

ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

УДК 639.22 (261.24)

**ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ
СЕЛЬДЕВЫХ РЫБ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ –
БАЛТИЙСКОЙ СЕЛЬДИ (САЛАКИ) *CLUPEA HARENGUS MEMBRAS*
И ШПРОТА (КИЛЬКИ) *SPRATTUS SPRATTUS BALTICUS* –
В СВЯЗИ С ФАКТОРАМИ СРЕДЫ И ПРОМЫСЛОМ**

© 2017 г. В.В. Дроздов

Российский государственный гидрометеорологический университет,
Санкт-Петербург, 195196
E-mail: vladidrozdvoyandex.ru

Поступила в редакцию 07.12.2015;
после доработки – 27.09.2016 г.

Рассмотрена многолетняя динамика показателей продуктивности популяций балтийской сельди *Clupea harengus membras* и шпрота *Sprattus sprattus balticus*. Обобщены и проанализированы данные о численности молоди, биомассе нерестового стада и уловах применительно к районам Рижского и Ботнического заливов, а также центральной части моря. На основе результатов применения корреляционного и регрессионного анализа данных установлены особенности влияния факторов среды на показатели продуктивности сельдевых рыб в ряде районов. Оценена роль промыслового воздействия на популяции сельди и шпрота.

Ключевые слова: Балтийское море, сельдь *Clupea harengus membras*, шпрот *Sprattus sprattus balticus*, факторы морской среды, продуктивность популяций, промысел.

ВВЕДЕНИЕ

Балтийское море принадлежит к водоемам с традиционно развитым рыболовством и сопутствующей ему инфраструктурой. Периоды высокого обилия промысловых рыб Балтики часто сменяются упадком их численности вплоть до сокращения в несколько раз доступных запасов и введения жестких ограничений на промысел в целях сохранения важнейших популяций донных и пелагических рыб, что не может не вызывать озабоченности и определяет актуальность исследования основных причин происходящих изменений.

До 2007 г. промысловое рыболовство на Балтике регулировалось Международной комиссией по рыболовству в Балтийском море (International Baltic Sea Fishery Commission – IBSFC), в которую входило шесть членов – Россия, Эстония, Латвия,

Литва, Польша и Европейский союз (ЕС). После вступления в ЕС стран Прибалтики и Польши с Россией было заключено новое соглашение о сотрудничестве в области рыболовства и сохранения морских биологических ресурсов, которое заменило ранее существовавшие двусторонние соглашения, предшествовавшие принятию в ЕС новых членов. В целом управление рыбными запасами в Балтийском море осуществляется прежде всего в рамках мандата стран ЕС при активном участии научного, технического и экономического Комитета по рыболовству (Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries – STECF) (<http://stecf.jrc.ec.europa.eu/reports>; http://ec.europa.eu/fisheries/cfp/fishing/rules/scientific/advice/index_en.htm).

Российское промышленное рыболовство в Балтийском море осуществляется

в соответствии с Правилами рыболовства для Западного рыбохозяйственного бассейна (приказ Росрыболовства № 427 от 06.11.2014), которые регламентируют применение различных типов орудий лова и ячеи в них, сроки запрета промысла, минимальную промысловую длину рыб и другие параметры (<http://www.zbtu39.ru>). Важным элементом регулирования рыболовства является установление научно-обоснованных объемов допустимых уловов (ОДУ) промысловых видов биоресурсов.

Основными промысловыми видами рыб в Балтийском море, на долю которых в настоящее время приходится около 70% общего вылова, являются балтийская сельдь *Clupea harengus membras* и шпрот *Sprattus sprattus balticus*. Цель исследования — оценка степени и характера влияния различных естественных экологических факторов среды, а также величины промыслового изъятия на многолетнюю динамику показателей продуктивности популяций балтийской сельди и шпрота.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Источниками многолетних гидробиологических и океанологических данных явились материалы Международного совета по исследованию моря (ICES, 2015), Хельсинской комиссии по охране природы Балтийского моря (HELCOM) (<http://www.helcom.fi/environment2/ifs>), Всемирной продовольственной организации (FAO) (<http://www.fao.org/fi/stat>), Федерального агентства по рыболовству (<http://fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/8125-na-baltike-uluchsheny-proshlogodnie-rokazateli-rovylovu-rybu>), а также ряд научных статей и монографий (Никольский, 1971; Poriel, 1984; Антонов, 1987; Оявеер, 1987; Ojaveer, 1989; Проект ..., 1994; Casini, 2010; Eero, 2012; Аверкиев, Чернышков, 2013; Карпушевский и др., 2013). Статистический анализ данных — корреляционный и регрессионный с оценкой статистической достоверности результатов — осуществлялся с помощью

профессионального программного пакета Statistica 8.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Особенности биологии и экологии балтийских сельдевых рыб. В Балтийском море выделяются две основные расы балтийской сельди (салаки): весенне-нерестующая, или весенняя, воспроизводство которой происходит с марта по июль, и осенне-нерестующая, или осенняя, размножающаяся в августе—ноябре (Poriel, 1984). Считается, что весенние сельди первыми проникли в водоемы региона современного Балтийского моря в начальные периоды таяния ледника и смогли успешно адаптироваться к абиотическим условиям Иольдиевого моря. Современные весенние популяции сельди Балтики могут нормально воспроизводиться при солености воды не менее 2–3‰. Осенне-нерестующие сельди могут успешно нереститься только при более высокой солености: в западных районах Балтики — при 12–15‰, а в центральных и восточных — не менее 5–7‰. Успех и урожайность осеннего нереста сельди зависят также от обеспеченности пищей личинок рыб в период формирования второго осеннего максимума численности зоопланктонных организмов (Никольский, 1971; Оявеер, 1987).

На рис. 1 представлена схема расположения основных весенне- и осенне-нерестующих популяций балтийской сельди, которых насчитывается не менее 16. Данные популяции были выделены на основе сравнительных экологических, морфометрических и генетических исследований (Оявеер, 1987; Проект ..., 1994). Донная икра клейкая, прикрепляется к грунту и подводной растительности. Диаметр икринки составляет 1,13–1,35 мм. Половая зрелость наступает у салаки в возрасте двух—трех лет. Основную массу в уловах составляют особи в возрасте двух—четырех лет длиной от 14 до 16 см (Оявеер, 1987).

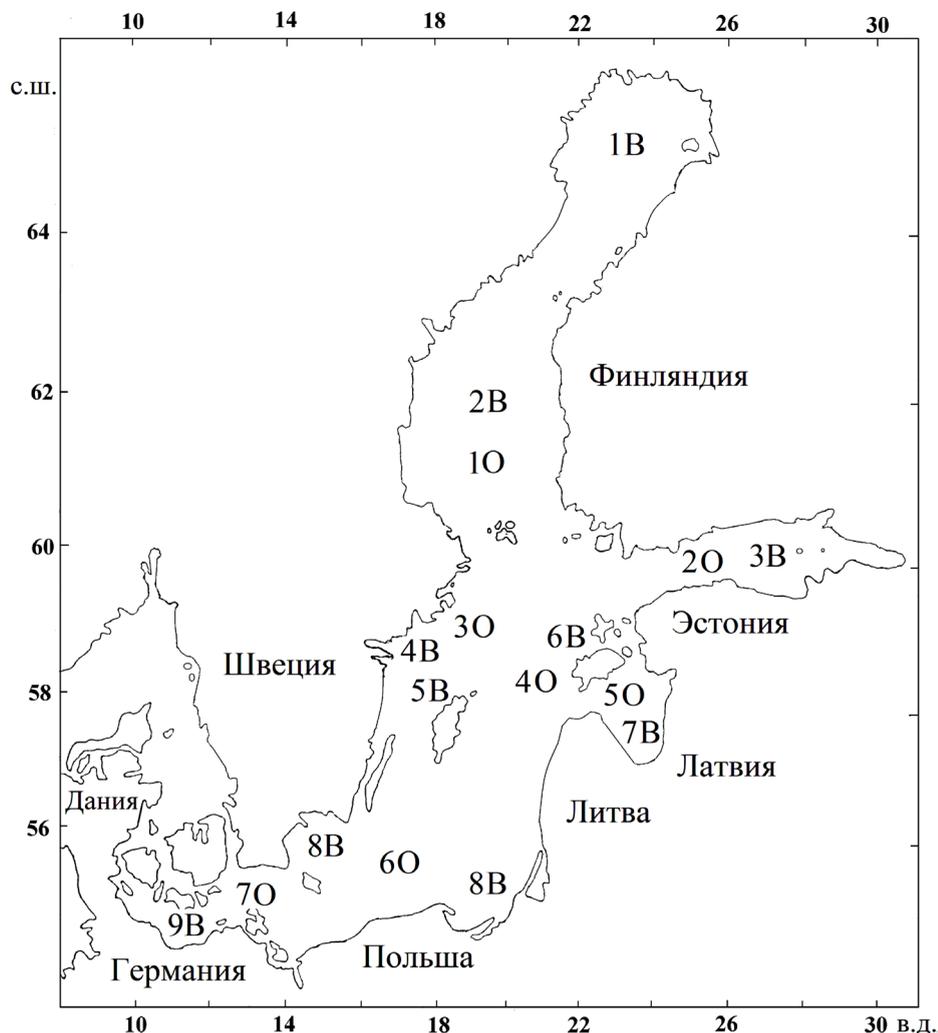


Рис. 1. Схема расположения основных нерестующих весенних (В) и осенних (О) популяций балтийской сельди (по: Оявеер, 1987).

Популяции: 1В–9В – весенне-нерестующие соответственно северной части Ботнического залива, южной части Ботнического залива, восточной части Финского залива, прибрежная восточного побережья Швеции, морская восточного побережья Швеции, северо-восточной части открытой Балтики, Рижского залива, прибрежная Южной Балтики, Западной Балтики; 1О–7О – осенне-нерестующие соответственно южной части Ботнического залива, западной части Финского залива, восточного побережья Швеции, Восточной и Северо-Восточной Балтики, Рижского залива, Южной Балтики, Западной Балтики.

Балтийский шпрот распространен на большей части акватории Балтийского моря. Выделяются три основные группы балтийского шпрота: одна обитает преимущественно в районе Готландского и Гданьского бассейнов, вторая – в районе Борнхольма и западной части моря, третья – в северной части, в районе Финского, Рижского и Ботнического заливов (Оявеер, 1989). Для нереста шпрот

отходит от берегов, на глубинах от 50 до 100 м мечет икру в толщу воды при солёности от 4–5 до 17–18‰ и температуре воды около 16–17°C. Таким образом, успех воспроизводства балтийского шпрота, в отличие от сельди, определяется абиотическими условиями в глубинных и придонных горизонтах моря (Никольский, 1971; Проект ..., 1994; Карпушевский и др., 2013),

Динамика показателей продуктивности популяций балтийских сельдевых рыб. Рассмотрена и проанализирована многолетняя динамика показателей биологической продуктивности сельдевых рыб Балтийского моря. На рис. 2 представлена многолетняя динамика численности молоди, биомассы нерестового стада и уловов популяций балтийской сельди в Рижском и Ботническом заливах; на рис. 3 — многолетняя динамика показателей продуктивности балтийской сельди в центральных и восточных подрайонах ICES № 25–29 и 32 (Центральная Балтика и Финский залив, за исключением Рижского залива) (ICES, 2015).

Установлено, что динамика продуктивности сельди в Рижском заливе демонстрирует несколько иные особенности, чем в центральных и восточных районах моря. Максимумы численности молодых особей в возрасте 1 года здесь наблюдались преимущественно в период с 2000 по 2009 гг., а также в 1988 и 1997 гг. Минимальные значения — с конца 1970-х по начало 1980-х гг. Колебания величин уловов в основном соот-

ветствуют характеру изменчивости биомассы нерестового стада ($r = 0,58$ при $\rho = 99\%$), однако в данном случае связь между этими показателями оказывается менее тесной, чем для сельди в центральных и восточных районах Балтики. Здесь промысел затрагивает частично молодую часть популяции: коэффициент корреляции между уловами и численностью рекрутов $r = 0,45$ при $\rho = 99\%$. Очевидно, Рижский залив представляет собой уникальную экосистему, в которой биологические процессы определяются не только крупномасштабными явлениями, но и более локальными, такими как изменчивость объема речного стока Даугавы и других впадающих в него рек.

Многолетняя динамика показателей продуктивности сельди в Ботническом заливе также имеет свою выраженную специфику. В данном районе моря в отличие от Центральной, Восточной Балтики и Рижского залива численность молоди сельди в возрасте 1 год и биомасса нерестового стада демонстрируют общую тенденцию к росту начиная с конца 1980-х гг. Однако в конце

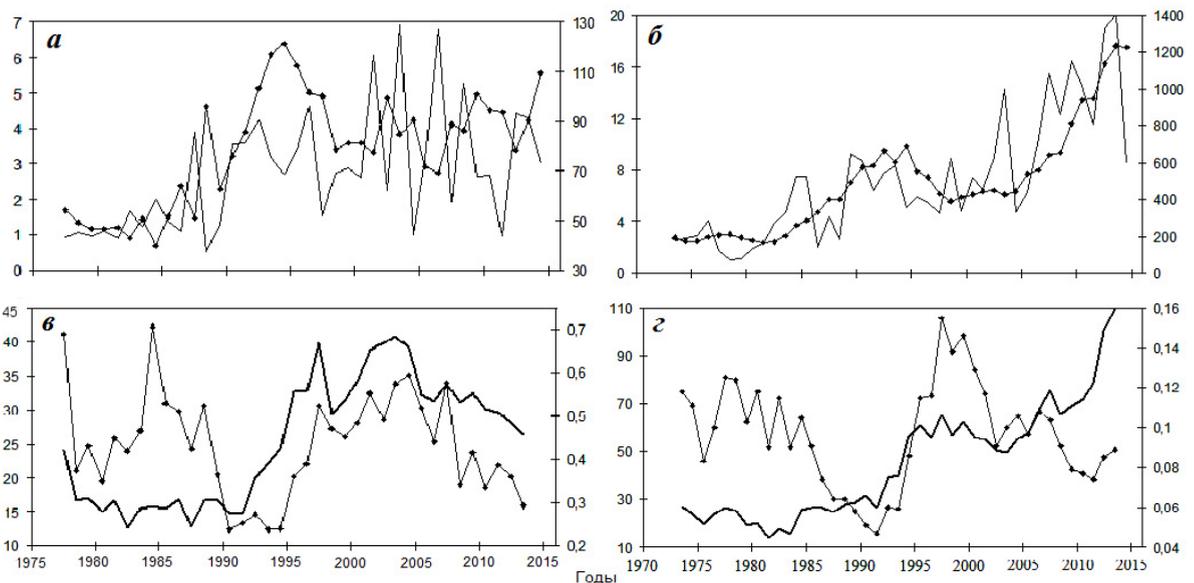


Рис. 2. Многолетняя динамика показателей продуктивности балтийской сельди в заливах Балтийского моря: а, б — численность особей в возрасте 1 год, млрд шт. (по оси ординат слева, —) и величина биомассы нерестового стада, тыс. т (по оси ординат справа, —●—) соответственно в Рижском и Ботническом заливах; в, з — величина уловов, тыс. т (по оси ординат слева, —) и промысловая смертность (по оси ординат справа, —●—) соответственно в Рижском и Ботническом заливах (по: ICES, 2015).

1990-х г. наблюдалось некоторое снижение значений этих величин. Изменчивость значений уловов сельди в Ботническом заливе, так же как и в других вышеописанных районах, в основном соответствует колебаниям численности биомассы нерестового стада: $r = 0,6$ при $\rho = 99\%$.

В районах Центральной и Восточной Балтики показатели продуктивности популяций сельди демонстрируют значительные изменения, наблюдаемые за последние 40 лет. Численность молодого поколения в возрасте 1 год, демонстрируя существенные межгодовые колебания, достигала максимумов в 1977 г., в середине 1980-х гг., а также в 2006–2008 гг. Повышенные значения численности молоди наблюдались также в 2009, 2012 и 2013 гг. (ICES, 2015). Биомасса нерестового стада начиная с середины 1970-х гг. имела устойчивую тенденцию к снижению до начала 2000-х гг., после чего начала возрастать. Уловы сельди, достигая наибольших значений в середине 1970-х гг. (> 350 тыс. т), в дальнейшем начали устойчиво снижаться, достигнув минимума в 2004–2005 гг.

Уловы сельди в Центральной и Восточной Балтике имеют весьма высокую тесноту корреляционной связи с биомассой нерестового стада: $r = 0,87$, $\rho = 99\%$. В данном случае промысел достаточно сильно воздействует на репродуктивную часть популяции. Для уточнения пространственных особенностей многолетних колебаний показателей продуктивности популяций балтийской сельди выполнен сравнительный корреляционный анализ данных, результаты которого представлены в табл. 1.

Динамика всех рассматриваемых показателей биологической продуктивности сельди в Рижском и Ботническом заливах имеет тесную связь положительного характера. Наибольший антропогенный пресс за счет изъятия части популяций промыслом характерен для Рижского залива, где показатели промысловой смертности (FM) достигли в начале 2000-х гг. наибольших значений среди всех рассматриваемых районов ($FM = 0,55–0,68$). Наименьшее воздействие промысла характерно для Ботнического залива, где максимальные величины

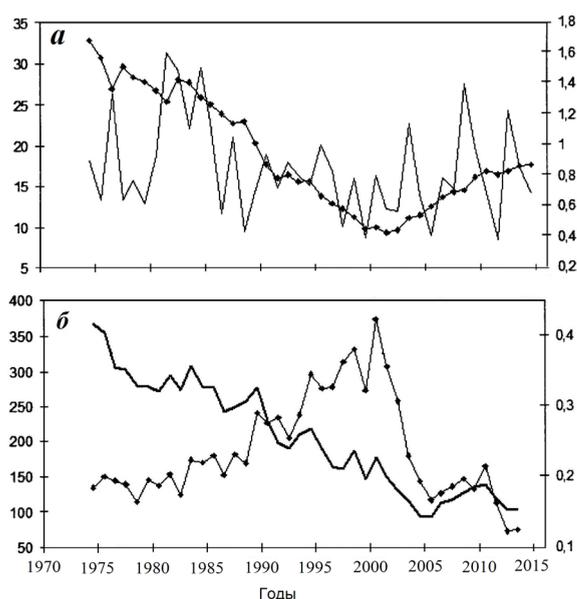


Рис. 3. Многолетняя динамика показателей продуктивности балтийской сельди в центральных и восточных подрайонах ICES 25–29 и 32 (за исключением Рижского залива): а — численность особей в возрасте 1 год, млрд шт. (по оси ординат слева, —) и величина биомассы нерестового стада, млн т (по оси ординат справа, —●—); б — величина уловов, тыс. т (по оси ординат слева, —) и промысловой смертности (по оси ординат справа, —●—) (по: ICES, 2015).

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между показателями биологической продуктивности сельди в различных районах Балтийского моря

Показатель	Ботнический залив			Рижский залив		
	ЧМ	БНС	Уловы	ЧМ	БНС	Уловы
Центральная и Восточная Балтика						
ЧМ	0,12	—	—	0,15	—	—
БНС	—	−0,53**	—	—	−0,73**	—
Уловы	—	—	0,85**	—	—	−0,82**
Рижский залив						
ЧМ	0,48**	—	—	1	—	—
БНС	—	0,64**	—	—	1	—
Уловы	—	—	0,72**	—	—	1

Примечание. ЧМ — численность молоди в возрасте 1 год, БНС — биомасса нерестового стада, **99%-ный уровень обеспеченности связи, (—) — расчеты не производились в связи с нецелесообразностью.

промысловой смертности, наблюдавшиеся в конце 1990-х — начале 2000-х гг. были в 2–3 раза меньше, чем в Центральной и Восточной Балтике, и в 3–4 раза меньше по сравнению с Рижским заливом.

Обобщение и анализ статистических данных (Проект ..., 1994; ICES, 2015) показывает, что с 1984 г. общий вылов сельди в Балтийском море постоянно сокращался и достиг в 2005 г. самого низкого уровня — 91,6 тыс. т. Также происходило снижение нерестовой биомассы сельди из-за высокой интенсивности ее промысла и промысловой смертности. Кроме того, начиная с 1980-х гг. начал снижаться темп роста сельди. Уменьшились средние возрастные показатели массы особей сельди в связи с усилением межвидовой конкуренции со шпротом и изменениями солености воды (Casini, 2010). Негативную роль сыграл также промысел шпрота на технические цели западными странами, при котором не учитывался значительный прилов молоди сельди, наносивший значительный ущерб пополнению нерестовой биомассы. Запас сельди в Балтийском море в 2009–2010 гг. оценивался как удовлетворительный. Это подтверждается обилием

ее молоди в уловах промысловых судов при промысле шпрота, а также постоянно растущим российским выловом сельди в подрайоне № 26 ICES Балтийского моря с 3200 т в 2005 г. до 6100 т — в 2010 г. В 2012 г. улов сельди здесь увеличился по сравнению с 2011 г. в 1,8 раза и составил 10,8 тыс. т. При этом российский вылов сельди балтийской (салаки) в Вислинском (Калининградском) заливе, по данным дополнительных материалов к обоснованию ОДУ на 2014 г., в 2012 г. составил 2,0 тыс. т (http://www.vniro.ru/files/odu/2014/dop_2014_seld_balt.pdf).

На рис. 4 представлена многолетняя изменчивость численности молодого поколения и биомассы нерестового стада популяций балтийского шпрота в южных и центральных районах моря. Как видно из данных рис. 4, численность молодого поколения шпрота в возрасте 1 год достигала максимума в конце 1970-х гг., во второй половине 2000-х, а также в 2010 г. Минимальные значения за рассматриваемый период были отмечены в конце 1980-х и начале 1990-х гг., что совпало с минимумом урожайности донных балтийских рыб (Проект ..., 1994; Дроздов, 2015).

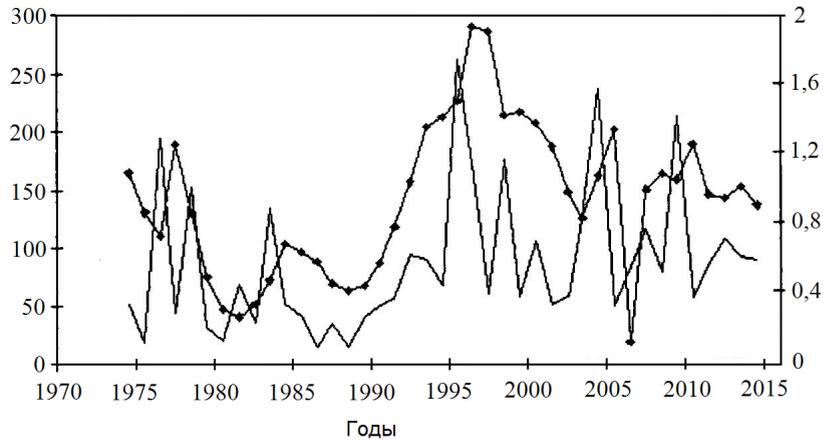


Рис. 4. Многолетняя динамика показателей биопродуктивности балтийского шпрота в южных и центральных подрайонах ICES 22–32: по оси ординат справа — особи в возрасте 1 год, млрд шт. (—), слева — биомасса нерестового стада, тыс. т (—◆—) (по: ICES, 2015).

Это может быть связано со сходными требованиями к экологическим условиям размножения, прежде всего к солености воды. Изменчивость биомассы нерестового стада шпрота в основном повторяет характер временной динамики численности молоди, однако максимумы биомассы нерестового стада наблюдаются, как правило, через 1 год после относительного максимума численности особей-рекрутов. Уловы шпрота демонстрируют тесную корреляционную связь с биомассой нерестового стада: $r = 0,75$, $\rho = 99\%$, следовательно, промысел воздействует прежде всего на репродуктивную часть популяции.

Оценка причин многолетней динамики продуктивности популяций. Выполнен анализ степени и характера влияния различных экологических факторов морской среды на показатели биологической продуктивности популяций балтийской сельди и шпрота. Результаты расчетов представлены в табл. 2, 3. Применительно к показателям продуктивности и факторам среды использовались средние за год значения величин. Установлено, что увеличение температуры поверхностного слоя воды в центральной (район Готландской впадины), южной (район Гданьской впадины) и юго-западной частях акватории Балтийского моря сопровождается снижением величин биомассы нерестового стада и уловов сельди в статистических

подрайонах ICES № 25–29+32 (исключая Рижский залив), расположенных в данных частях моря. Аналогичный характер связи отмечается также и для численности молодого поколения сельди в возрасте 1 года.

При потеплении климата (Антонов, 1987; Проект ..., 1994; Дроздов, 2015) температура поверхностного слоя воды в открытых районах Балтики может достигать значений, превышающих верхний порог толерантности, который обеспечивает нормальное развитие особей крупных весенне-нерестующих популяций сельди, имеющих первоначальное аркто-бореальное происхождение.

Возрастание солености поверхностных вод Готландской впадины, как видно из рис. 5, а также Гданьской и Борнхольмской впадин приводит к росту значений используемых показателей продуктивности сельди в подрайонах ICES № 25–29+32 (исключая Рижский залив). Рост значений солености воды положительно сказывается на воспроизводстве и численности поколений сельди в центральных и южных акваториях Балтики. Применительно к показателям продуктивности поколений балтийской сельди в Рижском и Ботническом заливах анализ данных показывает, что также наблюдается достаточно тесная статистически значимая связь положительного характера между ними и температурой воды на поверхности центральной части моря.

ДИНАМИКА ПРОДУКТИВНОСТИ ПОПУЛЯЦИЙ

Таблица 2. Коэффициенты корреляции между значениями показателей продуктивности поколений балтийской сельди в статистических подрайонах ICES 25–29+32 (исключая Рижский залив) и факторами среды

Экологические факторы среды	Временной сдвиг, гг.	Показатели урожайности		
		Численность молоди	Биомасса нерестового стада	Уловы
Температура воды на поверхности моря в районе Готландской впадины	0	–0,13	–0,55**	–0,43**
	1	–0,12	–0,52**	–0,44**
	2	–0,18	–0,57**	–0,55**
Температура воды на поверхности моря в районе Гданьской впадины	0	–0,32*	–0,54**	–0,54**
	1	–0,26	–0,55**	–0,56**
	2	–0,22	–0,65**	–0,66**
Температура воды на поверхности моря в районе Борнхольмской впадины	0	–0,22	–0,37*	–0,32*
	1	–0,16	–0,36*	–0,33*
	2	–0,14	–0,42**	–0,43*
Соленость воды на поверхности моря в районе Готландской впадины	0	0,43*	0,83**	0,72**
	1	0,38*	0,88**	0,76**
	2	0,36*	0,91**	0,78**
Соленость воды на поверхности моря в районе Гданьской впадины	0	0,45*	0,88**	0,81**
	1	0,36*	0,87**	0,78**
	2	0,35*	0,83**	0,75**
Соленость воды на поверхности моря в районе Борнхольмской впадины	0	0,42*	0,82**	0,72**
	1	0,34*	0,81**	0,65**
	2	0,32*	0,75**	0,61**

Примечание. Здесь и в табл. 3, 5: *, ** 95%-ный и 99 %-ный уровни обеспеченности связи.

Таблица 3. Коэффициенты корреляции между значениями показателей продуктивности поколений балтийской сельди в Рижском (1) и Ботническом (2) заливах и экологическими факторами среды

Природные факторы и процессы	Временной сдвиг, гг.	Показатели урожайности					
		Численность молоди		Биомасса нерестового стада		Уловы	
		1	2	1	2	1	2
Температура воды на поверхности моря в районе Готландской впадины	0	0,38*	0,56**	0,57*	0,58**	0,48**	0,52*
	1	0,42*	0,45**	0,48*	0,55**	0,37*	0,46*
	2	0,36*	0,41*	0,42*	0,52*	0,28	0,44*
Температура воздуха в г. Рига (Латвия)	0	0,17	–	0,25	–	0,12	–
	1	0,35*	–	0,41*	–	0,08	–
	2	0,26	–	0,36*	–	0,14	–

Таблица 3. Окончание

Природные факторы и процессы	Временной сдвиг, гг.	Показатели урожайности					
		Численность молоди		Биомасса нерестового стада		Уловы	
		1	2	1	2	1	2
Температура воздуха в г. Хапаранда (Финляндия)	0	—	0,45**	—	0,42**	—	0,47**
	1	—	0,38*	—	0,52**	—	0,54**
	2	—	0,46**	—	0,56**	—	0,54**
Суммарный речной сток в Рижский залив	0	-0,62**	—	-0,44**	—	-0,41*	—
	1	-0,46*	—	-0,52**	—	-0,32*	—
	2	-0,41**	—	-0,28	—	-0,21	—
Суммарный речной сток в Ботнический залив	0	—	-0,21	—	-0,12	—	-0,21
	1	—	-0,24	—	-0,11	—	-0,13
	2	—	-0,06	—	-0,12	—	-0,21

Примечание. (—) — расчеты не производили в связи с нецелесообразностью.

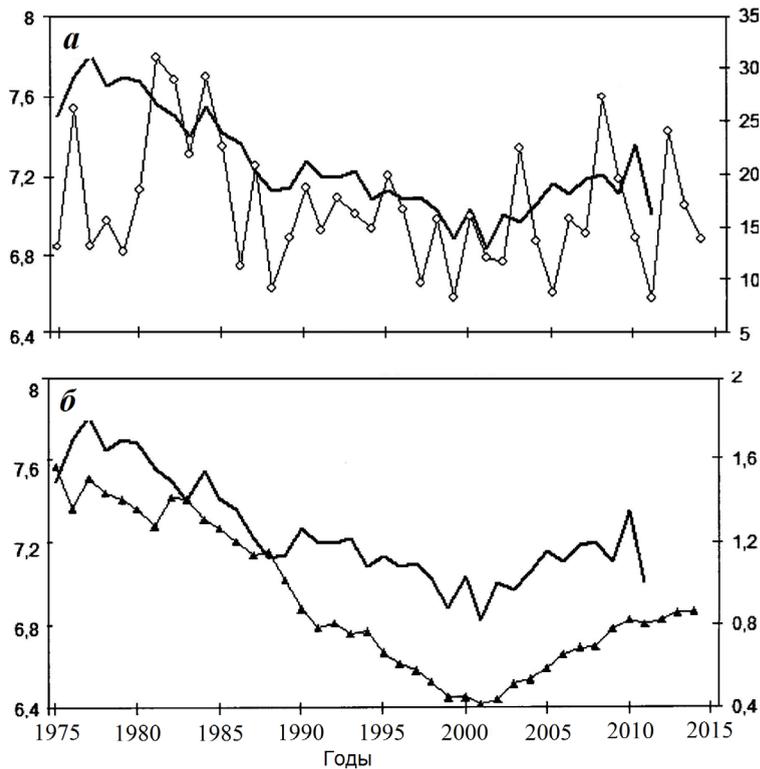


Рис. 5. Зависимость многолетней динамики показателей продуктивности балтийской сельди от солености воды (г/л) на поверхности Готландской впадины (по оси ординат слева, —): а — особи в возрасте 1 год, млн шт. (по оси ординат справа, —○—); б — биомасса нерестового стада, млн т (по оси ординат справа, —▲—) в статистических подрайонах ICES 25–29+32 (исключая Рижский залив).

Полученные результаты корреляционного анализа позволили рассчитать уравнения регрессии, представленные в табл. 4.

Популяция балтийского шпрота не демонстрирует тесной связи численности своих молодых поколений с соленостью воды в придонном горизонте Готландской впадины.

Однако наблюдается достаточно тесная связь с концентрациями кислорода в этом слое, графически представленная на

рис. 6. По-видимому, в районе Гданьской впадины создаются наиболее благоприятные соленостные и температурные условия для воспроизводства и формирования молодых поколений балтийского шпрота.

В табл. 5 представлены коэффициенты корреляции между значениями показателей продуктивности поколений балтийского шпрота в статистических подрайонах ICES № 22–32 и абиотическими факторами среды.

Таблица 4. Уравнения регрессии между показателями продуктивности балтийской сельди в центральных районах Балтийского моря и Финском заливе (статистические подрайоны ICES № 25, 26, 27, 28.2, 29, 32) и соленостью воды в поверхностном слое

Вид уравнения регрессии	Предиктор	Предиктант	R^2	\bar{A} , %
Биомасса нерестового стада сельди = $1,32 S \text{ ‰} + 8,679$	Соленость воды в поверхностном слое Готландской впадины	Биомасса нерестового стада сельди в указанных районах ICES	0,82	12
Уловы сельди = $216,91 S \text{ ‰} + 1366,602$	То же	Уловы сельди в указанных подрайонах ICES	0,65	20
Биомасса нерестового стада сельди = $1,13 S \text{ ‰} + 7,268$	Соленость воды в поверхностном слое Гданьской впадины	Биомасса нерестового стада сельди в указанных подрайонах ICES	0,75	15
Уловы сельди = $200,25 S \text{ ‰} + 1278,642$	То же	Уловы сельди в указанных подрайонах ICES	0,65	20
Биомасса нерестового стада сельди = $1,171 S \text{ ‰} + 7,94$	Соленость воды в поверхностном слое Борнхольмской впадины	Биомасса нерестового стада сельди в указанных подрайонах ICES	0,67	18

Примечание. $S \text{ ‰}$ — соленость воды, R^2 — коэффициент детерминации, \bar{A} — средняя погрешность уравнения регрессии.

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между значениями показателей продуктивности поколений балтийского шпрота в статистических подрайонах ICES 22–32 и абиотическими факторами среды

Природные факторы и процессы	Временной сдвиг, гг.	Показатели урожайности		
		Численность молоди	Биомасса нерестового стада	Уловы
Температура воды на поверхности моря в районе Готландской впадины	0	0,13	0,33*	0,41**
	1	0,16	0,37*	0,43**
	2	0,06	0,04	0,35*
Концентрация кислорода в придонном слое Готландской впадины	0	0,41**	0,64**	0,65**
	1	0,44**	0,62**	0,61**
	2	0,35**	0,55**	0,58**

Таблица 5. Окончание

Природные факторы и процессы	Временной сдвиг, гг.	Показатели урожайности		
		Численность молоди	Биомасса нерестового стада	Уловы
Соленость воды в придонном слое Гданьской впадины	0	0,25	0,41*	0,44**
	1	0,32*	0,52**	0,58**
	2	0,13	0,32*	0,45**
Соленость воды в придонном слое Борнхольмской впадины	0	0,32*	0,38*	0,35*
	1	0,15	0,32*	0,38*
	2	0,23	0,26	0,16
Речной сток в Южную Балтику	0	-0,11	-0,04	-0,13
	1	-0,22	-0,04	-0,08
	2	-0,24	-0,13	-0,05
Речной сток в Ботнический залив	0	-0,17	0,15	-0,16
	1	-0,08	0,05	-0,11
	2	-0,04	-0,03	-0,16

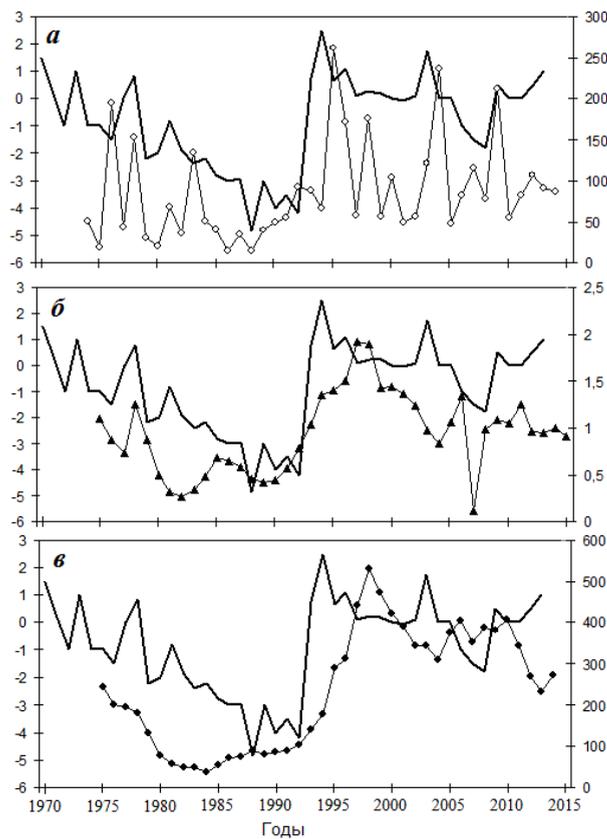


Рис. 6. Зависимость многолетней динамики показателей продуктивности балтийского шпрота в южных, центральных районах Балтийского моря и Финском заливе (подрайоны ICES № 22–32) от концентрации растворенного кислорода в придонном горизонте Готландской впадины, мг/л (по оси ординат слева, —): а — численность молоди в возрасте 1 год, млн шт. (по оси ординат справа, —○—); б — биомасса нерестового стада, млн т (по оси ординат справа, —▲—); в — уловы, тыс. т (по оси ординат справа, —◆—); отрицательные значения по осям ординат слева соответствуют концентрациям сероводорода, мг/л.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненный анализ материалов и данных показал, что многолетняя динамика показателей продуктивности популяций балтийской сельди определяется, прежде всего, природными абиотическими и биотическими факторами морской среды, а также в ряде районов находится в сильной зависимости от антропогенного воздействия в виде изъятия части половозрелой популяции промыслом. Наибольший антропогенный пресс за счет изъятия значительной части популяции промыслом характерен для Рижского залива.

Анализ многолетних данных применительно к изменчивости экологических факторов морской среды и урожайности поколений балтийской сельди в центральных и южных районах моря позволяет прийти к выводу о том, что увеличение здесь поверхностной средней годовой температуры воды до 11–12 °С, т.е. на 25% выше многолетней нормы, начинает отрицательно сказываться на численности относительно холодолюбивых весенне-нерестующих популяций сельди. Значительные по численности молодые поколения сельди формируются при следующих значениях солености поверхностных вод моря: в Готландском районе — не менее 7‰, в Гданьском — не менее 7,5‰, в Борнхольмском — не менее 8‰.

Обобщение сведений и анализ данных об особенностях воспроизводства балтийского шпрота и многолетней динамики его численности в Балтийском море позволяют прийти к выводу о наличии у шпрота некоторых общих черт с донными балтийскими рыбами, в частности с треской. Несмотря на значительные отличия в образе жизни, подходящие условия для размножения обоих видов в условиях Балтийского моря создаются в придонных горизонтах глубоководных впадин, где наблюдается относительно высокая соленость воды, способствующая развитию их икры. Однако достаточно часто формирующиеся здесь гипоксические условия, в частности в Готландской впадине,

весьма неблагоприятно сказываются на выживаемости икры данных видов.

Согласно данным, представленным на официальном сайте Федерального агентства по рыболовству (<http://fish.gov.ru/press-tsentr/obzor-smi/8125-nabaltike-uluchsheny-proshlogodnie-pokazateli-ro-vylovu-ryby>) по состоянию на 12 ноября 2015 г., общий российский вылов рыбы в Балтийском море вырос на 12,2 тыс. т по сравнению с аналогичным показателем прошлого года и достиг 50,5 тыс. т. На промысле шпрота вылов составил 23,6 тыс. т, что больше предыдущего показателя на 6,4 тыс. т. Вылов сельди балтийской увеличился на 4 тыс. т — до 18 тыс. т. Общий вылов рыбодобывающих организаций Калининградской области в Балтийском море и заливах в 2015 г. превысил 40 тыс. т, что на треть больше, чем в 2014 г. На рост добычи повлияли принимаемые в регионе комплексные меры по развитию рыбохозяйственного комплекса: приказ Министерства сельского хозяйства России № 388 от 27 августа 2015 г., согласно которому были внесены изменения в общие допустимые объемы вылова балтийской сельди и шпрота в Западном рыбохозяйственном бассейне в направлении их увеличения; ведение промысла модернизированными судами, организация эффективной прибрежной инфраструктуры по приемке и заморозке рыбы.

В целом промышленное рыболовство, осуществляемое на рациональной основе с учетом влияния природных процессов и факторов на продуктивность конкретных популяций рыб, с объективной оценкой общего допустимого улова, не наносит значительно ущерба водным биоресурсам, являясь при этом социально значимой отраслью для прибрежных регионов, в том числе для Калининградской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Аверкиев А.С., Чернышков П.П. Оценка запасов и управление рыболовством. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2013, 88 с.

- Антонов А.Е. Крупномасштабная изменчивость гидрометеорологического режима Балтийского моря и ее влияние на промысел. Л.: Гидрометеоиздат, 1987, 248 с.
- Дроздов В.В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Балтийского и Белого морей. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2015. 220 с.
- Карпушевский И.В., Зезера А.С., Иванович В.М. Адаптационные особенности популяций пелагических и демерсальных рыб в пространственной и временной динамике фактора солености вод Балтийского моря // Тр. ЗИН РАН. 2013. Приложение № 3. С. 128–135.
- Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высш. шк., 1971. 472 с.
- Оявеер Э.А. 1987. Балтийские сельди (биология и промысел). М.: Агропромиздат, 1987, 205 с.
- Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. III. Балтийское море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб.: Гидрометеоиздат, 1994. 436 с.
- Casini M., Bartolino V., Molinero J.C., Georgs Kornilovs G. Linking fisheries, trophic interactions and climate: threshold dynamics drive herring *Clupea harengus* growth in the central Baltic Sea // Marine Ecol. Prog. Ser. 2010. V. 413. P. 241–252.
- Eero M. Reconstructing the population dynamics of sprat (*Sprattus sprattus balticus*) in the Baltic Sea in the 20th century // ICES J. Marine Sci. 2012. V. 69. P. 1010–1018.
- ICES. 2015. Report of the Baltic fisheries assessment Working group (WGBFAS). Copenhagen, Denmark, 2015. ICES CM 2015 /ACOM:10. 826 p.
- Ojaveer E. Population structure of pelagic fishes in the Baltic // Rapp. P.-V. Réun. Cons. Int. Explor. Mer. 1989. V. 190. P. 17–21.
- Popiel J. On the biology of the Baltic herring // J. Popiel. Rep. Sea Fish. Institute Gdynia. 1984. №. 19. P. 1–7.

**DYNAMICS OF PRODUCTIVITY OF POPULATIONS
OF THE BALTIC SEA FISH – BALTIC HERRING *CLUPEA HARENGUS*
MEMBRAS AND SPRAT *SPRATTUS SPRATTUS BALTICUS* –
IN RELATION TO ENVIRONMENTAL FACTORS AND FISHERY**

© 2017 y. V.V. Drozdov

Russian State Hydrometeorological University, St. Petersburg, 195196

Achieved review and long-term dynamics of productivity indicators for Baltic herring *Clupea harengus membras* and sprat *Sprattus sprattus balticus*. We compiled and analyzed data on the number of juveniles, spawning stock biomass and catch in relation to areas of the Gulf of Bothnia and Riga, as well as the central part of the sea. On the basis of the use of correlation and regression methods set features the influence of environmental factors on productivity indicators herring fish in some areas. The role of the fishing impact on the populations of herring and sprat.

Keywords: Baltic sea, herring *Clupea harengus membras*. and sprat *Sprattus sprattus balticus*, factors of the marine environment, the productivity of populations, fishery.