

УДК 597.562:591.3

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЕРАТИВНОГО МОНИТОРИНГА
НЕРЕСТОВЫХ ПОДХОДОВ РЫБ
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ
РАБОТ В МОРСКОМ ПОРТУ ШАХТЕРСК
(ЗАПАДНЫЙ САХАЛИН) В 2023 г.**

О. Н. Мухаметова (muhametovaon@sakhniro.vniro.ru)

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»)

Сахалинский филиал («СахНИРО»)
Россия, г. Южно-Сахалинск, 693023, ул. Комсомольская, 196

Мухаметова О. Н. Результаты оперативного мониторинга нерестовых подходов рыб при проведении дноуглубительных работ в морском порту Шахтерск (западный Сахалин) в 2023 г. // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Труды «СахНИРО». – Южно-Сахалинск : «СахНИРО», 2023. – Т. 19, ч. I. – С. 164–186.

В работе представлены результаты мониторинга нерестовых подходов прибрежных видов рыб во время проведения дноуглубительных работ в порту Шахтерск. В ходе исследований установлено, что на современном этапе вблизи порта происходит массовое икрометание мойвы *Mallotus villosus* (Müller, 1776) и морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856), использующих одни и те же нерестовые площади, но различающихся по срокам икрометания. В 2023 г. массовый нерест мойвы завершился к середине мая, корюшки – начался в первой декаде июня. Сроки проведения дноуглубительных работ корректировали на основании получаемых оценок по численности икры и личинок рыб. В конце мая при регистрации в районе дноуглубления скоплений личинок мойвы с высокой плотностью (270 экз./м³) работы были приостановлены до снижения их концентраций и продолжены 10 июня, когда численность личинок снизилась до 0,4 экз./м³. Ранее рекомендации по ограничению сроков работ в прибрежье западного Сахалина давали по имеющимся обобщенным данным по динамике икрометания рыб без учета условий и особенностей нерестовых подходов в текущем году. Период ограничений мог достигать полугода и более. Внедрение рыбохозяйственного мониторинга позволило обеспечить благоприятные условия для воспроизводства и сохранения рыбных ресурсов и сократить сроки ограничения работ до минимально необходимых, которые в 2023 г. составили не более двух недель.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: западный Сахалин, порт Шахтерск, икра рыб, личинки рыб, мойва *Mallotus villosus*, морская малоротая корюшка *Hypomesus japonicus*.

Табл. – 3, ил. – 4, библиогр. – 45.

Mukhametova O. N. The results of real-time monitoring of fish spawning during dredging in the seaport of Shakhtersk (Western Sakhalin) in 2023 // Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas : Transactions of the "SakhNIRO". – Yuzhno-Sakhalinsk : "SakhNIRO", 2023. – Vol. 19, part I. – P. 164–186.

The results of fish approaches to spawning grounds in the seaport of Shakhtersk during dredging are shown in this paper. At the present stage capelin *Mallotus villosus* (Müller, 1776) and surf smelt *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) spawn in the port and adjacent area. Both species use common places for spawning, but in different periods. In 2023 mass spawning of capelin had finished by the middle of May. Numerous spawning of surf smelt started in the first decade of June. Periods of dredging operations was corrected according to real-time estimates of number of fish eggs and larvae. At the end of May abundance of capelin larvae achieved 270 ind./m³. The dredging was suspended until the decreasing of larvae density and started again in the middle of June, when number of capelin larvae dropped to 0,4 ind./m³. Previously limitations of working time in nearshore area of Western Sakhalin were based on the generalized data of fish spawning without taking into account the conditions and spawning approaches of fishes in current year. Period of work prohibition could last half a year or more. Implementation of fishery monitoring allowed to create favourable conditions for fish reproduction and conservation of stocks, and reduced restricted period to the required minimum, which is not more than one half of month in 2023.

KEYWORDS: Western Sakhalin, the seaport of Shakhtersk, fish eggs, fish larvae, capelin *Mallotus villosus*, surf smelt *Hypomesus japonicus*.

Tabl. – 3, fig. – 4, ref. – 45.

ВВЕДЕНИЕ

Порты Сахалина расположены в продуктивных прибрежных водах. В результате интенсивного судоходства и регулярной хозяйственной деятельности в таких районах можно ожидать значительные изменения в структуре сообществ и негативные последствия для резидентных видов (Selifonova, 2009, 2012; Shiganova et al., 2012; Косьяненко и др., 2013; Mandic et al., 2019; Селифонова и др., 2020). В то же время при реализации мероприятий по снижению воздействия на морские биоресурсы порты долгое время могут оставаться районами воспроизводства и выростными зонами прибрежных видов рыб и беспозвоночных, в том числе промысловых (Федорец и др., 2012; Mandic et al., 2014; Студиград, 2020). Восстановление сообществ и формирование высоких биомасс промысловых организмов в портах западного Сахалина наблюдаются даже при совокупном негативном воздействии природных и антропогенных факторов (Ломтев, 2010; Марыжихин и др., 2016; Мухаметова и др., 2022).

Кроме устойчивости прибрежных сообществ к изменениям внешней среды положительное влияние на воспроизводство рыб в портах оказывает отсутствие свободного прохода и проезда техники, любительского и промышленного рыболовства. Состав доминирующих и воспроизводящихся видов зависит от расположения порта, гидрологического режима, преобладающих грунтов и других природных факторов.

В последние годы при планировании хозяйственной деятельности в акваториях сахалинских портов снижение негативных последствий достигается переносом работ на холодный период года, когда нерест большинства видов рыб завершается. При отсутствии технической возможности осуществлять деятельность в позднеосенний, зимний и ранневесенний периоды допускается выполнение работ в другое время года при условии регулярных наблюдений за нерестовыми подходами рыб и их численностью на начальных этапах развития. Из-за межгодовых различий в прогреве сроки массового нереста рыб могут заметно отличаться (Шевченко и др., 2018).

Как известно, ранние стадии развития рыб наиболее уязвимы к внешнему воздействию (Давыдова, Черкашин, 2007; Ильин, Сергеева, 2014; Руднева, 2022). Любая деятельность на акватории, влекущая гибель икры и личинок, может негативно сказаться на пополнении их запасов. Постоянный сбор биостатистических данных позволяет своевременно выявлять периоды высоких концентраций икры, личинок и молоди рыб, требующие ограничений или полной приостановки работ для обеспечения успешного воспроизводства локальных группировок.

Морской порт Шахтерск стал одним из первых на Сахалине, где были опробованы и адаптированы к конкретным условиям биологические методы сопровождения дноуглубительных работ, базирующиеся на получении оперативных данных по численности икры и личинок рыб. В задачи мониторинга входило определение видового состава ихтиопланктона, регистрация периодов массового нереста рыб на основе данных по численности икры и личинок каждого вида и корректировка сроков проведения дноуглубления с учетом получаемых данных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Первый отбор проб грунта на нерестилищах мойвы был выполнен перед началом работ 11 мая 2023 г. В последующий период пробы грунта и ихтиопланктона отбирали регулярно через три-пять дней. В грунте контролировали численность и соотношение стадий развития икры, численность выклюнувшихся личинок, в планктоне – численность выклюнувшихся личинок в районе нерестилищ и на участке дноуглубления.

Исследования нереста рыб в районе порта Шахтерск выполняли по стандартным методикам и рекомендациям (Расс, Казанова, 1966; Великанов, 1988). Сбор данных был ориентирован преимущественно на изучение воспроизводства мойвы *Mallotus villosus* (Müller, 1776), нерестилища которой тянутся вдоль всего побережья зал. Гаврилова. Схема отбора проб была разработана с учетом расположения участка дноуглубления, мест икрометания и основных путей переноса личинок мойвы. Для оценки численности икры и личинок мойвы, остающихся в грунте, на нерестилищах производили отбор проб субстрата трубчатым пробоотборником ($d=3$ см) до глубины 15 см на трех постоянных разрезах. Нумерация разрезов начиналась от стенки порта (рис. 1). С каждого разреза брали по три пробы: на уровне максимального прилива, на урезе воды и в прибрежной зоне моря до глубины 0,5–0,7 м.

Схему отбора проб корректировали в зависимости от получаемых оперативных данных по нерестовым подходам рыб. При появлении в районе порта преднерестовых скоплений морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) вблизи искусственно организованного стока из оз. Проточное была добавлена еще одна станция отбора, поскольку корюшка в период нереста в большей степени, чем мойва, тяготеет к опресненным участкам побережья – к устьям рек, ручьев и проток (Шадрин, 1989). При отборе проб на каждой станции многопараметрическим зондом AZ86031 измеряли температуру и соленость воды в поверхностном слое.

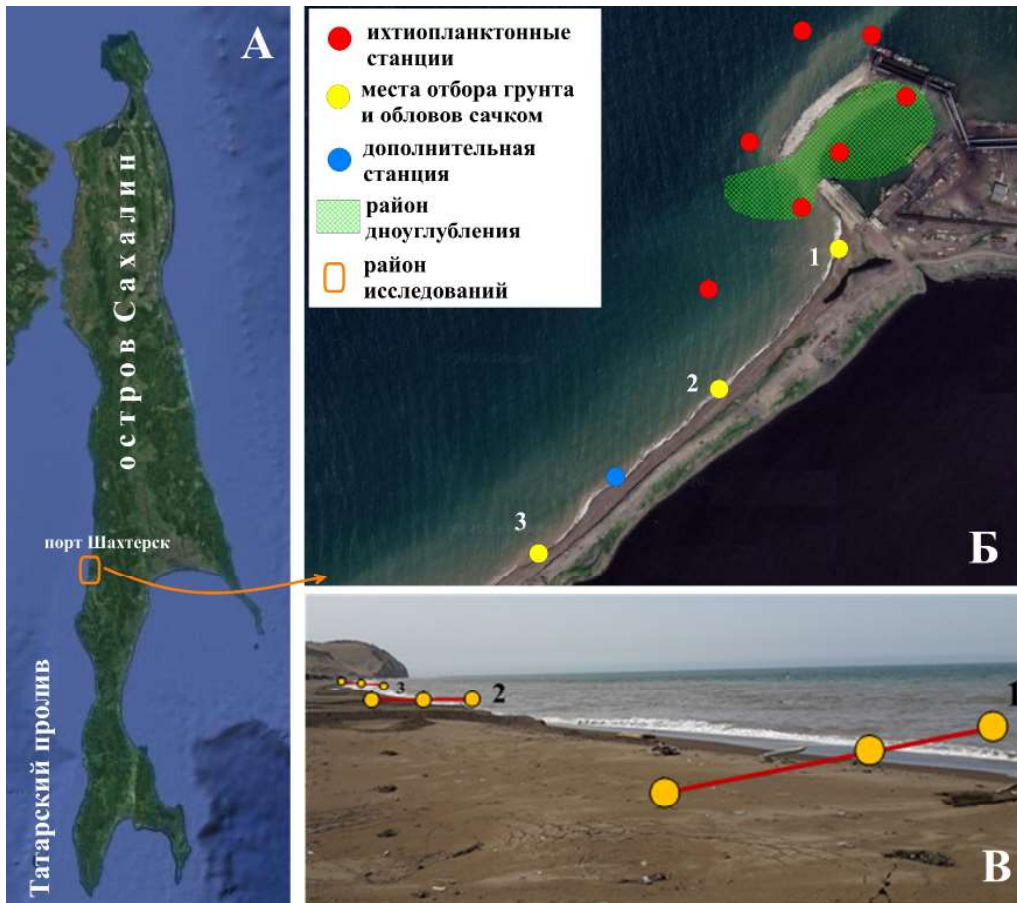


Рис. 1. Район исследований (А), общее расположение станций и разрезов (Б) и точек отбора грунта на разрезах (Б') в порту Шахтерск и на прилегающих участках в 2023 г. (использованы карты Google URL: <https://google-karty.ru/sahalinskaja-oblast>)

Fig. 1. Study area (A), placement of stations (B) and sampling points of substrate on the sections (B') in the port of Shaxtersk and adjacent grounds in 2023 (Google maps: <https://google-karty.ru/sahalinskaja-oblast>)

Обработку проб грунта осуществляли в камеральных условиях. Первоначально определяли массу грунта в пробе. При низкой численности икры и личинок просматривали всю пробу, при высокой численности из пробы брали навески общим весом не менее 30 г. Икру и личинок мойвы из грунта отбирали под бинокляром МБС-10, промеряли окуляр-микрометром, определяли стадии развития икры. Полученные данные по численности икры и личинок в навеске пересчитывали на всю пробу и на 1 м² площади нерестилищ.

Для сбора пелагических стадий в прибреговой зоне на местах нереста использовали сачок (площадь входного отверстия 0,1 м², ячей 0,5 мм). Отбор проб сачком в районе выклева личинок (глубины до 1–1,5 м) производили в тех же точках, что и отбор проб грунта. В районе дноуглубления и на прилегающей акватории икhtiопланктона отбирали с борта буксира «Виктор Оленич» и аналогичных судов сетями ИКС-80 (d=0,5 м², ячей 0,35 мм) и ИКС-50 (d=0,2 м², ячей 0,35 мм). За период исследований суммарно было собрано и обработано 111 проб (табл. 1).

Таблица 1

Реестр проб, собранных в районе порта Шахтерск в 2023 г.

Table 1

The list of samples, which were collected in the port of Shakhtersk in 2023

Дата	Грунт на нерестилищах	Ихтиопланктон		Всего
	Грунтоотборник	Сачок	ИКС-80, ИКС-50	
	глубина 0–0,5 м	глубина 0–1,5 м	глубина 2–10 м	
Май				
11.05.2023 г.	9	–	–	9
12.05.2023 г.	–	–	4	4
14.05.2023 г.	9	–	–	9
18.05.2023 г.	10	3	–	13
19.05.2023 г.	–	–	7	7
20.05.2023 г.	9	3	–	12
23.05.2023 г.	9	3	–	12
24.05.2023 г.	–	3	–	3
26.05.2023 г.	–	–	7	7
28.05.2023 г.	10	3	–	13
Июнь				
10.06.2023 г.	6	3	7	16
11.06.2023 г.	6	–	–	6
Итого	68	18	25	111

Пробы фиксировали 4%-ным раствором формальдегида. Обработку проб проводили в камеральных условиях под бинокляром МБС-10. Определяли видовой состав уловов и численность икры и личинок каждого вида рыб. Промер икринок и личинок осуществляли при помощи окуляр-микрометра, встроенного в бинокляр. Число икринок и личинок в пробе пересчитывали на 1 м³.

Коэффициенты приливов, данные по высоте волн, силе и направлению ветра для периода исследований взяты из соответствующих таблиц (**Календарь приливов..., 2023**). Статистическую обработку данных выполняли с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel.

Давление волны вычислено приблизительно по формуле (**Шулейкин, 1968**):

$$P=0,88*10^3*t^2,$$

где: P – давление волны, Па (или Н/м²); t – период волны, с.

Данные по периоду волны взяты из (**Календарь приливов..., 2023**).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Морской порт Шахтерск, являющийся одним из крупнейших морских терминалов Дальнего Востока со среднесуточной отгрузкой угля 80–107 тыс. т, расположен на западном побережье Сахалина в вершине зал. Гаврилова. Внутренняя гавань порта мелководна, позволяет принимать суда с осадкой до 1,8 м. К Угольному причалу, расположенному с северной стороны, могут подходить суда с осадкой до 15 м. Навигация длится с 1 марта до 1 января. Под действием течений, волн и ветра подвижные грунты, преобладающие в районе порта Шахтерск, перемещаются и образуют в подходном канале и в ковше на-

носы, препятствующие заходу судов установленной осадки. Наибольшая заносимость характерна для зимнего и ранневесеннего периода года с сильными северными ветрами. Поддержание необходимых для прохождения судов глубин требует регулярного проведения дноуглубительных работ.

Литораль и верхние горизонты сублиторали в месте расположения порта входят в зону нереста рыб прибрежного комплекса (Великанов, 1993, 2004; Ким Сен Ток, 2004). В порту Шахтерск и на прилежащих участках преобладают песчано-гравийные грунты, являющиеся субстратом для икры мойвы *Mallotus villosus* (Müller, 1776) (Великанов, 1988). Численность выносимой в толщу воды икры и личинок мойвы достигает высоких значений. На произрастающих вблизи порта зарослях макрофитов может откладываться икра сельди *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 (Ившина, 2022). С 2015 г. у западного побережья Сахалина наблюдается увеличение численности мойвы и сельди, что приводит к расширению зоны их нереста, росту концентраций икры и личинок на нерестилищах и в планктонных сообществах (Калчугин и др., 2016; Великанов, 2018; Мухаметова, 2020; Ившина, 2022а).

При проведении дноуглубительных работ гибель икры и личинок рыб происходит при физическом воздействии в результате перелива воды при подъеме ковша земснаряда, увеличении в воде концентраций взвешенных веществ выше критических значений, образовании осадка вследствие их переотложения (Климова, 2001; Wilber, Clark, 2001; Раков и др., 2010). Процент смертности зависит от состава грунтов, гидрологических особенностей района работ, продолжительности существования высоких концентраций взвешенных веществ в воде и других факторов (Шавыкин и др., 2011).

В 2023 г. снижение глубин меньше проектных было зарегистрировано в подходном канале и в ковше порта Шахтерск. Участок дноуглубления находился в 100 м от нерестилищ мойвы. Для углубления использовали земснаряд «Приморец». Изымаемый грунт загружали в баржу и отвозили на морской отвал, находящийся в районе 100-метровой изобаты. На время перехода баржи в район морского отвала работа земснаряда приостанавливалась на 1,5 часа. За этот период мелкодисперсная взвесь в воде частично оседала. Сложные погодные условия, характерные для данного района в апреле–мае с высокой повторяемостью сильных волнений и ветров приводили к частым простоям земснаряда. Учитывая площади наносов и состав изымаемых грунтов, содержащих небольшую долю мелкодисперсных частиц, оседающих вблизи места дноуглубления, работы в порту можно отнести к кратковременным локальным видам воздействия. Отсутствие постоянного облака взвеси с летальными для икры и личинок рыб концентрациями снижало негативное воздействие от проводимых работ.

Установленный цикл работ со сниженной производительностью и расположение наносов на удалении от нерестилищ стали решающими факторами, позволившими в перспективе выполнять дноуглубления в теплый период года.

Мойва

В 2023 г. дноуглубительные работы были начаты в начале второй декады мая, когда массовые нерестовые подходы мойвы уже завершились. В период наблюдений выбросы производителей, характерные для массового нереста мойвы на литорали, отсутствовали. Нерестовые скопления рыб у уреза воды

также не были отмечены. Об интенсивности нереста мойвы можно было судить только по численности отложенной в грунт икры.

По результатам отбора проб грунта, выполненного 11 и 14 мая, численность икры на разрезе 1 у стенки порта была невысокой – 22,1 и 28,6 тыс. экз./м² соответственно. Основные скопления – более 1 млн экз./м², были зарегистрированы в 700 м южнее порта (рис. 2). В пределах зоны осушки у стенки порта (разрез 1) икру находили на расстоянии 7–9 м от уреза воды, на разрезах 2 и 3 это расстояние возрастало до 10–14 м. Установленная ширина зоны развития икры в грунте на разрезе 1 оценивалась приблизительно в 13 м, на разрезах 2 и 3 – в 16–18 м. Фактически за счет недоучета морской части ширина нерестилищ могла быть на несколько метров больше.

Первая половина мая отличалась высокой циклонической активностью. В результате действия циклона 15–17 мая, сопровождавшегося сильными ливневыми дождями, в районах нереста мойвы произошло снижение солености более чем на 10 PSU (см. рис. 2). До 23 мая была зарегистрирована высокая повторяемость ветров южных и западных румбов (суммарно 74%) со скоростями до 8–12 м/с, приводящих к перемещению грунта на литорали и в верхнем горизонте сублиторали и сносу икры и личинок в пелагиали в северном и северо-восточном направлении. Накопление икры и личинок происходило у стенки порта. Часть икры могла подниматься как с субстратом, так и без него, с нижних горизонтов нерестилищ в результате действия сильного прилива.

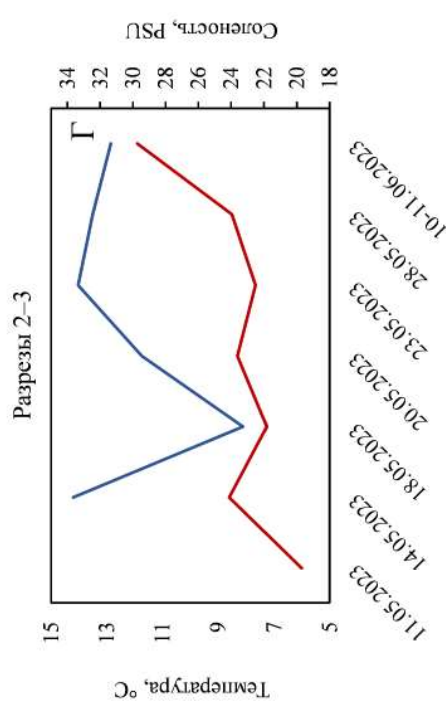
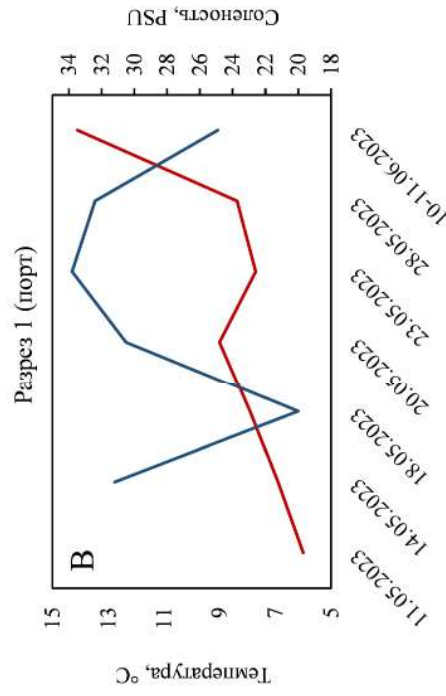
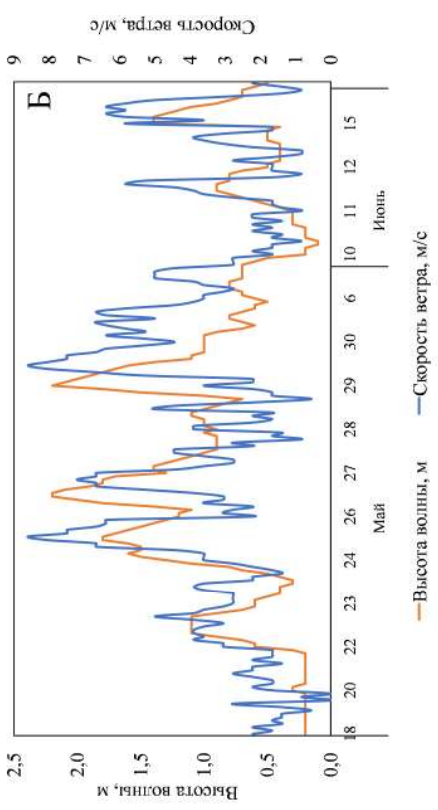
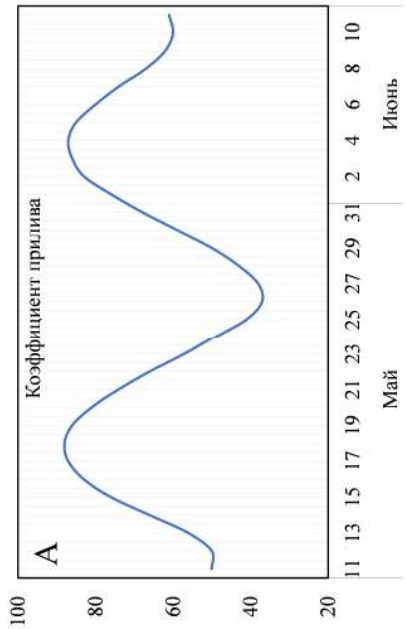
Гидродинамика у стенки порта отличалась от естественных процессов на остальной части бухты. Портовые сооружения являлись преградой для дальнейшего переноса икры и личинок в северном направлении и прикрывали акваторию от действия северных ветров, препятствуя южному направлению переноса. В результате 18 мая у стенки порта было отмечено увеличение численности икры до 327 тыс. экз./м², что превышало значения в начальный период исследований более чем на порядок. К 23 мая численность икры мойвы возросла до максимума – 700 тыс. экз./м², после чего начавшийся массовый выклев личинок привел к убыли икры. Одновременно происходил рост плотности личинок в грунте, достигшей максимальной величины 28 мая – 42 тыс. экз./м².

То, что увеличение численности икры у стенки порта было вызвано преимущественно перераспределением ранее отложенной, подтверждалось:

- отсутствием массового нереста мойвы как вблизи порта, так и на удаленных от него разрезах 2 и 3;
- отсутствием зависимости численности икры в грунте от приливного цикла ($r=0,2$);
- нарушением естественной динамики численности и соотношения икры и личинок в грунте.

В период первого отбора грунта (11 мая) доля икры на I стадии, являющаяся индикатором текущего нереста, составляла всего 0,3%. До конца мая численность I стадии оставалась на уровне 1,2–2,9%, что указывало на слабый остаточный нерест без резких всплесков численности, характерных для периода массового икрометания (рис. 3).

Численность личинок в грунте возрастала по мере снижения приливного коэффициента ($r=-0,52$), что значительно уменьшало шанс на благополучный вынос в прибрежную зону особей, развивающихся у верхней границы зоны нереста.



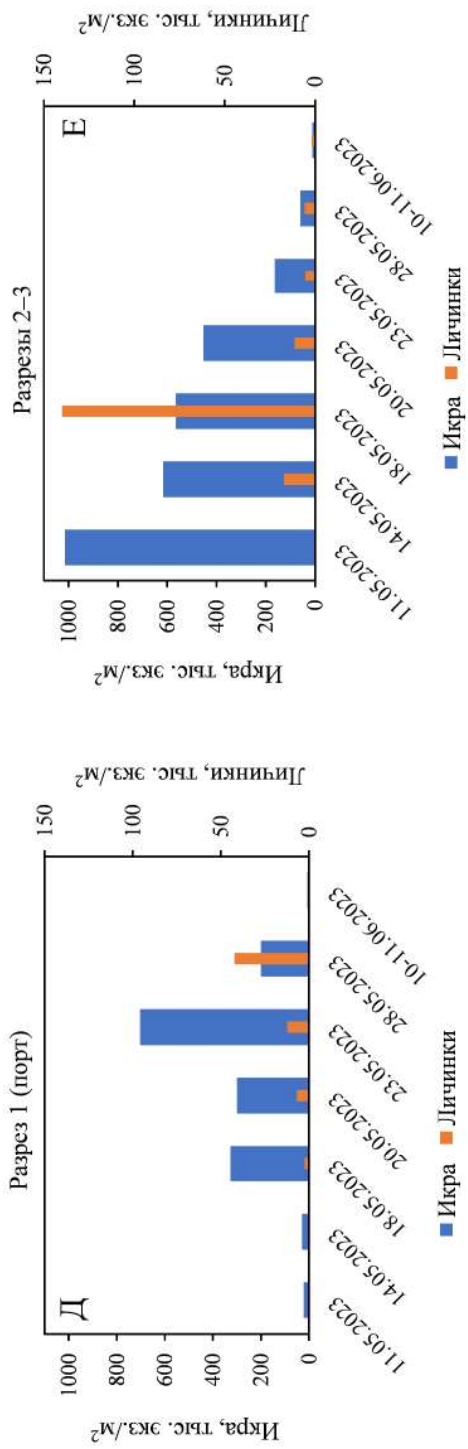


Рис. 2. Изменения параметров среды (А-Г) и численности икры и личинок мойвы в грунте (Д, Е) в районе порта Шахтерск (разрез 1) и на прилегающих участках (разрезы 2-3) в 2023 г.

Fig. 2. Dynamics of environmental parameters (A-G) and abundance of fish eggs and larvae in substrate (D, E) in the spawning grounds off the port of Shakhtersk (section 1) and adjacent area (sections 2-3) in 2023

Одновременно с ростом численности икры у стенки порта происходило снижение ее концентраций на южных участках нереста. После циклона, к 18 мая средняя численность икры на разрезах 2 и 3 сократилась более чем в 1,5 раза. До 23 мая падение численности происходило медленнее. Минимум – 163 тыс. экз./м², пришелся на 28 мая. Убывание численности икры в грунте сопровождалось ростом численности личинок, что характерно для периода массового выклева. Высокий уровень связи отмечен между численностью личинок в грунте и высотой прилива ($r=0,71$). Выклев при максимальном уровне вод является биологическим приспособлением вида, позволяющим значительно увеличить эффективность выноса личинок из грунта, в том числе с верхних горизонтов литорали и из зоны заплеска.

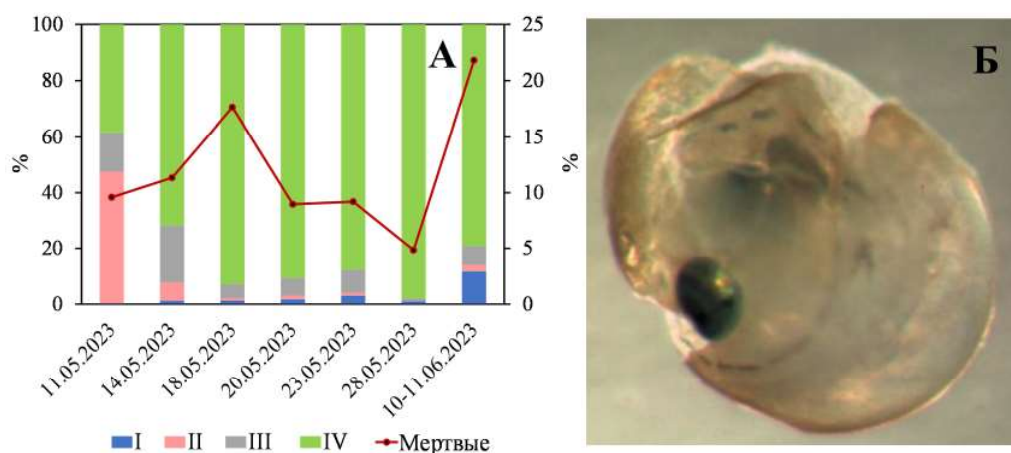


Рис. 3. Изменение соотношения икры мойвы на разных стадиях развития и доли мертвых икринок в грунте (А); эмбрион с поврежденной оболочкой (Б)

Fig. 3. Changes of proportion of capelin eggs in different stages and mortality of eggs in the spawning grounds (А); embryo with destroyed egg membrane (Б)

Поскольку сизигийные приливы в мае совпали с прохождением циклона, полученная зависимость весьма неоднозначна и может указывать только на превалирование на данном участке природных факторов, тогда как у стенки порта на численность икры и личинок мойвы в грунте действовали преимущественно неучтенные параметры нарушенной естественной гидродинамики. Кроме заградительного эффекта стенки порта на данном участке были отмечены более резко выраженные изменения температуры и солености. На разрезе 1 температура изменялась от 6,0 до 14,1°C (средняя величина $8,567 \pm 2,627^\circ\text{C}$), соленость – от 20,0 до 33,8 PSU (в среднем $28,800 \pm 5,277$ PSU). На разрезах 2 и 3 температура была несколько ниже, соленость – выше, и вариации обоих параметров меньше: соответственно 6,0–11,9°C (в среднем $8,314 \pm 1,821^\circ\text{C}$) и 23,3–33,4 PSU ($30,588 \pm 3,894$ PSU).

На южных участках нереста прохождение циклона и длительное волновое воздействие также сказались на раннем развитии мойвы, что привело в итоге к массовому выходу эмбрионов из оболочек. Численность личинок в грунте с 14 по 18 мая увеличилась почти на порядок – до 140 тыс. экз./м², но уже к 20 мая большая их часть была вымыта из грунта в толщу воды и концентрация в грунте снизилась до 11,3 тыс. экз./м² (см. рис. 2). Поскольку выклев совпал с высоки-

ми приливами, личинки благополучно покинули грунт и продолжили развитие в планктоне, о чем свидетельствовали данные ихтиопланктонных съемок. В дальнейшем численность икры и личинок на данном участке убывала постепенно.

Сильные ветры, волнения и резкие изменения температуры и солености на нерестилищах оказывали заметное влияние на выживаемость икры. После прохождения циклона 18 мая смертность икры возросла в 1,5 раза по сравнению с предыдущими съемками – с 11,3 до 17,6%. В этот период 93% икринок мойвы находились на IV стадии развития, в 59% из них эмбрионы завершили органогенез и были готовы к выходу из оболочек. Перед выклевом эмбрион переживает один из критических периодов, характеризующихся увеличением смертности, достигающей у пелагической икры при попадании в неблагоприятные условия 90–100% (Давыдова, 1994; Давыдова, Черкашин, 2007).

Икра мойвы, развивающаяся на литоральных нерестилищах, приспособлена к широкому диапазону температуры и солености и имеет достаточно плотную и упругую оболочку, частично предохраняющую от физического воздействия (Præbel et al., 2013). Перед выклевом размеры икринок мойвы возрастают, что обусловлено ростом эмбриона, оводнением, расслоением и, соответственно, увеличением толщины оболочки (Буслов, Сергеева, 2013; Юсупов, Санталова, 2016). Оболочка становится менее прочной, что упрощает выход эмбриона. В то же время при потере верхнего защитного слоя возрастает вероятность повреждения и гибели эмбрионов в условиях сильного волнения, что могло стать одной из причин увеличения смертности после прохождения циклонов. В этот период в пробах в большом количестве появились половинки и более мелкие части опавших верхних достаточно прочных слоев хориона.

При длительном развитии, который характерен для икры мойвы, выметанной в апреле при низких температурах, наружный слой оболочек становился малопрозрачным и имел коричневатый цвет в результате налипания частиц взвеси. Разглядеть стадию развития у таких икринок было затруднительно. После сильных волнений и потери верхнего слоя хориона икринки вновь приобретали прозрачность, но оболочки теряли прочность и упругость, оставшиеся слои легко повреждались при прикосновении пинцетом. Резкие изменения солености и температуры также могли внести вклад в рост смертности. В опытах с икрой мойвы Баренцева моря установлен рост числа аномалий и смертности эмбрионов при повышении температуры с 5 до 8°C (Шадрин и др., 2020).

Наблюдения за икрой на нерестилищах показали, что в начале периода исследований только 39% икринок перешли на IV стадию. Более 50% эмбрионов на IV стадии имели непигментированные глаза и не завершили полностью органогенез. К 28 мая IV стадия составляла уже 98% от суммарной численности икры, доля эмбрионов, готовых к выходу из оболочек, возросла до 90%, что указывало на наступление периода массового выклева.

Часть икры, отделенная штормами от субстрата, продолжала развитие в пелагиали. Наиболее высокие концентрации такой икры (более 2 600 экз./м³) были отмечены у стенки порта после прохождения циклона 18 мая. Максимальная численность пелагических личинок – более 1 000 экз./м³, в это время формировалась в центральной части нерестилищ на разрезе 2. Вблизи стенки порта их концентрация была на порядок ниже – около 140 экз./м³, что позволило продолжить дноуглубительные работы. На данном участке численность личинок достигла максимальной величины (308 экз./м³) 23 мая.

Далее вдоль стенки порта происходил вынос икры и личинок в западном направлении в район дноуглубительных работ. Концентрации икры на данном участке значительно уступали таковым в районах нереста. Максимум (22 экз./м³) был отмечен 19 мая (рис. 4).

Очевидно, что часть эмбрионов завершала развитие уже в пелагиали, несмотря на достаточно высокий процент погибших икринок. У стенки порта у уреза воды доля погибших икринок, вынесенных с нерестилищ сразу после циклона, достигала 56%, на остальных участках была значительно ниже: на разрезах 2 и 3 – 10–26%, в районе дноуглубления и на прилегающей акватории – 21%.

В районе дноуглубления численность личинок достигла максимальных величин – 270 экз./м³ к 26 мая. Значительный рост численности личинок на участке дноуглубления и на всей прилегающей акватории привел к необходимости рекомендовать приостановку работ до снижения их концентраций.

Ихтиопланктонные съемки, выполненные 10 июня в морской части района и 11 июня на нерестилищах, показали ожидаемое повсеместное сокращение численности пелагических личинок мойвы. В подходном канале личинки отсутствовали, в ковше встречались единично со средней численностью 0,6 экз./м³. На прилегающей акватории их численность составила 3,8 экз./м³. Средняя численность на всем обследованном участке не превышала 2,3 экз./м³, в районе дноуглубления – 0,4 экз./м³. На нерестилищах численность личинок мойвы была несколько выше, так как выклев эмбрионов еще продолжался, – 37 экз./м³ у стенки порта и 12 экз./м³ на остальной акватории, но все же значительно уступал величинам в период пика.

Визуальные наблюдения и отбор проб грунта, выполненный 10 и 11 июня, свидетельствовали о завершающем этапе икрометания мойвы. Икра еще присутствовала в пробах грунта, но численность ее была значительно ниже майских величин. У стенки порта икра встречалась только на урезе и у мористой границы зоны нереста, личинки – только у нижней границы нереста, где развитие немного замедляется из-за меньших, по сравнению с литоралью, температур воды. Численность икры мойвы в грунте в среднем составила 7,5 тыс. экз./м², личинок – 0,9 тыс. экз./м².

На разрезах 2 и 3 икра была обнаружена на всех горизонтах, личинки – на урезе и у морской границы. На разрезе 2 плотность икры достигала 20,3 тыс. экз./м², личинок – 3,3 тыс. экз./м², на разрезе 3 – 3,8 и 0,5 тыс. экз./м² соответственно. Максимальная плотность икры (51,4 тыс. экз./м²) была отмечена на дополнительной станции в районе устья пресноводного стока из озера.

Доля личинок во все периоды не превышала 14–16% от общей численности ранних стадий развития мойвы в грунте. Максимальные значения наблюдались при прохождении циклонов (18 мая) и в период массового выклева (28 мая). Ко второй декаде июня численность личинок в грунте в среднем не превышала 8%. Таким образом, личинки недолго задерживались в грунте, что должно положительно сказаться на выживаемости мойвы в раннем онтогенезе.

На нерестилищах было отмечено увеличение доли I стадии до 11,4%, но концентрации икры оставались очень низкими. Диаметр икринок на I стадии в июне составлял $0,929 \pm 0,125$ мм, в мае – $1,093 \pm 0,052$ мм. Размеры икринок имели достоверные отличия ($t_{\text{стат.}} = 10,18 > t_{\text{крит.}} = 1,69$, $\alpha = 0,05$). Ранее аналогичную тенденцию отмечали в заливе Анива (Мухаметова, 2020). Уменьшение диа-

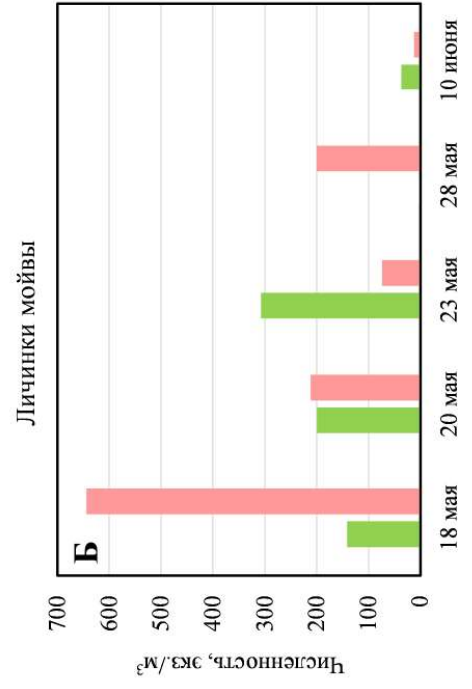
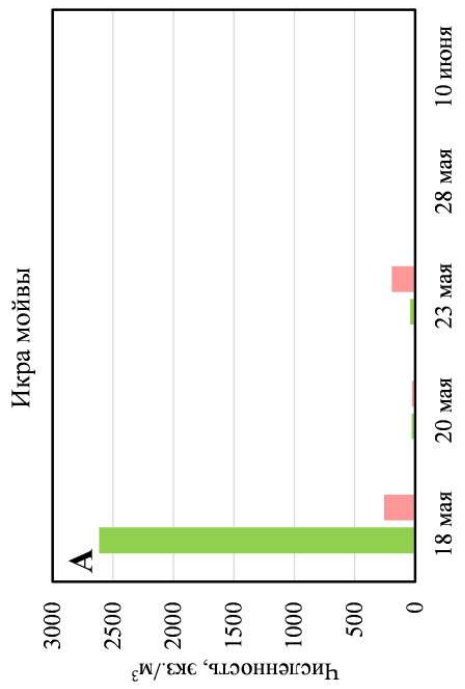
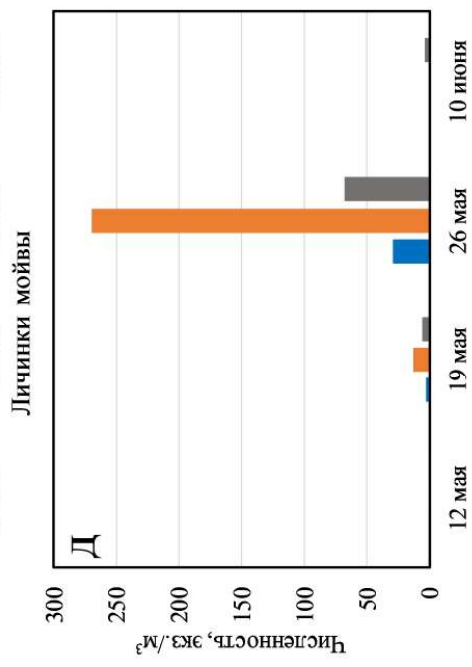
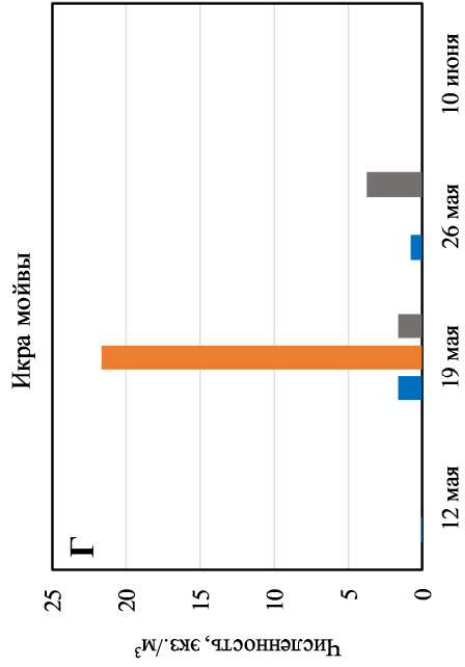
метра икринок мойвы к концу нерестового периода связано с уменьшением размеров самок к концу нереста (**Великанов, 1981**). Плодовитость и размеры икринок у таких особей соответственно меньше.

Как видно из приведенных данных (*см. рис. 4*), на современном этапе икра и личинки мойвы формируют основу численности прибрежного ихтиопланктона как у уреза воды, так и на глубинах от 2 до 10 м. Численность икры и личинок других видов – минтая *Gadus chalcogrammus* Pallas, 1814, северной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides robustus* Gill&Townsend, 1897, некоторых видов рогатковых Cottidae, в данном районе невелика.

Полученные в 2023 г. данные по численности икры мойвы в грунте на порядок уступают величинам периода высокой численности этого вида, зарегистрированным в конце прошлого столетия, и близки к средней численности икры в мае 2017 г. В 1978 г. на ближайших к порту Шахтерск обследованных участках средняя численность икры мойвы во второй декаде мая достигала 3,9–4,4 млн экз./м², в первой декаде июня – 0,6–0,8 млн экз./м² (**Великанов, 1984**). В 2023 г. средняя численность икры на нерестилищах в районе порта Шахтерск во второй декаде мая не превышала 0,5 млн экз./м², в первой декаде июня – 0,01 млн экз./м². В первой декаде мая 2017 г. численность икры мойвы вблизи порта Шахтерск также была не выше 0,5 млн экз./м² (*табл. 2*). На близлежащих участках наблюдалась высокая вариабельность средней численности – от 0,08 до 2,0 млн экз./м², с максимальными величинами до 5,5 млн экз./м² (**Мухаметова, 2020**).

По имеющимся данным, численность икры мойвы в современный период ниже, чем в 70–80-е гг. прошлого столетия. На уровень полученных оценок могут оказывать влияние межгодовые изменения в популяциях мойвы. Даже в смежные годы средняя численность икры в одних и тех же районах могла различаться на порядок. Вариации определялись изменениями биологических показателей мойвы – таких, как размерно-возрастной состав, популяционная плодовитость, доля самок в половозрелой части (**Великанов, 1984**).

Кроме того, различия в оценках численности икры, полученные в конце прошлого столетия и в последние годы, могли быть связаны с разницей в сроках нерестового хода производителей мойвы и выклева личинок. В конце 20-го столетия даже в теплые годы нерест мойвы приходился на конец апреля, а в холодные – на первую половину мая (**Великанов, 1979, 1980**). В современный период увеличения численности массовый нерест мойвы в районе порта Шахтерск сместился на первую половину апреля. Ко второй декаде мая часть личинок выходит из грунта в прибрежные воды. Во второй декаде мая в 2023 г. средняя численность личинок мойвы в ихтиопланктоне была невысокой – 0,005 экз./м³, но личинки встречались в 75% уловов. Низкие температуры воды в апреле – начале мая увеличивают продолжительность развития икры в грунте. В солнечные дни верхние осушаемые горизонты зоны нереста могут хорошо прогреваться, тогда как нижние участки нерестилищ остаются в зоне низких температур. Различия температур на разных горизонтах нереста приводят к более растянутому выходу предличинок из грунта и перераспределению их в прибрежной акватории без образования плотных скоплений.



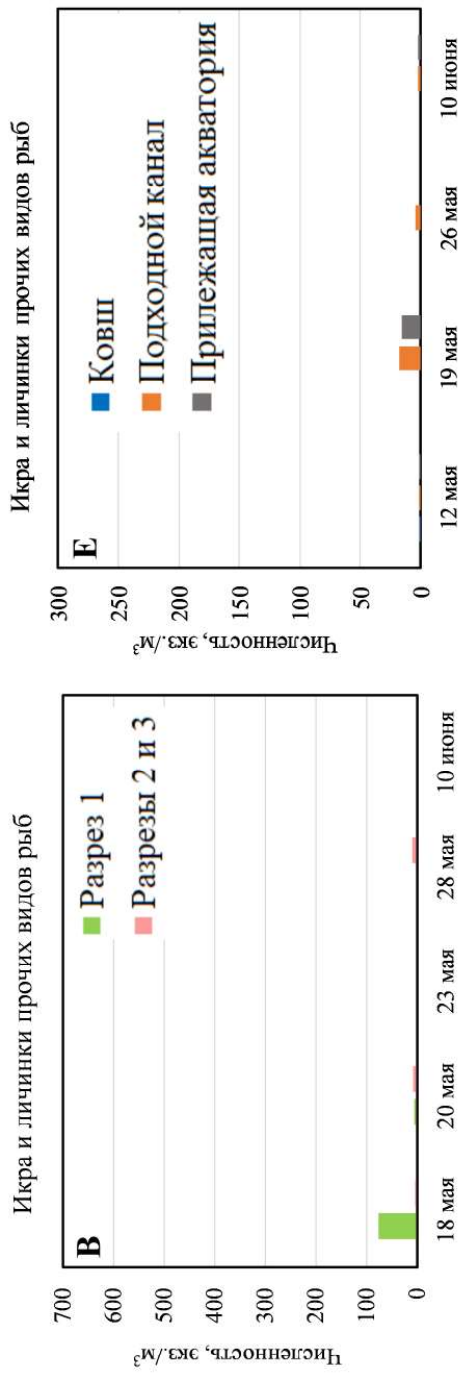


Рис. 4. Численность икры и личинок мойёвы и других видов рыб в пелагиалях на нерестилищах (А–В) и в районе дноуглубления (Г–Е)

Fig. 4. Number of eggs and larvae of capelin and other fishes in pelagic communities above the spawning area (A–B) and in the dredging area (Г–E)

Таблица 2

**Численность икры мойвы в грунте в районе порта Шахтерск
и на прилежащих нерестилищах**

Table 2

**Number of capelin eggs in substrate near the port of Shakhtersk
and in the adjacent spawning grounds**

Участок	Дата	N, млн экз./м ²	Дата	N, млн экз./м ²	Источник
пос. Изъльметьево	18.05.1978 г.	4,409	02.06.1979 г.	0,597	Великанов, 1984
р. Ичара	18.05.1978 г.	3,865	02.06.1979 г.	0,767	Великанов, 1984
г. Углегорск	01.05.2017 г.	2,016	–	–	Мухаметова, 2020
с. Надеждино	01.05.2017 г.	0,083	–	–	Мухаметова, 2020
пгт Шахтерск	01.05.2017 г.	0,484	–	–	Мухаметова, 2020
Порт Шахтерск	18.05.2023 г.	0,470	10.06.2023 г.	0,014	Данные 2023 г.

В 80-е гг. прошлого столетия развитие икры мойвы в прибрежье юго-западного Сахалина происходило при солености 14–33‰, преимущественно при 25–33‰. Температура в мае варьировалась от 2 до 11°C, в июне – от 5,4 до 6,2°C (**Великанов, 1984**). Если посмотреть на данные параметры в порту Шахтерск в 2023 г., то вариации солености были близки к ранее полученным значениям – от 14 до 34‰, при среднем значении в мае 30,9‰, в июне – 31,6‰, а вот температура имела более стабильные и высокие значения – 5,7–9,9°C (в среднем 8,0°C) в мае и 8,2–14,1°C (в среднем 10°C) в июне.

Появление урожайных поколений мойвы связывают с теплой маловетренной весной (**Великанов, 1985**). Ветер больше 6 м/с отнесен к одному из показателей, снижающих выживаемость мойвы Татарского пролива в раннем онтогенезе (**Великанов, 1986**). Апрель–май 2023 г. нельзя отнести к маловетренным. С 18 по 31 мая повторяемость ветров, превышающих критическую величину 6 м/с, достигала 18%. В первую половину июня данный показатель сократился до 3%. В периоды прохождения циклонов скорость ветра достигала 10–18 м/с. Повторяемость волн высотой более 1 м в третьей декаде мая превышала 50%, в первой декаде июня снизилась до 20% (*см. рис. 2 Б*). Во время циклонов в прибойной зоне давление водной массы на нерестилища могло достигать в мае 8 974 кгс/м², в июне – 5 743 кгс/м². Среднее давление в мае составило около 4 кПа (3 845 кгс/м²), в июне – около 3 кПа (2 983 кгс/м²).

Таким образом, нагрузки на развивающуюся икру были достаточно существенными. Тем не менее, смертность икры, оставшейся в грунте, не достигала высоких величин. Полученное 18 мая (после прохождения циклона) значение 17,6% незначительно превышало среднюю величину смертности для западного Сахалина (15,4%) и было немного ниже смертности икры в районе порта Шахтерск (22%) в 2017 г. (**Мухаметова, 2020**). Смертность вымытой из грунта икры была выше – в среднем 42%. Снос икры происходит преимущественно из верхних слоев грунта у уреза воды, где ударное действие волн и интенсивность трения частиц грунта гораздо сильнее, чем в более глубоких слоях субстрата. Соответственно, и эмбрионы подвергаются более сильному физическому воздействию. Особенно заметное увеличение гибели икры было отмечено у стенки порта – до 56%. К югу от порта, на разрезах 2 и 3 доля погибших икринок не превышала 6–25%.

В районе нерестилиц (глубины до 1,5 м) достаточно высокая численность личинок держалась в течение всей второй половины мая. Средняя численность варьировалась от 134 до 477 экз./м³ с максимумом 18 мая. К концу мая во всей прибрежной акватории шириной 100–150 м средняя концентрация личинок достигла 86 экз./м³.

Данных по личинкам мойвы в присахалинских водах очень мало. При различиях в сроках нереста мойвы можно отметить близкую динамику выклева личинок в 1970–1980-е гг. прошлого столетия и в 2023 г. В 1979 г. в прибрежной зоне с глубинами до 10 м первые личинки появились 19 мая и сразу дали высокие значения численности (49,5 экз./м³). Пик численности (112 экз./м³) пришелся на 26 мая, к 14 июня средняя концентрация личинок снизилась до 0,1 экз./м³ (Великанов, 1988). Судя по имеющимся данным, в конце прошлого столетия выклев происходил более синхронно, а весь процесс выхода личинок из грунта был менее продолжительным, что могло стать одной из причин увеличения смертности личинок и значительного колебания запасов мойвы (Великанов, 1986).

Учитывая локальность исследований и отсутствие достаточных для сравнения данных, оценивать воздействие суровых условий весны 2023 г. на выживаемость мойвы в раннем онтогенезе преждевременно. Но в целом общая картина не выглядит критичной. Смертность икры в грунте в среднем не превышала величин 2017 г., после которого запасы мойвы у западного побережья Сахалина продолжали расти, и укладывалась в диапазон, зарегистрированный при высокой численности мойвы в 70–80-х гг. прошлого столетия, который, надо отметить, был достаточно широк – от 0 до 54%, с наибольшей величиной в зоне осушки на максимальном удалении от уреза воды (Великанов, 1988). Концентрации личинок в прибрежье также были достаточно высокими. Растянутость выклева увеличивала их шанс на попадание в благоприятные условия.

Корюшка

В районе порта Шахтерск морская малоротая корюшка является одним из массовых видов в прибрежном ихтиоценозе. В 2023 г. корюшка встречалась в течение всего периода наблюдений. Наиболее заметные скопления взрослых рыб и молоди были отмечены у стока из озера Проточное. В пробах, взятых на данном участке 28 мая, икру корюшки в грунте обнаружить не удалось. Отсутствовала она и на трех постоянных разрезах. В период приостановки дноуглубления (с 29 мая по 9 июня) отбор проб был прерван, поэтому точную дату начала массового икрометания корюшки установить не удалось. К 10–11 июня нерест корюшки на прилежащих к порту участках уже был в разгаре, на что указывала прежде всего возросшая пищевая активность птиц и морских млекопитающих. Вороны и чайки ловили корюшку в ручье, а также выхватывали нерестящихся рыб у уреза воды и собирали остающихся на берегу. Вблизи стока в морском прибрежье корюшкой питались молодые ларги. На остальной прибрежной акватории была заметна возросшая активность чаек.

К этому времени икра корюшки встречалась в грунте на всех разрезах. У уреза воды и у нижней границы нереста в большинстве случаев в пробах одновременно присутствовали икра и личинки мойвы и икра корюшки. У стенки порта численность икры корюшки была минимальной – около 0,5 тыс. экз./м², доля в суммарной численности донной икры не превышала 6%.

Концентрации икры нарастали в южном направлении, достигали максимума у стока из озера – почти 345 тыс. экз./м² при вариациях от 276 до 534 тыс. экз./м² и сокращались к разрезу 3 до 7,5 тыс. экз./м². Доля икры корюшки от суммарной численности донной икры у стока из озера также была максимальной – в среднем 87% при вариациях от 83 до 91%. Средняя численность икры на нерестилищах составила 92 тыс. экз./м², вклад в суммарную численность икры двух видов – около 82% (табл. 3).

Таблица 3

Численность икры морской малоротой корюшки в грунте в районе порта Шахтерск и на прилежащих нерестилищах 10–11 июня 2023 г.

Table 3

The number of surf smelt eggs in substrate near the port of Shakhtersk and in adjacent spawning grounds on June 10–11, 2023

Дата	Станция	Численность	
		тыс. экз./м ²	процент от общей численности донной икры
10.06.2023 г.	Разрез 1 (стенка порта)	0,472	5,9
10.06.2023 г.	Разрез 2	15,098	42,7
11.06.2023 г.	Сток из озера	344,893	87,0
11.06.2023 г.	Разрез 3	7,549	66,7
Средняя численность, тыс. экз./м ²		92,003	81,6

В пробах встречалась икра на всех стадиях развития. Более 94% икринок находились на ранних стадиях (I и II), что указывало на начальный этап массового нереста. На отдельных участках с низкими концентрациями могли преобладать икринки на III и IV стадиях, но в целом их численность была еще низкой. Эмбрионы с пигментированными глазами, готовые к выходу из оболочек, в сборах отсутствовали.

Ранее совместный нерест мойвы и корюшки был отмечен в зал. Анива. Численность икры корюшки в грунте достигала 0,8 млн экз./м², доля в суммарной численности донной икры варьировалась от 1 до 44% (в среднем 9%) (Мухаметова, 2020). Для западного побережья такие данные отсутствуют.

Сельдь

Массовый нерест сельди в районе порта Шахтерск в 2023 г. не зарегистрирован. Филлоспадикс, являющийся основным субстратом для икры, в районе порта произрастал очень разреженно, на глубинах более 2 м. Основные нерестилища находились за пределами залива Гаврилова. В выбросах отдельные побегии филлоспадикса с оболочками от икры сельди были обнаружены 10 июня в северной части залива Гаврилова вблизи оз. Тауро.

Личинки в ихтиопланктоне были отмечены на отдельных станциях в районе подходного канала только 10 июня. Частота встречаемости личинок на обследованной акватории составила 14%, средняя численность – 0,4 экз./м³, максимальная – 2,5 экз./м³. Численность личинок сельди в районе порта Шахтерск значительно уступала величинам, полученным у побережья западного Сахалина в июне 2016 г., – 34 экз./м³ в толще воды и 914 экз./м³ – в поверхностном слое (неопубликованные данные автора).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2023 г. к началу проведения мониторинга массовый нерест мойвы вблизи порта Шахтерск завершился. Доля икры на I стадии развития не превышала 3% в мае и возросла до 11% на фоне значительного снижения суммарной численности икры мойвы. Органогенез у большинства эмбрионов на IV стадии еще продолжался. Личинки мойвы с невысокой численностью – в среднем 0,005 экз./м³, уже встречались в прибрежной зоне.

В целом, численность икры и личинок мойвы в 2023 г. была достаточной высокой. С 11 по 23 мая при значительных пространственных колебаниях, вызываемых воздействием волн, ветра и движением субстрата, средняя плотность икры находилась приблизительно на одном уровне – от 0,3 до 0,5 млн экз./м². К концу мая в результате начавшегося массового выклева личинок численность икры снизилась до 0,09 млн экз./м², к началу второй декады июня – до 0,02 млн экз./м². Максимальная плотность икры в грунте – более 1 млн экз./м², была зарегистрирована 11 мая в 700 м южнее порта Шахтерск.

Средняя численность личинок в грунте варьировалась от 0,1 тыс. экз./м² в начале исследований до 71 тыс. экз./м² в периоды после прохождения циклонов и массового выклева. Наиболее высокие концентрации – 140 тыс. экз./м², были отмечены 18 мая также на удалении от порта, что свидетельствовало о приоритетности южных участков зоны нереста для воспроизводства локальной группировки мойвы. Доля личинок не превышала 14–16% от общей численности ранних стадий развития мойвы в грунте. Таким образом, личинки недолго задерживались в грунте, что наряду с растянутым периодом выклева может положительно сказаться на их выживаемости.

В планктоне в районе нереста средняя численность личинок мойвы снижалась от второй к третьей декаде мая. Максимум – в среднем 477 тыс. экз./м³, был отмечен 18 мая после прохождения циклона. В последующий период численность личинок у уреза воды снижалась, достигнув минимума 20 экз./м³ к началу второй декады июня. Параллельно увеличивалась их численность в прибрежной акватории и к концу мая достигла максимальной величины – 86 экз./м³ в среднем и до 270 экз./м³ на участке дноуглубления.

Большая часть выявленных закономерностей динамики численности, размерных характеристик и смертности икры укладывается в диапазон вариаций величин, полученных в период увеличения численности мойвы в 70–80-е гг. прошлого столетия. В среднем полученные оценки численности икры и личинок в 2023 г. немного уступали показателям конца прошлого столетия. Количественные различия могли быть связаны не только с меньшим уровнем численности производителей, но и со смещением нереста мойвы в современный период на более ранние сроки. В последние годы в районе порта Шахтерск массовый нерест мойвы происходит в первой половине апреля, тогда как ранее приходился на май.

В 2023 г. ко второй декаде мая часть личинок мойвы уже вышла из грунта и перераспределилась в морском побережье. При невысокой численности встречаемость личинок достигала 75%. Большая часть икры находилась на IV стадии развития. Массовый выклев личинок, инициированный штормами, начался уже во второй декаде мая и продолжался в III декаде. Учитывая выклев и вынос части личинок, а также постоянный штормовой снос икры с нерестилищ,

вполне вероятно, что зарегистрировать абсолютный максимум численности икры в грунте в 2023 г. не удалось из-за позднего начала работ.

Нерест морской малоротой корюшки в районе порта Шахтерск в 2023 г. начался в конце мая – начале июня, массовое икрометание происходило во второй декаде июня. При встречаемости на всем участке литорали основные концентрации икры были отмечены у стока из оз. Проточное, что подтверждает облигатность корюшки к пресным водотокам в период нереста (**Шадрин, 1989**). Полученные данные по численности икры корюшки уступают величинам, зарегистрированным в зал. Анива (**Мухаметова, 2020**), но отражают соотношение запасов корюшки и мойвы. В Западно-Сахалинской подзоне запасы корюшки невелики относительно запасов мойвы (4,5%), в зал. Анива – значительно больше как в абсолютном, так и в относительном выражении (33,3%) (**Состояние промысловых..., 2022**).

Внедрение биологического мониторинга в порту Шахтерск позволило решить две основные задачи: снизить негативное воздействие на морские биоресурсы и оптимизировать сроки ограничения работ до минимально необходимых для сохранения и увеличения запасов размножающихся рыб.

Анализ данных, полученных в 2023 г., позволил разработать рекомендации по мониторингу вблизи порта Шахтерск с учетом технологии выполнения работ, текущего состояния ресурсов и динамики нереста рыб. Основными объектами биологического мониторинга в районе порта Шахтерск и на прилегающей акватории в современных условиях являются мойва и морская малоротая корюшка. При расширении нерестилищ можно ожидать увеличение численности личинок сельди, а также некоторых других видов рыб прибрежного комплекса.

Для снижения воздействия на воспроизводящиеся в районе порта локальные группировки мойвы и корюшки мониторинг необходимо проводить с начала апреля до середины–конца июля. Сроки проведения исследований могут изменяться в зависимости от продолжительности нерестовых подходов рыб.

Мониторинг должен включать:

- регулярные визуальные наблюдения на нерестилищах и на прилегающей акватории с целью выявления массового нереста рыб, признаками которого являются образование плотных стай у уреза воды, береговые выбросы производителей, высокая пищевая активность животных и др.;

- отбор проб грунта на нерестилищах мойвы и корюшки с апреля по июль – не реже одного раза в пять дней;

- отбор проб ихтиопланктона в районе нереста и на участке планируемых работ не реже одного раза в неделю.

Схема мониторинга может меняться как в сторону уменьшения объемов исследований, так и в сторону увеличения, в зависимости от видового состава нерестящихся рыб, продолжительности икрометания и погодных условий.

При крайней необходимости проведения дноуглубительных и иных видов работ, оказывающих воздействие на водные биоресурсы, в весенне-летний период необходимо учитывать высокую вероятность ограничений их сроков, в зависимости от численности подошедших на нерест производителей и локализации основных скоплений икры и личинок рыб.

При современном состоянии рыбных ресурсов в прибрежье у порта Шахтерск, концентрациях икры и личинок рыб и соотношении видов в их-

тиопланктоне предварительно можно рекомендовать приостановку работы на акватории при достижении суммарной численности ихтиопланктона в зоне воздействия 50–100 экз./м³.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Работа выполнена при финансовой поддержке и техническом обеспечении Сахалинского филиала ФГУП «Росморпорт» (договор № 65-02-55-23-НИР от 20.04.2023 г.).

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор статьи признательна заведующему лабораторией гидробиологии Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО») Е. С. Корнееву за организацию работ; руководителю сектора охраны окружающей среды Сахалинского филиала ФГУП «Росморпорт» Т. В. Мухиной и начальнику Северо-Западного отделения Сахалинского филиала ФГУП «Росморпорт» А. В. Семенюку, поддерживающим и обеспечивающим исследования на всех этапах их проведения; водителям автомашин ФГУП «Росморпорт», оказывающим помощь в доставке оборудования; команде буксира «Виктор Оленич», принимавшей участие в отборе проб.

ЛИТЕРАТУРА

- Буслов А. В., Сергеева Н. П.** Эмбриогенез и раннее постэмбриональное развитие тресковых рыб дальневосточных морей // Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2013. – Вып. 29. – С. 5–69.
- Великанов А. Я.** Некоторые особенности биологии и динамики численности мойвы Татарского пролива // Состояние запасов и динамика численности пелагических рыб Мирового океана : Тез. докл. Всесоюз. совещ. (5–6 сент. 1979 г.). – Калининград, 1979. – С. 18–20.
- Великанов А. Я.** Весеннее распределение и некоторые черты биологии мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) Татарского пролива // Изв. ТИНРО. – 1980. – Т. 104. – С. 128–133.
- Великанов А. Я.** Некоторые закономерности нерестового хода мойвы у западного побережья Сахалина // Итоги исслед. по вопр. рац. использ. и охраны биол. ресурсов Сахалина и Курил. о-вов : Тез. докл. Секция 2. Биол. ресурсы моря. – Ю-Сах., 1981. – С. 44–46.
- Великанов А. Я.** К экологии размножения дальневосточной мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) (Osmeridae) у берегов острова Сахалин // Вопр. ихтиологии. – 1984. – Т. 24, вып. 3. – С. 425–430.
- Великанов А. Я.** Влияние абиотических факторов на урожайность поколений мойвы Татарского пролива // Исслед. и рац. использ. биоресурсов дальневост. и сев. морей СССР и перспективы создания техн. средств для освоения неиспольз. биоресурсов открытого океана : Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Владивосток, 15–17 окт. 1985 г.). – Владивосток, 1985. – С. 24–25.
- Великанов А. Я.** Условия воспроизводства и формирования численности поколений мойвы *Mallotus villosus socialis* (Pallas) в Татарском проливе // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. – Владивосток, 1986. – С. 80–92.
- Великанов А. Я.** Данные об икринках и личинках дальневосточной мойвы *Mallotus villosus socialis* у берегов южного Сахалина // Вопр. ихтиологии. – 1988. – Т. 28, вып. 4. – С. 644–648.
- Великанов А. Я.** Мойва // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Охотское море. – 1993. – Т. 9, вып. 2. – С. 105–109.
- Великанов А. Я.** О состоянии сообществ пелагических видов рыб у западного и восточного Сахалина в 2002 г. // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 207–225.

- Великанов А. Я.** Дальневосточная мойва: распределение, особенности биологии, динамика биомассы, проблемы и перспективы промышленного освоения // *Вопр. рыболовства.* – 2018. – Т. 19, № 3. – С. 300–326.
- Давыдова С. В.** Встречаемость икры дальневосточной сардины и японского анчоуса в заливе Петра Великого (Японское море) // *Изв. ТИНРО.* – 1994. – Т. 115. – С. 130–136.
- Давыдова С. В., Черкашин С. А.** Ихтиопланктон восточного шельфа острова Сахалин и его использование как индикатора состояния среды // *Вопр. ихтиологии.* – 2007. – Т. 47, № 4. – С. 494–505.
- Ившина Э. Р.** Распределение нерестилиц тихоокеанской сельди сахалино-хоккайдской и декастринской популяций у западного побережья о. Сахалин (Японское море) // *Вопр. рыболовства.* – 2022. – Т. 23, № 2. – С. 201–215.
- Ившина Э. Р.** Современное состояние запасов Сахалино-хоккайдской сельди *Clupea pallasii* у побережья о. Сахалина и южных Курильских островов // *Изв. ТИНРО.* – 2022а. – Т. 202, вып. 1. – С. 61–70. – DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-61-70.
- Ильин О. И., Сергеева Н. П.** Оценка убыли и продукции икры минтая (*Theragra chalcogramma*) в каньонах Авачинского залива // *Исслед. вод. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана.* – 2014. – Вып. 34. – С. 81–86.
- Календарь приливов и отливов для с. Лесогорское.** – Доступно через: <https://prilivy.com/ru/sakhalin-oblast/lesogorsk>. – Дата обращения 11.06.2023.
- Калчугин П. В., Бойко М. И., Соломатов С. Ф. и др.** Современное состояние ресурсов донных и придонных видов рыб в российских водах Японского моря // *Изв. ТИНРО.* – 2016. – Т. 184. – С. 54–69.
- Ким Сен Ток.** Сезонные особенности вертикальной структуры ихтиоценов западно-сахалинского шельфа и островного склона // *Вопр. ихтиологии.* – 2004. – Т. 44, № 1. – С. 77–88.
- Климова Т. Н.** Влияние дампинга на структуру ихтиопланктонных сообществ в шельфовой зоне Черного моря // *Вопр. ихтиологии.* – 2001. – Т. 41, № 6. – С. 804–815.
- Косьяненко А. А., Федоренко Ю. В., Еловская О. А. и др.** Экологический мониторинг морской биоты на акватории порта «Посыет» // *Изв. Самарского научного центра РАН.* – 2013. – Т. 15, № 3. – С. 648–651.
- Ломтев В. Л.** Деформации Невельского (02.08.2007 г., М-6,1) шельфового землетрясения (ЮЗ Сахалин) // *Геология и полезные ископаемые Мирового океана.* – 2010. – № 2. – С. 35–46.
- Марыжихин В. Е., Коренева Т. Г., Ведерникова А. А.** Загрязнение прибрежных вод и донных отложений нефтепродуктами в районе аварии танкера «Надежда» // *Природ. катастрофы: изучение, мониторинг, прогноз : VI Сах. молодеж. науч. школа (Ю-Сах., 3–8 окт. 2016 г.) – Ю-Сах., 2016.* – С. 397–399.
- Мухаметова О. Н.** Состояние нерестилиц дальневосточной мойвы *Mallotus catervarius* (Müller 1776) и морской малоротой корюшки *Hypomesus japonicus* (Brevoort, 1856) (сем. Osmeridae) на западном побережье о. Сахалин и в заливе Анива в 2017 г. // *Тр. «СахНИРО».* – 2020. – Т. 16. – С. 61–83.
- Мухаметова О. Н., Лабай В. С., Галанин Д. А. и др.** Биота морского порта Невельск после сейсмогенной деформации шельфа // *Тр. «СахНИРО».* – 2022. – Т. 18. – С. 154–178.
- Раков В. А., Васильева Л. Е., Косьяненко А. А. и др.** Экологический мониторинг морской биоты в районах строительства судоходного канала и дноуглубления в заливе Посыета (Японское море) // *Актуальные проблемы освоения биол. ресурсов Мирового океана : Материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2010.* – Ч. 1. – С. 163–167.
- Расс Т. С., Казанова И. И.** Методическое руководство по сбору икринок, личинок и мальков рыб. – М. : Пищ. пром-ть, 1966. – 43 с.
- Руднева И. И.** Оценка токсичности мазута для икры двух видов морских рыб // *Экол. безопасность прибреж. и шельфовой зон моря.* – 2022. – № 2. – С. 118–127. – DOI:10.22449/2413-5577-2022-2-118-127.
- Селифонова Ж. П., Буркацкий О. Н., Байкин С. В. и др.** Особенности распределения в Новороссийской бухте недавнего вселенца *Streblospio gynobranchiata* Rice Et Levin (Polychaeta: Spionidae) // *Экол. безопасность прибреж. и шельфовой зон моря.* – 2020. – № 2. – С. 131–139. – DOI:10.22449/2413-5577-2020-2-131-139.

Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна-2022 : Материалы к промысловым прогнозам (краткая версия). – Владивосток : ТИНРО, 2022. – 215 с.

Студиград Н. П. Ихтиопланктон портов и открытого побережья Туапсе и Тамани (2017–2018 гг.) // Эксплуатация мор. транспорта. – 2020. – № 2. – С. 112–118.

Федорец Ю. В., Шарова О. А., Раков В. А. и др. Видовой состав и количественные характеристики морской биоты в районе порта «Восточный» в бухте Врангеля (залив Находка) // Изв. Самарского науч. центра РАН. – 2012. – Т. 14, № 1. – С. 2454–2457.

Шавыкин А. А., Соколова С. А., Ващенко П. С. Обеспечение экологической безопасности при проведении работ на континентальном шельфе. Взвесь при гидротехнических работах на шельфе. II. Оценка воздействия на биоту при расчете ущерба рыбным запасам // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2011. – № 3. – С. 30–34.

Шадрин А. М. Развитие дальневосточных корюшковых (Osmeridae) в условиях разной солености : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М. : ВНИРО, 1989. – 23 с.

Шадрин А. М., Махотин В. В., Эриксен Е. Влияние температуры инкубации на качественный и количественный состав аномалий и смертность в эмбриогенезе мойвы *Mallotus villosus* (Osmeridae) Баренцева моря // Вопр. ихтиологии. – 2020. – Т. 60, № 1. – С. 82–93. – DOI: 10.31857/S0042875220010166.

Шевченко Г. В., Цхай Ж. Р., Ложкин Д. М. Спутниковый мониторинг температурных условий в районах устьев нерестовых рек южной части о. Сахалин // Исслед. Земли из космоса. – 2018. – № 5. – С. 15–22.

Шулейкин В. В. Физика моря. – М. : Наука, 1968. – 1083 с.

Юсупов Р. Р., Санталова М. Ю. Репродуктивная биология и развитие тихоокеанской мойвы *Mallotus villosus catervarius* Тайской губы (северная часть Охотского моря) // Изв. ТИНРО. – 2016. – Т. 185. – С. 49–66.

Mandic M., Regner S., Gacic Z. et al. Composition and diversity of ichthyoplankton in the Boka Kotorska Bay (South Adriatic Sea) // Acta Adriat. – 2014. – Vol. 55, No. 1. – P. 229–244.

Mandic M., Pestoric B., Markovic O. et al. Plankton community of trafficked ports as a baseline reference for non-indigenous species arrivals. Case study of the Port of Bar (South Adriatic Sea) // Mediterranean Marine Science. – 2019. – Vol. 20. – P. 718–726.

Præbel K., Christiansen J. S., Kettunen-Præbel A. et al. Thermohaline tolerance and embryonic development in capelin eggs (*Mallotus villosus*) from the Northeast Atlantic Ocean // Environ Biol Fish. – 2013. – Vol. 96. – P. 753–761. – DOI 10.1007/s10641-012-0069-3.

Selifonova Zh. P. The ecosystem of the Black Sea port of Novorossiysk under conditions of heavy anthropogenic pollution // Russian Journal of Ecology. – 2009. – Vol. 40, No. 7. – P. 510–515. – DOI: 10.1134/S1067413609070091.

Selifonova Zh. P. Structural and Functional Organization of Ecosystems in the Ports of Novorossiysk and Tuapse on the Black Sea // Doklady Akademii Nauk. – 2012. – Vol. 447, No. 1. – P. 110–113.

Shiganova T. A., Musaeva E. I., Lukasheva T. A. et al. Increase in Findings of Mediterranean Nonnative Species in the Black Sea // Russian Journal of Biological Invasions. – 2012. – Vol. 3, No. 4. – P. 255–280. – DOI: 10.1134/S207511712040042.

Wilber D. H., Clark D. G. Biological effects of suspended sediments: a review of suspended sediment impacts on fish and shellfish with relation to dredging activities in estuaries // North Amer. J. of Fish. Manag. – 2001. – No. 21. – P. 855–875.