

На правах рукописи

ИВАНОВИЧ ВИКТОРИЯ МИХАЙЛОВНА



**ИХТИОПЛАНКТОН ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ
ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БАЛТИЙСКОГО МОРЯ**

03.00.10 – Ихтиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Калининград – 2006

Работа выполнена в ФГУП Атлантическом научно-исследовательском институте
рыбного хозяйства и океанографии (АтлантНИРО)

Научный руководитель:

Доктор биологических наук, профессор Шибавев Сергей Вадимович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор Кудерский Леонид Александрович
кандидат биологических наук Маклыгин Леонид Георгиевич

Ведущая организация: Государственный научно-исследовательский институт
озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ)

Защита диссертации состоится «21» декабря 2006 г. в 14:00 ч. на заседании
диссертационного совета К 307.007.01 при Калининградском государственном
техническом университете по адресу:

236000, Калининград, Советский проспект, 1, ауд. 424.

Факс: (4012) 91-68-46

E-mail: serpunin@klgtu.ru

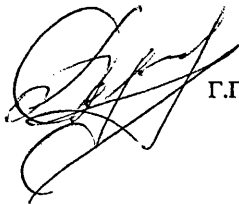
С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Калининградского
государственного технического университета.

Автореферат разослан «14» ноября 2006 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета

доктор биологических наук, профессор



Г.Г.Серпунин

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Мелководная прибрежная зона Юго-Восточной Балтики является районом, обеспечивающим формирование запасов промысловых и мелких непромысловых видов рыб, играющих важную роль в трофических цепях экосистемы. Здесь нерестятся сельдь и шпрот — одни из основных промысловых объектов Балтийского моря. Вместе с тем, прибрежная зона является сосредоточением многих интересов, которые, зачастую несовместимы с целями сохранения среды и устойчивого рыболовства. Так, прибрежная акватория Юго-Восточной Балтики (Калининградского региона) стала ареной интенсивного хозяйствования, которое развивается быстрыми темпами за счет активизации и развития инвестиционно-привлекательных отраслей экономики, связаных с использованием ресурсов прибрежной зоны (Айбулатов, 2005). Основной путь сохранения экосистемы в условиях антропогенного пресса — мониторинг за состоянием природных экосистем, элементом которого является ихтиопланктонный комплекс, формирующийся в прибрежной зоне. Кроме того, исследование динамики ихтиопланктона позволяет оценить эффективность естественного воспроизводства рыбных запасов и установить пределы безопасного рыболовства. Состав ихтиопланктона и его пространственно-временная динамика в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики до сих пор остаются малоизученными. Исследования раннего онтогенеза рыб, проводимые АтлантНИРО в 2000-2005 г., осуществлялись с целью познания механизма формирования численности популяций, оценки изменения качественного и количественного состава ихтиопланктона, которые могут служить важным индикатором грядущих изменений в сообществе взрослых рыб.

Цель и задачи работы.

Целью работы является: изучение структуры и закономерностей формирования ихтиопланктонного сообщества прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики под воздействием абиотических факторов.

В процессе работы решались следующие задачи:

- 1) Оценить видовую структуру и численность ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной части Балтийского моря;
- 2) Проанализировать пространственные, межгодовые и сезонные изменения численности и распределения икры и личинок рыб;
- 3) Составить каталог личинок и мальков рыб, встреченных в ихтиопланктоне в 2000-2005 гг.;
- 4) Провести анализ влияния абиотических факторов на распределение и численность ихтиопланктона;
- 5) Изучить морфологию и выявить наличие или отсутствие морфологических отклонений в развитии личинок и мальков рыб.

Научная новизна. На основе современных данных по ихтиопланктону прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики впервые изучена видовая структура и динамика численности ихтиопланктонного комплекса, а также видовое разнообразие с применением информационных показателей. Впервые составлен каталог личинок и мальков рыб, встречающихся в ихтиопланктоне Юго-Восточной Балтики. Выделены абиотические факторы, влияющие на формирование ихтиопланктонно-

го сообщества. Впервые проведены исследования морфологического состояния личинок и мальков рыб, с целью выявления уродств в развитии и медленно накапливающихся изменений в темпе дифференцировки и скорости их роста.

Практическая значимость исследований. Результаты работы служат исходной информацией о состоянии запасов и среды обитания балтийских рыб в соответствии с тематическим планом научно-исследовательских работ ФГУП АтлантНИРО. Данные представляются на научной сессии ИКЕС для разработки экосистемных оценок состояния запасов и рекомендаций по мерам управления промыслом, а также используются при мониторинге районов свалки грунта и инфраструктуры нефтяного месторождения в Балтийском море. Выполненные исследования позволяют планировать учетные съемки по ихтиопланктону. Составленный каталог личинок и мальков рыб дает информацию об ихтиопланктонном сообществе исследуемого района. Работы по оценке морфологического состояния личинок и мальков рыб выявили отсутствие аномалий в их развитии на ранних онтогенетических стадиях.

Положения, выносимые на защиту:

- 1) Особенности видовой структуры ихтиопланктонного сообщества прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики (Калининградская область) и его пространственно-временной изменчивости;
- 2) Характер связи между вариабельностью видового состава, численностью ихтиопланктона и гидрологическими факторами;
- 3) Оценка возможности применения морфологического анализа личинок и мальков рыб для характеристики качества среды в Юго-Восточной Балтике.

Апробация работы. Результаты научных исследований, положенных в основу диссертации, неоднократно были представлены на семинарах отдела Балтийского моря и лиманов, на заседании биологической секции Ученого совета ФГУП АтлантНИРО (2005), на научной сессии ИКЕС (Копенгаген, Дания, 2002), на Второй Всероссийской школе по морской биологии в разделе “Морская флора и фауна северных широт: механизмы адаптации и регуляции роста организмов” (Мурманск, 2003 г.), на Международной научной конференции “Инновации в науке и образовании - 2005”, посвященной 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кенигсберга-Калининграда (Калининград, 2005).

Декларация личного участия автора. Автор лично участвовала в сборе и обработке материалов в 8-и научно-исследовательских рейсах в период с 2001-2005 гг. Обобщены и проанализированы многолетние материалы исследований лаборатории Балтийского моря за 2000-2005 гг. Составлен каталог личинок и мальков рыб, встреченных в ихтиопланктоне. Работы по изучению морфологического состояния личинок и мальков рыб проведены лично автором в 4-х научно-исследовательских рейсах в Балтийское море.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 8 работ.

Структура и объем работы. Диссертация объемом 175 страниц текста состоит из введения, 6 глав, выводов, списка литературы, содержащего 154 источника, в т.ч. 50 на иностранных языках, включает 47 таблиц и 56 рисунков.

Благодарности. Автор выражает глубокую признательность научному консультанту — кандидату биологических наук, с.н.с. лаборатории Балтийского моря АтлантНИРО Е.М. Карасевой.

ГЛАВА 1. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Настоящая работа выполнена на основе материалов лаборатории Балтийского моря АтланТИРО, полученных при проведении ихтиопланктонных съемок в прибрежной зоне Юго-Восточной части Балтийского моря в пределах глубин от 5 до 50 м (26 подрайон, ИЭЗ Российской Федерации, Калининградская область) в научно-исследовательских экспедициях на судах СТМ-К-1711 «Атлантниро», СТМ-К-1704 «Атлантида», МРТК «Удрия» и СЧС-7011 «Балтика» в 2000-2005 гг. (май-июнь, июль, август, октябрь). В целях выявления и изучения морфологических отклонений в развитии личинок и мальков рыб в районах их скопления в мае и августе 2004-2005 гг. проводились дополнительные сборы ихтиопланктона и его обработка на нефиксированном материале.

Пробы собирались посредством вертикальных (тотальных) ловов (весь период исследования — показатель численности экз/м³), а также — поверхностных, или горизонтальных, ловов (июль — показатель численности экз/лов). Сбор и обработка ихтиопланктонных проб выполнялись в соответствии с общепринятой методикой (Расс, Казанова, 1966). Использовалась ихтиопланктонная сеть ИКС-80 и 10-футовая модель трала Айзекса-Кидда со вставкой ихтиопланктонной сети (газ №21). Объем собранного и обработанного материала представлен в таблице 1, схема расположения ихтиопланктонных станций — на рисунке 1.

Таблица 1 - Объем собранного и обработанного материала

Выполнено ихтиопланктонных съемок	19
Собрано ихтиопланктонных проб	536
в том числе:	
- вертикальный лов	394
- горизонтальный лов	142
Промерено и определено по видам икры и личинок рыб, экз.	14899
в том числе:	
- икра, экз.	764
- личинки, экз.:	14135
- в том числе личинок на морфометрический анализ, экз.	698

Гидрологические наблюдения в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики в 2000-2005 гг. проводились зондом SBE-19 (Sea Bird Electronic, Ltd., США), путем непрерывного зондирования слоя дно-поверхность. На каждой станции проводились измерения температуры, солености и концентрации растворенного в воде кислорода.

Для изучения видового разнообразия ихтиопланктонного комплекса применялись индексы и показатели (Одум, 1975; Шибяев, 2004).

Показатель доминирования (С) вычислялся по Симпсону (1949). Использован компонент разнообразия — выравненность (Е) (Пиелу, 1966), а также функция Шеннона (Н) — общий показатель разнообразия. Применен императивный индекс видового разнообразия Симпсона (D).

Статистическую обработку материала проводили с использованием персонального компьютера в соответствии с общепринятыми методиками (Рокицкий, 1973).

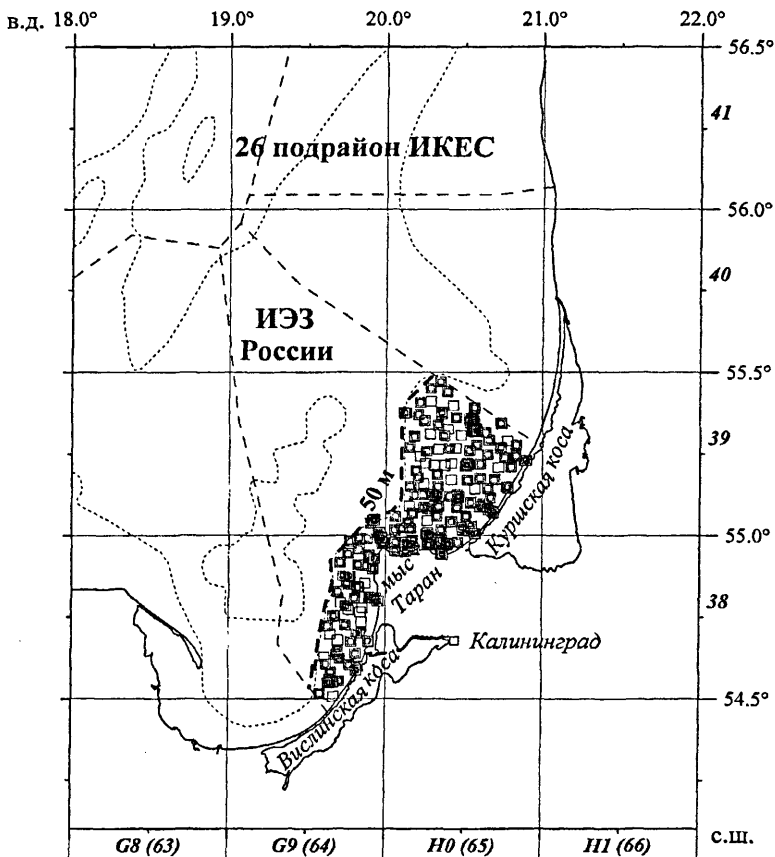


Рисунок 1 — Схема расположения ихтиопланктонных станций в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики (26 подрайон, ИЭЗ РФ) в 2000-2005 гг.

ГЛАВА 2. БАЛТИЙСКОЕ МОРЕ КАК СРЕДА ОБИТАНИЯ

Балтийское море, как морской водоем, является молодым образованием. Возникновение и развитие современной Балтики происходило на протяжении поздне- и послеледниковых периодов, продолжительность которых составила около 13 000 лет.

На основе особенностей распределения донных осадков и рельефа дна прибрежный район Калининградской зоны Балтики был разделен на два подрайона — Восточная часть Гданьского залива и Самбийско-Куршское плато. Грунты представлены мелко-, средне- и грубозернистыми песками, крупно-

зернистыми алевритами, мелкоалевритовыми, левритопелитовыми и пелитовыми илами. Пески залегают у берега (до глубины 20-40 м).

По объему накопленной гидрометеорологической информации более чем за 100-летний период исследований Балтийское море является одной из наиболее изученных в этом плане морских акваторий. К настоящему времени имеется значительное количество опубликованных работ, освещающих различные моменты климатических, океанографических условий Балтики.

Климат Юго-Восточной Балтики характеризуется как переходный от морского к континентальному. Из азональных факторов, формирующих климат Балтики, следует отметить промежуточное положение между Атлантикой и Евразией (Под ред. Терзиева и др., 1992, 1994).

В прибрежной зоне одним из факторов, определяющим гидрологические характеристики, является ветровое волнение. Ветровой режим также обусловлен особенностями географического положения района. Соответственно режиму ветров волнение в районе исследований наиболее развито в период с ноября по февраль. Преобладающие направления распространения волн юго-западное, западное и северо-западное. Чаще всего в 80-95% случаев наблюдаются волны высотой менее 3 метров, повторяемость которых зимой 83%, весной - 94%, летом - 96%, осенью - 91%. Основными факторами, воздействующими на формирование потоков (суммарное течение), являются влекущее действие ветра (дрейфовая составляющая) и наклон свободной поверхности вследствие нагона или стога (градиентная составляющая), т.е. в районе доминируют дрейфово-градиентные (ветровые) течения (Давидан, Лопатухин, 1985).

Формирование температурного режима водной толщи прибрежного района происходит под воздействием целого комплекса гидрометеорологических процессов, среди которых выделяются три основных фактора: 1. поступление тепла (холода) через поверхность моря в результате взаимодействия системы море-атмосфера (радиационный фактор); 2. перенос тепла (холода) процессами вертикального обмена (конвекция, турбулентный обмен); 3. горизонтальный перенос тепла (холода) течениями (адвективный фактор). По условиям формирования теплового состояния водных масс выделяются несколько слоев: верхний, находящийся под непосредственным воздействием процессов теплообмена с атмосферой и отражающий особенности климатических изменений; придонный слой, подверженный в отдельные периоды затокам относительно соленых вод мористой части.

Одна из наиболее характерных особенностей гидрологического режима акватории — сезонный (или годовой) ход термогалинных параметров, обусловленный годовой ритмикой радиационного баланса, пресного стока и других факторов. В прибрежной зоне моря вследствие влияния различных причин регионального характера, в частности, стока рек, процессов льдообразования и ледотаяния, сгонов и нагонов воды и др. сезонная изменчивость гидрологических процессов может существенно модифицироваться.

Годовой ход температуры отражает основные закономерности климатических изменений тепловых процессов в средних широтах: наибольший прогрев вод отмечается летом (июль-август), а значительное охлаждение — зимой (февраль-март). Максимальные значения средней месячной температуры воды на поверхности составляют 16.5-16.7°C, минимальные 1.5-1.9°C.

Режим солености, в значительной степени формирующий весь гидролого-гидрохимический климат района, определяется следующими основными факторами: 1. поступлением речного (пресного) стока в море; 2. переносом соли процессами вертикального обмена; 3. поступлением соли из морской части под действием течений. Характер многолетней изменчивости солености в прибрежной зоне по данным береговых станций Юго-Восточной Балтики имеет определенную общность, отличаясь по абсолютным значениям и по времени наступления периодов осолонения, опреснения, их продолжительности. Средние многолетние значения солености на станциях Балтийска и Клайпеды составляют 5.6‰ и 5.4‰; максимальные - 6.5 и 6.2‰, минимальные - 5.0‰ и 4.5‰, а размах межгодовых колебаний солености 1.5‰ и 1.7‰, соответственно (Под ред. Терзиева и др., 1992, 1994; Zezera, 2001; Зезера, 2002).

Процессы льдообразования и таяния льдов в Балтийском море зависят от типа суровости зим, определяемого в основном суммой отрицательных температур воздуха (Бетин, 1970). В суровые зимы ледяной покров образуется повсеместно и занимает всю северную часть моря и прибрежные воды в центральной и южной частях Балтики; в умеренные зимы ледяной покров наблюдается в северной части моря, в прибрежных водах центральной Балтики и на мелководных акваториях южной части моря; в мягкие зимы лед распространяется в основном вдоль берегов северной и отчасти центральной частей Балтики.

Абиотические условия прибрежной зоны Балтийского моря определяют качественный и количественный состав ее водных биоценозов.

Фитопланктон является одним из первичных звеньев экосистемы Балтийского моря. Наиболее типичными и распространенными видами фитопланктона в Балтике являются: *Anabena spiroides f. baltica*, *Aphanizomenon flos-aquae*, *Chaetoceros danicus* и др. (Kaiser, 1976; Очерки..., 1984). На стадии личинки некоторые виды рыб питаются преимущественно фитопланктоном (треска, молодь песчанки, которая предпочитает некоторые диатомовые, и др.).

Зоопланктон является кормовой базой личинок и молоди всех видов рыб, а также взрослых особей сельди, шпрота и других рыбных объектов. Массовыми представителями зоопланктона Балтики являются *Pseudocalanus elongatus*, *Temora longicornis*, *Acartia varia*, *Centropages hamatus*, *Evadna nordmanni*, *Centropages typicus* и др. (Жигалова, 2002).

Зообентос имеет большое значение в питании почти всех видов рыб. Например, осевшая на дно молодь тюрбо первое время питается донными беспозвоночными; молодь речной камбалы при достижении возраста более 1 года и взрослые особи переходят на питание бентической фауной. Наибольшие площади дна занимает вид *Masoma baltica*, максимальные скопления которого наблюдаются в прибрежной части Юго-Восточной Балтики (Гусев, Урбанович, 2004).

Все массовые виды рыб в современной Балтике имеют в основном чисто морское или пресноводное происхождение. В настоящее время в Балтийском море обитает свыше 70 видов рыб (Тылик, 2003).

История ихтиопланктонных исследований в Балтийском море насчитывает 100 лет. У их истоков стояли немецкие ученые из Гельголандской биологической станции и Кильской морской лаборатории - Эренбаум, Штротдманн и Алштейн. Ими были сделаны первые описания икры и личинок балтийских рыб и некоторых

особенностей их распределения. Систематические количественные ихтиопланктонные сборы в собственно Балтийском море были начаты С. Штротдманном в 1903 г. Значительный вклад в изучение балтийского ихтиопланктона внесла Г.Б. Грауман. Основным направлением ее исследований было изучение особенностей распределения и закономерностей формирования численности в раннем онтогенезе. История советских исследований, закончившаяся в 1991 г., была продолжена в России восстановленной в 1992 г. лабораторией Балтийского моря в АтлантНИРО (Карасева, 2003). Однако прибрежная зона Юго-Восточной Балтики до сих пор остается малоизученной. Результаты многолетних исследований впервые проанализированы и обобщены в данной работе.

ГЛАВА 3. БИОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБ, СОСТАВЛЯЮЩИХ ИХТИОПЛАНКТОННЫЙ КОМПЛЕКС ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

В составе прибрежного ихтиопланктона Юго-Восточной части Балтики было обнаружено 4 вида икринок и 15 видов личинок и мальков рыб (рисунок 2). Они могут быть отнесены к двум основным комплексам: 1) пелагическая икра и личинки видов, размножающихся главным образом в водной толще глубоководных впадин и прибрежной зоне; 2) личинки видов с донной икрой, размножающихся в мелководной прибрежной зоне.

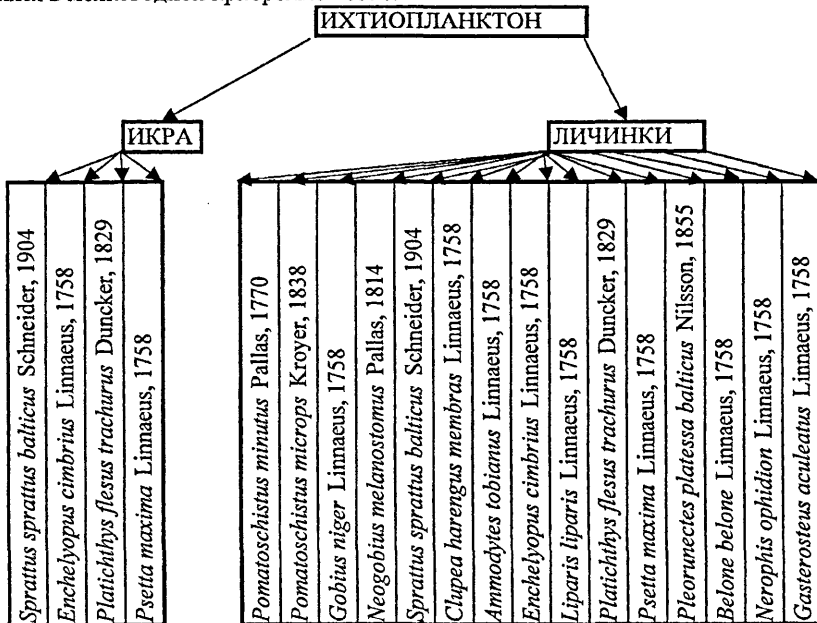


Рисунок 2 — Видовой состав ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики

В первый комплекс входили икра и личинки шпрота (*Sprattus sprattus balticus* Schneider, 1904), личинки морского налима (*Enchelyopus cimbrius* Linnaeus, 1758), речной камбалы (*Platichthys flesus trachurus* Duncker, 1829), морской камбалы (*Pleuronectes platessa balticus* Nilsson, 1855) и тюрбо (*Psetta maxima* Linnaeus, 1758). В другой комплекс входили личинки рыб с донной икрой: бычки семейства *Gobiidae* — бычок малый или малый лысун (*Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770), обыкновенный лысун (*Pomatoschistus microps* Kroyer, 1838), бычок черный (*Gobius niger* Linnaeus, 1758) и бычок-кругляк (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814); балтийская песчанка (*Ammodytes tobianus* Linnaeus, 1758), личинки саргана (*Belone belone* Linnaeus, 1758), липарис (*Liparis liparis* Linnaeus, 1758), сельдь (*Clupea harengus membras* Linnaeus, 1758), колюшка трехиглая (*Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758). Ранние стадии развития северной эмеевидной иглы (*Nerophis ophidion ophidion* Linnaeus, 1758), икра которой вынашивается самцами в выводковой камере, рассматривается вне этих двух группировок.

Согласно полученным данным составлен иллюстрированный каталог рыб, в котором приведены данные о биологии, встречаемости, пространственно-временной изменчивости икры, личинок и мальков за 2000-2005 гг.

Балтийское море – геологически молодой солонатоводный полужамкнутый водосм с бедной по видовому составу ихтиофауной. Поэтому такое небольшое количество встреченных видов в ихтиопланктоне является обычным для данного района.

ГЛАВА 4. ВИДОВАЯ СТРУКТУРА И ЧИСЛЕННОСТЬ ИХТИОПЛАНКТОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКИ

В составе прибрежного ихтиопланктона преобладали личинки видов рыб с донной икрой. Среди икринок наибольшая частота встречаемости приходилась на пелагические икринки шпрота (96,6% в вертикальных и 99,0% в горизонтальных ловах от общей численности икры). Среди личинок наибольшая частота приходилась на бычка малого (83,3% в вертикальных и 89,7% в горизонтальных ловах от общей численности ихтиопланктона). Этот вид доминировал в данном районе (рисунок 3).

В целях изучения структуры и динамики ихтиопланктонного сообщества прибрежной зоны Юго-Восточной части Балтийского моря использованы показатели видового разнообразия, которые можно рассматривать как эффект совокупного воздействия факторов окружающей среды. Согласно рассчитанным показателям разнообразия по Симпсону (D) и общему индексу разнообразия Шеннона (H) ихтиопланктонное сообщество прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики относится к группе со средним и низким биотическим разнообразием (таблица 2). Показатели доминирования (C) имеют достаточно высокие значения, в то время как показатели выравниваемости (E) – низкие. Это говорит о том, что в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики численность между видами распределяется неравномерно, а доминирующую роль в ихтиопланктонном сообществе и играют не все, а лишь ограниченное число видов.

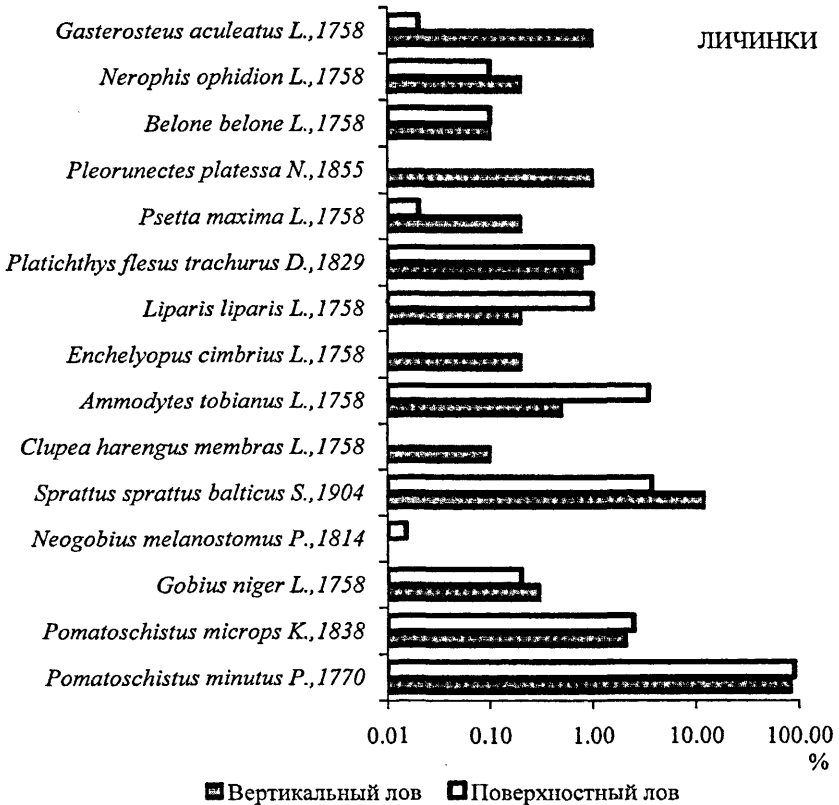
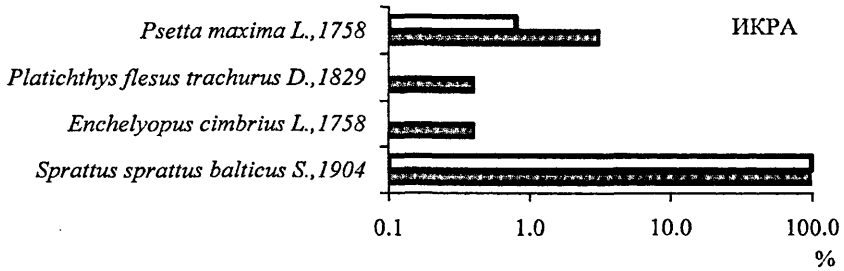


Рисунок 3 — Частота встречаемости видов икры и личинок рыб (по % от общей численности) в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики в вертикальном и поверхностном ловах в 2000-2005 гг.

Таблица 2 - Видовое разнообразие ихтиопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Показатели разнообразия	Вертикальный лов	Поверхностный лов
D (по Симпсону)	$0,280 \pm 0,07$	$0,204 \pm 0,10$
H (Шеннона)	$0,597 \pm 0,08$	$0,486 \pm 0,12$
C (доминирование)	$0,720 \pm 0,10$	$0,796 \pm 0,18$
E (выравненность)	$0,240 \pm 0,06$	$0,189 \pm 0,13$

Изучение сезонной изменчивости видового состава и численности ихтиопланктона мелководья Юго-Восточной Балтики проводилось на основе материалов, полученных в период весенних (май), летних (июль, август) и осенних (октябрь) съемок. Как показали наблюдения, в период с мая по октябрь сезонная изменчивость видового богатства и численности ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики была ярко выражена (рисунок 4,5).

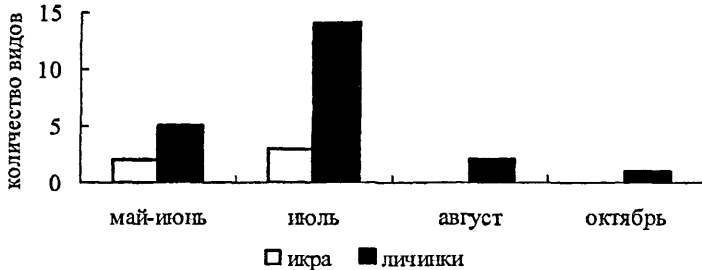


Рисунок 4 — Сезонная изменчивость видового богатства ихтиопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

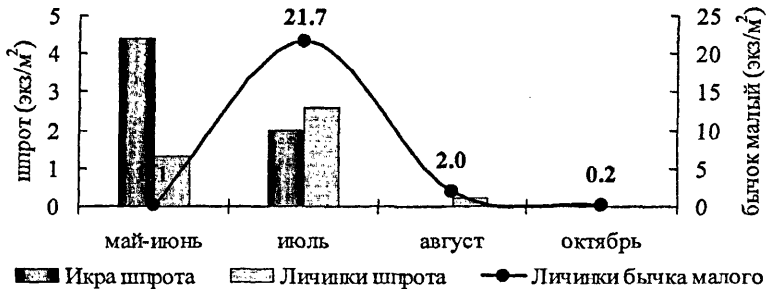


Рисунок 5 — Сезонная изменчивость средней численности (экз/м²) икры и личинок шпрота, личинок бычка малого в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Максимальная численность и количество видов ихтиопланктона прибрежной зоны Балтики наблюдались в июле (15 видов). Преобладали личинки бычка малого. В мае встречено 3 вида икринок (шпрот, речная камбала, морской налим) и 6 видов личинок рыб (шпрот, бычок малый, речная камбала, липарис, песчанка и сельдь). Этот период отличался присутствием в ихтиопланктоне икры шпрота во все годы. В августе икра рыб в прибрежной зоне Юго-Восточной части Гданьского бассейна не обнаружена. Личинки представлены видами: шпрот, бычок малый, обыкновенный лисун и змеевидная игла. В октябре в ихтиопланктоне встречались только личинки бычка малого. Наиболее длительный период встречаемости в ихтиопланктоне отмечен у икры шпрота (май–июль, максимальная средняя численность - в мае) и личинок шпрота (май–август, максимальная средняя численность - в июле), а также у личинок бычка малого (май–октябрь с пиком по численности в июле).

Межгодовая изменчивость видового богатства ихтиопланктона мелководья Юго-Восточной Балтики рассмотрена для 2000-2005 гг. (рисунок 6), по численности — в 2000-2002 и 2004 гг., когда были проведены идентичные съемки (рисунок 7,8).

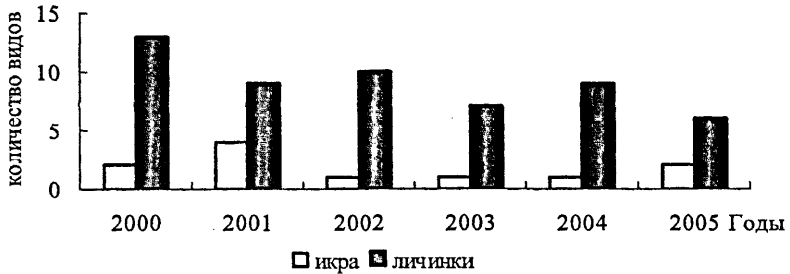


Рисунок 6 — Межгодовая изменчивость видового богатства ихтиопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

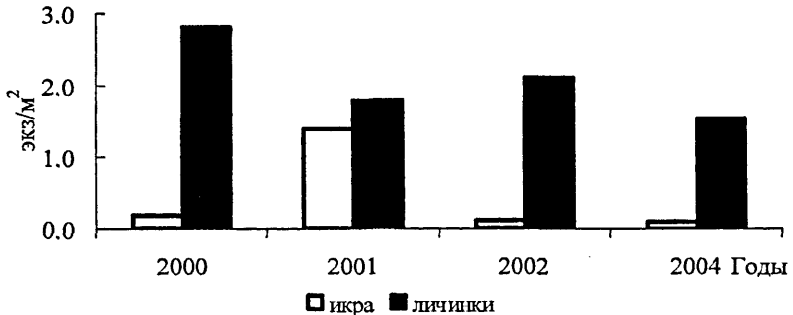


Рисунок 7 — Межгодовая изменчивость средней численности (экз/м²) ихтиопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Максимальное количество видов (13) было обнаружено в 2000 г., в то время как в 2001 - 9 видов, в 2002 - 10 в 2003 - 7 видов, в 2004 - 9 видов и в 2005 г. — 6 видов. В 2000 г. увеличение видового богатства произошло за счет появления впервые отмеченных в прибрежном ихтиопланктоне личинок морского налима, морской камбалы, липариса, саргана, сельди, трехиглой колюшки. В 2001 г. наблюдалось максимальное количество видов икры рыб за счет присутствия в ихтиопланктоне икринок морского налима и тюрбо, однако отсутствовали личинки сельди, морского налима, липариса, морской камбалы и трехиглой колюшки. В 2002 г. в ихтиопланктоне, наряду с остальными видами, появились личинки липариса, в 2003 г. исчезли личинки песчанки и тюрбо, в 2004 г. были вновь отмечены личинки морского налима и песчанки, в 2005 г. — личинки сельди.

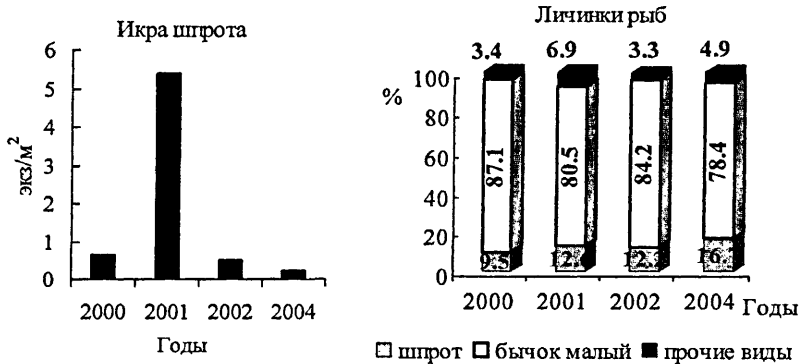


Рисунок 8 — Средняя численность икры шпрота (экз/м²) и частота встречаемости личинок рыб (% от общей численности) в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Наибольшая средняя численность ихтиопланктона, а также видовое богатство по икре наблюдались в 2001 г., когда средняя численность икры шпрота в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики достигала максимума. Пик средней численности и видового богатства по личинкам рыб отмечен в 2000 г., когда численность и частота встречаемости личинок бычка была максимальной.

Максимальное видовое разнообразие личинок рыб в вертикальных ловах, согласно рассчитанным показателям Шеннона ($H=0.54$) и Симпсона ($D=0.53$), наблюдалось в 2000 г. (таблица 3). При подсчете показателей доминирования по Симпсону (C) минимальные значения отмечены в 2003 и 2005 гг. В эти годы, несмотря на небольшое количество видов встреченных личинок рыб, доминирование было распределено между большим числом видов, причем частота встречаемости личинок бычка малого (в прибрежной зоне — доминирующий вид) в обоих типах лова была минимальной за весь период исследований. В остальные годы наблюдений доля личинок бычка была высокой и составляла 80-90% от общей численности личинок рыб. Этому соответствуют значения показателей выравни-

ности (Е) распределения численности между видами, которые максимальны в 2000-2002 и 2004 г.

Таблица 3 - Межгодовая показателей видового разнообразия (среднее \pm стандартное отклонение при 95%-ном уровне значимости) ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики

Год	Показатели			
	Д (по Симпсону)	Н (Шеннона)	С (доминирование)	Е (выравненность)
2000	0,53 \pm 0,17	0,54 \pm 0,29	0,80 \pm 0,17	0,26 \pm 0,12
2001	0,37 \pm 0,16	0,46 \pm 0,28	0,77 \pm 0,16	0,28 \pm 0,13
2002	0,41 \pm 0,11	0,44 \pm 0,18	0,73 \pm 0,11	0,25 \pm 0,09
2003	0,20 \pm 0,16	0,31 \pm 0,35	0,49 \pm 0,17	0,17 \pm 0,06
2004	0,39 \pm 0,12	0,42 \pm 0,17	0,63 \pm 0,12	0,29 \pm 0,24
2005	0,25 \pm 0,22	0,33 \pm 0,23	0,41 \pm 0,28	0,15 \pm 0,26

В целом, вариабельность численности и видового состава ихтиопланктона определялась абиотическими факторами, рассмотренными в следующей главе.

ГЛАВА 5. ВОЗДЕЙСТВИЕ АБИОТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ФОРМИРОВАНИЕ ИХТИОПЛАНКТОННОГО КОМПЛЕКСА

Среди основных экологических факторов, влияющих на формирование численности и видового состава ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики, выделяются абиотические (гидрологические) условия, которые определяют пространственное распределение ихтиопланктона.

Изучение гидрологических условий и пространственного распределения ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной части Балтийского моря проводилось в двух направлениях: 1) по акватории исследуемой зоны (по горизонтали); 2) по глубине (по вертикали). В первом случае для получения представления о пространственном распределении видового состава и количественных показателей ихтиопланктона прибрежная Юго-Восточной Балтики была разделена на три района: 1. Вислинская коса и западное побережье Самбийского п-ова (Южный район); 2. Северное побережье Самбийского полуострова от м. Таран – на восток до Куршской косы (Центральный район); 3. Куршская коса (Северный район). Предложенная схема районирования связана с шириной (протяженностью) мелководья (от берега до глубин 50 м) прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики. Южный район (Вислинская коса) имеет ширину от 3,5 (район Щукинского маяка) до 8-10 миль (южнее мыса Таран), северный район (Куршская коса) до 28-30 миль (п. Рыбачий). Соответственно в первом районе, вследствие самой узкой ширины прибрежной зоны, наблюдается большее влияние на распределение и численность ихтиопланктона процессов взаимодействия с глубоководной частью Гданьского залива. В северном районе, в результате удаленности от глубинной акватории, влияние процессов взаимодействия с глубоководной частью моря минимально. В общей циркуляции вод Балтийского моря основной поток у юго-восточного и восточного побережья имеет северное, северо-восточное направление.

Наиболее важными характеристиками среды, оказывающими влияние на формирование численности и видового состава ихтиопланктонного сообщества, являются температура, соленость и содержание растворенного кислорода.

Внутригодовой ход сезонной изменчивости поверхностной и придонной температуры воды в прибрежной зоне моря, обусловленный географическим положением района, в 2000-2005 гг. носил однотипный характер и различался только по абсолютным значениям температуры. В придонном и поверхностном слоях минимальные значения отмечены в мае (2,3°C и 6,6°C соответственно), максимальные — в августе: 19,7°C и 21,9°C. В рамках межгодовых колебаний температуры выделяются относительно теплые и холодные годы. Так 2001 г. характеризовался более значительным прогревом вод в июле (до 17,4°C), а 2000 и 2002 г. — в мае (до 13,5-15,0°C). Сравнительно низкие температуры на поверхности акватории наблюдались в мае 2003-2004 гг. (до 11,6-12,6°C).

Внутригодовые колебания значений солености поверхностного слоя акватории значительно меньше соответствующих колебаний температуры. Диапазон изменений был незначительным и составил 5,5-7,3‰ в мае, 6,2-7,4‰ в июле и 6,5-7,3‰ в августе. В придонном слое на основной части прибрежной зоны значения солености не превышали 7,2‰. Максимальные значения (до 11,8‰) отмечены в 2003 г. только на периферии района исследований, когда имела место наиболее значительная за последние десять лет адвекция североморских вод в Балтийское море (Зезера, 2003). Характерной чертой исследуемой мелководной акватории, в отличие от мористой глубоководной части, являлось отсутствие постоянного галоклина.

Газовый режим мелководных прибрежных районов характеризовался высокими концентрациями растворенного в воде кислорода (2,0-9,0 мл/л — в придонном слое и 5,2-10,2 мл/л — в поверхностном слое).

Количество видов и средняя численность ихтиопланктона различались по районам (рисунок 9).

Максимальное число видов (13) и средняя численность икры и личинок рыб встречалось в районе Вислинской косы. Значения показателей видовой разнообразия также понижались с юга на север (таблица 4). В южном районе (Вислинская коса) наряду с обычными солоноватоводными видами шире была представлена морская ихтиофауна (личинки морского налима, липариса, морской камбалы и др.). В северном районе (Куршская коса) качественный и количественный состав морских видов соответственно был беднее.

В исследуемом районе нерест рыб происходит в весенне-летний период (май-август), с пиком в июле, для которого характерно максимальное видовое разнообразие и численность ихтиопланктона. Основными видами, формировавшими численность ихтиопланктонного сообщества в прибрежной зоне моря, являлись шпрот и бычок малый. Поскольку нерест шпрота происходит в поверхностном слое прибрежной зоны в июле, то на распределение и численность его икры и личинок наибольшее влияние оказывает температура поверхностных вод. На распределение и численность бычка малого, вследствие особенностей его размножения и развития, влияла температура, как в придонном, так и в поверхностном слоях воды.

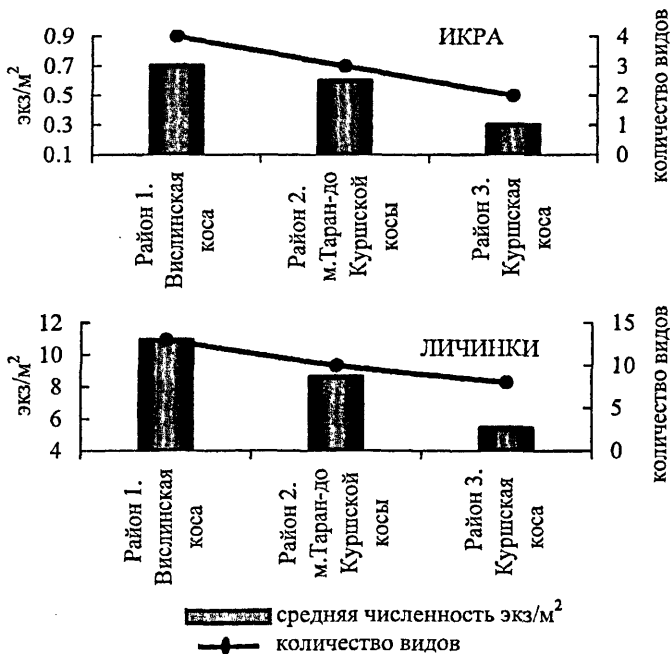


Рисунок 9 — Пространственная изменчивость средней численности и видового богатства икhtiопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Таблица 4 - Разнообразие личинок рыб в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики (цифры представляют среднее \pm стандартное отклонение при 95%-ном уровне значимости)

Показатели разнообразия	Район 1. Вислинская коса	Район 2. мыс Таран-до Куршской косы	Район 3. Куршская коса
D (по Симпсону)	0,38 \pm 0,07	0,29 \pm 0,24	0,26 \pm 0,19
H (Шеннона)	0,64 \pm 0,09	0,55 \pm 0,41	0,50 \pm 0,34
C (доминирование)	0,63 \pm 0,06	0,70 \pm 0,24	0,75 \pm 0,18
E (выравненность)	0,56 \pm 0,25	0,43 \pm 0,26	0,42 \pm 0,24

В прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики икра и личинки шпрота отмечались в мае, июле и августе 2000-2005 гг. в поверхностном слое над глубинами от 5 до 50 м в обоих типах лова. Максимальная численность икры шпрота в мае наблюдалась при температуре 10-12°C, в июле — при 18-20°C над глубинами 45-

50 м. Максимальная численность личинок отмечена в июле — при 16-18°C. В пространственном распределении шпрота в районе от м.Таран на восток, включая Куршскую косу выявлена положительная корреляция между средней численностью и температурой воды. В районе Вислинской косы это явление отмечено не было (рисунок 10).

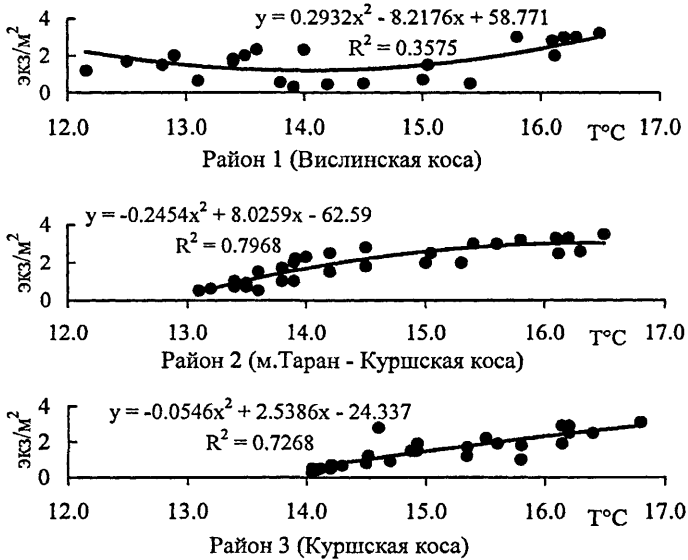


Рисунок 10 — Средняя численность личинок шпрота и температура воды в поверхностном слое в июле в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Личинки бычка малого встречались в ихтиопланктоне с мая по октябрь 2000-2005 гг. по всей акватории исследований от поверхности до глубины 50 м. Максимальная численность личинок наблюдалась в июле при температуре 14-16°C (рисунок 11).

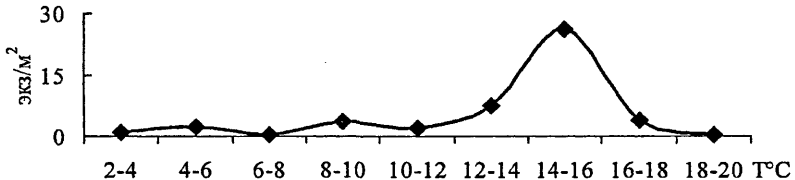


Рисунок 11 — Средняя численность личинок бычка малого и температура в придонном слое в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики в июле

Для средней численности личинок бычка малого также отмечена тесная положительная корреляция с температурой воды в придонном слое в районах от м.Таран на восток, включая Куршскую косу. В районе Вислинской косы такая связь отсутствует (рисунок 12).

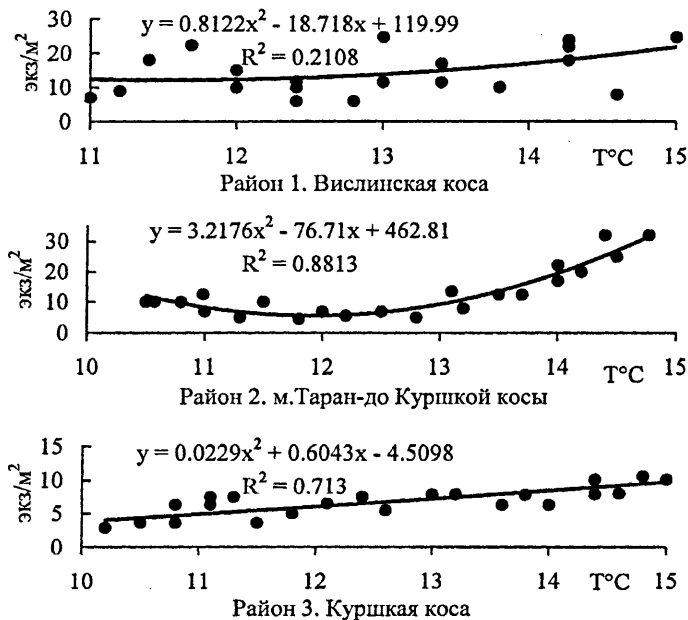


Рисунок 12 — Средняя численность личинок бычка малого и температура воды в придонном слое в июле в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики

Личинки других видов бычков отмечены над глубинами от 5 до 30 м. Личинки песчанки также встречались в более широком диапазоне глубин (от поверхности до 50 м). Однако, если в вертикальных ловах их максимальная доля приходилась на глубины около 25-30 м, то в горизонтальных ловах, большинство личинок было обнаружено в поверхностном слое над глубинами 5-10 м. Максимальная концентрация личинок отмечена в районах с повышенными значениями температуры придонных вод. Икра и личинки остальных видов рыб встречались в небольших количествах в узком диапазоне глубин. В горизонтальных ловах в поверхностном слое воды отмечены икра саргана, личинки бычка-кругляка, колошки, сельди и морской камбалы.

В целом, в пространственном распределении ихтиопланктона была отмечена связь с температурным режимом вод. В южном районе (Вислинская коса), в от-

личие от остальной акватории исследований, связь с повышенными значениями температуры и концентрацией икры и личинок рыб была незначительна.

Данный район характеризуется более узкой шириной прибрежной зоны и большим влиянием на распределение и численность ихтиопланктона процессов взаимодействия с глубоководной частью Гданьского залива. Поэтому здесь максимальное видовое разнообразие и численность в большей степени определялись выносом ихтиопланктона (шпрот, морской налим и др.) из мористой части.

В виду незначительных изменений как внутригодовых, так и межгодовых значений солености, а также эвригалинности видов, составляющих ихтиопланктонный комплекс, влияние солености на формирование численности и видового состава ихтиопланктона не было отмечено. Высокие значения растворенного в воде кислорода не лимитировали развитие икры и личинок рыб в течение всего года. Наиболее заметное влияние на пространственное распределение и формирование численности и видового состава ихтиопланктона прибрежной зоны Балтийского моря в 2000-2005 гг. оказывал температурный режим вод. Несмотря на эвритермность видов ихтиопланктона, более высокие значения температуры воды соответствовали более высокой численности и максимальному количеству видов икры и личинок рыб. В целом, межгодовые и сезонные колебания численности и пространственного распределения ихтиопланктона были обусловлены температурной характеристикой сезонов (теплого или относительно холодного).

ГЛАВА 6. МОРФОЛОГИЯ ЛИЧИНОК И МАЛЬКОВ РЫБ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА СРЕДЫ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ БАЛТИКЕ

В течение двух лет в Юго-Восточной Балтике (2004-2005 гг.) проводились исследования морфологических характеристик личинок и мальков рыб. Доминирующими видами ихтиопланктона, которые составили основу наблюдений, явились личинки и мальки шпрота *Sprattus sprattus balticus* Schneider, 1904 и бычка малого *Pomatoschistus minutus* Pallas, 1770. Выполненная работа состояла из двух этапов: 1) визуальное тестирование личинок рыб из района мониторинга; 2) измерение различных морфометрических параметров тела личинок и мальков рыб и оценка степени их различия в межгодовом аспекте с помощью статистического анализа.

Визуальное тестирование личинок, личинко-мальков и мальков рыб включало (Nankee, 1981): 1) отсутствие нижней челюсти, искривление челюстей, 2) дефекты развития глаз (отсутствие или деформация хрусталика, отсутствие или мозаичность окраски радужной оболочки), 3) дефекты развития пищеварительной системы (аномально укороченная или утолщенная кишечная трубка), 4) аномальный тип пигментации, 5) сросшиеся особи.

Шпрот. Преанальное расстояние составляло 78-82% всей длины личинки. Длина хвостового отдела почти в 6 раз (5,0-5,9) меньше длины тела. Высота тела не превышала 3,0-4,5% всей его длины. В ходе развития у личинок шпрота происходило уменьшение отношения постанального расстояния к стандартной длине, отношение высоты тела к стандартной длине, напротив, увеличивалось (рисунок 13).

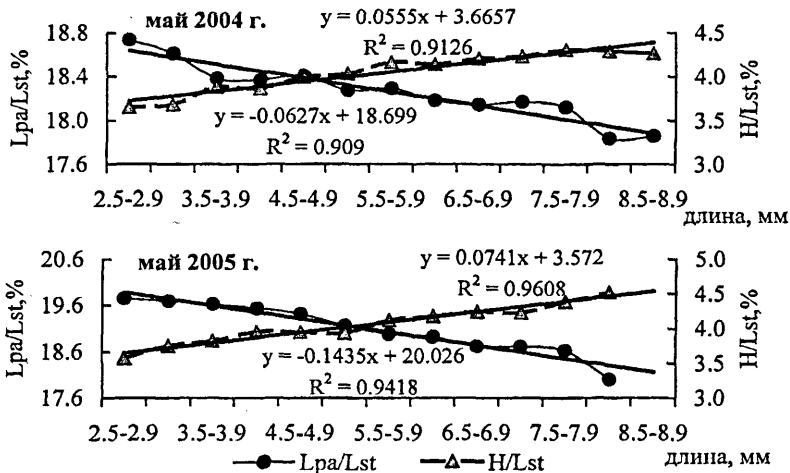


Рисунок 13 — Изменение средних значений (%) отношений постанальное расстояние/стандартная длина (Lpa/Lst) и высота тела/стандартная длина (H/Lst) у личинок шпрота в мае 2004-2005 гг.

Бычок малый. Только что вылупившиеся личинки имели длину тела 2,4-2,6 мм. Анальное отверстие расположено примерно по середине тела, преанальное расстояние — 48,7-51,0% от общей длины (рисунок 14).

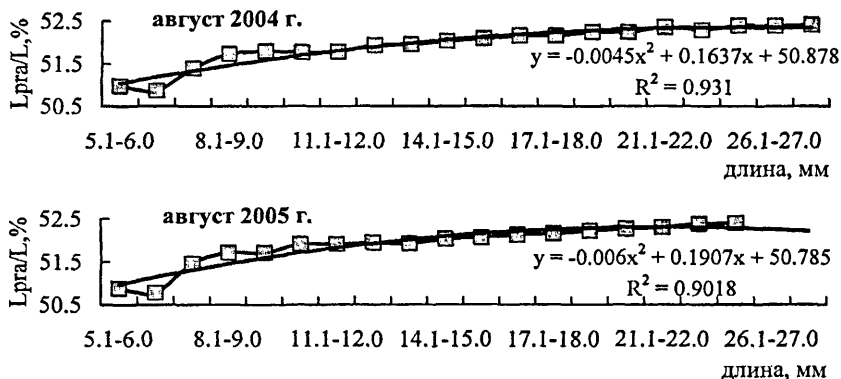


Рисунок 14 — Изменение средних значений (%) отношений преанальное расстояние/общая длина (Lpra/L) у личинок, личинко-мальков и мальков бычка малого в августе 2004-2005 гг.

У личинок от 7-8 мм несколько изменяется и соотношение между преанальным и постанальным отделами тела. Преанальное расстояние — 50,6-52,4 % от общей длины.

В ходе анализа статистических параметров размерных рядов личинок и мальков шпрота (с помощью критерия Фишера (F)), а также личинок, личинко-мальков и мальков бычка малого (использовалось нормированное отклонение (t)) было выявлено, что между морфометрическими показателями у личинок шпрота в мае и августе 2004-2005 гг. различий нет.

При измерении, а также вычислении показателей параметров тела личинок и мальков рыб было выявлено, что полученные значения колебались в узком диапазоне и соответствовали значениям, приведенным в более ранних работах (Расс, Казанова, 1966).

Исследования и длительный мониторинг за размножением и развитием рыб в природных условиях показали, что антропогенные факторы вызывают глубокие изменения в экосистемах водоемов и генотипе популяций, оказывают существенное влияние на ранний онтогенез рыб. Резистентность развивающейся икры и молоди рыб имеет четко выраженную видовую специфику и зависит от продолжительности экспозиции и стадии, на которой применено воздействие. Различные виды рыб отличаются друг от друга по характеру ответной реакции и устойчивости к негативным факторам. (Лебедева, 1991). До появления морфологических отклонений в развитии рыб наблюдаются изменения на биохимическом и генетическом уровнях (Немова, 2004). Количество уродств и их качественное разнообразие может служить показателем генетического состояния рыб (Крылова В.Д., 1991). Источник морфологических аномалий в развитии личинок и мальков рыб находится на генетическом уровне (Nankee, 1981).

Визуальное тестирование и статистический анализ морфологических параметров личинок, личинко-мальков и мальков рыб показал отсутствие особей с дефектами развития. Для оценки качества среды в Юго-Восточной Балтике морфологический анализ личинок и мальков необходимо рассматривать в долгосрочном периоде на генетическом уровне.

Выводы

1. В составе прибрежного ихтиопланктона Юго-Восточной части Балтики было обнаружено 4 вида икринок и 15 видов личинок и мальков рыб. Они могут быть отнесены к двум основным комплексам: 1) пелагическая икра и личинки видов, размножающихся главным образом в водной толще глубоководных впадин и прибрежной зоне (преобладал шпрот); 2) доминирующая группа — личинки видов с донной икрой, размножающихся в мелководной прибрежной зоне (преобладал бычок малый).
2. Ихтиопланктонное сообщество прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики относится к группе со средним и низким биотическим разнообразием. Численность между видами распределяется неравномерно, а доминирующую роль в ихтиопланктонном сообществе играет ограниченное число видов, что является характерной чертой исследуемого района.
3. Сезонная изменчивость ихтиопланктона прибрежной зоны Юго-Восточной Балтики ярко выражена. Пик численности и максимальное ко-

- личество видов отмечено в июле. Наиболее длительный период встречаемости в ихтиопланктоне у икры (май–июль) и личинок шпрота (май–август), а также у личинок бычка малого (май–октябрь).
4. Выявлена межгодовая изменчивость численности и видового состава ихтиопланктона в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики. Наибольшая численность, а также видовое богатство по икре наблюдались в 2001 г. Пик численности и видового богатства по личинкам рыб отмечен в 2000 г.
 5. Наиболее заметное влияние на формирование численности и видового состава ихтиопланктона прибрежной зоны Балтийского моря в 2000–2005 гг. оказывал температурный режим вод. Межгодовые и сезонные колебания численности и пространственного распределения ихтиопланктона были обусловлены температурной характеристикой сезонов (теплого или относительно холодного).
 6. В районе Вислинской косы, в отличие от остальной акватории исследований, связь с повышенными значениями температуры и концентрацией икры и личинок рыб была незначительна. Данный район характеризуется большим влиянием на распределение и численность ихтиопланктона процессов взаимодействия с глубоководной частью Гданьского залива. Поэтому здесь максимальное видовое разнообразие и численность в большей степени определялись выносом ихтиопланктона (шпрот, морской налим и др.) из мористой части.
 7. Варибельность видового состава и численности ихтиопланктона носит природный характер, связано с более или менее благоприятными для размножения гидрологическими условиями и находится в пределах природных колебаний.
 8. Морфологический анализ состояния личинок, мальков шпрота и бычка малого показал отсутствие отклонений и аномалий в их развитии. Морфометрические характеристики ихтиопланктона этих видов рыб соответствовали значениям, полученным при исследованиях более 40 лет назад и принятыми за «норму». На процесс формирования морфологических отклонений личинок и мальков рыб влияние антропогенных факторов пока еще не сказывается. Для оценки качества среды в Юго-Восточной Балтике морфологический анализ личинок и мальков необходимо рассматривать в долгосрочном периоде на генетическом уровне.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Karasiova, E.M. Fish larvae assemblages in the coastal shallow zone of the South - Eastern Baltic Sea: environmental factors driving interannual variability / E.M. Karasiova, E.A. Gribov, V.M. Andreeva // ICES CM 2002/ 0:11. – P. 14

2. Карасева, Е.М. Распространение *Cercopagis pengoi* (Остроумов, 1891) в водах Юго-Восточной Балтики. Эволюция морских экосистем под влиянием вселенцев и искусственной смертности фауны / Е.М. Карасева, В.М. Иванович // Тез. докл. междунар. конф., Ростов-на-Дону, 2003 г. – С. 89-90.

3. Иванович, В.М. Распределение и численность личинок *Pomatoschistus minutus* (сем. Gobiidae, Bonaparte, 1832) в прибрежных водах юго-восточной Балтики в июле 2000-2002 гг. / В.М. Иванович // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002-2003 годах. Т. 2. Экология гидробионтов: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 2004. – С. 27-35.

4. Карасева, Е.М. Вселение и распространение понто-каспийской клadoцеры *Cercopagis pengoi* в Балтийское море как индикатор климатических изменений / Е.М. Карасева, В.М. Иванович, Е.А. Грибов // Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002-2003 годах. Промыслово-биологические исследования АтлантНИРО в 2002-2003 годах. Т. 2. Экология гидробионтов: сб. науч. тр. / Атлант. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. - Калининград, 2004. – С. 45-57.

5. Иванович, В.М. Влияние изменчивости гидрологических параметров на распределение и численность личинок сем. Gobiidae в Юго-Восточной части Балтийского моря в июле 2002 г. / В.М. Иванович, Е.А. Грибов // Морская флора и фауна северных широт: механизмы адаптации и регуляции роста организмов. Материалы Второй Всероссийской школы по морской биологии, Мурманск, 3-5 ноября 2003 г. – Аппатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 2004. - С. 178-181.

6. Karasiova, E.M. Invasion and distribution of *Cercopagis pengoi* in the Baltic Sea as an indicator of climatic changes / E.M. Karasiova, V.M. Ivanovich, E.A. Gribov // ICES CM 2004/L :05. – P. 26-28.

7. Иванович, В.М. Изучение морфологического состояния личинок и мальков рыб в юго-восточной части Балтийского моря в мае и августе 2004 г. / В.М. Иванович // Труды Международной научной конференции “Инновации в науке и образовании - 2005”, посвященной 75-летию основания КГТУ и 750-летию Кенигсберга-Калининграда 19-21 октября 2005 г.: Калининград, КГТУ, часть 1, 2005. - С.50-53.

8. Иванович, В.М. Ихтиопланктонные исследования в прибрежной зоне Юго-Восточной Балтики / В.М. Иванович // Рыбное хозяйство. – 2006. - № 5. – С. 76.

Заказ 657
Объем 2,4 п.л.

Подп. в печать 08.11.06
Тираж 100

Формат 60x84/16
Бесплатно

