

А. В. Тришкин

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ
ВОСТОЧНОБАЛТИЙСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ТРЕСКИ
GADUS MORHUA CALLARIAS LINNAEUS, 1758

Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Россия
Поступила в редакцию 10.11.2023 г.
Принята к публикации 03.12.2023 г.
doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9

115

Для цитирования: *Тришкин А. В.* Современное состояние восточнобалтийской популяции трески *Gadus morhua callarias* Linnaeus, 1758 // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Сер. Естественные и медицинские науки. 2023. №4. С. 115–124. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9.

Проведен обзор научной литературы, описывающей состояние и динамику восточнобалтийской популяции трески за последние 30 лет. Восточнобалтийская треска – один из важнейших промысловых объектов Балтийского моря. Экологический режимный сдвиг начала 1990-х гг., произошедший в результате уменьшения частоты больших североморских затоков, стал причиной снижения солености и содержания кислорода в придонных слоях глубоководных впадин Балтики. Это вызвало резкое ухудшение условий нереста. Описаны факторы, влияющие на восточнобалтийскую популяцию трески, и изменения в популяции, происходящие под воздействием этих факторов. Отмечено определяющее влияние североморских затоков и их длительного отсутствия на развитие популяции, воздействие уровня насыщения вод кислородом на все жизненные стадии трески, негативные последствия гипоксии для питания восточнобалтийской трески. Среди изменений, произошедших с популяцией, выделены снижение численности икры в нерестовых районах в период массового нереста, уменьшение средних индивидуальных размеров и массы особей, смещение пика нереста на более поздние сроки. Сделан вывод о неудовлетворительном состоянии популяции и невозможности ее восстановления в среднесрочной перспективе вне зависимости от промысловых норм вылова.

Ключевые слова: Балтийское море, восточнобалтийская треска, затоки североморских вод, абиотические и биотические факторы

Введение

Балтийское море – внутриконтинентальный шельфовый солоноватый бассейн Атлантического океана в северной части Европы (53°45'–65°40' с.ш., 9°10'–30°15' в.д.). Температурные режимы и гидрохимические условия существенно различаются в различных его бассейнах [4]. Вследствие такой специфики гидрологических условий в Балтийском море сложилось уникальное сообщество пресноводных и морских видов, адаптировавшихся к солоноватоводным условиям. Общее число видов относительно невелико (около 3000 макроскопических видов), что придает каждому из них очень высокое значение в экосистеме [18].

Треска является одним из четырех основных промысловых видов рыб (треска, шпрот, сельдь, речная камбала Балтийского моря). С середины 1970-х до начала 1990-х гг. треска наряду с сельдью занимала лидирующие позиции по ежегодному вылову странами Балтийского региона [13]. Атлантическая треска в Балтийском море представлена тремя популяциями: каттегатская, западнобалтийская и восточнобалтийская [22]. Для российского рыболовного промысла интерес представляет восточнобалтийская популяция, 96–98 % которой сосредоточено в 25-м и 26-м подрайонах ICES, последний из которых включает в себя Гданьский бассейн, являющийся важной для нереста и нагула восточнобалтийской трески акваторией (рис.). Также в 26-м подрайоне располагается одна из двух российских экономических зон на Балтике – ведущая с точки зрения рыболовного промысла в Балтийском море [1].

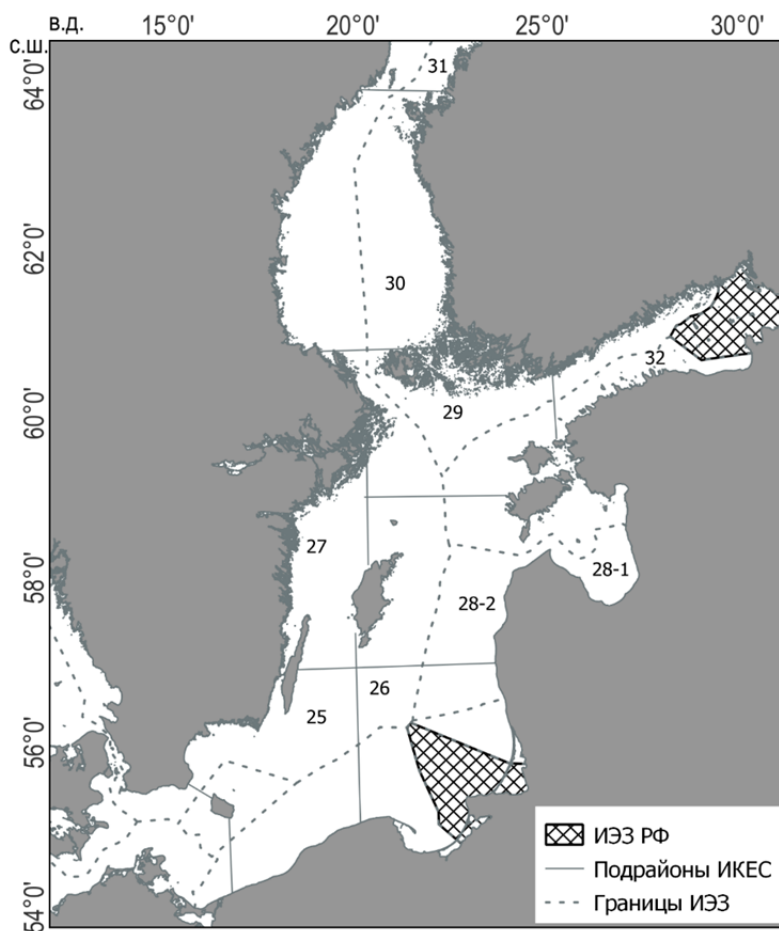


Рис. Подрайоны ICES и границы исключительных экономических зон РФ

На рубеже 1980–1990-х гг. под влиянием изменений, происходивших прежде всего в гидрологических условиях Балтики, популяция восточнобалтийской трески стала претерпевать значительную количественную и качественную трансформацию. Кроме того, уменьшались



площади акваторий, благоприятных для нереста и обитания трески [20]. Последствия изменения факторов среды оказывают на популяцию влияние, сопоставимое с промысловым воздействием [26]. Современное состояние восточнобалтийской популяции трески иллюстрирует множественность последствий климатической изменчивости, в том числе воздействие на рыбные запасы, и подчеркивает важность их понимания [26]. За последние сто лет размер запаса восточнобалтийской трески значительно менялся, достигнув пика в начале 1980-х гг. [23]. С тех пор запас сокращался и в настоящее время находится под угрозой исчезновения [24]. С 2019 г. ICES рекомендует прекратить вылов трески восточнобалтийской популяции.

Таким образом, существует необходимость регулярной оценки состояния восточнобалтийской популяции трески. Цель данной работы – представить аналитический обзор научных публикаций, характеризующих состояние популяции и факторы, его определяющие.

Гидрологические условия. Затоки североморских вод

Важнейшим фактором, имеющим влияние на восточнобалтийскую популяцию, является специфика гидрологических условий Балтийского моря. К ней относится перманентный скачок плотности (пикноклин), формирующийся на границе раздела распресненных и соленых вод, который непреодолим для осенне-зимней конвекции, вследствие чего обычный конвективный механизм обогащения кислородом глубинных вод не работает. Соответственно, единственный источник аэрации придонного слоя – это эпизодические затоки насыщенных кислородом более соленых и плотных вод Северного моря; они же определяют большую изменчивость характеристик экосистемы Балтики [14]. Эти водные массы попадают в центральную Балтику через Датские проливы и далее, через Борнхольмскую впадину и Слупский желоб, последовательно проникают во впадины юго- и северо-восточной Балтики (Гданьскую и Готландскую) [5].

Нерестилища трески располагаются в глубоководных впадинах, и во многом определяющим успешность нереста и выживание икры и личинок фактором является наличие необходимого минимума кислорода и солености в придонных слоях этих впадин – 2 мл/л и 11‰ соответственно [35]. Кроме того, насыщенность вод кислородом не ниже определенного уровня (15%) имеет значение и для взрослых особей и, таким образом, определяет район их обитания [20].

С конца 1980-х гг. гидрометеорологические условия с преобладанием западных ветров привели к повышению температуры воздуха в зимний период на протяжении нескольких лет [30]. Вследствие этого возросло количество осадков над водосборным бассейном Балтики [7], что вызвало увеличение речного стока. Результатом стало повышение уровня моря, и североморские затоки, регулярно происходившие в течение нескольких десятилетий (1955–1984 гг.), прекратились [28], а затем стали редкими, хотя и интенсивными. Наиболее значимыми были затоки 1993, 2003 и 2014 гг. [33].



В 1990-е гг. речной сток уменьшился, что привело к снижению уровня Балтийского моря, затем вырос до максимума за 50 лет к 2000 г. и вновь резко упал до минимума за 60 лет к 2004 г. [7], что способствовало затоку 2003 г. [27]. Таким образом, возникновение североморских затоков во многом связано с уровнем Балтийского моря, зависящим от периодов колебаний речного стока водосборного бассейна [3].

Наряду с вышеуказанным фактором для проникновения затока требуется определенным образом складывающаяся синоптическая обстановка в Северной Атлантике. Обычно перед затоком происходит отток вод из Балтийского моря вследствие продолжительных восточных ветров. Затем, после смены атмосферной циркуляции, возникает градиент давления, развивающий ветры, направленные в сторону Балтики. Интенсивность затока при этом будет зависеть от силы и продолжительности этих ветров [29].

Приток обогащенных кислородом водных масс из Северного моря при условии поступления достаточно большого объема вод способствует обновлению придонных слоев глубоководных районов восточной части Балтики. При отсутствии же таких поступлений там начинает усиливаться гипоксия, которая может перейти в сероводородное заражение [3; 7]. Гидрологические изменения в Готландском бассейне обычно происходят через 6–9 месяцев после того, как был зарегистрирован заток в Борнхольмском бассейне [25]. В связи с неодновременным поступлением затоковых вод в Борнхольмскую, Гданьскую, южную и центральную части Готландской впадины становится возможной нерестовая миграция между этими районами во время затоков большой интенсивности [11].

Экологический режимный сдвиг, вызванный прекращением регулярных поступлений североморских вод, выразился в резком снижении содержания кислорода и солености в придонных слоях глубоководных районов восточной части Балтийского моря. В результате произошло резкое сокращение (в отдельные годы – почти полное прекращение) размножения трески в Готландской впадине, ослабление нерестовой активности в Гданьской впадине. На настоящий момент основным районом успешного нереста восточнобалтийской трески является Борнхольмская впадина [10].

Воздействие биотических и абиотических факторов

Благоприятные для воспроизводства трески условия (водные массы с содержанием кислорода более 2 мл/л и с соленостью более 11‰) принято характеризовать как репродуктивный объем вод. Эти параметры среды требуются для оплодотворения и выживания икры восточнобалтийской трески. Понижение изогалины 11‰ до глубин с дефицитом кислорода становится причиной гибели значительной части икры [35], так как икра трески не держится в поверхностных водах, что обусловлено низкой соленостью верхних слоев, а концентрируется внутри и ниже постоянного галоклина. Продолжающееся эвтрофирование Балтийского моря в последние несколько десятилетий способствует снижению содержания растворенного кислорода в придонных слоях вследствие его участия в реакциях разложения осаждающейся органической взвеси [20].



Диапазон глубин, предпочитаемый взрослыми особями трески и зависящий от насыщения кислородом (от 40%), влияет на различия в скорости их пищеварения. Треска, обитающая глубже, то есть в условиях более высокой солености, демонстрирует постоянный и относительно высокий уровень скорости пищеварения. Этот эффект выражен как в период нагула, так и в период нереста. Влияние показателя солености прослеживается с помощью учета показателей общего индекса наполняемости желудка — важного маркера питания рыб [38]. Кислородные условия также влияют на хищничество взрослой трески на сельдевых. Этот параметр определяет нижнюю границу распространения и, следовательно, степень потенциального пространственного перекрытия хищника (трески) и жертвы (сельдевые). Наблюдаемый диапазон глубин, который занимают взрослые особи трески, увеличивается в мае, но снижается в августе, ограничивая возможности вертикального распределения [32].

Этот же фактор влияет и на доступность для трески бентосных организмов. Важными кормовыми объектами трески были морские тараканы *Saduria entomon*, мизиды *Mysis mixta*. Однако в период после 2005 г. отмечается существенное снижение их роли в рационе трески. Анализ содержания желудков выявил снижение степени накормленности этими объектами почти вдвое. При этом у трески, и особенно у групп больше 40 см, вырос показатель насыщения шпротом *Sprattus sprattus* [15]. Поскольку преднерестовый период характеризуется ускорением прироста массы на единицу длины тела, оптимальными кормовыми объектами в это время являются требующие минимальных энергетических затрат на добычу мизиды и морские тараканы, но не шпрот. Таким образом, важным фактором, влияющим на состояние популяции, можно назвать доступность в достаточном количестве для питания трески морских тараканов и мизид с августа по апрель [1].

Факторы, связанные с кислородным режимом, могут быть дополнительными причинами повышенной смертности на ранних стадиях развития. Личинки после истощения запасов желтка мигрируют в вышележащие слои воды, чтобы начать кормление в более благоприятных условиях среды обитания. Способность совершать эти восходящие миграции зависит главным образом от уровня насыщения кислородом на глубинах, где обитают личинки с желточным мешком [36]. Также низкий уровень содержания кислорода в придонном слое может вынудить подростную молодь оставаться в пелагической зоне, где она может оказаться не в состоянии удовлетворить свои энергетические потребности, поскольку для питания доступны только мелкие зоопланктонные организмы. Не найдя в надлежające сроки подходящих условий обитания, которые позволили бы питаться более крупными донными организмами, молодь трески сталкивается с голодом и возможной смертью зимой. Бентосные организмы, пригодные и доступные для питания, в достаточном количестве находятся только в районах с относительно высокой концентрацией кислорода в придонном слое [22].

Снижение содержания кислорода ограничивает анаболизм и, следовательно, рост восточнобалтийской трески [20], на что указывают наблюдаемые изменения размерности взрослых особей.



Изменения в популяции

Отмечено многократное снижение численности икры восточнобалтийской трески во всех основных нерестилищах во время массового нереста по сравнению с периодом 1949–1956 гг., когда отмечался вековой максимум этого показателя, совпавший с вековым максимумом придонной солености Балтийского моря. За 40-летний период (начало 1950-х – начало 1990-х) произошло 2-кратное снижение численности икры трески на Борнхольмском нерестилище, 18-кратное – на Гданьском и более чем 40-кратное – на Готландском [8]. Особенно ярко это снижение прослеживается на примере Готландской впадины, ранее вносившей большой вклад в воспроизводство популяции (до 50 % от общей численности икры), где в настоящее время успешный нерест трески носит лишь эпизодический характер [9; 11]. Как правило, это происходит непосредственно после очередного большого затока североморских вод. Так, было показано, что в Готландской впадине интенсивный нерест трески происходил в 2016 г. после затока конца 2014 – начала 2015 г. [12].

120

По сравнению с периодом 1950–1980-х гг. произошел сдвиг времени массового нереста с конца апреля – середины июня на май – август [11]. Это отразилось на воспроизводстве популяции, так как в весенний период репродуктивный объем вод значительно больше. Возможными объяснениями сдвига во времени нереста являются большая доля впервые нерестящихся рыб (не успевающих созреть к весне) и снижение содержания незаменимых жирных кислот в рационе балтийской трески, обусловленное изменениями в пищевых цепях Балтийского моря [6; 20].

В последнее десятилетие произошло резкое изменение в соотношении крупноразмерных и мелкоразмерных особей в популяции [24]. За 2005–2016 гг. снизились предельные длина (со 132,81 см до 91,18 см), масса (с 27 225 г до 18 015 г), теоретический возраст трески (с 20,17 года до 13,63 года) [1]. Значительные изменения показателей средней длины и массы тела произошли в возрастных группах старше 3 лет [16]. После 2006 г. заметно выросла численность размерных групп 30–34 и 35–37 см. При этом выросла доля зрелых и созревающих самок длиной 30–34 см, а массовое созревание наблюдалось уже при длине самок 35 см [1; 17]. В период с 2003 по 2016 г. отмечены следующие изменения: средняя длина самок при 50 %-ном созревании уменьшилась с 35,8 см до 30,7 см; средняя длина созревающих и зрелых самок снизилась с 53,7 см до 36,6 см; средняя масса созревающих и зрелых самок – с 2473 г до 617 г. При этом средний возраст особей практически не менялся [2].

Вариации в росте, являясь реакцией популяции на изменения окружающей среды и антропогенное воздействие, включая рыболовство, могут иметь существенные последствия для выживания, возраста достижения половой зрелости, успешности нереста [31]. Так, к примеру, крупные самки производят более крупную икру, которая за счет своей большей плавучести имеет меньшую вероятность гибели от придонной гипоксии [20].

Выявляются изменения, происходящие в печени восточнобалтийской трески. Отмечено снижение жирности печени и гепатосоматиче-



ского индекса у трески всех размерных групп. Эти изменения происходят параллельно с уменьшением средних значений размерности в популяции, и исследователи находят статистически значимые связи между этими тенденциями, поскольку ресурсы печени обеспечивают генеративные процессы [1; 31]. Кроме того, у 77 % особей восточнобалтийской трески выявлен дефицит тиамина. Это также связывают с общим угнетенным состоянием популяции и объясняют изменениями в ее питании в последний период [19].

Заключение

В течение последних десятилетий гидрологический режим в центральной Балтике подвергся влиянию крупномасштабных климатических сдвигов, результатом чего стало повышение температуры по всей толще воды, а также снижение солености и концентрации кислорода ниже галоклина. Нерегулярность поступления североморских затоков и продолжающееся эвтрофирование Балтийского моря ведут к сокращению репродуктивного объема вод в нерестилищах. Эти изменения негативно повлияли на репродукцию восточнобалтийской трески и, в сочетании с высоким промысловым давлением, в начале 1990-х гг. привели к сокращению ее запасов до самого низкого уровня за всю историю наблюдений [26]. В стрессовых условиях пополнение популяции также во многом сократилось (с 3548 млн в 1991 г. до 1601 млн в 2021 г.) [24] вследствие смещения сроков и пика нереста с весеннего периода, более благоприятного с точки зрения сезонности гидрологических параметров, на летний [6]. Причины этого смещения и потенциальная возможность возвращения к прежним срокам нереста требуют дополнительного изучения.

Снижение численности популяции, темпов роста, размерности особей и высокая естественная смертность указывают на то, что восточнобалтийская популяция трески находится в неудовлетворительном состоянии и, предположительно, будет иметь сниженный репродуктивный потенциал. При нынешней низкой продуктивности в среднесрочной перспективе популяция не восстановится выше минимально безопасного уровня численности. Промысел при любом уровне норм вылова будет нацелен на треску размерных групп выше 34 см, что еще больше ухудшит структуру популяции и снизит ее репродуктивные возможности, так как выживаемость выше у икры, произведенной крупными самками. Очевидна необходимость введения моратория на промысловый вылов трески восточнобалтийской популяции.

Список литературы

1. Амосова В. М., Зезера А. С., Карпушевская А. И. и др. Биологические и гидрологические компоненты, характеризующие многолетние изменения и современное состояние трески *Gadus morhua callarias* в Балтийском море (Гданьский бассейн, 26-й подрайон ИКЕС) // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18, №1. С. 42–51.

2. Амосова В. М., Зезера А. С., Карпушевская А. И., Карпушевский И. В. О минимальном промысловом размере трески *Gadus morhua callarias* в Балтийском море // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20, №1. С. 73–82.

3. Бабкин В.И. Водные ресурсы европейской территории России и их изменения в современный период // Общество. Среда. Развитие. 2015. №2. С. 145–150.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. СПб., 1992. Т. 3, вып. 1.
5. Демидов А.Н., Колтовская Е.В., Куликов М.Е. Многолетние изменения термohалинных характеристик Балтийского моря // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2018. №4. С. 49–56.
6. Дмитриева М.А., Карпушевский И.В. Репродуктивный потенциал трески (*Gadus morhua callarius* L.) восточно-балтийской популяции // Онтогенез. 2011. Т. 42, №3. С. 183–190.
7. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Колебания климата и донные рыбы Балтийского моря. СПб., 2008.
8. Карасева Е.М. Долгопериодная изменчивость численности икры трески и шпрота в ихтиопланктоне Балтийского моря как показатель динамики его экосистемы в XX веке // Известия ТИНРО. 2004. Т. 137. С. 196–206.
9. Карасева Е.М. Численность и типы пространственного распределения икры и личинок восточно-балтийской трески *Gadus morhua callarius* (*Gadidae*) в 1931–1996 годы // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53 (2). С. 189–199.
10. Карасева Е.М. Межгодовые колебания численности икры и личинок трески в Гданьской впадине Балтийского моря в современный период в связи с изменениями условий среды и динамики индекса выживания // Труды АтлантНИРО. 2017. Новая серия. Т. 1, №2. С. 146–153.
11. Карасева Е.М. Численность икры восточнобалтийской трески *Gadus morhua callarius* (*Gadidae*) в XX веке как показатель изменений состояния популяции // Вопросы ихтиологии. 2018. Т. 58, №6. С. 699–709.
12. Карасева Е.Н., Ежова Е.Е., Кречик А.В. Влияние абиотических факторов среды на численность икры и личинок трески в Юго-Восточной Балтике в 2016 г. // Океанология. 2020. Т. 60, №5. С. 729–739.
13. Карпушевский И.В., Голубкова Т.А., Архипов А.Г. Сырьевые ресурсы Балтийского моря и его заливов // Вопросы рыболовства. 2015. Т. 16, №3. С. 278–292.
14. Пака В.Т., Щука С.А., Ежова Е.Е. и др. Экспедиционные исследования экосистемы Балтийского моря в 34-м и 36-м рейсах научно-исследовательского судна «Академик Николай Страхов» // Океанология. 2019. Т. 59, №4. С. 691–694. doi: 10.31857/S0030-1574594691-694.
15. Amosova V., Karpushevskaya A., Karpushevskiy I. Growth and maturity of eastern Baltic cod as illustrated by ICES subdivision 26 of the Baltic Sea // ICES CM 2017/SSGEPD:19. Report of the workshop on biological input to eastern baltic cod assessment WKBEBCA. Gothenburg, 2017. P. 9–11.
16. Amosova V., Karpushevskaya A., Karpushevskiy I. Estimation of natural mortality and growth rates of the Eastern Baltic Cod // ICES CM 2018/ACOM:36. WD 5. Report of the Workshop on Evaluation of Input data to Eastern Baltic Cod Assessment WKIDEBCA. Copenhagen, 2018. P. 41–49.
17. Amosova V., Zezera A., Karpushevskaya A. et al. Analyses of several biological/hydrological components and cod stomach data // ICES CM 2016/ACOM:11. WD 2. Report of the Baltic fisheries assessment working group WGBFAS. Copenhagen, 2016. P. 495–503.
18. Annual Report 2019. HELCOM activities report for the year 2019 / Baltic Marine Environment Protection Commission. Helsinki, 2019 (Baltic Sea Environment Proceedings ; №169).
19. Hansson T., Sjöberg R., Collier T.K. et al. Severe thiamine deficiency in eastern Baltic cod (*Gadus morhua*) // PLoS ONE. 2020. №15 (1). P. 1–23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0227201>.
20. Hinrichsen H.-H., Huwer B., Makarchouk A. et al. Climate-driven long-term trends in Baltic Sea oxygen concentrations and the potential consequences for eastern Baltic cod (*Gadus morhua*) // ICES Journal of Marine Science. 2011. №68 (10). P. 2019–2028. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr145>.



21. Hüsey K., St. John M.A., Böttcher U. Food resource utilization by juvenile Baltic cod *Gadus morhua*: a mechanism potentially influencing recruitment success at the demersal stage // Marine Ecology Progress Series. 1997. №155. P. 199–208.

22. Hüsey K. Review of western Baltic cod (*Gadus morhua*) recruitment dynamics // ICES Journal of Marine Science. 2011. №68 (7). P. 1459–1471. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsr088>.

23. ICES. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2020. №2 (45).

24. ICES. Baltic Fisheries Assessment Working Group (WGBFAS). ICES Scientific Reports. 2023. №5 (58).

25. Kales M. V. The peculiarities of Kattegat water advection in the deep layer of the Baltic Sea // AmbioSpecial Report. 1977. №5. P. 201–204.

26. Köster F.W., Möllmann C., Hinrichsen H.-H. et al. Baltic cod recruitment – the impact of climate variability on key processes // ICES Journal of Marine Science. 2005. №62. P. 1408–1425. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2005.05.004>.

27. Matthäus W. The history of investigation of salt water inflows into the Baltic Sea from the early beginning to recent results // Inst. für Ostseeforschung. 2006. Vol. 65. P. 74.

28. Matthäus W., Nausch G. Hydrographice and hydrochemical variability in the Baltic Sea during the 1990s in relation to changes during the 20th century // ICES Marine Science Symposia. 2003. №219. P. 132–143.

29. Matthäus W., Nehring D., Fiestel R. The inflow of highly saline water into the Baltic Sea. State and Evolution of the Baltic Sea, 1952–2005 // A Detailed 50-Year Survey of Meteorology and Climate, Physics, Chemistry, Biology, and Marine Environment. John Wiley & Sons, 2008. P. 265–309. <https://doi.org/10.1002/9780470283134.ch10>.

30. Matthäus W., Schinke H. Mean atmospheric circulation patterns associated with major Baltic inflow // Deutsche Hydrographische Zeitung. 1994. №46. P. 321–338.

31. Mion M., Haase S., Hemmer-Hansen J. et al. Multidecadal changes in fish growth rates estimated from tagging data: A case study from the Eastern Baltic cod (*Gadus morhua*, *Gadidae*) // Fish and Fisheries. 2021. Vol. 22. P. 413–427. <https://doi.org/10.1111/faf.12527>.

32. Mohrholz V., Dutz J., Kraus G. The impact of exceptionally warm summer inflow events on the environmental conditions in the Bornholm Basin // Journal of Marine Systems. 2006. №60. P. 285–301. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2005.10.002>.

33. Mohrholz V., Naumann M., Nausch G. et al. Fresh oxygen for the Baltic Sea – an exceptional saline inflow after a decade of stagnation // J. Marine Systems. 2015. Vol. 148. P. 152–166. <https://doi.org/10.1016/j.jmarsys.2015.03.005>.

34. Patokina F.A., Nigmatullin Ch.M., Kasatkina S.M. Adult cod as top-predator in the southern Baltic: results of the winter-early spring observations in 1992–2010 // ICES CM. 2011. №1 (32).

35. Plikshs M., Kalejs M., Grauman G. The influence of environmental conditions and spawning stock size on strength of the eastern Baltic Cod // ICES CM. 1993. №J (22).

36. Rohlf N. Aktivität und Vertikalwanderung der Larven des Ostseedorsches (*Gadus morhua callarias*) während der Dottersackphase. PhD Thesis / Institute of Marine Science. Kiel, 1999.

37. Svedäng H., Thunell V., Pålsson A. et al. Compensatory Feeding in Eastern Baltic Cod (*Gadus morhua*): Recent Shifts in Otolith Growth and Nitrogen Content Suggest Unprecedented Metabolic Changes // Frontiers in Marine Science. 2020. Vol. 7. P. 1–13. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00565>.



38. Schaber M., Hinrichsen H.-H., Neuenfeldt S., Voss R. Hydroacoustic tracking of individuals in environmental gradients – Baltic cod (*Gadus morhua* L.) vertical distribution during spawning // Marine Ecology Progress Series. 2009. №377. P. 239–253. <https://doi.org/10.3354/meps07822>.

Об авторе

Андрей Владимирович Тришкин — асп., Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, Россия.

E-mail: trishkin1880@mail.ru

124

A. V. Trishkin

CURRENT STATUS OF THE EASTERN BALTIC COD POPULATION *GADUS MORHUA CALLARIAS* LINNAEUS, 1758

Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia

Received 10 November 2023

Accepted 3 December 2023

doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9

To cite this article: Trishkin A. V., 2023, Current status of the Eastern Baltic cod population *Gadus morhua callarias* Linnaeus, 1758, *Vestnik of Immanuel Kant Baltic Federal University. Series: Natural and Medical Sciences*, №4. P. 115–124. doi: 10.5922/gikbfu-2023-4-9.

A review of scientific literature describing the state and dynamics of the Eastern Baltic cod population over the past 30 years has been conducted. The Eastern Baltic cod is one of the most important commercial species in the Baltic Sea. An ecological regime shift in the early 1990s, resulting from a reduction in the frequency of large North Sea inflows, led to a decrease in salinity and oxygen levels in the bottom layers of the deep basins of the Baltic Sea. This caused a sharp deterioration in the spawning conditions. Factors influencing the Eastern Baltic cod population and changes in the population under the influence of these factors are described. The decisive impact of North Sea inflows and their prolonged absence on the population's development, the influence of oxygen saturation levels on all life stages of cod, and the negative consequences of hypoxia for the feeding of Eastern Baltic cod are noted. Among the changes in the population, a decrease in the number of eggs in spawning areas during the peak spawning period, a reduction in the average individual sizes and weights of specimens, and a shift in the spawning peak to later dates are highlighted. The conclusion is drawn about the unsatisfactory state of the population and the impossibility of its recovery in the medium term, regardless of commercial catch rates.

Keywords: Baltic Sea, Eastern Baltic cod, North Sea backwaters, abiotic and biotic factors

The author

Andrej V. Trishkin, PhD Student, Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, Russia.

E-mail: trishkin1880@mail.ru