

Водные биологические ресурсы

УДК 597.591.524.12 (261.24)

Ихтиопланктон Юго-Восточной Балтики в летний сезон: современные изменения в распределении и численности икры и личинок массовых видов рыбЕ.М. Карасёва¹, А.Г. Архипов¹, Е.Е. Ежова²¹ Атлантический филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АтлантНИРО»), г. Калининград² Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН (ФГБУН «ИО РАН»), г. Москва

E-mail: karasiova@rambler.ru

Целью ихтиопланктонных исследований в июле 2019 г. являлся мониторинг распределения и оценка численности: 1) икры и личинок массовых пелагофильных видов рыб (треска, шпрот) в глубоководных районах; 2) личинок мелких донных видов рыб, населяющих прибрежную мелководную зону Юго-Восточной Балтики (исключительная экономическая зона Российской Федерации). Было отмечено, что основные скопления икринок трески и шпрота находились в северной части района (южный склон Готландской впадины). Скопления с заметно более низкой численностью икры наблюдались в Гданьском бассейне. Средняя численность икры трески в июле 2019 г. (3,4 экз/м²) была выше, чем в годы отсутствия мощных североморских адвекций по наблюдениям за 1990–2000-е гг. Хотя размножение шпрота близилось к завершению, в июле его икра доминировала в ихтиопланктонном комплексе глубоководной зоны, десятикратно превышая по численности икру трески. В составе ихтиопланктона мелководной зоны было обнаружено 7 видов личинок рыб, среди которых по численности доминировал бычок малый. В наибольшем количестве его мелкоразмерные личинки встречались над глубинами от 20 до 40 м, что позволяло идентифицировать этот глубинный диапазон как район интенсивного нереста этого вида. Уменьшение численности личинок бычка малого в 2010-е гг. по сравнению с началом 2000-х гг. могло быть связано с распространением в прибрежной зоне понто-каспийского вселенца бычка-кругляка, мелкоразмерные мальки которого также были обнаружены в июле 2019 г. в ихтиопланктоне прибрежной зоны.

Ключевые слова: Юго-Восточная Балтика, ихтиопланктон глубоководной и прибрежной зон, современные изменения.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-165-177

ВВЕДЕНИЕ

В пределах Балтийского моря могут быть выделены два основных нерестовых биотопа, в каждом из которых происходит размножение специфичного набора видов рыб.

В глубоководной центральной части моря расположены нерестилища пелагофильных рыб, наиболее многочисленными из которых являются балтийская треска *Gadus morhua callarias* (L., 1758) и балтийский

шпрот *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904). В прибрежной мелководной зоне нерестятся в основном рыбы, выметывающие донную икру. Ихтиофауна морского мелководья в водах исключительной экономической зоны России (ИЭЗ РФ) характеризуется более высоким видовым разнообразием, но относительно низкой численностью по сравнению с популяциями, обитающими в глубоководных впадинах. Наиболее многочисленными видами относятся к семействам Gobiidae и Ammoditidae и являются кормовыми объектами для молоди некоторых пелагофильных рыб.

Численность ранних онтогенетических стадий в ихтиопланктоне принято рассматривать как независимый от промысла показатель величины нерестового запаса, а также как индикатор успешности размножения в районе исследований. Целью данной работы является мониторинг распределения и количественный учёт: 1) икры и личинок

массовых пелагофильных видов рыб (треска, шпрот) в глубоководных районах, 2) личинок мелких донных видов рыб, населяющих прибрежную мелководную зону в Юго-Восточной Балтике —ИЭЗ РФ).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор ихтиопланктона проводился в водах ИЭЗ РФ 13–20 июля 2019 г. на НИС Института океанологии РАН «Академик Борис Петров» в рамках тем Государственных заданий Атлантического филиала ВНИРО (№ 076–0005–19–00) и ИОРАН (№ 0149–2019–0013). Общее количество проб составило 38 (на прибрежных станциях пробы брались дважды). Карта с местоположением станций представлена на рис. 1. В качестве орудия лова использовалась сеть ИКС-80 с площадью входного отверстия 0,50 м². Сбор ихтиопланктона производился посредством облова слоя дно-поверхность. Пробы фиксировались 4%-ным формальдегидом. Обра-

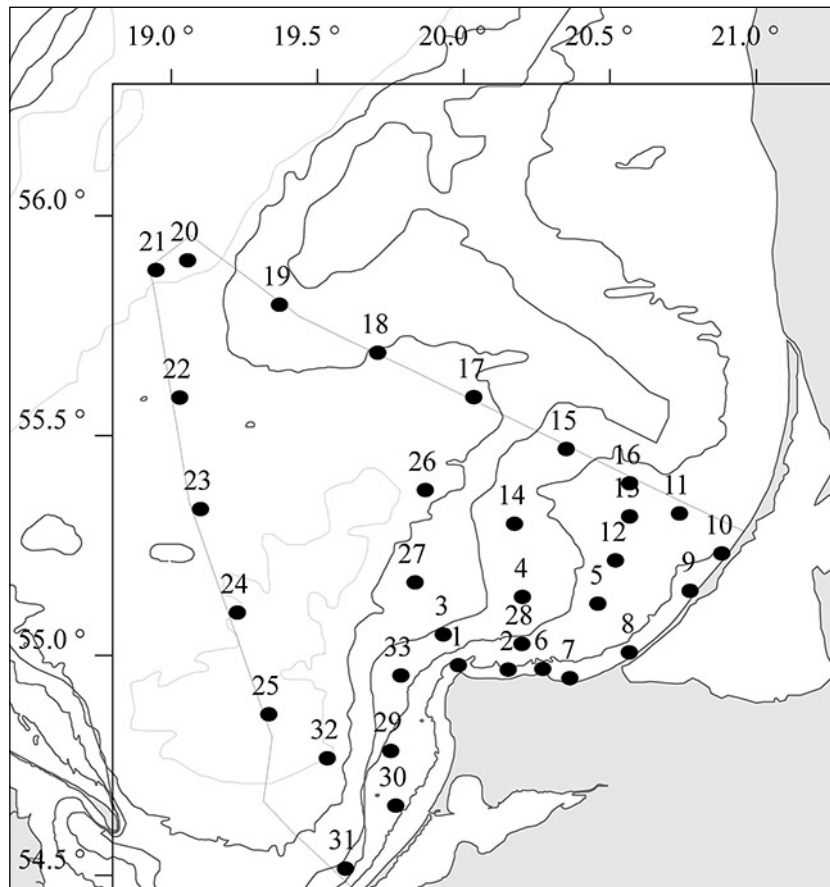


Рис. 1. Местоположение ихтиопланктонных станций в ИЭЗ РФ в июле 2019 г.

ботка проводилась по стандартной методике [Расс, Казанова, 1966]. Для идентификации икры и личинок рыб использовался определитель И.И. Казановой [1954]. Численность ранних онтогенетических стадий развития рассчитывалась в экз/м². Учитывалось, что обследованная акватория включала два глубоководных района — Гданьскую впадину (южнее 55°30' с. ш.) и часть Южно-Готландской впадины (севернее 55°30' с. ш.). В связи с этим численность пелагической икры и личинок оценивалась над глубинами от 80 м и более как в целом для всей глубоководной части, так и отдельно для каждого из указанных районов. Сопоставление современных количественных оценок с результатами предшествующих наблюдений проводилось на основе базы данных АтлантНИРО и литературных источников [Карасева, 2017 а, б; STORE, 2003].

РЕЗУЛЬТАТЫ

1. Глубоководная часть района исследований

Видовой состав ихтиопланктона в июле включал икринки трех видов рыб — шпрота *Sprattus sprattus balticus*, трески *Gadus morhua*

callarias, морского налима *Enchelyopus cimbrius* (L., 1758), личинки шпрота и бычка малого *Pomatoschistus minutus* (Pall., 1770). Наиболее многочисленным компонентом ихтиопланктона были икринки шпрота. Их максимальная концентрация (112 экз/м²) пятикратно превышала уровень, отмеченный для трески (22 экз/м²), а средняя численность икры шпрота была более чем в 10 раз выше соответствующей оценки численности икры трески (табл. 1). Основные скопления пелагической икры находились в Южно-Готландской впадине. Средняя численность икры шпрота в этом районе была более чем в три раза выше соответствующей оценки для Гданьской впадины. Для икры трески разница в уровнях численности между Южно-Готландским и Гданьским районом была семикратной.

Значительная разница в количественных оценках между этими двумя районами, по-видимому, свидетельствовала о более высокой интенсивности нереста массовых видов рыб в северной части российской зоны. Сопоставление с предыдущими годами исследований (табл. 2) показало, что ранее наблюдалась противоположная тенденция

Таблица 1. Распределение и средняя численность (экз/м²) ихтиопланктона в Гданьской и Южно-Готландской впадинах в июле 2019 г.

Дата	Район	Икра			Личинки	
		шпрот	треска	морской налим	шпрот	бычок малый
13–20.07	Гданьская впадина	20,7	1,0	1,3	6,0	0,7
16–17.07	Южно-Готландская впадина	75,0	7,0	1,0	5,5	0,0
13–20.07	Глубоководная часть ИЭЗ РФ в целом	42,4	3,4	1,2	5,8	0,4

Таблица 2. Максимальная и средняя численность, экз/м², икры трески и шпрота в Гданьском и Южно-Готландском районах в 1994, 1997 и 2019 гг.

Год	Дата	Район	Треска		Шпрот	
			максимум	средняя	максимум	средняя
1994	24–28.05	Гданьский	36	8,2	644	266,0
	28–30.05	Южно-Готландский	6	2,3	506	275,4
1997	24–25.07	Гданьский	14	4,0	302	192,2
	26–27.07	Южно-Готландский	2	0,3	348	198,2
2019	17–20.07	Гданьский	2	1,0	34	20,7
	16–17.07	Южно-Готландский	22	7,0	112	75,0

в распределении икры трески, т. е. её более высокая численность в Гданьской впадине по сравнению с Южно-Готландским районом.

Средняя численность икры трески в июле 2019 г. была несколько выше среднего уровня за 1992–2015 гг. (соответственно 3,4 и 2,5 экз/м²). Она заметно превышала среднемноголетнее значение за годы отсутствия адвекций (1,2 экз/м²), но была заметно ниже, чем в 2003 г. в условиях проникновения в Гданьскую впадину вод большого балтийского затока (16 экз/м²).

Распределение икры шпрота в июле 2019 г. было аналогичным распределению икры трески, т. е. с преимущественной локализацией скопления икры в Южно-Готландском районе. В то же время по данным за 1990-е гг. различия между численностью икры шпрота между этими двум районами почти отсутствовали. Основной причиной низкой численности икры и личинок шпрота в июле 2019 г. могло быть более раннее начало нереста шпрота и его завершение к середине летнего сезона. Шпрот был единственным пелагофильным видом, личинки которого встречались также и в мелководной зоне в диапазоне глубин от 29 до 50 м (табл. 3). Единично, в количестве 2 экз/м², на этих глубинах встречались также икринки шпрота.

Средняя численность икринок шпрота возрастала с увеличением глубины, достигая максимума в диапазоне 100–110 м. Средняя численность личинок шпрота была наибольшей на глубинах 60–70 м и 91–100 м, а средняя длина, как в основном и максимальный размер, увеличивались в направлении падения глубин. Эти особенности распределения были следствием разноса поверхностными

течениями ранних онтогенетических стадий шпрота из центра нереста в глубоководной части.

Средняя численность икры шпрота в июле 2019 г. (40 экз/м²) была ниже среднего уровня за июль 2004–2011 гг.: 140 экз/м² при диапазоне колебаний от 50 до 260 экз/м² [Карасева, 20176].

Хотя размножение шпрота в рассматриваемый период близилось к завершению, его икра доминировала в ихтиопланктонном комплексе глубоководной зоны, десятикратно превышая по численности икру трески. Единичные поимки личинок бычка малого над глубинами более 80 м были следствием выноса, вызванного течениями из мелководной зоны, где расположены нерестовые участки этого вида.

2. Мелководная зона района исследований

Видовой состав ихтиопланктона в июле включал личинок и личинко-мальков семи видов рыб: бычка малого *Pomatoschistus minutus*, бычка обыкновенного *P. microps* (Krøyer, 1838), бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* (Pall., 1814), песчанки малой *Ammodytes tobianus* (L., 1758), личинко-мальков большой песчанки *Hyperoplus lanceolatus* (Le Savage, 1825), северной змеевидной рыбы-иглы *Nerophys ophidion ophidion* (L., 1758), и личинок шпрота. Первые 5 видов рыб откладывают донную икру, икринки змеевидной иглы вынашивает самец.

Наиболее многочисленными были личинки бычка малого, доля которых составляла 85,5% от общей численности личинок донных рыб в июле. Длина личинок бычка-

Таблица 3. Численность и длина личинок шпрота в диапазоне глубин, июль 2019 г.

Глубина, м	Икра		Личинки	
	Численность, экз/м ²	Численность, экз/м ²	Диапазон длин, мм	Средняя длина, мм
20–30	0,5	1,0	6,0–19,0	13,6
41–50	0,6	1,4	3,5–18,0	10,1
60–70	18,0	5,0	2,5–17,0	7,4
81–90	41,6	2,4	2,5–11,0	5,0
91–100	24,7	5,0	3,5–5,0	4,3
>100	61,0	4,3	2,5–8,0	3,7

малого была в диапазоне от 2 до 12 мм с модальной группой 3,5–4,5 мм. Эти особенности размерного распределения были следствием массового выклева личинок бычка малого незадолго перед началом съёмки.

На долю личинок бычка обыкновенного и личинко-мальков бычка-кругляка приходилось соответственно 5,3 и 3,9%; доля малой и большой песчанок и змеевидной иглы составляла от 2,6 до 1,3%. Очень низкая численность трёх последних видов была, по-видимому, связана с тем, что нерест их половозрелых особей и выклев личинок происходили в более ранние сроки. Это подтверждается относительно крупными размерами выловленных экземпляров. Длина личинок песчанки малой была в диапазоне от 4–5 до 18 мм. Игла змеевидная была представлена мальком длиной 34 мм, песчанка большая — мальком длиной 33 мм. Длина личинок бычка обыкновенного была в диапазоне от 4 до 7 мм, что свидетельствовало об их недавнем выклеве. Присутствие личинко-мальков

бычка-кругляка в составе ихтиопланктона явилось результатом недавнего вселения этого понто-каспийского вида в Балтийское море. В июле 2019 г. особи длиной от 7 до 8 мм в количестве 8 экз/ м² были обнаружены у побережья Самбийского п-ова.

Многочисленные личинки бычка малого улавливались в значительно более широком батиметрическом диапазоне, чем другие виды (табл. 4). Изредка они встречались в глубоководной части за пределами нерестилиц в мелководной зоне, в результате их выноса придонными течениями. Основные скопления бычка малого находились над глубинами от 16 до 40 м. Два других вида личинок Gobiidae встречались в значительно меньшем батиметрическом диапазоне: бычок обыкновенный — на глубинах от 11 до 30 м, бычок-кругляк — на глубине 17 м.

Анализ распределения различных размерных групп бычка малого над глубинами позволяет выявить локализацию их нерестовых участков (рис. 2).

Таблица 4. Распределение (%) личинок донных рыб относительно глубин района съёмки

Вид	Глубины, м						
	10–15	16–20	21–30	31–40	41–50	51–70	71–110
<i>P. minutus</i>	6,1	27,7	24,0	26,2	8,3	4,6	3,1
<i>P. microps</i>	50,0	33,3	16,7	–	–	–	–
<i>N. melanostomus</i>	100,0	–	–	–	–	–	–
<i>A. tobianus</i>	–	–	33,3	–	66,7	–	–
<i>H. lanceolatus</i>	–	–	–	–	–	100,0	–
<i>N. ophydion</i>	–	–	–	–	100,0	–	–

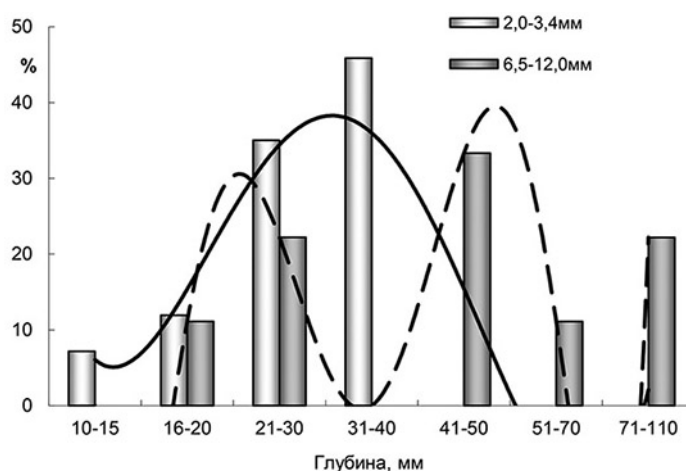


Рис. 2. Распределение (%) мелкоразмерных и крупноразмерных личинок бычка малого по глубинам района съёмки

Недавно выклюнувшиеся личинки бычка малого длиной менее 3,5 мм встречались в зоне глубин от 10 до 40 м с преобладанием над глубинами от 21 до 40 м. Этот батиметрический диапазон может рассматриваться как район основного нереста рассматриваемого вида в июле 2019 г.

Наиболее крупные личинки отсутствовали в диапазоне от 10 до 15 м и от 31 до 40 м. В наибольшем количестве они распределялись над глубинами от 41 до 110 м. Это позволяет предположить, что вынос личинок происходил в основном в мористом направлении. Однако часть особей могла удерживаться также в зоне глубин от 16 до 30 м. В целом, судя по локализации недавно выклюнувшихся личинок, зона нереста этого вида была, по-видимому, значительно меньше зоны дисперсии молоди. Значительная часть этой зоны находилась над глубинами более 70 м, за пределами нерестового биотопа бычка малого, где отсутствовал подходящий субстрат для оседания подрастающей молоди.

Сопоставление полученных в 2019 г. данных по батиметрическому распределению личинок бычка малого (диапазон глубин 10–50 м) с июльскими материалами за 2000–2002, 2004 гг. выявило заметные межгодовые различия (рис. 3). Вначале 2000-х гг. максимальная концентрация личинок бычка малого (до 39%) приходилась на глубины 10–15 м. Их численность постепенно снижалась по мере возрастания глубины. Основные

скопления личинок этого вида (до 80%) располагались на глубинах от 10 до 30 м. В июле 2019 г. наибольшее количество личинок бычка малого было обнаружено на глубинах от 16 до 40 м, т. е. на большем удалении от побережья, чем вначале 2000-х гг.

Количественные оценки обилия личинок бычка малого свидетельствуют о значительном сокращении его численности после 2008 г. по сравнению с началом 2000-х гг. (рис. 4).

Современный период июльских наблюдений включает данные за 11 лет: 2008–2015 гг. и 2017–2019 гг. За все рассматриваемые годы численность бычка малого оставалась на значительно более низком уровне, по сравнению с началом 2000-х гг. В среднем она составила 24,8 экз/м² за 2000–2004 гг. и 6,5 экз/м² в 2019 г. при расчёте для глубин в диапазоне 10–50 м. Но, несмотря на резкое снижение численности, бычок малый оставался наиболее многочисленным и широко распространённым компонентом ихтиопланктона, сохраняя статус вида-доминанта.

ОБСУЖДЕНИЕ

Экологическое состояние Балтийского моря подвержено значительным изменениям в зависимости от интенсивности и частоты адвекций североморских вод [Alheit et al., 2005]. Эти изменения играют важную роль в многолетней динамике популяции восточно-балтийской трески, площадь нерестилищ и численность которой возрастают

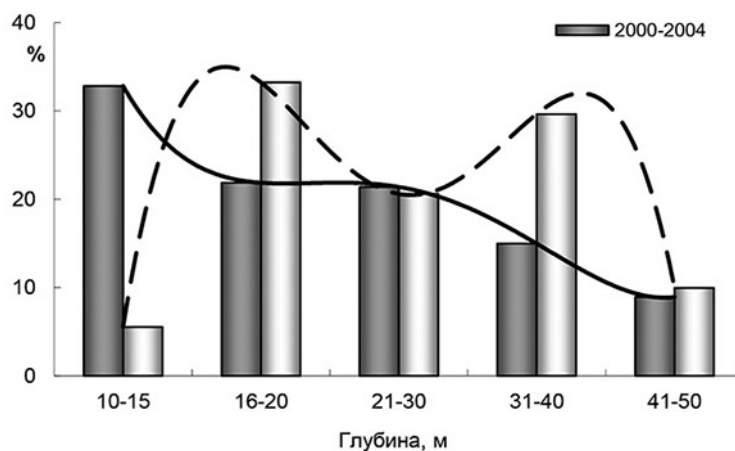


Рис. 3. Распределение (%) личинок бычка малого в 2000–2004 гг. и 2019 г. по глубинам района съёмки

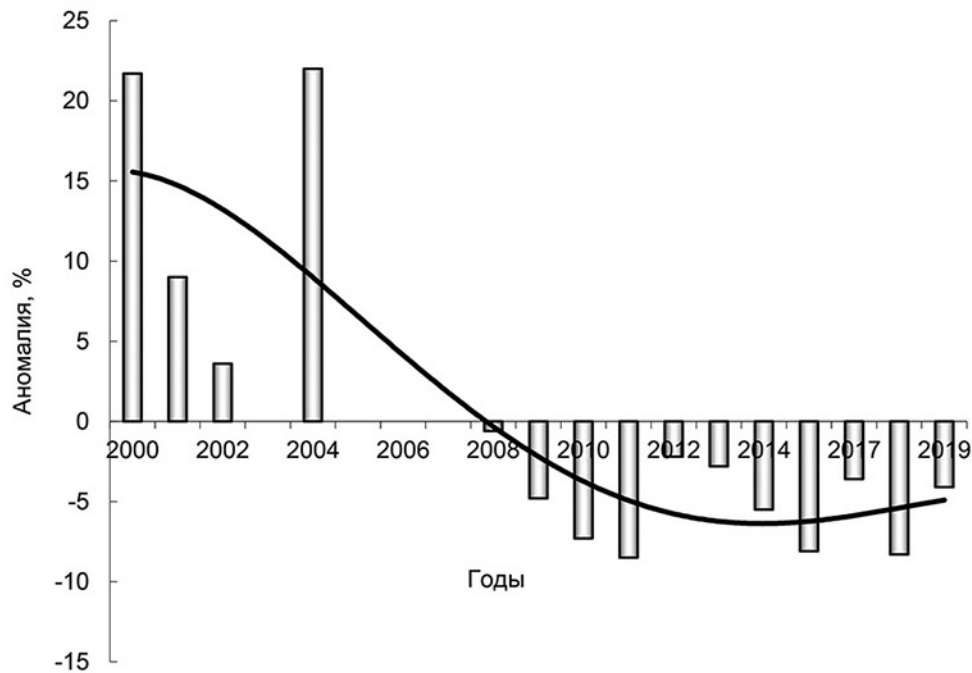


Рис. 4. Аномалия численности (%) личинок бычка малого в июле за период 2000–2019 гг.

при интенсификации затоков солёных вод и уменьшаются при их прекращении [CORE, 1998]. Глубоководная центральная часть моря по гидрофизическим параметрам характеризуется двухслойной вертикальной структурой с низкой солёностью поверхностного слоя и высокой солёностью ниже перманентного галоклина. Летом глубоководные районы становятся трёхслойными в отношении термического фактора благодаря появлению холодного промежуточного слоя.

В последние годы было документировано проникновение в Балтийское море нескольких затоков, повысивших уровень придонной солёности и содержания кислорода в Юго-Восточной Балтике [Кречик и др., 2017]. Они были отмечены в конце зимы 2014 г., осенью 2015 г., весной и осенью 2016 г. Последовательное продвижение затоков по дну глубоководных впадин приводило сначала к улучшению условий размножения на нерестилищах, ближайших к Датским проливам, затем — в северо-восточных районах [Карасева, Зезера, 2016].

Согласно общепринятому районированию, глубоководная часть акватории ИЭЗ РФ южнее $55^{\circ}30'$ с. ш. рассматривается как Гданьская впадина, севернее $55^{\circ}30'$ с. ш. — как

участок Южно-Готландской впадины [CORE, 1998]. В июле 2019 г. численность икры трески была выше севернее указанной границы. Таким образом, основное размножение трески проходило в Южно-Готландском районе. Учитывая тесную взаимосвязь между интенсивностью нереста трески и вышеуказанными абиотическими параметрами, можно полагать, что в северной части ИЭЗ РФ условия среды были более благоприятны для воспроизводства.

Как показано в табл. 2, в 1990-е гг. наблюдалась противоположная тенденция, то есть, более высокая численность икры была отмечена в Гданьской впадине. По-видимому, это могло объясняться тем, что после резкого уменьшения придонной солёности в конце 1980-х — начале 1990-х гг. имело место опускание адвективных вод на дно более глубоководной, чем Гданьская, Готландской впадины [Matthaus, 2006]. Это препятствовало миграции нерестовой трески в этот район. Можно предположить, что в современный период после серии затоков солёных вод имела место нерестовая миграция половозрелой трески в Готландский район, следствием и было увеличение численности икры трески в этом районе зоны РФ.

Численность икры шпрота в июле 2019 г. была выше численности икры трески, но значительно ниже количественных оценок за май 1994 и июль 1997 гг. В отличие от 1990-х гг. ее количество было больше в северной части российской зоны, чем в Гданьском районе. В этот сезон года репродукция шпрота происходит в поверхностном слое и не лимитируется солёностью и содержанием кислорода [Грауман, 1984]. Сроки массового нереста шпрота в Балтике в значительной степени определяются термическим режимом. Низкая численность икры этого вида в июле 2019 г. была, по-видимому, связана с завершением нереста шпрота ввиду его более раннего начала в современный период. Сдвиг размножения шпрота на более ранние сроки принято связывать с ростом температуры воздуха в предшествующую зиму [Грауман, 1983]. Следствием было повышение температуры воды в холодном промежуточном слое и более раннее начало нереста шпрота [Karasiova, Zezera, 2000]. В настоящее время численность этого вида в целом по Балтийскому морю и в водах РФ в частности находится на довольно высоком уровне [Амосова и др., 2018].

Мелководная прибрежная зона характеризуется отсутствием галоклина, низкой солёностью и резко выраженной сезонной изменчивостью термического режима в прибрежных местообитаниях. Чередование процессов апвеллинга и даунвеллинга под воздействием изменений в ветровом режиме может влиять на температуру воды в прибрежной зоне [Голенко, 2010]. Преобладание нагонных поверхностных течений, связанных с усилением западных ветров и ослаблением апвеллинга, способствует переносу ранних онтогенетических стадий шпрота из глубоководных районов в прибрежное мелководье. Одновременно возможен вынос личинок донных рыб в глубоководную часть посредством компенсационного придонного течения. В июле 2019 г. были отмечены такие явления, не носившие, однако, массового характера. Более высокое видовое разнообразие ихтиопланктона в прибрежной зоне по сравнению с глубоководной частью может объясняться большим разнообразием усло-

вий среды, включая сезонную изменчивость термического режима, диапазон глубин от береговой линии до 50 м, различные типы субстратов [Karasiova, 2016]. Важным, но мало изученным фактором, по-видимому, может служить разнообразие донных биоценозов [Гусев, 2004; Ежова, Спиридо, 2007; Ezhova, Kocheshkova, 2019].

Бычок малый является наиболее многочисленным видом в сообществе прибрежных рыб [Zmudzinski, 1990], что, возможно, определяется его эвригалинностью и способностью нереститься на различных субстратах (ракушечник, песок). Его личинки распространены в широком диапазоне глубин, который согласно общепринятому зонированию Балтийского моря, характеризуется разнообразием гидрологических условий, донного субстрата и кормовой обеспеченности [Olenin, 1997]. Резкое уменьшение численности личинок этого вида в последние годы может быть связано с расселением в прибрежных водах Балтики понто-каспийского вида из сем. Gobiidae — бычка-кругляка *Neogobius melanostomus*. В отличие от личинок аборигенных gobiid, численность потомства этого вселенца сложно учесть ихтиопланктонной сетью. Его личинко-мальки лишены плавательного пузыря и поднимаются в толщу вод только в тёмное время суток, по-видимому, пока их длина не превысила 9 мм [Hensler, Jude, 2007]. Согласно К.И. Москальковой [1996], кругляк характеризуется эмбрионизацией развития: личиночные этапы онтогенеза он проходит под оболочкой икринки, вылупляясь в виде малька с дефинитивными органами локомоции, зрения, пищеварения, но с достаточно крупными остатками желточного мешка. Таким образом, выклюнувшиеся особи имеют одновременно как признаки малька (сформировавшиеся плавники), так и признаки личинки (желточный мешок), что, по-видимому, делает уместным использование термина «личинко-малек».

Впервые появление бычка-кругляка в Балтийском море было отмечено в 1990 г. в польской части Гданьского залива [Skóra, Stolarski, 1993]. В настоящее время этот вид расселился не только вдоль всего балтий-

ского побережья, но и продвинулся вверх по течению Днестра, Буга, Днепра и Волги (Москалькова, 1996). Он также появился в Великих озёрах США [Kornis et al., 2012]. В прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики он, по-видимому, может конкурировать с бычком малым за нерестовые участки, вытесняя его в сезон размножения на глубины более 30 м.

ВЫВОДЫ

1. Распределение икринок трески и шпрота в ИЭЗ РФ характеризовалось их низким количеством в Гданьском районе и локализацией основных скоплений в Южно-Готландском районе.

2. Средняя численность икры трески в июле 2019 г. была близка к среднемноголетнему уровню за 1992–2015 гг., выше средней за годы отсутствия адвекций в 1990-е — начале 2000-х гг., но ниже, чем в годы (1994, 2003) проникновения вод больших балтийских затоков.

3. Средняя численность икры шпрота в июле 2019 г. была ниже среднемноголетнего значения за июль 2004–2011 гг., что, по-видимому, было связано со сдвигом начала и завершения нереста на более ранние сроки.

4. Средняя численность бычка малого была ниже среднемноголетнего значения, возможно, в связи с конкурентным воздействием понто-каспийского вселенца бычка-кругляка.

ЛИТЕРАТУРА

- Амосова В.М., Васильева Т.Г., Зезера А.С. 2018. О перспективах развития отечественного промысла шпрота в Балтийском море до 2025 г. // Труды ВНИРО. Т. 171. С. 39–55.
- Голенко М.Н. 2010. Исследование пространственной термохалинной и динамической структуры прибрежного апвеллинга на примере юго-восточной части Балтийского моря. Автореф. дис. ... канд. физ.-мат. наук. Калининград. 26 с.
- Грауман Г.Б. 1983. Закономерности формирования численности поколений балтийского шпрота на ранних стадиях онтогенеза // Рыбохоз. Исследования в бассейне Балтийского моря. Вып. 18. С. 38–48.
- Грауман Г.Б. 1984. Ихтиопланктон // Очерки по биологической продуктивности Балтийского моря. М. Управление делами Секретариата СЭВ. С. 257–456.
- Гусев А.А. 2004. Батиметрическое распределение макрозообентоса в Калининградской зоне Балтийского моря в 2001 г. // Морская флора и фауна северных широт: механизмы адаптации и регуляции роста организмов. Апатиты. Изд-во КНЦ РАН. С. 69–77.
- Ежова Е.Е., Спиридо О.В. 2007. Макробентос прибрежных вод Юго-Восточной Балтики // Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»). Вып. 2. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. С. 507–517.
- Казанова И.И. 1954. Определитель икры и личинок рыб Балтийского моря и его заливов // Труды ВНИРО. Т. 26. С. 221–265.
- Карасева Е.М., Зезера А.С. 2016. Причины различного влияния затоков североморских вод на размножение трески *Gadus morhua callarias* в Готландской впадине Балтийского моря // Океанология. Т. 56. № 5. С. 708–719.
- Карасева Е.М. 2017 а. Межгодовые колебания численности икры и личинок трески в Гданьской впадине Балтийского моря в современный период в связи изменениями в условиях среды и динамике индекса выживания // Труды Атлантики. Новая серия. Т. 1. № 2. С. 146–153.
- Карасева Е.М. 2017 б. О влиянии факторов среды на сроки начала и окончания массового нереста балтийского шпрота // V Балт. Морской Форум. Всерос. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов». Труды. Калининград. ФГБОУ ВО КГТУ. С. 273–276.
- Кречик В.А., Капустина М.В., Дубравин В.Ф., Ежова Е.Е. 2017. Различия и изменчивость термохалинных и гидрохимических показателей вод придонного слоя Гданьской и Готландской впадин в 2015–2016 годах // Система Балтийского моря. М.: Научный мир. С. 109–121.
- Москалькова К.И. 1996. Экологические и морфофизиологические предпосылки к расширению ареала у бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* в условиях антропогенного загрязнения водоемов // Вопросы ихтиологии. Т. 36. № 5. С. 615–621.
- Расс Т.С., Казанова И.И. 1966. Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. М: Пищ. пром-ть., 42 с.
- Alheit J., Möllmann C., Dutz J., Kornilovs G., Löwe P., Mohrholz V., Wasmund N. 2005. Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and in the central North Sea in the late 1980s. // J. Mar. Sci. Vol. 62 (7). PP. 1205–1215.
- CORE. 1998. Mechanisms influencing long term trends in reproductive success and recruitment of Baltic cod: Implications for fisheries management // AIR2-CT94–1226. Final Report. Part II. P. 526.

- Ezhova E., Kocheshkova O.* 2019. Mapping of bottom assemblages in the South-Eastern Baltic Sea, Russian EEZ // Annual conference «Geohab». 2019 — Marine Geological and Biological Habitat Mapping»: Abstracts (May 13–17, 2019, St. Petersburg, Russia). SPb: VSEGEI Press. P. 58–59.
- Hensler S.R., Jude D.J.* 2007. Diel vertical migration of round goby larvae in the Great Lakes // *J. Great Lakes Res.* V. 33. P. 295–302.
- Karasiova E.M., Zezera A.S.* 2000. On influence of long-term variability of temperature regime in the Gdansk Deep of the Baltic Sea on the sprat reproduction and the offspring survival // *ICES 2000. C.M. L.* 06. P. 12
- Karasiova E.M.* 2016. Ichthyoplankton biodiversity in the deep-water and coastal parts of the South-Eastern Baltic // *Baltic and Black Sea. Ecological Perspectives, Biodiversity and Management. Consequences of environmental changes.* Published by Nova Science Publishers, Inc. New York. P. 23–46.
- Kornis M.S., Mercado-Silva N., Vander Zanden M.J.* 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications // *J. of Fish Biology.* V. 80. P. 235–285.
- Matthaus W.* 2006. The history of investigations of salt water inflows into the Baltic Sea —from the early beginning to recent results // *Meereswissenschaft. Bericht.* № 65. P. 1–73.
- Olenin S.* 1997. Benthic zonation of the eastern Gotland Basin, Baltic Sea // *Netherlands J. of Aquatic Ecology.* V. 30 (4) P. 265–282.
- Skóra K.T., Stolarski E.J.* 1993. New fish species in the Gulf of Gdansk *Neogobius melanostomus* (Pallas1811) // *Notes Bulletin of the Sea Fisheries Institute.* Vol.1 (128). P. 83.
- STORE.* 2003. Environmental and fisheries influences on fish stock recruitment in the Baltic Sea. Pt. 2. Final Consolidated Rept. FAIR CT 98 3959. Brussell, 604 p.
- Zmudzinski L.* 1990. *Swiat Zwierzecy Baltyku.* Warszawa: Wydawnictwa szkolna i pedagogiczna. 196 s.

Поступила в редакцию 10.08.2020 г.
Принята после рецензии 27.08.2020 г.

Aquatic biological resources

Ichthyoplankton of the South-Eastern Baltic Sea in the summer season: modern changes in the distribution and abundance of eggs and larvae of mass species

E.M. Karaseva¹, A.G. Arkhipov¹, E.E. Ezhova²

¹ Atlantic Branch of FSBSI «VNIRO» («AtlantNIRO»), Kaliningrad, Russia

² P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS (FSBIS «SIO RAS»), Moscow, Russia

The aim of ichthyoplankton studies in July 2019 was to monitor the distribution and estimate the abundance of: 1) eggs and larvae of mass pelagophilous fish species (cod, sprat) in deep-water areas; 2) larvae of small-sized benthic fish species inhabiting the shallow coastal zone of the South-Eastern Baltic Sea (the exclusive economic zone of the Russian Federation). It was noted, the main concentrations of cod and sprat eggs were in the northern part of the area (southern slope of Gotland Deep). Aggregations with a noticeably lower abundance of eggs were observed in the Gdansk basin. In July 2019, the average abundance of cod eggs (3.4 ind./m²) was higher than in the years without strong North Sea advections according to observations in the 1990–2000. Although the reproduction of sprat was nearing completion, in July its eggs dominated the ichthyoplankton assemblage of the deep-water zone, tenfold exceeding the numbers of cod eggs. In the composition of the ichthyoplankton of the shallow-water zone, 7 species of fish larvae were found, among which the sand goby dominated in numbers. Its small-sized larvae were most abundant above depths from 20 to 40 m, which made it possible to identify this depth range as an area of intensive spawning of the species. The decrease in the number of sand goby larvae in the 2010s, compared to the beginning of the 2000s, could be associated with the spread of the Ponto-Caspian invader round goby in the coastal zone, small-sized fry of which were also found in July 2019 in the ichthyoplankton of the coastal zone.

Keywords: South-Eastern Baltic Sea, deep-water and coastal ichthyoplankton, modern changes.

DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-165-177

REFERENCES

- Amosova V.M., Vasil'eva T.G., Zezera A.S.* 2018. O perspektivakh razvitiya otechestvennogo promysla shprota v Baltijskom more do 2025 g. [On the prospects for the development of the domestic sprat fishery in the Baltic Sea until 2025] // Trudy VNIRO. T. 171. S. 39–55.
- Golenko M.N.* 2010. Issledovanie prostranstvennoj termokhalinnoj i dinamicheskoj struktury pribreznogo apvellinga na primere yugovostochnoj chasti Baltijskogo moray [Study of the spatial thermohaline and dynamic structure of coastal upwelling on the example of the southeastern part of the Baltic Sea]. Avtoref. dis. ... kand. fiz.-mat. nauk. Kaliningrad. 26 s.
- Grauman G.B.* 1983. Zakonomernosti formirovaniya chislennosti pokolenij baltijskogo shprota na rannikh stadiyakh ontogeneza [Regularities of the formation of the number of generations of Baltic sprat in the early stages of ontogenesis] // Rybokhoz. Issledovaniya v bassejne Baltijskogo morya. Vyp. 18. S. 38–48.
- Grauman G.B.* 1984. Ikhtioplankton [Ichthyoplankton] // Ocherki po biologicheskoy produktivnosti Baltijskogo morya. M. Upravlenie delami Sekretariata SEHV. S. 257–456.

- Gusev A.A. 2004. Batimetricheskoe raspredelenie makrozoobentosa v Kaliningradskoj zone Baltijskogo morya v 2001 g. [Bathymetric distribution of macrozoobenthos in the Kaliningrad zone of the Baltic Sea in 2001] // Morskaya flora i fauna severnykh shirot: mekhanizmy adaptatsii i regulyatsii rosta organizmov. Apatity: Izd. KNTs RAN. S. 69–77.
- Ezhova E.E., Spirido O.V. 2007. Makrobentos pribrezhnykh vod Yugo-Vostochnoj Baltiki [Macrobenthos of coastal waters of the southeast Baltic] // Kompleksnye issledovaniya protsessov, kharakteristik i resursov rossijskikh morej Severo-Evropejskogo bassejna (proekt podprogrammy «Issledovanie prirody Mirovogo okeana» federal'noj tselevoj programmy «Mirovoj okean»). Vyp. 2. Apatity: Izd. KNTs RAN. C. 507–517.
- Kazanova I.I. 1954. Opredelitel' ikry i lichinok ryb Baltijskogo morya i ego zalivov [Keys to fish eggs and larvae of the Baltic Sea and its bays] // Trudy VNIRO. T. 26, M. S. 221–265.
- Karaseva E.M., Zezera A.S. 2016. Prichiny razlichnogo vliyaniya zatokov severomorskikh vod na razmnozhenie treski *Gadus morhua callarias* v Gotlandskoj vpadine Baltijskogo morya [The reasons for the different influences of the North Sea waters on the reproduction of the cod *Gadus morhua callarias* in the Gotland depression of the Baltic Sea] // Okeanologiya. T. 56. № 5. S. 708–719.
- Karaseva E.M. 2017 a. Mezhdogodovye kolebaniya chislennosti ikry i lichinok treski v Gdan'skoj vpadine Baltijskogo morya v sovremennyj period v svyazi izmeneniyami v usloviyakh sredy i dinamike indeksa vyzhivaniya [Interannual fluctuations in the abundance of cod eggs and larvae in the Gdansk Basin of the Baltic Sea in the modern period due to changes in environmental conditions and dynamics of the survival index] // Trudy AtlantNIRO. Novaya seriya. T. 1. № 2. S. 146–153.
- Karaseva E.M. 2017 b. O vliyaniy faktorov sredy na sroki nachala i okonchaniya massovogo neresta baltijskogo shprota [On the influence of environmental factors on the timing of the beginning and end of the mass spawning of Baltic sprat] // V Balt. Morskoy Forum. Vseros. Konf. «Vodnye bioresursy, akvakul'tura i ehkologiya vodoemov». Trudy. Kaliningrad. FGBOU VO KGTU. S. 273–276.
- Krechik V.A., Kapustina M.V., Dubravin V.F., Ezhova E.E. 2017. Razlichiya i izmenchivost' termokhalinnykh i gidrokhimicheskikh pokazatelej vod pridonno go sloya Gdan'skoj i Gotlandskoj vpadin v 2015–2016 godakh [Differences and variability of thermohaline and hydrochemical parameters of the waters of the bottom layer of the Gdansk and Gotland depressions in 2015–2016] // Sistema Baltijskogo morya. M.: Nauchnyj mir. 608 s.
- Moskal'kova K.I. 1996. Ekologicheskie i morfofiziologicheskie predposylki k rasshireniyu areala u bychka-kruglyaka *Neogobius melanostomus* v usloviyakh antropogennogo zagryazneniya vodoemov [Ecological and morphophysiological prerequisites for the expansion of the range of the round goby *Neogobius melanostomus* under conditions of anthropogenic pollution of water bodies] // Voprosy ikhtiologii. T. 36. № 5. S. 615–621.
- Rass T.S., Kazanova I.I. 1966. Metodicheskoe rukovodstvo po sboru ikrinok, lichinok i mal'kov ryb [Methodological guide for the collection of eggs, larvae and juveniles]. M: Pishch. prom-t'. 42 s.
- Alheit J., Möllmann C., Dutz J., Kornilovs G., Löwe P., Mohrholz V., Wasmund N. 2005. Synchronous ecological regime shifts in the central Baltic and in the central North Sea in the late 1980s. // J. Mar. Sci. Vol. . PP. 1858–1873.
- CORE. 1998. Mechanisms influencing long term trends in reproductive success and recruitment of Baltic cod: Implications for fisheries management // AIR2-CT94–1226. Final Report. Part II. P. 526.
- Ezhova E., Kocheshkova O. 2019. Mapping of bottom assemblages in the South-Eastern Baltic Sea, Russian EEZ // Annual conference «Geohab». 2019 —Marine Geological and Biological Habitat Mapping»: Abstracts (May 13–17, 2019, St. Petersburg, Russia). SPb: VSEGEI Press. P. 58–59.
- Hensler S.R., Jude D.J. 2007. Diel vertical migration of round goby larvae in the Great Lakes // J. Great Lakes Res. V. 33. P. 295–302.
- Karasiova E.M., Zezera A.S. 2000. On influence of long-term variability of temperature regime in the Gdansk Deep of the Baltic Sea on the sprat reproduction and the offspring survival // ICES 2000. C.M. L. 06. P. 12
- Karasiova E.M. 2016. Ichthyoplankton biodiversity in the deep-water and coastal parts of the South-Eastern Baltic // Baltic and Black Sea. Ecological Perspectives, Biodiversity and Management. Consequences of environmental changes. Published by Nova Science Publishers, Inc. New York. P. 23–46.
- Kornis M.S., Mercado-Silva N., Vander Zanden M.J. 2012. Twenty years of invasion: a review of round goby *Neogobius melanostomus* biology, spread and ecological implications // J. of Fish Biology. V. 80. P. 235–285.
- Matthaus W. 2006. The history of investigations of salt water inflows into the Baltic Sea —from the early beginning to recent results // Meereswissenschaft. Bericht. № 65. P. 1–73.
- Olenin S. 1997. Benthic zonation of the eastern Gotland Basin, Baltic Sea // Netherlands J. of Aquatic Ecology. V. 30 (4) P. 265–282.
- Skóra K.T., Stolarski E.J. 1993. New fish species in the Gulf of Gdansk *Neogobius melanostomus* (Pallas1811) // Notes Bulletin of the Sea Fisheries Institute. Vol.1 (128). P. 83.
- STORE. 2003. Environmental and fisheries influences on fish stock recruitment in the Baltic Sea. Pt. 2. Final Consolidated Rept. FAIR CT 98 3959. Brussell, 604 p.
- Zmudzinski L. 1990. Swiat Zwierzecy Baltyku. Warszawa: Wydawnictwa szkolna i pedagogiczna. 196 s.

TABLE CAPTIONS

Table 1. Distribution and average abundance (ind./m²) of ichthyoplankton in the Gdansk and South Gotland depressions in July 2019

Table 2. Maximum and average abundance, ind./m², of cod and sprat eggs in the Gdansk and South Gotland regions in 1994, 1997 and 2019.

Table 3. Abundance and length of sprat larvae in the depth range, July 2019

Table 4. Distribution (%) of bottom fish larvae relative to the depths of the survey area

FIGURE CAPTIONS

Fig. 1. Location of ichthyoplankton stations in the EEZ of the RF in July 2019

Fig. 2. Distribution (%) of small-sized and large-sized goby larvae of small depths of the survey area

Fig. 3. Distribution (%) of small goby larvae in 2000–2004 and 2019 by the depths of the survey area

Fig. 4. Anomaly in the number (%) of small goby larvae in July for the period 2000–2019