

## УСЛОВИЯ ВОСПРОИЗВОДСТВА ПРОМЫСЛОВЫХ ГИДРОБИОНТОВ

УДК 639.2.53  
EDN APBVK

DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-2-77-92

### ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО ЗАПАСА *CLUPEA HARENGUS* *MEMBRAS* (CLUPEIDAE) В РОССИЙСКОЙ АКВАТОРИИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД

© 2025 г. А.Ф. Кузнецов (spin: 7670-1079), А.С. Шурухин (spin: 3111-5428)

Санкт-Петербургский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» (ГосНИОРХ),  
Россия, Санкт-Петербург, 199053  
E-mail: kaf1980@yandex.ru

Поступила в редакцию 24.12.2024 г.

Рассмотрено влияние основных абиотических факторов влияющих на формирование запаса балтийской сельди (салаки) в восточной части Финского залива с 1991 по 2022 гг. Для российской акватории залива представлены динамика вылова салаки, численности годовиков и промыслового запаса; отражены размерно-весовые отношения и возрастной состав в траловых уловах; показаны временные графики хода средних значений расходов р. Невы, а также среднемесячных значений основных гидрометеорологических параметров воды, характерных для нерестового периода балтийской сельди.

**Ключевые слова:** балтийская сельдь, салака, Финский залив, динамика вылова, промысловый запас, температура и солёность поверхности воды.

#### ВВЕДЕНИЕ

Восточная часть Финского залива (территориальные воды Российской Федерации) представляет собой акваторию к западу от о. Котлин вплоть до о. Гогланд вместе с Выборгским заливом на севере и Лужской, Копорской и (отчасти) Нарвской губами на юге.

Район широко открывается в сторону центра Финского залива и неоднороден в экологическом отношении. Вдоль длинной оси с востока на запад существенно различаются такие важные для рыб параметры среды, как солёность воды, кислородный режим в придонных слоях, характер донных отложений, глубины и др.

На режим солёности восточной части Финского залива оказывает большое влияние пресноводный сток р. Невы. В свою очередь водные массы открытой части Балтийского моря также воздействуют на рассматриваемую акваторию, что, прежде всего, отражается на флуктуациях солёности.

Межгодовые колебания основных гидрологических (гидрометеорологических) факто-

ров в последние десятилетия обуславливают неустойчивость гидрологического режима восточной части Финского залива, что отражается на формировании рыбных запасов, в том числе наиболее многочисленного вида – салаки.

Балтийская сельдь – салака (*Clupea harengus membras*) является основой российского промысла на данной акватории.

В восточной части Финского залива обитает весенне-нерестующая сельдь и образует локальное стадо. Популяция сельди восточной части отличается от западной популяции размерно-возрастным составом, смешённым в сторону младших возрастных групп (Оявеер, 1988).

Сельдь распространена по всей восточной части Финского залива, за исключением участков с солёностью ниже 2‰ (Широков и др., 1982). Наиболее плотные и устойчивые скопления сельди, имеющие промысловое значение, сосредоточены в глубоководных участках залива, прилегающих к островам Мощный, Большой и Малый Тютерс, Гогланд и в Нарвском заливе.

Колебания запасов и уловов сельди определяются урожайностью отдельных поколений. Последняя взаимосвязана с факторами внешней среды – температурой воды, погодными условиями, солёностью воды, содержанием кислорода в период развития икры и личинок на ранних стадиях развития. То есть, на урожайность сельди оказывает влияние комплекс различных факторов среды – как гидрометеорологических, так и кормовых условий для её молоди (Ильенкова и др., 1978; Остов, 1978).

В XX в. в восточной части Финского залива при анализе гидрометеоусловий, характеризующих обстановку в преднерестовый и нерестовый период, исследователями отмечалась наиболее тесная сопряжённость изменения численности поколений с температурным фактором и показателями расхода р. Невы (Ильенкова и др., 1978; Попов, 2006). При этом авторы указывали, что запасы сельди изменяются в одном ритме с величиной речного стока.

Зависимость величины пополнения сельди от температуры воды и численности производителей за период 1960–1997 гг. также отмечена А.Н. Поповым (2006). Наиболее многочисленное пополнение сельди формировалось при минимальных абсолютных величинах аномалии температуры воды в период нереста и оптимальной численности производителей, необходимой для максимального воспроизводства.

По мнению И.М. Остова (Остов, 1965, 1971) на численность поколений сельди оказывают влияние термические условия на ранних стадиях развития личинок.

В центральной, южной и юго-западной частях акватории Балтийского моря установлено, что увеличение температуры поверхностного слоя воды сопровождается снижением величины биомассы нерестового стада и уловов сельди (Дроздов, 2017). Аналогичный характер связи отмечается также и для численности молодого поколения сельди в возрасте одного года.

Таким образом, колебания численности сельди восточной части Финского залива носят закономерный характер, обусловленный взаимодействием абиотических и биотических факторов (температура воды, солёность, величина речного стока и др.). Это позволяет говорить о возможности использования выявленных закономерностей для разработки долгосрочных прогнозов состояния запасов и промысла сельди в Финском заливе.

Экосистема Балтийского моря в конце 1980-х и в начале 1990-х гг. «перешла» в новое качественное состояние. Глубокие климатические изменения, происходящие в настоящее время, обширное антропогенное воздействие на экосистему восточной части Финского залива предполагают возможность изменения сложившихся связей и закономерностей, особенно на фоне резких и значительных колебаний численности и запасов сельди, которые наблюдались в последние 30 лет.

В данных условиях дальнейшее изучение процессов формирования запасов балтийской сельди восточной части Финского залива особенно актуально.

Цель исследования – оценка влияния различных экологических факторов среды и воспроизводственного потенциала на динамику показателей продуктивности популяций балтийской сельди восточной части Финского залива в современный период.

Границы промыслового района Российской Федерации в восточной части Финского залива (территориальное море Российской Федерации 32 подрайона ИКЕС Балтийского моря) окончательно сформировались после 1991 г., вследствие чего сопоставимые показатели динамики численности и уловов относятся к данному периоду.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Характеристика состояния стада сельди за 1991–2022 гг. (численность и биомасса промыслового и нерестового стада, численность молоди – годовиков, средняя масса сельди в возрастных группах) приводится по фон-

довым материалам лаборатории прогнозов «ГосНИОРХ» им. Л.С. Берга. Российский вылов сельди в 32-ом подрайоне ИКЕС анализировался по ежегодным отчётам бассейнового управления Севзапрыбвода и Северо-Западного территориального управления Росрыболовства.

Анализ долгопериодных трендов солёности и других гидрологических характеристик (температура воды, величина речного стока) восточной части Финского залива выполнен на основе многолетних данных, полученных из Ежегодных данных о режиме и качестве вод морей и морских устьев рек (фонды Северо-западного УГМС), а также с официального портала единой Государственной системы информации об обстановке в мировом океане (ЕСИМО).

Данные по среднемесячным значениям температуры и солёности поверхностных вод – это среднемесячные значения стандартных наблюдений, выполненных на морской береговой гидрометеорологической станции Озерки. Расположение данной метеостанции отражает общие условия, характерные для акватории восточной части Финского залива по большинству фиксируемых параметров.

Для анализа выбраны среднемесячные значения параметров (температура, солёность, расход р. Невы) в мае-июне 1991–2019 гг., т.к. в этот период происходит формирование нерестовых скоплений, массовый нерест, развитие эмбрионов и личинок балтийской сельди.

В качестве показателя урожайности поколений принята абсолютная численность годовиков, полученная методом виртуально-популяционного анализа (Шибаев, 2014).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### *Анализ временной изменчивости абиотических факторов восточной части Финского залива*

Формирование численности и запасов балтийской сельди происходит под влиянием, главным образом, абиотических факторов среды, сказывающихся на численности попол-

нения, возрастной структуре запаса и распределении рыб (Оявеер, 1988). Среди этих факторов исследователи выделяют такие как температура и солёность воды, показатели расхода р. Невы (Остов, 1971; Ильенкова и др., 1978; Попов, 2006).

*Температура воды.* Прогрев вод в Финском заливе в мае-июне в отдельные годы происходит с различной скоростью. При прогреве поверхностного слоя воды весной под ним сохраняется холодный промежуточный слой, температура и мощность которого определяется степенью зимнего охлаждения и интенсивностью вертикальной зимней конвекции (Остов, 1971). Весенний прогрев вод в восточных районах залива протекает быстрее, и в пространственном аспекте наблюдается некоторое общее повышение температуры воды с запада на восток. Благодаря весеннему прогреву, на акватории залива (за исключением Невской губы) образуется вертикальная стратификация. На поверхности воды формируется верхний квазиоднородный слой (ВКС), толщиной 5–7 м, под которым располагается термоклин, мощностью 4–6 м. Вертикальный градиент температуры составляет 5–7°C на 5 м (Некрасов и др., 1999).

Средняя месячная температура поверхности воды в мористой части по меридиану м. Стирсудден в мае составляет 8,2°C (Михайлов, 1997). Горизонтальное распределение температуры воды довольно однородно и характеризуется несколько более высокими значениями вблизи берегов (Некрасов и др., 1999). В прибрежной части, вследствие мелководности, даже в условиях слабого ветро-волнового перемешивания вся толща вод в течение достаточно короткого периода времени достигает полной гомотермии (Михайлов, 1997).

Для анализа выбраны среднемесячные значения гидрометеорологических характеристик в мае и июне, так как в этот период происходит массовый нерест балтийской сельди.

Указаны средние температуры поверхности воды в мае и июне по данным много-

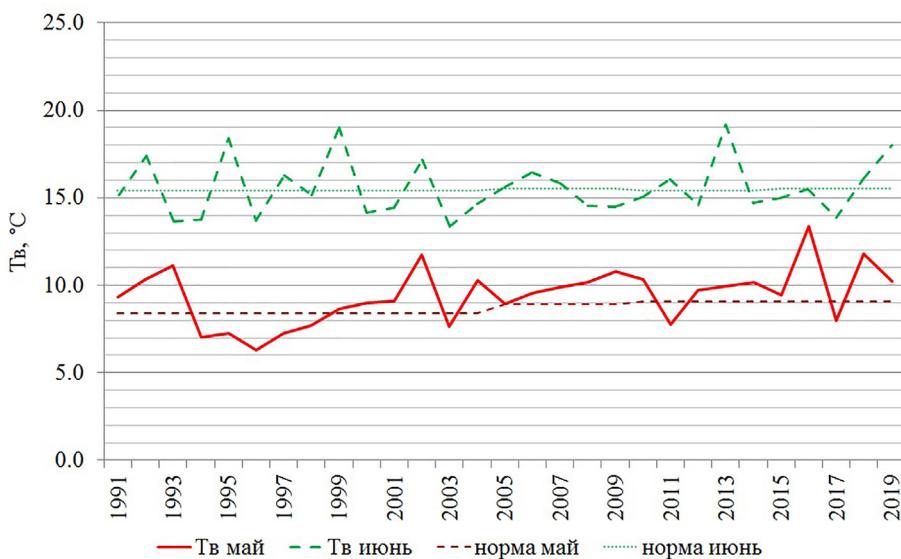


Рис. 1. Среднемесячная температура поверхности воды Тв в 1991–2019 гг. в восточной части Финского залива.

летних наблюдений гидрометеорологической станции Озерки. Данная метеостанция (вековая) является своеобразной реперной точкой для характеристики океанологических данных в восточной части Финского залива.

За 29 лет наблюдений средние месячные температуры поверхности воды варьировали в диапазоне: в мае – от 6,29 до 13,39°C, в июне – от 13,38 до 19,20°C. Амплитуда колебания в мае составила 7,10°C, в июне 5,82°C (рис. 1). Существенных трендов изменения среднемесячной температуры в мае и июне не выявлено.

В наблюдаемый период отмечен восходящий тренд среднегодовой температуры воды. Поскольку повышение среднегодовой температуры поверхности воды происходит со скоростью 0,05°C в год, в мае увеличение температуры воды происходит на 0,02 выше среднегодового значения.

Рассматриваемый период характеризовался существенными аномалиями температуры (более 1°C по модулю) в мае: положительными в 1992–1993, 2002, 2004, 2008–2010, 2014, 2016, 2018–2019 гг.; отрицательными в 1994–1997, 2011 и 2017 гг. Май характеризовался преобладанием положительных аномалий температуры воды (72%) над отрицатель-

ными, причем количество (доля) существенных положительных аномалий в мае составило 38%, а отрицательных – 21%. В июне соотношение положительных и отрицательных аномалий составило 40/60 соответственно, из них существенных положительных 24%, а отрицательных – 21%.

**Солёность.** Солёность вод в Балтийском море является одной из наиболее важных характеристик абиотической компоненты экосистемы. Главными режимообразующими факторами изменения солёности в Финском заливе являются водообмен с Северным морем (адвекции североморских вод) и речной сток (Антонов, 1987; Зезера, Грибов, 2004; Зезера, 2009; Matthaus, 2006). Режим солёности характеризуется как долгопериодной изменчивостью, сменой стадий осолонения и опреснения продолжительностью до нескольких десятилетий, так и менее продолжительными периодами колебания солёности в пределах нескольких лет или одного года. Характерной особенностью пространственного распределения солёности в поверхностном слое воды в восточной части Финского залива является повышение значений в западном направлении. При этом в северной части залива значения солёности несколько ниже, чем у южного

побережья, это объясняется опресняющим влиянием рек и общей (циклонической) циркуляцией вод в Финском заливе (Остов, 1971; Михайлов, 1997). Минимальные значения средней месячной солёности наблюдаются в весенне-летний период. Мощность верхнего слоя, в котором наблюдается хорошо выраженный годовой ход солёности, не превышает 5–10 м.

Наибольшие вертикальные градиенты солёности отмечаются в вершине восточной части залива в весенний и летний периоды. В это время на поверхности значения средней месячной солёности составляют 1–2‰, а на глубине 20 м – 4–5‰.

За 29 лет наблюдений средние месячные значения солёности поверхности воды варьировали в диапазоне: в мае – от 0,96 до 2,28‰, в июне – от 0,81 до 2,60‰. Амплитуда колебания солёности в мае составила 1,32‰, в июне 1,79‰ (рис. 2).

Рассматриваемый период характеризовался отсутствием существенных аномалий солёности (более 0,5‰ по модулю) в мае, и наличием лишь одного существенного положительного отклонения в июне 2019 г., существенные отрицательные отклонения в мае: 1992–1993, 1996–1997, 2002–2003, 2005–2006 гг. В июне 1991–1993, 1995, 1997, 1999–2006, 2011–2017 гг.

*Расход р. Невы.* Влияние вод берегового стока на гидрологический режим залива очень велико. Речные воды вносят большое количество взвешенных частиц и гумуса, ввиду чего прозрачность воды вблизи устьев реки в восточном мелководном районе невелика. Кроме того, они оказывают большое влияние на гидрохимический и термический режим залива (особенно в его восточной части), а также на пополнение вод залива биогенными веществами. Влияние речного стока на формирование гидрологического режима в восточной части Финского залива отмечали ряд исследователей (Ильенкова и др., 1978; Попов, 2006). В течение года максимальные расходы приходятся на июнь.

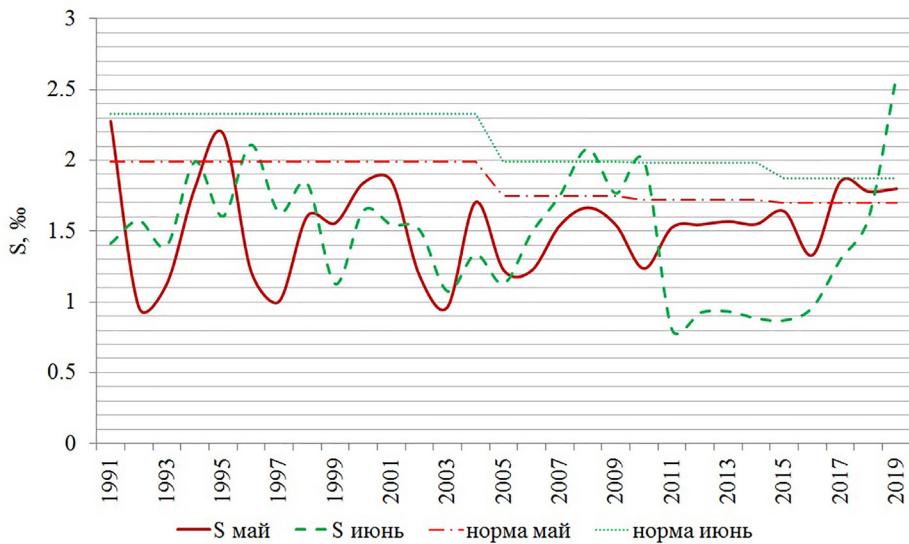
Средний расход р. Невы в деревне Новосаратовке в июне за период с 1991 по 2020 гг. составил – 2992 м<sup>3</sup>/сек, наибольший – 3660 м<sup>3</sup>/сек (2018 г.), наименьший – 2010 м<sup>3</sup>/сек (2003 г.) (рис. 3).

#### ***Особенности биологии балтийской сельди восточной части Финского залива.***

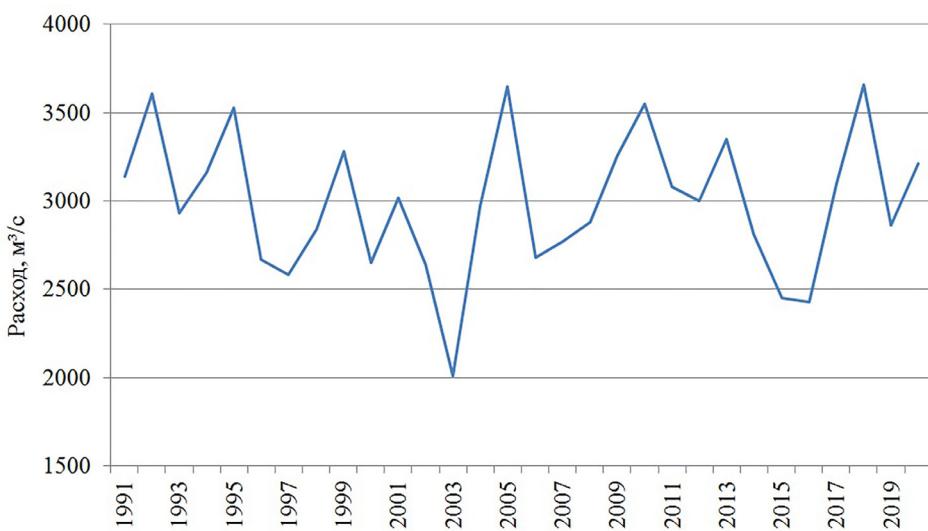
*Размножение.* В Финском заливе основная часть сельди становится половозрелой на втором-третьем году жизни. Во время нереста она подходит к берегам, после чего отходит обратно в открытые воды залива. В восточной части Финского залива преобладает весенне-нерестующая сельдь, составляя более 95% улова (Попов, 2006). В период нереста в мае-июне она концентрируется в прибрежных районах. После нереста сельдь уходит в открытую часть и в течение лета равномерно распространена по всей акватории залива. Пелагические скопления сельди образуются в пределах верхней границы термоклина, а наиболее плотные концентрации – над выходом термоклина на склонах островов, рифов и многочисленных банок (Боркин и др., 2019). Значительная часть сельди становится половозрелой в возрасте 2-х лет, а в возрасте 3 года созревание заканчивается почти у всех особей. Плодовитость колеблется в пределах 5–12 тыс. икринок. Соотношение самцов и самок на нерестилищах близко 1:1.

Основные районы нереста сельди в восточной части Финского залива – акватория прилегающая к Выборгскому заливу, восточная часть Копорской губы, центральная часть Лужской губы, мелководья у островов Мощный, Малый Тютерс, Сескар (Parmanne et all., 1997).

Начало нереста сельди совпадает с прогревом поверхностного слоя воды до 6–8°C, а массовый нерест – до 10–12°C (Морозова, 1967). На мелководье нерест сельди обычно заканчивается при прогреве воды у поверхности до 15,5–16,6°C, а на глубине 6–9 м при прогреве слоя воды до 12,0–14,6°C (Остов, 1965). Дальнейший прогрев воды вынуждает сельдь покинуть мелководные участки и расп-



**Рис. 2.** Среднемесячная солёность поверхности воды \$S\$ в 1991–2019 гг. в восточной части Финского залива (м. Стирсудден).



**Рис. 3.** Среднемесячный расход р. Невы в июне 1991–2020 гг.

ределиться на глубинах, где вода имеет более низкую температуру. Нерест весенне-нерестующей сельди происходит на глубине от 3 до 17 м в зависимости от наличия в данной зоне подходящего для нереста субстрата, благоприятных температурных и газовых (достаточное количество кислорода) условий, солёности. Оптимальное сочетание этих факторов определяет масштаб (площади нерестовой зоны) и эффективность нереста сельди.

**Питание.** Прирост ихтиомассы сельди и формирование промыслового запаса во многом определяются условиями нагула, в том числе питания. Высокая продуктивность сельди восточной части Финского залива обусловлена также тем, что по характеру питания она является планктофагом (основные кормовые организмы – ракообразные зоопланктона). Пищевой спектр сельди разнообразен. В прошлом веке главными компонен-

тами пищи являлись холодолюбивые реликты *Limnocalanus grimaldii*, *Mysis oculata v. relicta*, *Pontoporeia affinis* и представитель теплолюбивого комплекса *Eurytemora hirundooides* (Битюков, 1961; Пидгайко, 1971). По данным Э.П. Битюкова (1961), в Лужской губе сельдь питалась преимущественно *Limnocalanus grimaldii* (до 98,5% содержимого желудков), индексы наполнения равнялись 49,6%о.

По сведениям М.И. Халтуриной (1972), в сентябре в питании сельди доминировала эвритемора (*Eurytemora hirundooides*) – до 96,0% массы пищевого комка; высшие ракообразные (гаммариды и мизиды) отсутствовали, и лишь небольшое их количество встречалось у входа в губу. Индексы наполнения были невысокими – 26,00 %о. Осенью наблюдалось уменьшение численности *E. hirundooides*. В это время происходила вспышка новой генерации *Mysidacea* и *Amphipoda*, плотность которых выше в глубоководном районе. Сельдь интенсивно питалась этими организмами.

Современные исследования по питанию рыб восточной части Финского залива показали, что по сезонам состав потребляемых сельдью кормовых организмов изменился по сравнению с 60–70 годами XX века (Баранова, Попов, 2006).

Весной основу питания салаки стали составлять (в % по массе) рыбы (64%) и копеподы (36%), в июле – копеподы (40%), кладоцеры (39%), рыбы (19%) и высшие ракообразные (2%). Осенью – копеподы (75%) и кладоцеры (25%).

Изменение спектра питания произошло за счёт значительного сокращения потребления сельдью мизид и амфипод, что обусловлено снижением численности этих высших ракообразных в Финском заливе (Баранова, Попов, 2006).

В начале XXI в. в питании сельди Лужской губы всё большую роль стала играть чужеродная ponto-каспийская полифемида – *Cercopagis*, натурализовавшаяся в Финском заливе (Суслопарова, Баранова, 2005).

В настоящее время основу пищи сельди Финского залива составляет мелкий ракковый

зоопланктон, численность которого напрямую зависит от метеорологических и гидрологических условий в водоёме, поэтому кормовая база сельди носит неустойчивый характер.

#### *Уловы и запасы балтийской сельди в российской акватории Финского залива.*

Сельдь восточной части Финского залива относится к рыбам с коротким жизненным циклом. Предельный возраст её равен 9–10 годам (Морозова и др., 1971). В настоящее время в промысловых и исследовательских уловах встречаются рыбы, предельный возраст которых не превышает 7–8 лет (Попов, 2006).

В восточной части Финского залива сельдь вступает в промысел в возрасте 0+ в осенний период (ноябрь–декабрь) в качестве прилова при траловом лове. Основу промысловых запасов и уловов составляют рыбы в возрасте 2–4 года.

Возрастной состав траловых уловов определяется относительной величиной отдельных поколений (рис. 4).

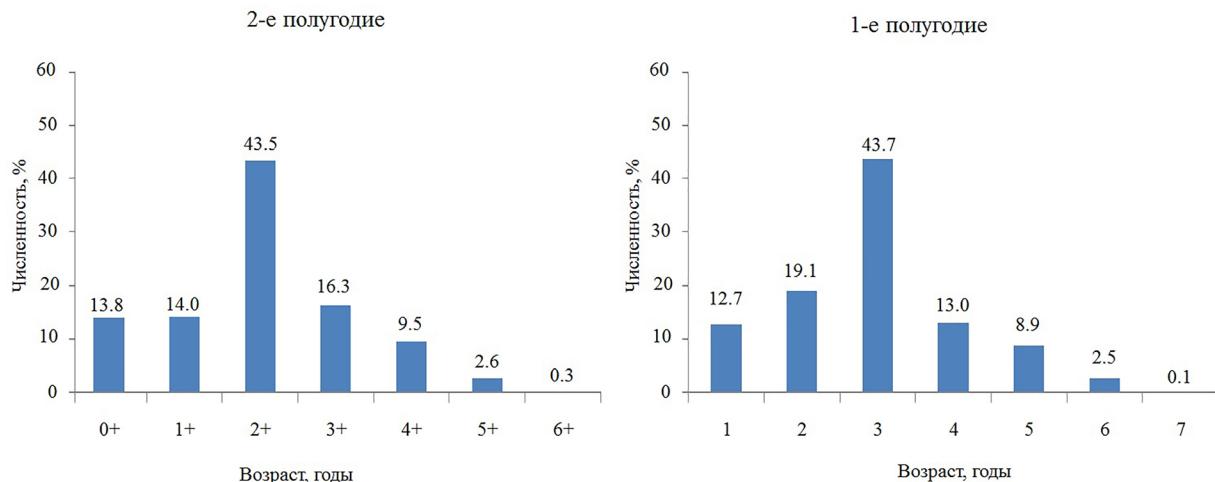
Как правило, основу траловых уловов составляют впервые созревающие рыбы в возрасте 2+ и 3 года.

Линейный и весовой рост сельди в последние годы были достаточно стабильны. Средние размерно-весовые параметры рыб по возрастным группам представлены на рисунке 5.

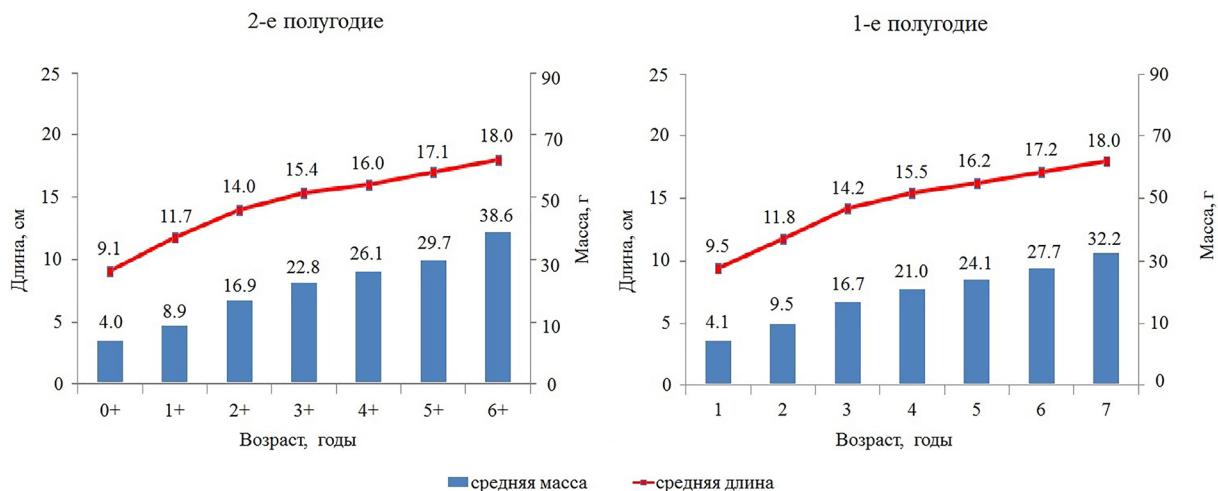
Анализируя долгопериодные изменения, следует отметить значительное снижение в XXI в. индивидуальных навесок в двух младших возрастных группах 0+(1) и 1+(2) (табл. 1), что связано с формированием в последние годы высокоурожайных поколений высокой степени пищевой конкуренции со шпротом в условиях низкой обеспеченности кормовой базы и её нестабильным развитием (Баранова, Попов, 2009).

Запас сельди в восточной части Финского залива за последние 30 лет претерпевал существенные колебания.

В 1991–2003 гг. общая биомасса запаса балтийской сельди в 32 подрайоне ИКЕС (акватория РФ) составляла 21,9–34,3 тыс. т, а уловы колебались в пределах 6,5–15,7 тыс. т (Кузнецов, 2023) (рис. 6).



**Рис. 4.** Возрастной состав траловых уловов сельди в восточной части Финского залива (усреднённый за пять лет).



**Рис. 5.** Линейные размеры и масса тела сельди в возрастных группах восточной части Финского залива (усреднённые за пять лет).

**Таблица 1.** Средние длина и масса сельди в промысловых траловых уловах

Годы	Показатели	Возраст, годы					
		0+(1)	1+(2)	2+(3)	3+(4)	4+(5)	5+(6)
1973–1990	Длина, см	9,9	13,3	15,0	16,4	18,2	19,4
1991–2007	—	8,7	12,6	14,0	14,9	16,2	16,8
2015–2020	—	9,1	11,7	14,2	15,4	17,1	18,0
1973–1990	Масса, г	6,6	16,7	22,4	29,0	38,4	46,8
1991–2007	—	4,1	13,0	16,6	19,6	24,3	28,0
2015–2020	—	4,0	8,9	17,0	22,8	29,7	38,6

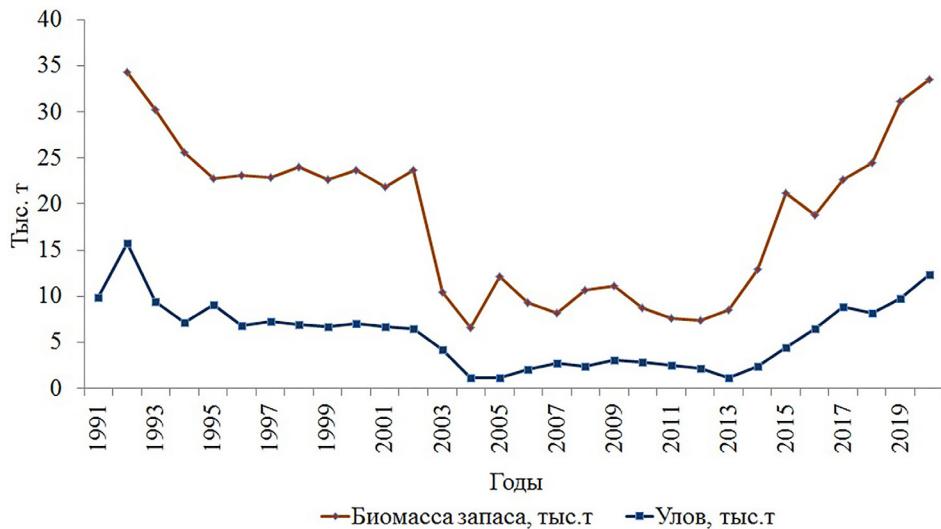


Рис. 6. Запасы и уловы балтийской сельди в российской акватории Финского залива.

В 2003 г. в результате экстремальной гидрологической обстановки произошло значительное (почти четырёхкратное) снижение запаса и уловов сельди во всем Финском заливе, в том числе и российской акватории (State of the Gulf..., 2004).

При вторжении в Балтийское море относительно больших объёмов солёных водных масс более плотной североморской воды в январе 2003 г. произошла очередная вентиляция глубоководных впадин, что впоследствии эффектом взаимно сообщающихся сосудов доставило порцию гипоксийной воды в желоб Финского залива (Литина и др., 2020).

Заток солёных вод в период с 16 по 22 января 2003 г. по классификации Matthäus по мощности характеризуется как Strong и занимает 25 позицию. Для сравнения, другой очень мощный заток в период с 18 по 28 января 1993 г. характеризуется как Very Strong и занимает 5 позицию (Matthäus, 2006). Несмотря на то, что в 1993 г. объём более солёной и плотной водной массы был на 30% больше, данный заток на глубоководные районы Финского залива такого воздействия как в 2003 г. не оказал, возможно по причине того, что температура вторгшихся солёных вод в 2003 г. была 1,7°C, в то время как в 1993 г. она составляла 3,5°C.

Следует также отметить, что зима 2002–2003 гг. отличалась суровыми условиями, составив –896,3 градусо-дней мороза (термин «суровая зима» употребляется при достижении –900 градусо-дней), и ледовые процессы образовывались по типу аномально-суровых впервые за 56 лет. В результате, в 2003 г. в Финском заливе наблюдались ледовые условия, препятствующие газообмену с атмосферой. Совокупность этих факторов способствовала элиминации большей части промыслового стада сельди.

В течение следующих 2004–2014 гг. общая биомасса запаса сельди оставалась на низком уровне и составляла 6,6–14,7 тыс. т, а её уловы не превышали 3,7 тыс. т (рис. 6).

Появление высокоурожайного поколения сельди в 2014 г. и среднеурожайного поколения в 2015 г. (рис. 5) обусловило увеличение её запаса к 2017 г. до 22,7 тыс. т, а улова – до 8,8 тыс. т.

Величина пополнения сельди в 2017 и 2019 гг. оценивается на уровне выше среднемноголетних показателей, которые составляют 720 млн экз. (рис. 7).

В результате общий запас сельди в 2020 г. достиг показателя 33,5 тыс. т, а нерестовый запас – 25,6 тыс. т; годовой вылов сельди был также максимальным за последние 20 лет – 12,4 тыс. т (рис. 6).

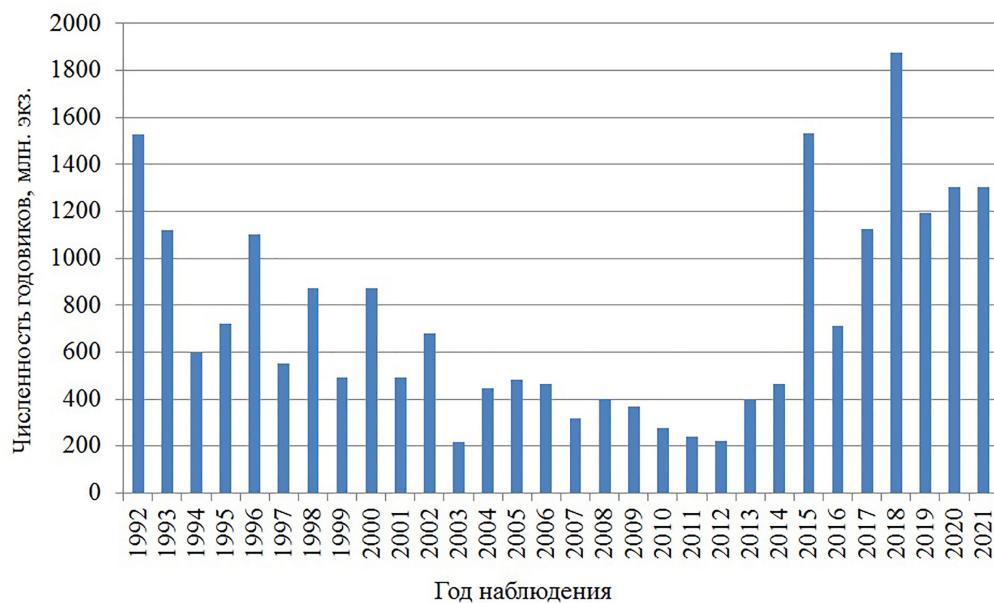


Рис. 7. Численность годовиков сельди.

Таким образом, за последние 30 лет запасы сельди претерпевали существенные изменения при амплитуде колебаний почти на порядок, которые не отмечались в предыдущий период. Депрессия промысловых запасов была достаточно продолжительной – с 2003 по 2014 гг.

При этом изменчивость биомассы запаса сельди в основном повторяет характер временной динамики численности молоди, что определяется доминированием в нём одной – двух возрастных групп.

#### Урожайность поколений сельди Финского залива на фоне анализа изменчивости абиотических и биотических факторов.

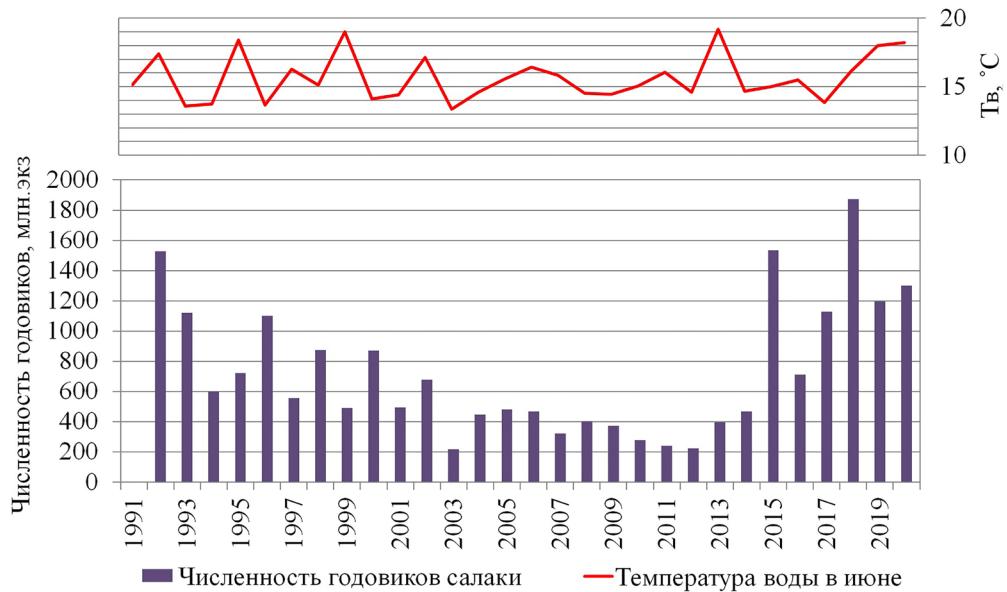
Условия, при которых формируются значительные по численности поколения сельди, анализировались путём сопоставления численности годовиков с абиотическими и биотическими факторами предшествующего года, которые по данным исследователей (Остов, 1965, 1978; Широков, 1982; Попов, 2006) могут оказывать прямое или косвенное влияние на её урожайность.

В ходе анализа при сопоставлении данных численности годовиков сельди и среднемесячной температуры поверхности воды

в июне в период её нереста с 1991 по 2020 гг. (рис. 8) связи между ними не обнаружено ( $r = 0,08$ ).

Существует мнение, что сельдь даёт урожайные поколения в годы отсутствием аномально низких и аномально высоких значений температуры – «Появление урожайных поколений салаки связано с температурой воды, близкой к среднему значению. Закономерность такого явления очевидна: численность поколений салаки на ранних стадиях развития, наряду с плотностной регуляцией, лимитируется пределами толерантности по температурному фактору» (Попов, 2006, стр. 131).

Проверить данное высказывание А.Н. Попова представляется возможным, проходя ретроспективный анализ промысловых уловов, а также учитывая динамику численности годовиков за период с 1991 по 2019 гг. Для этого нами были выбраны аномалии температуры поверхности в мае и июне (рис. 1), т.к. в течение данного периода происходит нерест и раннее развитие личинок сельди. Составлено распределение с выделением значимых аномалий температуры свыше  $1^{\circ}\text{C}$  (таблица 2).



**Рис. 8.** Динамика численности годовиков балтийской сельди в Финском заливе (российская акватория) и температура поверхности воды ( $T_B$ ) в пункте Озерки (ГМС Озерки).

**Таблица 2.** Благоприятные годы появления урожайных поколений сельди. Отрицательные отклонения от нормы выделены синим цветом, положительные аномалии отмечены красным цветом, зелёным цветом отмечены годы возможного появления урожайных поколений сельди.

	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
май																													
июнь																													
май																													
июнь																													
Вероятное урожайное поколение																													

С учётом мнения А.Н. Попова (2006) и вычисленным благоприятным периодам (табл. 2), должно было проявить себя хотя бы одно урожайное поколение сельди, рождённое в период с 2005 по 2007 гг. Но, как видно из графика (рис. 7), численность годовиков сельди в этот период не превышала 500 млн особей. Вопреки утверждению, высказанному А.Н. Поповым, не одно из возможных урожайных поколений в вышеупомянутый период не проявило себя. Следовательно, существуют

причины, препятствующие нормальному развитию личинок, кроме аномалий температуры.

Отсутствие тесной связи ( $r = -0,07$ ) в данном временном интервале отмечено и между численностью годовиков сельди и солёностью поверхностных вод в период нереста в июне (рис. 9).

Сопоставляя данные численности годовиков сельди и среднего расхода р. Невы в д. Новосаратовке в июне, в период с 1991 по

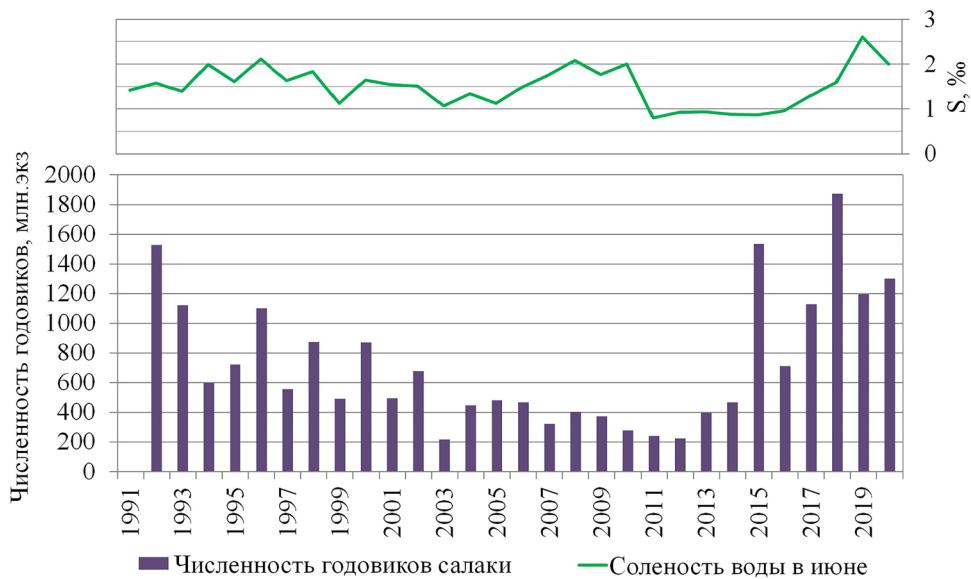


Рис. 9. Динамика численности годовиков балтийской сельди в Финском заливе (российская акватория) и солёности поверхности воды ( $S$ ) в пункте Озерки (ГМС Озерки).

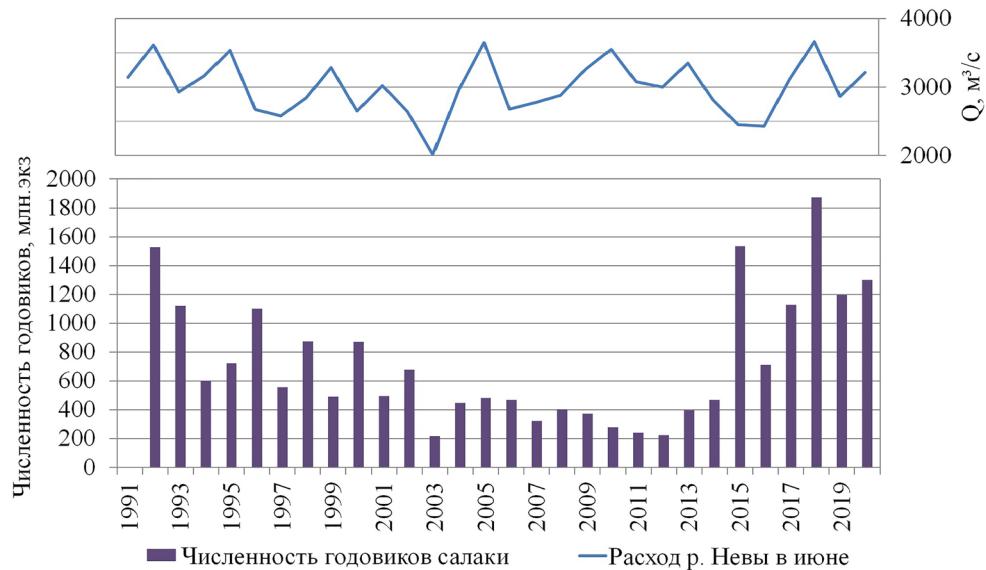


Рис. 10. Динамика численности годовиков балтийской сельди в Финском заливе (российская акватория) и средний расход ( $Q$ ) р. Невы в д. Новосаратовке.

2019 гг. (рис. 10) визуально на отдельных участках заметны некоторые совпадения направлений для графиков численности и расхода р. Невы.

Однако, при расчёте коэффициентов корреляции за весь период наблюдений тесноты связи не обнаружено. Корреляция между расходом р. Невы в июне 1991–2019 гг. и числен-

ностью годовиков 1992–2020 гг. составила всего  $r = 0,23$ .

Вместе с тем в отдельные периоды, которые характеризуются высокой численностью нерестового стада, между этими показателями наблюдалась достаточно тесная связь – коэффициент корреляции между расходом в июне 1991–2001 гг. и численностью годовиков 1992–

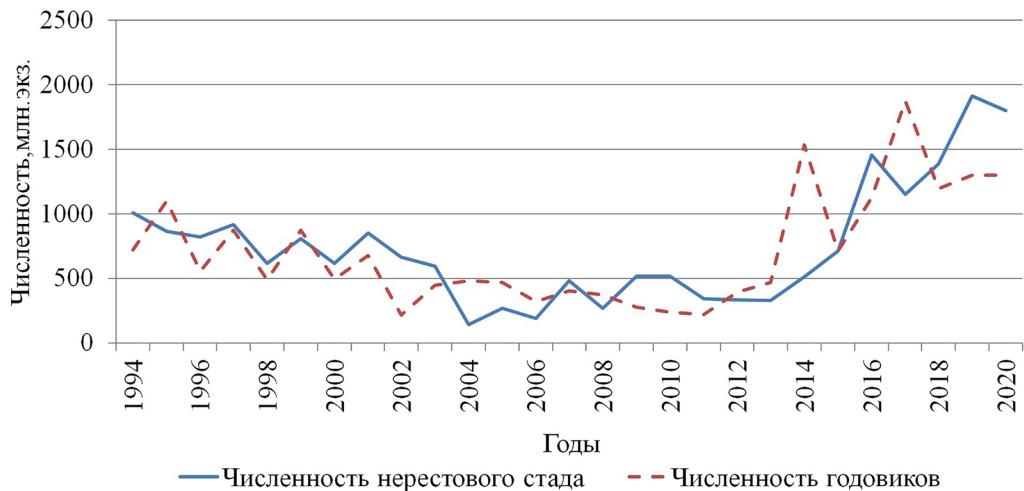


Рис. 11. Изменение численности нерестового стада и годовиков балтийской сельди в Финском заливе (российская акватория).

2002 гг. составлял  $r = 0,60$ , а в 2015–2020 гг.  $r = 0,84$ .

В указанные периоды формирование наиболее многочисленных поколений сельди происходило преимущественно в многоводные годы, когда наблюдался повышенный расход р. Невы.

Это полностью согласуется с выводами исследований, что именно долгопериодная изменчивость суммарного речного стока в значительной мере оказывается на режиме пелагиали заливов Балтийского моря, а значит, на особенностях условий среды, влияющих на пелагических рыб (Дубравин, Маслянкин, 2013).

В период депрессии запаса, при численности нерестового стада менее 500 млн экз. в 2003–2014 гг. многочисленные пополнения не наблюдались даже при повышенных расходах воды (рис. 9, 10).

Отсутствие связи в период депрессии запаса – 2003–2014 гг., вероятно, обусловлено низкой воспроизводительной способностью популяции сельди.

Влияние численности нерестовой части стада балтийской сельди на величину пополнения впервые было отмечено в прошлом веке А.Н. Поповым (2006). Численность производителей, необходимая для расширенного воспроизводства, определена им в 909 млн экз.

Связь пополнения салаки и численности производителей за период 1991–2020 гг. наглядно продемонстрирована на рисунке 11. Колебания численности годовиков балтийской сельди соответствуют характеру изменения численности нерестового стада ( $r = 0,70$ ).

Отмеченные выше показатели численности нерестового стада балтийской сельди (500 млн экз. и 909 млн экз.) можно рассматривать в качестве биологических ориентиров (границного и целевого) при регулировании её промысла в Финском заливе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный район российского промысла в Финском заливе сформировался в 1991 г. и приурочен к его восточной части.

Балтийская сельдь является основой российского промысла на данной акватории.

Особенностью формирования её промысловых запасов в Финском заливе в данный период явилось чередование лет с высокими запасами с десятилетним периодом их депрессии.

Динамика популяции балтийской сельди определяется урожайностью годовых классов, в основе которой лежит воспроизводительная способность популяции – численность нерестового стада. Значительные по численности

поколения сельди формируются при численности нерестового стада более 500 млн экз. в условиях повышенного расхода р. Невы в период нереста сельди.

Анализ, проведённый в нашем исследовании – это попытка разобраться в важности многочисленных прямых и косвенных абиотических и биотических факторов, которые одновременно влияют на состояние балтийской сельди в восточной части Финского залива, и может быть взят за основу управления промыслом этого вида.

Интегрированным показателем, влияющим на режим пелагиали Финского залива и урожайность поколений балтийской сельди, является режим стока р. Невы.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Антонов А.Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и её влияние на промысел: монография. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 248 с.

Баранова Л.П., Попов А.Н. Питание салаки восточной части Финского залива // Тез. докл. IX Гидробиологического общества РАН. Тольятти, 2006. Т.1. С. 35.

Битюков Э.П. Питание салаки (*Clupea harengis membras* L.) восточной части Финского залива // Вопр. ихтиологии. 1961. Т. 1. Вып. 4 (21). С. 723–736.

Боркин И.В., Шурухин А.С., Богданов Д.В. Промысел и современное состояние запаса балтийской сельди *Clupea harengus membras* (Linnaeus, 1758) в российских водах Финского залива // Рыбн. хозяйство. 2019. Вып. 1. С. 52–55.

Дроздов В.В. Динамика продуктивности популяций сельдевых рыб Балтийского моря – балтийской сельди (салаки) *Clupea harengis membras* и шпрота (кильки) *Sprattus balticus* в связи с факторами среды и промыслом // Вопр. рыболовства. 2017. Т. 18. № 1. С. 52–64.

Дубравин В.Ф., Маслянкин Г.Е. Элементы пресноводного баланса и промысел сельди в Балтийском море // Известия КГТУ. 2013. № 8. С. 36–43.

Зезера А.С. Многолетние изменения абиотических условий в Балтийском море (1975–2007 гг.) // Промысловобиологические исследования Атлантического океана в 2006–2007 годах. Балтийское море и заливы. Калининград, 2009. Т. 1. С. 6–17.

Зезера А.С., Грибов Е.А. Адвекция североморских вод в Балтийское море в 2003 г. / Промысловобиологические исследования Атлантического океана в 2002–2003 годах // Условия среды и промысловое использование биоресурсов: сб. науч. тр. Атлантического океана и океанографии. Калининград, 2004. Т. 2. С. 103–115.

Ильинкова С.А., Попов А.Н., Туранова М.Н., Широков Л.В. Колебания численности основных промысловых рыб восточной части Финского залива // Известия ГосНИОРХ. 1978. Т. 129. С. 3–9.

Кузнецов А.Ф. Промысел балтийской сельди (салаки) *Clupea harengus membras* в восточной части Финского залива в 1991–2022 годах // Рыбн. хозяйство. 2023. № 4. С. 37–42.

Литина Е.Н., Захарчук Е.А., Тихонова Н.А. Динамика гипоксийных зон в Балтийском море на рубеже XX и XXI веков // Водные ресурсы. 2020. Т. 47. № 3. С. 322–329.

Михайлов А.Е. Температура и солёность воды // Проблемы исследования и математического моделирования экосистемы Балтийского моря. Вып. 5. Экосистемные модели. Оценка современного состояния Финского залива. Ч. 2. СПб: Гидрометеоиздат, 1997. С. 225–235.

Морозова П.Н. Салака (*Clupea harengus membras* L.) восточной части Финского залива // Вопр. ихтиологии. 1967. Т. 7. Вып. 4 (42). С. 696–700.

Морозова П.Н., Быкова В.К., Подаруева З.С. Промысловобиологическая характеристика салаки восточной части Финского залива // Известия ГосНИОРХ. 1971. Т. 76. С. 75–90.

Некрасов А.В., Еремина Т.Р., Провоторов П.П. Термохалинная структура вод // Финский залив в условиях антропогенного воздействия. СПб.: РАН ИНОЗ, 1999. С. 35–42.

Остов И.М. Влияние гидрометеорологических факторов на урожайность весенне-нересующей салаки в восточной части Финского залива // Вопр. ихтиологии. 1965. Т. 5. Вып. 3 (36). С. 411–418.

Остов И.М. Характерные особенности гидрологического и гидро-химического режима Финского залива как основа его рыбохозяйственного освоения // Известия ГосНИОРХ. 1971. Т. 76. С. 18–45.

Остов И.М. Методика прогнозирования относительной численности поколений салаки ВЧФЗ // Известия ГосНИОРХ. 1978. Т. 129. С. 10–21.

Оявеер Э.А. Балтийские сельди (биология и промысел): монография. Москва: Агропромиздат, 1988. 205 с.

Пидгайко М.Л. Зоопланктон восточной части Финского залива как кормовая база салаки // Известия ГосНИОРХ. 1971. Т. 76. С. 65–74.

Попов А.Н. Многолетняя динамика состояния запасов салаки (*Clupea harengus membras* L.) восточной части Финского залива и определяющие её факторы // Сб. научных трудов ФГНУ «ГосНИОРХ». 2006. Вып. 331. Т. 2. С. 119–139.

Суслопарова О.Н., Баранова Л.П. Оценка роли *Cercopagis pengoi* в питании промысловых рыб восточной части Финского залива // Чужеродные виды в Голарктике (Борок–2). Тез. докл. Второго межд. симпоз. по изучению инвазийных видов. Борок. ИБВВ, 2005. С. 106.

Халтурин М.И. Питание салаки восточной части Финского залива / Кормовая база / планктон / Питание планктофагов и молоди и размножение основных промысловых рыб восточной части Финского залива. Рук. Б.Н. Казанский / Фонды ГосНИОРХ, 1972. С. 229–268.

Шибаев С.В. Промысловая ихтиология: учебное издание. Калининград: ООО «Аксиос», 2014. 535 с.

Широков Л.В., Ильинкова С.А., Попов А.Н. Распределение рыб в восточной части Финского залива // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 1982. Вып. 192. С. 57–59.

Matthäus W. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea – from the early beginning to recent results. Meerswissenschaftliche Berichte // Marine Science Reports. 2006. № 65. P. 79.

Parmanne R., Popov A., Raid T. Fishery and biology of herring (*Clupea harengus* L.) in the Gulf of Finland: A review // Boreal environment research 2. Helsinki, 1997. P. 217–227.

State of the Gulf of Finland in 2003. MERI-Report Series of the Finnish Institute of Marine Research № 51. 2004. Helsinki. Finland. P.20.

CONDITIONS FOR REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

**PATTERNS OF FORMATION OF COMMERCIAL STOCK  
OF *CLUPEA HARENGUS MEMBRAS* (CLUPEIDAE)  
IN THE RUSSIAN WATERS OF THE GULF  
OF FINLAND IN THE MODERN PERIOD**

© 2025 y. A.F. Kuznetsov, A.S. Shurukhin

*St. Petersburg branch of the State Science Center  
of the Russian Federation «VNIRO», Russia, St. Petersburg, 199053*

The article examines the influence of the main abiotic factors influencing the formation of the Baltic herring stock in the eastern part of the Gulf of Finland from 1991 to 2022. For the Russian water area of the bay, the dynamics of herring catch, the number of yearlings and the commercial stock are presented; the size-weight relations and age composition in trawl catches are reflected; time schedules of the average values discharge of the Neva River, as well as the average monthly values of the main hydrometeorological parameters of the water characteristic of the spawning period of the Baltic herring are shown.

*Keywords:* Baltic herring, Gulf of Finland, catch dynamics, commercial stock, temperature and salinity of the water surface.