 апреля 2019 года)". - Доступ из справ. -правовой системы Гарант. - Текст: электронный.

25. Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Садковое рыбководное хозяйство на водохранилищах// Пищ. пром. М., 1970. - 159 с.

26. Моисеев П.А., Азизова Н.А., Куранова И.И. «Ихтиология».- М.: Лёгкая и пищевая промышленность, 1981. – 384 с.

27. Науменко М.А., Каретников С.Г., Гузиватый В.В. Пространственно-временная термическая дифференциация вод Ладожского озера // Доклады РАН. 2000. Т. 373. № 2. - с. 247-250

28. Печников А.С. Леонов А.Г. Ладожское озеро / Современное состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах России. – СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 2004. – с. 128-133

29. Приказ Минсельхоза России от 6 ноября 2014г. №427 (ред. От 26.10.2018) «Об утверждении правил рыболовства для западного рыбохозяйственного бассейна»

30. 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.

31. Размышления на берегу Ладоги о состоянии запасов промысловых рыб [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://fisher.spb.ru>.

32. Субетто Д.А. История формирования Ладожского озера и его соединения с Балтийским морем // Общество. Среда. Развитие (Terra Humana). Научно-теоретический журнал. Журнал. – СПб.: Астерион, 2007. - №1. – с. 111-120

33. Субетто Д.А., Севастьянов Д.В., Савельева Л.А., Арсланов Х.А. Донные отложения озер Ленинградской области как летопись балтийских трансгрессий и регрессий // Вестник СПбГУ. Сер. 7. 2002. Вып. 4 (№31). с. 75-85

34. Схема комплексного использования и охраны водных объектов бассейна реки Нева. // Книга 2. Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна. [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.nord-west-water.ru.

35. Филатов Н. Н. Динамика озер. // Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 166 с.

36. Филатов Н.Н., Руховец Л.А., Назарова Л.Е., Георгиев А.П., Ефремова Т.В., Пальшин Н.И. "Влияние изменений климата на экосистемы озер Севера Европейской территории России", Учёные записки Российского государственного гидрометеорологического университета №34 2014. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://resources.krc.karelia.ru/library/doc/articles/vlijanieizmenenij.pdf>.

37. Ширкова А.П. Влияние промысла на запасы сига и судака Ладожского озера // Изв. ГосНИОРХ. Л., 1977, 116. - с. 36-45

38. Шурухин А.С. Антропогенное воздействие на экосистему восточной части Финского залива. // 6-я международная конференция и выставка AQUATERRA. - СПб., 2003. – 159–160 с.
39. Шурухин А.С., Лукин А.А., Педченко А.П., Титов С.Ф. 2016. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря // Труды ВНИРО. Т. 160. - с. 60-69
40. Andrén, T, Björck, S, Andrén, E, Conley, D, Zillén, L, Anjar, J. The Development of the Baltic Sea Basin During the Last 130 ka // The Baltic Sea Basin / editors Harff, J, Björck, S, Hoth, P. - Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2011. - P. 449. - s. 75-97
41. Andren, T. Andren, E. Berglund, B.E. Yu, S.-Y. New insights on the Yoldia Sea low stand in the Blekinge archipelago, southern Baltic Sea. // GFF. - Stockholm, 2007. - Vol.129. - p. 277–285
42. Astakhov V. et al. Glaciomorphological map of the Russian Federation //Quaternary International. - 2016. - Т. 420. - p. 4-14
43. Björck S. The late Quaternary development of the Baltic Sea basin. In von Storch H, editor, Assessment of climate change for the Baltic Sea Basin. Springer, 2008. - p. 398-407
44. Björck, S. A review of the history of the Baltic Sea, 13.0–8.0 ka BP. // Quaternary International: Журнал. - 1995. - Vol.27. - p. 19 - 40
45. Björklund M., Aho, T. and Larsson, C. 2007. Genetic differentiation in pikeperch (*Sander lucioperca*): the relative importance of gene flow, drift and common history. - J. Fish Biol. 71 suppl. B: 264 – 278
46. Brown, J. A., Moore, W. M. and Quabius, E. S. 2001. Physiological effects of saline waters on zander. - J. Fish Biol. 59: 1544 – 1555
47. Evald Ojaveer. Ecosystems and Living Resources of the Baltic Sea: Their assessment and management 1st ed. 2017. - 291 p.

48. Hyttinen, O. Sedimentological and chronological aspects of the Younger Dryas – Holocene transition record in southern Finland and northern Baltic. *Accademic Dissertation*. - Helsinki: Unigrafia, 2012. - p. 38.
49. Ladoga Lake, Atlas. - St.-Petersburg: Lymnological Institute RAS. - 2002. - 128 p. [in Russian]
50. Lehtonen, H., Hansson, S. and Winkler, H. 1996. Biology and exploitation of pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.), in the Baltic Sea area. - *Ann. Zool. Fenn.* 33: 525 - 535.
51. Letanskaya G.I. Modern state of phytoplankton and tendencies of its changes durin period of lake summer stagnation // Ladoga Lake – past, present, future. – St.-Petersburg: Nauka. – 2002. – p. 165-174. [in Russian]
52. Miettinen A. Relative sea level changes in the eastern part of the Gulf of Finland during the last 8000 years. Helsinki. 2002. - 102 p.
53. Myrberg, K., Leppäranta, M., ja Kuosa, H. 2006. Itämeren fysiikka, tila ja tulevaisuus. – *Palmenia-rarja* (17), *Yliopistopaino*. – 202 s.
54. Nesbø, C. L., Fossheim, T., Vøllestad, L. A. et al. 1999. Genetic divergence and phylogeographic relationships among European perch (*Perca fluviatilis*) populations reflect glacial refugia and postglacial colonization. – *Mol. Ecol.* 8: 1387 – 1404.
55. Poulet, N., Balaesque, P., Aho, T. et al. 2009. Genetic structure and dynamics of a small introduced population: the pikeperch, *Sander lucioperca*, in the Rhône delta. – *Genetica* 135: 77 – 86
56. Poulet, N., Berrebi, P., Crivelli, A. J. et al. 2004. Genetic and morphometric variations in the pikeperch (*Sander lucioperca* L.) of a fragmented delta. – *Arch. Hydrobiol.* 159: 531 – 554
57. Reports of the Finnish Environment Institute 27 | 2016 Finnish Environment Institute Marine Research Centre. – 353 p.
58. Rummyantsev V.A., Drabkova V.G. Forming of Ladoga Lake water quality in modern conditions as basis of its natural resources // *Studies on ichthyology and adjacent branches of science on continental water bodies in the*

beginning of XXI century (to 80 years of prof. L.A. Kudersky). – St.-Petersburg – Moscow: KMK. – 2007. – p. 472-482. [in Russian]

59. Rummyantsev V.A., Kudersky L.A., Izmailova A.V. Lake Ladoga. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://rcse.edu.shiga-u.ac.jp/gov-pro/plan/2009list/11wlc13_wuhan/ilbm_expert_group_meeting/ilbm_lake_briefs_in_progress/06_aladi_ldoga_lake_brief_%28final_draft%29.pdf.

60. Saarnisto M. Emergence history of the Karelian Isthmus // Karelian Isthmus // Karelian Isthmus – Stone Age studies in 1998-2003. Iskos 16. Helsinki. 2008. - p. 128-139

61. Saarnisto M., Siiriainen A. Laatokan transgressioraja // Suomen museo. 1970. №77. p. 10-22

62. Säisä, M., Salminen, M., Koljonen, M.-L., and Ruuhijärvi, J. 2010. Coastal and freshwater pikeperch (*Sander lucioperca*) populations differ genetically in the Baltic Sea basin. – *Hereditas* 147: 205–214

63. Sandgren P., Subetto D. A., Berglund B. E., Davydova N. N., Savelieva L. A. Mid-Holocene Littorina Sea transgressions based on stratigraphic studies in coastal lakes of NW Russia // *GFF*. 2004. Vol. 126. - p. 363-380

64. Schmöcke U., Endtmann E., Klooss S., Meyer M., Michaelis D., Rickert B.H., Rößler D. Changes of sea level, landscape and culture: A review of the south-western Baltic area between 8800 and 4000BC // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology: журнал.* — Elsevier B.V., 2006. — Vol. 240. — p. 423 – 438

65. The IUCN Red List [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.iucnredlist.org/>

66. Urho L, Hildén M, Hudd R (1990). Fish reproduction and the impact of acidification in the Kyrönjoki River estuary in the Baltic Sea. *Environmental Biology of Fishes* 27: 273-283

67. URL: geographyofrussia.com

68. URL: <https://aquacultura.org/objects/28/211/>

69. URL: <https://ecosystema.ru/08nature/fish/053.htm>

70. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Ладожское озеро](https://ru.wikipedia.org/wiki/Ладожское_озеро)

71. URL: <https://www.kobona.ru/ladoga>

72. URL: it.is.gov/sanderlucioerca

73. Veneranta L, Urho L, Lappalainen A, Kallasvuo M (2011). Turbidity characterizes the reproduction areas of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) in the northern Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 95: 199-206.

74. Winkler, H. M., Klinkhardt, M. and Buuk, B. 1989. Zur Fruchtbarkeit und Reifenentwicklung des Zanders (*Stizostedion lucioperca* (L.)) aus Brackgewässern der südlichen Ostsee. – *Wiss. Z. Univ. Rostock, N-Reihe* 38: 31 – 37

Приложение

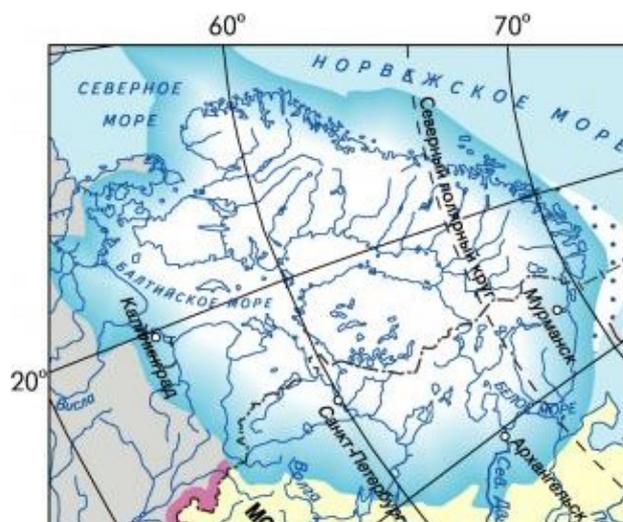


Рис. 1. Валдайское оледенение. [67]



Рис. 4. Наибольшая протяженность льда Финского залива зимой 2013–2014 гг. Максимальная толщина льда составляла от 20 до 25 см (Ледовая служба, Финский метеорологический институт). [23] [57]

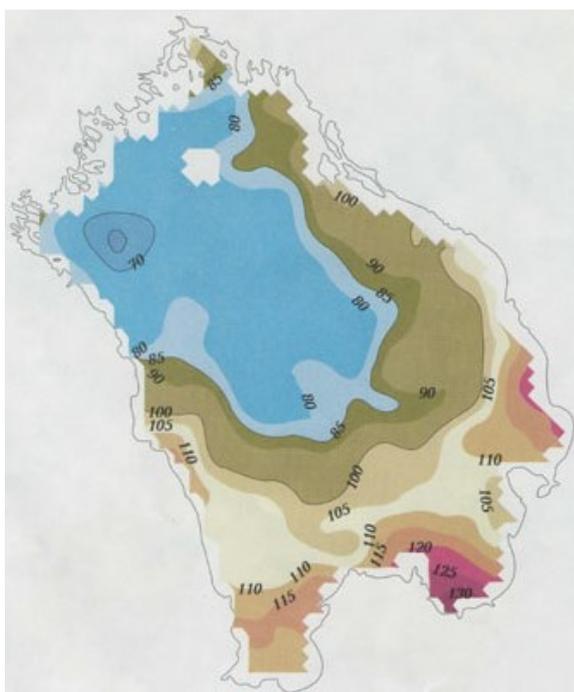


Рис. 8. Продолжительность биологического лета (в сутках) на поверхности Ладожского озера. [27]

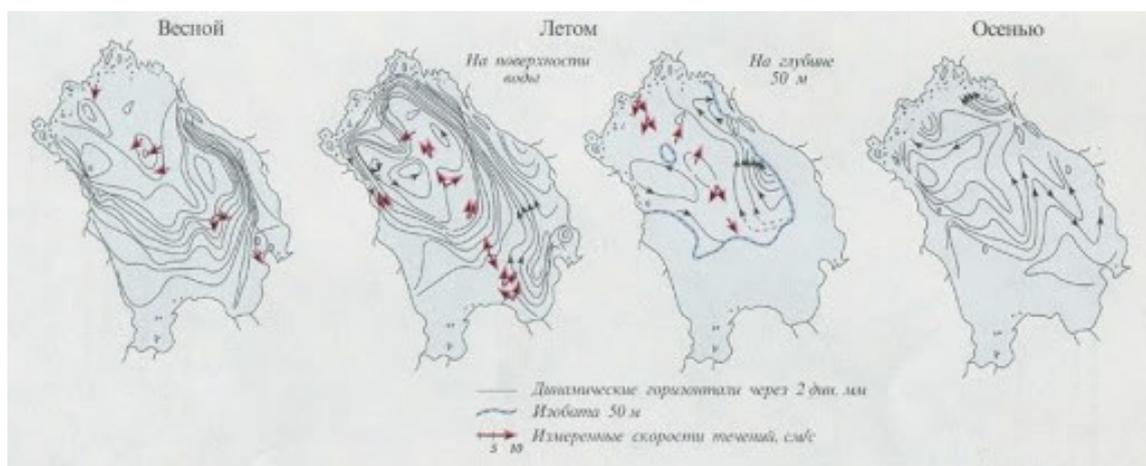


Рис. 9. Схема плотностных течений ($\text{м}^3/\text{с}$). [35] Течения показаны для ветров со скоростью 2-5 м/с и могут изменяться при ветре с большей скоростью, хотя общий циклональный перенос вод сохраняется.



Рис. 10. Характерные сроки наступления ледостава [71]

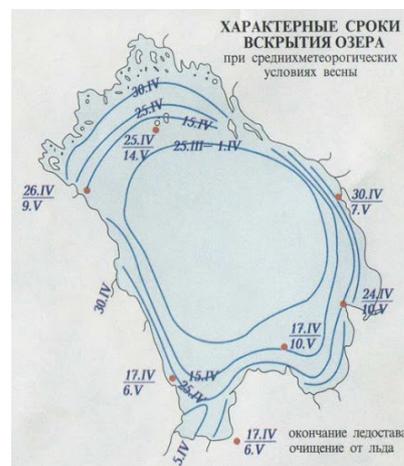


Рис. 11. Характерные сроки вскрытия озера [71]

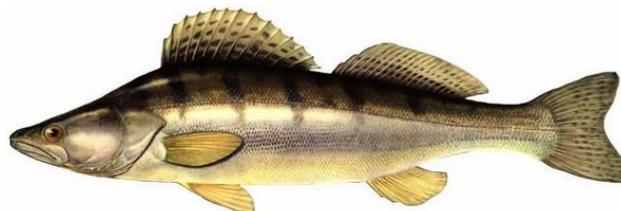


Рис. 12. Судак (*sander lucioperca* (Linnaeus, 1758)) [68]

