

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МИРОВОГО ОКЕАНА

Материалы VI Международной
научно-технической конференции

Часть I

Водные биоресурсы, рыболовство, экология и аквакультура

Проблемы развития судоходства и транспорта



Уважаемые участники конференции!

От имени Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета я рад приветствовать вас на очередной Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана».

Я уверен, что в ходе работы мы сможем обсудить множество актуальных тем: совершенствование существующих технологий, нахождение путей оптимизации эксплуатации биоресурсов, исчезновение некоторых видов рыб, – а также многие другие вопросы, волнующие мировое научное сообщество уже не первый год.

Главная цель конференции – развитие творческих связей между учеными, углубление и расширение интеграционных процессов между высшими учебными заведениями, научными организациями и предприятиями, работающими в направлении использования биологических ресурсов Мирового океана.

Хочу пожелать всем участникам конференции интересной и продуктивной работы, творческих успехов в дальнейших научных исследованиях!

Председатель оргкомитета,
ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

О.Л. Щека
20 мая 2020 г.

Dear conference participants!

On behalf of Far Eastern State Technical Fisheries University I'm happy to welcome you at the permanent International Scientific and Technical Conference «Urgent problems of the world ocean biological resources development».

I'm confident that during the conference we'll be able to discuss many topical issues such as current technological development, the ways for biological resources development optimization, some species loss and many other issues being of the world scientific community's concern for some time now.

The main purpose of the conference is fruitful ties development between scientists as well as extension and enhancement of integration processes between higher educational institutions, scientific organizations and enterprises associated with ocean biological resources development.

I would like to wish all the conference participants interesting and successful work and best of luck in your further research activities!

Chairman of the Organizing Committee,
President of Far Eastern State Technical Fisheries University

O.L. Shcheka
20 May, 2020

FEDERAL AGENCY FOR FISHERY



**Far Eastern State Technical
Fisheries University**

**URGENT PROBLEMS OF THE WORLD OCEAN
BIOLOGICAL RESOURCES DEVELOPMENT**

**Proceedings of the 6th International
Scientific and Technical Conference**

(Vladivostok, 20–21 May, 2020)

PART I

Water bioresources, fisheries, ecology and aquaculture

Problems of navigation and transport development

Vladivostok
Far Eastern State Technical Fisheries University
2020

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



**Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет**

**Актуальные проблемы освоения
биологических ресурсов Мирового океана**

**Материалы VI Международной
научно-технической конференции**

(Владивосток, 20–21 мая 2020 года)

Часть I

Водные биоресурсы, рыболовство, экология и аквакультура

Проблемы развития судоходства и транспорта

Владивосток
Дальрыбвтуз
2020

УДК 639.2.053
ББК 47.2
А43

Редакционная коллегия:

Председатель – О.Л. Щека, доктор физ.-мат. наук, профессор, ректор ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – О.И. Шестак, канд. ист. наук, доцент, начальник научного управления.

А.Н. Бойцов, канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры;

С.Б. Бурханов, канд. экон. наук, доцент, директор Мореходного института;

И.С. Карпушин, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Судовождение»;

С.А. Каткова, канд. хим. наук, доцент, директор Международного института;

Е.П. Лаптева, канд. техн. наук, доцент, директор Института пищевых производств;

С.Н. Максимова, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой «Технология продуктов питания»;

Б.И. Руднев, доктор техн. наук, профессор кафедры «Холодильная техника, кондиционирование и теплотехника»;

Л.А. Сахарова, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Экономика, управление и финансы»;

К.В. Ким, доктор экон. наук, профессор кафедры «Экономика, управление и финансы».

Ответственный секретарь – Е.В. Денисова, зам. начальника научного управления.

Технический секретарь – Е.Ю. Образцова, главный специалист научного управления.

А43 Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы VI Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 ч. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (22,6 Мб). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2020. – Ч. I. – 236 с. – Систем. требования : PC не ниже класса Pentium I ; 128 Mb RAM ; Windows 98/XP/7/8/10 ; Adobe Reader V8.0 и выше. – Загл. с экрана.

ISBN 978-5-88871-743-1 (ч. I)

ISBN 978-5-88871-742-4

Представленные материалы охватывают международные научно-технические проблемы экологии, рационального использования, сохранения и восстановления ресурсно-сырьевой базы рыболовства, развития искусственного воспроизводства и аквакультуры, эксплуатации водного транспорта, обеспечения безопасности мореплавания, прогрессивных технологий в области судовых энергетических установок и судовой автоматики.

Приводятся результаты научно-исследовательских разработок ученых Дальрыбвтуза, других вузов и научных организаций России и зарубежья.

УДК 639.2.053
ББК 47.2

ISBN 978-5-88871-743-1

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2020

Секция 1. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО, ЭКОЛОГИЯ И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.2.05

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСВОЕНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ В ЮЖНО-КУРИЛЬСКОЙ ЗОНЕ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА

Бадаев О.З., Болдырев В.З., Солодовников С.А.
Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия

В Южно-Курильской зоне рекомендованная рыбохозяйственной наукой величина изъятия водных биологических ресурсов в 2000-2020 гг. составляет в среднем 715 тыс. т в год. При этом освоение составляет около 200 тыс. т в год. Ресурсный потенциал региона дает возможность значительно увеличить общий вылов и рыбоперерабатывающее производство.

Ключевые слова: Южно-Курильская зона, водные биологические ресурсы, вылов, освоение.

Введение

Морской промысел в Южно-Курильской зоне играет немаловажную роль в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (Богданов, 1946; Сафронов, Никифоров, 1980; Промысел биоресурсов..., 2013; Христофорова, 2018). Биологическое разнообразие и особенности расположения зоны определили уникальные условия, в которых функционирует рыболовство. Прежде всего, это касается сырьевых ресурсов рыбной промышленности (Шунтов, 1987; Промысловые рыбы..., 1993; Великанов, 2002; Ким Сен Ток, Бирюков, 2009; Состояние промысловых ресурсов..., 2000-2019).

Целями настоящей работы являются анализ современного состояния и освоения сырьевой базы промышленного рыболовства, исследование существующей структуры морских промыслов в Южно-Курильской зоне, определение возможности расширения рыбоперерабатывающего производства с использованием особенностей географического положения.

Материалы и методы исследования

Величина научно рекомендованного вылова (ОДУ, РВ) и промысловые показатели взяты из соответствующих материалов ТИНРО (Состояние промысловых ресурсов..., 2000-2019). Привлечены данные из базы отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) и экспертные оценки. Использован метод сравнительного анализа.

Классификация судов по тоннажным группам регламентируется «Инструкцией по классификации судов флота рыбного хозяйства» (1995). Орудия лова рассматривались по типам (группам). Например, в группу «донные тралы» вошли донные тралы различных конструкций и модификаций. Некоторые промысловые объекты объединены в группы видов так же, как в судовых суточных донесениях ОСМ (ССД). Написание латинских названий видов рыб дано согласно Шейко Б.А. и Федорову В.В. (2000). Встреченные в ССД некоторые названия промысловых рыб в базе данных изменены на те, которые приняты в официальной статистической отчетности. Например, «ерш длинноперый» – это шиповки,

а «морской налим» – ликоды и т.д. Сокращения: ОДУ – общий допустимый улов, РВ – рекомендованный вылов, ВБР – водные биологические ресурсы. ННН промысел не учитывался.

Полученные результаты и их обсуждение

Рыбная промышленность в Южно-Курильской зоне ориентируется на возможный вылов около 715 тыс. т в год (Состояние промысловых ресурсов..., 2000-2019). В сферу промыслового прогнозирования включены более 70 видов гидробионтов. Среди промысловых гидробионтов основную долю в общем объеме рекомендованного изъятия занимают рыбы (67 %): сайра (*Cololabis saira*), минтай (*Theragra chalcogramma*), скумбрия (*Scomber japonicus*), лососи (р. *Oncorhynchus*), сардина (*Sardinops melanostictus*), анчоус (*Engraulis japonicus*), лемонема (*Laemonema longipes*) и др. Большое значение имеют также ламинарии (р. *Saccharina*), кальмары (*Todarodes pacificus*, *Berryteuthis magister*, *Ommastrephes bartramii*), морские ежи (рр. *Strongylocentrotus*, *Mesocentrotus*) и др.

Расположение Южно-Курильской зоны, ее гидрологический режим определяют сложную структуру ВБР, которая выражается в высокой динамике биомасс промысловых объектов, для которых эти воды являются окраиной ареала.

Скумбрия и сардина лишь в последние годы начали занимать значимую долю в общем объеме рекомендованного изъятия, который в связи с увеличением численности будет возрастать. Пелагические кальмары (в частности, кальмар Бартрама) также обладают значительным потенциалом для увеличения объемов общего вылова.

Среднегодовое промысловое изъятие ВБР в Южно-Курильской зоне (2000-2020 гг.) составляет около 200 тыс. т (из них 187 тыс. т рыбы). Основу вылова составляют минтай, сайра, тихоокеанские лососи, сардина иваси, скумбрия, кальмары, морские ежи, треска и др.

Таким образом, в исследуемом рыбопромысловом районе в среднем недоосваивается порядка 72 % ВБР (92 % рыбы) (Состояние промысловых ресурсов..., 2000-2019).

Лучше всего (>70 %) осваиваются морские ежи, кукумария, трепанги, гребешки, минтай, спизула и корюшка. В пределах 50-70 % осваиваются крабы, креветки, тихоокеанские лососи, треска, камбалы, сардина, гольцы. В меньшей степени (20-50 %) – навага, терпуги, палтусы, окуни, скумбрия, бычки и трубачи. Остальные промысловые гидробионты осваиваются слабо. Таким образом, промысловое освоение составляет менее 30 % от рекомендованной величины изъятия.

Изучению этого вопроса уже уделялось внимание (Промысел биоресурсов..., 2013). Основными причинами слабого освоения промысловых гидробионтов наряду с известными причинами – недовыставление промыслового флота, неполное освоение квот, отсутствие специализированных промысловых судов, необходимо назвать недостаточно проработанные организационные вопросы, вопросы логистики, вопросы технологии переработки и транспортировки и, как следствие, низкая рентабельность всего производства.

Разнообразие видов промысловых гидробионтов, определяет широкий спектр используемых орудий лова. Используются донные и разноглубинные тралы, снюрреводы, бортовые ловушки, водолазное оборудование, дрейфтерные сети, драги, яруса и др.

Эффективность рыбного хозяйства, кроме использования современных орудий лова, также зависит от состояния промысловых судов и от глубины технологической обработки сырья. Основное количество добывающих судов было построено в 1980-1990 гг., и лишь единицы постройки 2000-2010 гг.

Следует отметить, что в пос. Крабовозаводской на о. Шикотан недавно запущен завод, способный перерабатывать 900 т рыбы в сутки. В какой-то мере это позволит повысить освоение водных биоресурсов в Южно-Курильской зоне.

В силу сложившихся исторических причин регион постоянно находится в сфере международной политики, и рыбопромысловая деятельность постоянно является предметом обсуждения для России и Японии (Курмазов, 2006; Зиланов, Плотников, 2019).

Огромную возможность расширения промысла и рыбоперерабатывающего производства даст реализация совместной (РФ–Япония) рыбохозяйственной деятельности, в том числе в области марикультуры (<https://tass.ru/politika/6492830>).

В ближайшей перспективе с учетом и на базе намерений совместной (РФ–Япония) рыбохозяйственной деятельности представляется возможным использование уникального географического положения данного региона, через который проходит транспортировка практически всего улова гидробионтов дальневосточных морей – около 3 млн т. Имеется в виду организация и строительство рыбоперерабатывающего хаба с глубокой переработкой и транспортировкой продукции в Россию, Японию и другие страны АТР (в настоящее время, как известно, этим занимаются Китай и Южная Корея).

Выводы

Из рекомендованных к промысловому изъятию 700 тыс. т ВБР в Южно-Курильской зоне рыбная промышленность осваивает лишь около 30 %. Низкое освоение ВБР обусловлено, прежде всего, ограниченным количеством специализированного и универсального промыслового флота и недостаточно проработанной логистикой.

В водах Южно-Курильской зоны обитает значительное количество промысловых гидробионтов по сравнению с другими районами Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Это определяет сложную структуру промыслов.

Ресурсный потенциал Южно-Курильской зоны дает возможность значительного увеличения общего вылова и расширения рыбоперерабатывающего производства в данном регионе с использованием береговой инфраструктуры и транспортного узла, через который проходит основная часть рыбной продукции дальневосточных морей в данном регионе.

Библиографический список

1. Богданов А.С. Рыбная промышленность Курильских островов // Рыб. хоз-во. – 1946. – № 8. – С. 3-16.
2. Великанов А.Я. Сырьевые ресурсы морских рыб Сахалина и Курильских островов: состав, современное состояние запасов, их многолетняя изменчивость // Изв. ТИНРО. – 2002. – Т. 130. – № 3. – С. 1122-1141.
3. Зиланов В.К., Плотников А.Ю. Японские претензии на Южные Курилы и вопросы рыболовства // Рыб. хоз-во. – 2019. – № 6. – С. 3-8.
4. Инструкция по классификации судов флота рыбного хозяйства. – СПб.: Гипрорыбфлот, 1995. – 23 с.
5. Ким Сен Ток, Бирюков И.А.. Некоторые черты биологии и промысловые ресурсы донных и придонных видов рыб в шельфовых водах южных Курильских островов в 1987–2006 гг. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2009. – 124 с.
6. Курмазов А.А. Российско-японское рыбохозяйственное сотрудничество в районе Южных Курильских островов // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 146. – С. 343-359.
7. Промысел биоресурсов в водах Курильской гряды: современная структура, динамика и основные элементы / под общ. ред. А.В. Буслова. – Южно-Сахалинск: Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2013. – 264 с.
8. Промысловые рыбы, беспозвоночные и водоросли морских вод Сахалина и Курильских островов. – Южно-Сахалинск: Дальневост. кн. изд-во, 1993. – 192 с.
9. Сафронов С.Н., Никифоров С.Н. Рыбохозяйственное использование шельфа Южных Курильских островов // Распред. и рац. использ. вод. зооресурсов Сах. и Курил. о-вов. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – С. 82–87.
10. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (краткая версия) / Прогноз общего вылова гидробионтов по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну. – Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2000-2019.

11. Христофорова Н.К. Дальний Восток России: природные условия, ресурсы, экологические проблемы. – М.: Магистр, 2018. – 832 с.
12. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий / ред.: Р.С. Моисеев, А.М. Токранов. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – С. 7–69.
13. Шунтов В.П. О рыбопродуктивности дальневосточных морей // Вопр. ихтиологии. – 1987. – Т. 5. – С. 747-754.
14. Электронный ресурс. – Режим доступа: URL: <https://www.tass.ru/politika/6492830> (дата обращения: 13.03.2020).

CURRENT STATE AND CATCH OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE SOUTH KURIL ZONE OF THE FAR EASTERN FISHERY BASIN

Badaev O.Z., Boldyrev V.Z., Solodovnikov S.A.
Pacific branch of FSBI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

In the South Kuril zone, the recommended amount of catch of aquatic biological resources by science in 2000-2020 amounts to an average of 715 thousand tons per year. Moreover, the catch is about of 200 thousand tons per year. The resource potential of the region (the state of the raw material base, commercial reserves) makes it possible to significantly increase the total catch and fish processing industry.

Keywords: *South Kuril zone, aquatic biological resources, catch, development.*

Сведения об авторах:

Бадаев Олег Зинурович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: badaev@yandex.ru;

Болдырев Владимир Захарович, главный специалист-эксперт;

Солодовников Сергей Анатольевич, главный специалист.

НАЛИЧИЕ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ИНВАЗИЙ У ГРЕБЕШКА ПРИМОРСКОГО ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ХОЗЯЙСТВАХ МАРИКУЛЬТУРЫ

Бровкина Е.П., Костина Е.А.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

*Анализ деятельности предприятий Приморского края за последние годы показал, что при садковом выращивании гребешка часто наблюдается его повышенная смертность, о которой практически не упоминается в открытых источниках. После изучения данного явления на нескольких предприятиях Приморского края нами выдвинуто предположение, что причиной инвазий служат простейшие рода перкинсус (*Perkinsus*). Мы призываем признать факт возможности возникновения эпизоотий в гребешковых хозяйствах, сделать эту информацию доступной для потенциальных хозяйственников, законодательства и научного сообщества. Необходимо разработать управленческие стратегии, которые сократили бы риски и уменьшили потери хозяйств до экономически допустимых, а также для совершенствования нормативной базы в части минимальных объемов объектов аквакультуры.*

Ключевые слова: *марикультура, гребешок, садковое выращивание, перкинсоз, *Perkinsus*.*

В настоящее время в Приморском крае марикультурой занимаются около 90 предприятий, которым предоставлено 277 рыбоводных участков. Объектами разведения в Приморье в основном являются приморский гребешок, дальневосточный трепанг, тихоокеанская мидия, гигантская устрица и сахарина японская. Наиболее массовый – приморский гребешок. Выращивание гребешка подвесным и донным способами считается успешным и прибыльным видом деятельности.

В специализированной русскоязычной литературе при обзоре паразитов гребешка и их влияния говорится о том, что паразитофауна гребешка бедна, зараженность данного вида низкая и случаев массовой гибели паразитарной этиологии или вследствие инфекционных заболеваний не зафиксировано [3]. Тем не менее, анализ деятельности предприятий Приморского края за последние годы показал, что на плантациях с гребешком все чаще наблюдается его массовая гибель.

Из опыта личных наблюдений при работе в сфере марикультуры с 2004 г., а также по результатам опросов сотрудников марихозяйств складывается следующая картина. В первые годы садкового выращивания гребешка в хозяйствах марикультуры отход в садках не превышает нормативных показателей. А через несколько лет наблюдается повышенная гибель гребешка. Причем гибель гребешка в возрасте 2 – 2+ – в летне-осенний период. На донных участках подобного не наблюдается, или это не так заметно.

В данном процессе отмечаются следующие закономерности:

- количество спата, собранного на коллекторах, может варьировать в любых параметрах, характерных для данного района. Гибели молоди в коллекторах (не считая выедания звездами) не наблюдалось;

- при первой зимовке не наблюдается повышенного отхода. Выживаемость до первой весны в пределах нормы, так же как и размерно-весовые характеристики особей;

- смертность гребешка летом в возрасте от 1 года (весна) до 1+ (осень) – обычно в нормативных пределах, либо немного выше. При переборке осенью (возраст 1+) могут в небольшом количестве наблюдаться особи, которые существенно уступают другим по размерно-весовым показателям. Эти мелкие особи часто, но не всегда, имеют немного

деформированную раковину. Встречаются и умершие особи. Развитие же основной группы протекает успешно. С годами процент «ненормальных» особей обычно увеличивается;

- за вторую зиму (возраст от 1+ до 2) отход обычно не превышает нормативных показателей, или немного выше. Размерно-весовые приросты соответствуют нормам;

- летом третьего года выращивания (возраст гребешка от 2 до 2+) смертность резко возрастает. На протяжении всего лета и осенью при пересадке в садках отмечаются особи, умершие недавно;

- в случае если гребешок зимует еще одну зиму, осенне-весенний отход невелик. Весной в садках практически не встречается погибших особей. Отход начинается после нереста с повышением температуры воды. К августу-сентябрю может погибнуть до 30-50 %. Причем гибель обычно начинается после нереста с повышением температуры;

- при разделке гребешка (в том числе крупного живого) у некоторых особей в мускуле наблюдаются пустулы с «гнилым» содержимым. Их диаметр варьирует от доли миллиметра, до сантиметра, количество – до нескольких десятков. Но это наблюдается у отдельных особей, у основной массы мускул нормальный;

- с годами ситуация ухудшается. Отмечались ситуации, когда хозяйства были вынуждены реализовывать гребешка в возрасте 2 лет, весной перед первым нерестом и летним прогревом воды. В противном случае смертность в возрастной группе 2 – 2+ в летний период приближалась к 100 %.

В хозяйствах марикультуры в возрасте 2+ садковый гребешок достигает оптимальных торговых показателей для экспорта. Таким образом, хозяйства два года проводят все технологические операции по выращиванию, и теряют продукцию перед самой выемкой. На некоторых участках гибель за лето превышала 70 %, и хозяйства были вынуждены отказаться от садкового выращивания гребешка.

Обобщив данные, можно сделать предположение, что большая плотность содержания гребешка в садках приводит к возникновению какого-то заболевания, которое больной гребешок передает следующему поколению, содержащемуся на соседних хребтинах.

Так как садок защищает гребешка от естественных хищников, ослабленные и больные особи не уничтожаются, что способствует «накоплению болезни». Более того, умерший гребешок находится в садке в непосредственном контакте с живыми. При выращивании гребешка на дне такая картина смертности не наблюдается или не столь заметна из-за присутствия хищников и падальщиков (морские звезды, брюхоногие моллюски, осьминоги, рыбы и пр.). Нормативная смертность гребешка при донном выращивании может достигать 70-90 % (в зависимости от размера высаживаемых особей) [2, 5, 6]. Но при этом в первую очередь уничтожаются больные ослабленные особи.

В садках моллюски гибнут не сразу и не все. Часть популяции более устойчива и успешно развивается. Признаки болезни наблюдаются лишь у части особей, но со временем эта часть увеличивается. Предположили, что болезнь имеет какое-то накопительное действие, и при превышении критического уровня инвазии особь гибнет. Это может объяснить отсутствие высокой смертности у возрастных групп от 0 до 2 лет.

Скорее всего у отдельных особей на фоне общего заболевания, ослабляющего защитные функции, одновременно могут присутствовать и другие инвазии. Организмы, описанные как потенциально опасные и не оказывающие существенного влияния на популяцию, в данной ситуации усугубляют состояние гребешка, и выживаемость моллюска неуклонно понижается.

По наблюдениям, данная проблема присутствует только для гребешка. На соседних хребтинах может выращиваться мидия тихоокеанская. Повышенного отхода мидии при этом не зафиксировано.

Надо отметить, что хозяйства марикультуры, столкнувшись с этой проблемой, иногда ведут исследования в силу своих возможностей. Для определения причин повышенной смертности гребешка одного из хозяйств было проведено микробиологическое, паразитоло-

гическое микологическое обследование особей. В числе патогенов обнаружили протиста – *Perkinsus sp.*

В 2019 г. в журнале «Известия ТИПРО» вышла статья, в которой описывается случай высокой гибели молоди гребешка, привезенной из Китая для садкового выращивания на плантации в районе бухты Морьяк-Рыболов. В качестве возможных причин гибели в выводах большое внимание уделяется природным факторам и технологическому процессу. Между тем, упоминается обнаружение у особей потенциально опасного для гребешка паразита – простейшего рода *Perkinsus*.

Также и в монографии «Приморский гребешок» упоминается, что в конце 1979 г. из Японии (префектура Аомори) в СССР была завезена для расселения молодь приморского гребешка, при исследовании которой (после расселения) у 86 % особей в различных органах и тканях были найдены сферические цисты, которые были определены (предположительно) как трофозонты и презооспорангии *Perkinsus olseni*.

Паразиты рода *Perkinsus* с середины XX в. отмечены как одни из опаснейших патогенов моллюсков. Патоген входит в списки трансграничных болезней Международного эпизоотического бюро (Список МЭБ..., 2012). Виды рода вызывают вспышки болезни – перкинсозы у культивируемых моллюсков по всему миру. Эпизоотии перкинсоза (или болезнь «дермо») с очень высокой смертностью моллюсков-хозяев регистрировались при выращивании устрицы, морских ушек, мидии. Зарегистрирована высокая смертность и на плантациях по выращиванию гребешка приморского на тихоокеанском побережье Канады, вызванная *P. qugwadi* [8].

Среди болезней моллюсков, вероятно, эта болезнь привела к самым серьезным экономическим потерям, и поэтому исследователи всего мира сосредоточили значительные усилия на изучении паразитов рода *Perkinsus*.

Клинические признаки заболевания у инфицированных моллюсков неспецифичны. Зараженные животные могут быть приоткрыты, иметь бледную пищеварительную железу, терять форму тела, демонстрировать ретракцию (подтягивание) мантии и содержать белые узелки и пустулы в различных тканях. Или же моллюсков могут найти уже мертвыми [10].

Заражение *P. marinus* или *P. olseni* (последний вид характерен для данного географического ареала) часто приводит к летальному исходу у восприимчивых моллюсков, хотя инфицированное животное может прожить несколько лет до появления клинических признаков заболевания или внезапной смерти.

Паразит распространяется непосредственно от животного к животному, когда восприимчивые моллюски фильтруют воду, содержащие зооспоры Перкинсус.

Разложение мертвого инфицированного моллюска высвобождает множество инфекционных паразитов. Напротив, живые инфицированные моллюски выделяют небольшое количество паразитов в своих фекалиях и псевдофекалиях. Зараженные моллюски нежелательно перемещать в область с незараженными моллюсками. [9]

Стрессовые условия, такие, как нерест и высокая плотность содержания, могут повысить восприимчивость моллюсков к инфекции.

Всемирная организация охраны здоровья животных (МЭБ) определяет или перечисляет заболевания животных, вызывающие озабоченность. Как *P. marinus*, так и *P. olseni* являются агентами болезни, включенными в список МЭБ [4]. Это означает, что о любом моллюске с диагнозом *P. marinus* или *P. olseni* должно быть сообщено в соответствующие органы.

Паразиты Перкинса не являются инфекционными для человека, поэтому зараженные Перкинсус двусторчатые моллюски безопасны для потребления человеком. [9]

Характер протекания заболевания, описанный в данной статье, более типичен для *P. olseni* [10], но нельзя утверждать, что паразитирует один вид. *P. olseni* наряду с *P. marinus* считаются наиболее опасными видами рода, провоцирующими эпизоотии, опустошающие марихозяйства по всему миру.

Принимая во внимание всё вышесказанное, не вызывает сомнения наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при искусственном выращивании. Изучив данное явление на нескольких предприятиях Приморского края, нами выдвинуто предположение, что причиной инвазий служат простейшие рода перкинсус (*Perkinsus*).

Заключение

Сейчас марикультурная отрасль оказалась заложником непростой ситуации. И проблема сама собой не разрешится. Наверняка перкинсус присутствует и в естественных популяциях гребешка и во всех гребешковых хозяйствах. Молодь гребешка уже давно перевозят из района в район, а так же импортируют. Её желательно проверять.

Предприниматели, хозяйственники и инвесторы при расчетах мощностей хозяйств, их рентабельности и окупаемости руководствуются существующими методиками и нормативами. Несмотря на то, что со стороны законодательства требования к объемам выращивания и изъятия довольно высоки, ни нормативная база, ни существующие методики не подразумевают (даже не упоминают) возможности возникновения эпизоотий в гребешковых хозяйствах. Соответственно и у предпринимателей просто нет этой информации.

Все нормативы урожайности и экономической эффективности подвесных плантаций приводятся с учетом гибели не более 5-10%. И именно на эти данные опирается российское законодательство при расчете минимального объема выращивания гребешка в хозяйствах Приморья.

Со временем при выращивании гребешка, рано или поздно, в большей или меньшей степени проблема проявляется. Далее возникает дилемма: хозяйственники видят повышенную гибель своего гребешка, но не афишируют заболевания. При этом, по причине отсутствия материальной и научной базы, они не могут определить реальную причину гибели и разработать основы для технологических решений. Да и материального стимула у них нет - эти исследования не дадут моментального практического результата, а потенциальных потребителей продукции (товарного гребешка и молоди) наверняка отпугнут. Покупатель уйдет в другое хозяйство, где проблема та же, но про нее не говорят.

«Научникам» толком не известно о проблеме. Они иногда при разовых посещениях хозяйств получают лишь обрывки информации и просто не видят полную картину. Здесь требуются усилия научного сообщества, профильных и отраслевых научных институтов, а также государственное финансирование.

Данной статьей мы призываем признать факт возможности возникновения эпизоотий в гребешковых хозяйствах, сделать эту информацию доступной для потенциальных хозяйственников, законодательства и научного сообщества. Также призываем хозяйствующие предприятия не оставаться в стороне от исследовательских работ, не замалчивать случаи возникновения эпизоотий и обмениваться информацией с научными институтами.

Гребешок является перспективной дорогостоящей продукцией, спрос на которую неизменно высок. Наряду с трепангом, он представляет основу экспортного потенциала марихозяйств на Дальнем Востоке. Но при современном состоянии у гребешководства НЕТ будущего. Индустриальное культивирование гребешка уже несет колоссальные потери (вплоть до полного прекращения), и ситуация может распространиться на пастбищное выращивание.

Необходимо принять во внимание, что Перкинсус (как предполагаемая причина возникновения эпизоотий), возможно, является эндемичным паразитом в данном регионе и давно регистрируется в популяциях приморского гребешка (пусть и как потенциально опасный вид). Уничтожить его в дикой природе невозможно. Придется учиться вести выращивание гребешка с учетом сложившихся обстоятельств. Задача науки разработать управленческие стратегии для отрасли, которые сократили бы риски и уменьшили потери до экономически допустимых. И эта задача достижима.

Признание факта возможности возникновения эпизоотий в гребешковых хозяйствах даст толчок к проведению крупных исследований по определению патогенов, взаимоот-

ношений их с гребешком-хозяином и, главное, позволит разрабатывать технологические схемы управления рисками. Вероятно, именно описанная выше болезнь моллюсков привела к самым серьезным экономическим потерям, и поэтому исследователи со всего мира сосредоточили значительные усилия на изучении паразитов рода Перкинса и только в России ее просто не замечают.

Библиографический список

1. Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю., Турабжанова И.С. Первый опыт садкового выращивания заводской молодежи гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) у восточного побережья Приморья // Изв. ТИНРО. – 2019. – С. 197; 208-218.
2. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. – 49 с.
3. Приморский гребешок: монография / под ред. П.А. Мотавкина. – Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1986. – 244 с.
4. Список МЭБ и трансграничные инфекции животных : моногр. / В.В. Макаров, В.А. Грубый, К.Н. Груздев, О.И. Сухарев. – Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2012. – 162 с.
5. Справочник по культивированию беспозвоночных в Южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Б. Бирюлина. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002.
6. Приказ Министерства сельского хозяйства от 26.12.2014 N 354 «Об утверждении методики расчета объема подлежащих изъятию объектов аквакультуры при осуществлении пастбищной аквакультуры».
7. Bower S.M., Blackbourn J., Meyer G.R., Welch D.W., 1999, Effect of *Perkinsus qugwadi* on various species and strains of scallops. Dis. Aquat Org. 36, 143-151.
8. Petty D., *Perkinsus* Infections of Bivalve Molluscs // Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. – 2010. – FA 178.
9. Villalba, A., Reece, K.S., Ordas, M.C., Casas, S.M., Figueras, A, 2004. Perkinsosis in molluscs: A review. Aquat Living Resour, 17. – P. 411-432.

THE PRESENCE OF EPIDEMIOLOGICALLY SIGNIFICANT INVASIONS IN THE SCALLOP WHEN GROWN ON FARMS MARICULTURE

Brovkina E.P., Kostina E.A.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

*An analysis of the activity of the enterprises of the Primorsky Territory in recent years has shown that with cage growing of a scallop, its increased mortality is often observed, which is practically not mentioned in open sources. Having studied this phenomenon at several enterprises of the Primorsky Territory, we suggested that the simplest genus *Perkinsus* (*Perkinsus*) is the cause of invasions. In this article, we urge to recognize the possibility of the occurrence of epizootics in scallop farms, to make this information available to potential business executives, law-making and the scientific community. It is necessary to develop management strategies that would reduce risks and reduce farm losses to economically feasible ones, as well as to improve the regulatory framework regarding the minimum volumes of aquaculture facilities.*

Keywords: mariculture, scallop, cage cultivation, perkinsosis, *Perkinsus*.

Сведения об авторах:

Бровкина Елена Павловна, e-mail: lenabrovkina@mail.ru;

Костина Елена Андреевна, e-mail: gerasimova83@inbox.ru

ТРЕТИЙ СЛУЧАЙ ТРОФИЧЕСКОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ БЕНТОСОЯДНОЙ МАЛЬМЫ (*SALVELINUS MALMA*) В ЛИТОРАЛИ ОЗЕР КАМЧАТКИ: ОЗЕРО АЗАБАЧЬЕ

Бусарова О.Ю.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия
Приморская ГСХА, Уссурийск, Россия

В оз. Азабачье, так же, как в озерах Кроноцкое и Дальнее бентосоядная форма мальмы дифференцируются на две трофические группы в зависимости от специализации к питанию либо малоподвижным бентосом (группа А), либо активными амфиподами (группа G). В оз. Азабачье группа А потребляет преимущественно моллюсков родов *Lymnaea* и *Valvata* (*Cincinna*) и личинок ручейников, при этом сильнее заражена *Diplostomum* spp. Группа G питается *Monoporeia affinis* и *Mysida* sp. и высоко инвазирована *Cystidicola farionis* и *Crepidostomum metoecus*. В питании и паразитофауне аналогичных трофических групп в разных озерах (Азабачье, Кроноцкое, Дальнее) имеются частные различия, обусловленные видовым составом гидрофауны водоемов. При этом для всех трех случаев сохраняется общий принцип – часть рыб в популяции избирательно питаются подвижными амфиподами, другая часть рыб – малоподвижным бентосом, численно доминирующим в данном водоеме.

Ключевые слова: *Salmonidae*, гольцы, литоральная диверсификация, трофическая специализация, озерная экосистема.

Трофическая специализация у животных является важным фактором определяющим мозаику и функционирование биологического разнообразия [1]. Специализация животных на питании определенным видом пищи приводит к морфологическим, биохимическим и поведенческим различиям [2, 3], эксплуатация узких трофических ниш снижает остроту внутри- и межвидовой конкуренции [4]. В качестве удобного объекта для изучения широкого спектра фундаментальных вопросов используют гольцов рода *Salvelinus* [5]. Эти рыбы обладают высокой экологической пластичностью, благодаря которой способны образовывать различные формы и осваивать всевозможные биотопы [6]. На Камчатке из рода *Salvelinus* наиболее широко распространена северная мальма *Salvelinus malma malma*. В ряде озер полуострова мальма образует сложные симпатричные комплексы, представленные специализированными формами [7].

В озерах Кроноцкое и Дальнее (на Камчатке) у бентосоядной формы мальмы в литорали было описано явление внутривидовой трофической специализации, при котором часть рыб избирательно питается малоподвижным бентосом, а другая часть – активным нектоном [8, 9]. Аналогичный, третий случай трофической дифференциации литоральных гольцов-бентофагов был обнаружен в оз. Азабачье.

В связи с этим, целью нашей работы является описание питания и зараженности паразитами двух трофических групп бентосоядной мальмы оз. Азабачье.

Озеро Азабачье является третьим по величине пресным водоемом п-ва Камчатка, оно располагается в 40 км от устья р. Камчатки, и соединяется с ней протокой. Площадь озера – 56.5 км², максимальная длина – 13 км, максимальная ширина – 7,7 км, максимальная глубина – 36.8 м, средняя глубина – 18.2 м, в озеро впадает 15 притоков. Трофность озера высокая, кислородный режим благополучный, минерализация воды невысокая, дно покрыто мощными илами, литораль каменисто-галечная с примесью песка; озеро является морским реликтовым водоемом и образовано на месте морского залива. Ихтиофауна насчитывает 15 видов [10].

Гольцов для исследования отлавливали стандартными сетями (25, 30, 35 мм) в различных частях Азабачьего озера и протоки в июле 2017 г. Для каждой рыбы проводили биологический анализ, включавший измерение длины по Смитту (АС) и массы (Q) тела, определение пола и стадии зрелости гонад. Анализ питания проводили количественным методом. Рассчитывали частоту встречаемости групп пищевых объектов в желудках рыб – отношение числа рыб с данным видом пищи к числу рыб в выборке (%) и среднее количество пищевых объектов каждой группы, приходящееся на одну рыбу в выборке (экз.). Общность пищевых ниш оценивали с помощью индекса Мориситы в модификации Хорна [11].

Паразитологический анализ рыб проводили методом неполного паразитологического вскрытия. Рыб обследовали на наличие гельминтов в кишечнике, плавательном пузыре, мочеточниках, глазах, полости тела стенках желудка. Рыб не обследовали на наличие простейших, моногеней и ракообразных. Для каждого вида паразитов рассчитывали экстенсивность инвазии (ЭИ) – процент зараженных рыб в выборке, и индекс обилия (ИО) – среднее число особей паразита, приходящееся на одну рыбу в выборке. Статистический анализ проводили в программе Statistica 13.0.

Результаты и обсуждение

В оз. Азабачье симпатричный комплекс *S. malma* представлен хищной, бентосоядной и ручьевой формами [12]. Бентосоядная форма оказалась не однородной по типу питания и разделилась на две группы. Часть рыб (группа А) питалась малоподвижным бентосом – гастроподами и личинками ручейников. Другая часть рыб (группа G) потребляла подвижных амфипод – *Monoporeia affinis* и *Mysida sp.* Различия между группами рыб по этим объектам питания были высоко достоверны ($p=0.0000$). Пищевые ниши гольцов практически не перекрываются, индекс Мориситы имел значение 0.02, при биологической значимости индекса 0.6 [11].

О длительности трофической специализации гольцов двух групп говорит их зараженность паразитами, которые имеют разный срок жизни в рыбах – от нескольких месяцев до нескольких лет. Паразиты-индикаторы группы А – трематоды рода *Diplostomum*, заражают рыб при контакте с моллюсками рода *Lymnaea* [13], их метацеркарии живут в глазах рыб не менее 5-6 лет [14]. Индикаторы группы G – *Crepidostomum metoecus* и *Cystidicola farionis* инвазируют рыб при питании амфиподами, срок жизни в рыбах *C. metoecus* составляет около года [15], а *Cystidicola farionis* не менее двух лет [16].

Рыбы обеих трофических групп могли встречаться одновременно в уловах в одной и той же пространственной локации. Однако, численно бентофаги группы А преобладали в протоке, бентофаги группы G – в северо-западной части озера. Рыбы группы А имеют меньшие размеры и массу тела, меньшие темпы роста по сравнению с группой G.

Сравнение рыб, специализирующихся на объектах питания с разной энергетической ценностью, косвенно свидетельствует о том, что более высокая пищевая ценность амфипод по сравнению с моллюсками и личинками ручейников компенсирует энергетические затраты на борьбу со стрессом от негативного воздействия паразитов и способствует лучшему росту рыб. В паре бентофагов А и G большие размеры тела, высокий темп роста, жирность мышечной ткани имеют гольцы, специализирующиеся на амфиподах (G). При этом они высоко заражены патогенной *Cystidicola farionis*, которая при высоких инвазиях может приводить к гибели рыб [17]. Группа А (потребители моллюсков и ручейников) имеют низкую инвазию всеми видами паразитов при отсутствии патогенных видов, но при этом размеры их тела и темпы роста ниже. Энергетическая ценность пищи группы G выше, чем группы А. Калорийность Musidae и Gammaridae составляет соответственно 989.9 и 1339.8 кал/г сырого веса, в то время как калорийность Gastropoda и Vivalvia составляет 964 и 600 кал/г сырого веса соответственно [18].

На Камчатке, помимо оз. Азабачье, дифференциация популяции литоральных гольцов-бентофагов вне градиента глубин отмечена в озерах Кроноцкое и Дальнее (табл.) (Busarova et al., 2017a,b). Различия в питании и паразитофауне групп А и G этих трех озер

обусловлены видовым составом гидрофауны. Основу биомассы малоподвижного бентоса в оз. Азабачье и Дальнее составляют гастроподы, а в оз. Кроноцкое – хирономиды. В оз. Азабачье отсутствуют пресноводный *Gammarus lacustris*, и его нишу занимают реликтовый рачок *Monoporeia affinis* и мизиды. В фауне оз. Дальнее отсутствуют *Cystidicola farionis* и *Phyllodistomum umblae*.

Некоторые характеристики двух трофических групп бентосоядной мальмы в озерах Камчатки

Показатель	А			Г		
	Кроноцкое ¹	Дальнее ²	Азабачье	Кроноцкое ¹	Дальнее ²	Азабачье
Средняя длина (FL), мм	279.1	223.0	302.0	327.8	233.0	294.0
Средняя масса, г	204.5	103.1	266.9	343.5	112.0	239.7
Среднее число жертв в желудках, экз.:						
- <i>Lymnaea</i> sp.	0.01	0.9	12.3	0.24	0	0.1
- <i>Valvata (Cincinna)</i> sp.	0	16.9	15.2	0	0.6	0
- Личинки хирономид	33.5	0.1	0.2	0.7	0	1.1
- Личинки ручейников	0.02	0	5.1	0.03	0	0
- <i>Gammarus lacustris</i>	0.4	0	0	40.2	36.0	0
- <i>Pontoporeia affinis</i>	0	0	0.1	0	0	6.4
- <i>Mysida</i> sp.	0	0	0	0	0	3.2
Индекс обилия паразитов, экз.:						
- <i>Crepidostomum metoecus</i>	12.5 ³	0	0	3461.3 ³	268.2	98.6
- <i>Cystidicola farionis</i>	0.2	0	0.4	169.0	0	94.3
- <i>Diplostomum</i> sp. 1 (внутр. среда глаза)	62.9	6.2	9.4	43.7	4.1	2.2
- <i>Phyllodistomum umblae</i>	27.3	0	4.3	1.9	0	0
Среднее число особей гельминтов, экз.	116.0	92.2	1.2	3860.0	334.4	11.7

Примечание: ¹ – по данным Бусаровой с соавторами (2017 а), ² – по данным Бусаровой с соавторами (2017 б). ³ – виды рода *Crepidostomum* не дифференцировали и считали вместе, как *Crepidostomum* spp.

При всех частных различиях сохраняется общий принцип: часть рыб питаются подвижными амфиподами, другая часть рыб – малоподвижным бентосом, численно доминирующим в данном водоеме. Явление литоральной диверсификации является универсальным механизмом специализации гольцов в озерах, испытывающих бризовое влияние, вероятно, эпигенетические группировки возникают de novo в каждом поколении из разнокачественной молодежи [19].

Сердечно благодарю канд. биол. наук М.Ю. Ковалева, канд. биол. наук В.А. Паренского (ННЦМБ ДВО РАН) и С.В. Бусарова (ГАУЗ ККЦ СВМП) за неоценимую помощь в проведении полевых работ и сборе ихтиологического материала.

Библиографический список

1. Litsios G., Pellissier L., Forest F., et al. Trophic specialization influences the rate of environmental niche evolution in damselfishes (Pomacentridae) // Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences Proc. R. Soc. B. – 2012. – № 279. – P. 3662–3669
2. Snorrason S.S., Skulason S., Jonsson B., et al. Trophic specialization in Arctic charr *Salvelinus alpinus* (Pisces; Salmonidae): morphological divergence and ontogenetic niche shifts // Biological J. of the Linnean Society. – 1994. – Vol. 52. – P. 1–18.
3. Hooker O.E., Barry J., Van Leeuwen T.E., et al. Morphological, ecological and behavioural differentiation of sympatric profundal and pelagic Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) in Loch Dughail Scotland // Hydrobiologia. – 2016. – Vol. 788(1). – P. 209–221.
4. Hutchins B., Schwartz B.F., Nowlin W.H. Morphological and trophic specialization in a subterranean amphipod assemblage // Freshwater Biology. – 2014. – Vol. 59. – P. 2447–2461.
5. Knudsen R., Klemetsen A., Alekseyev S., Adams C., Power M. The role of *Salvelinus* in contemporary studies of evolution, trophic ecology and anthropogenic change // Hydrobiologia. – 2016. – Vol. 783. – P. 1–9.
6. Jonsson B., Jonsson N. Polymorphism and speciation in Arctic charr // Journal of Fish Biology. – 2001. – Vol. 58. – P. 605–638.
7. Esin E.V., Markevich G.N. Charrs of the genus *Salvelinus* of the Asian part of the North Pacific: genesis, evolution and modern diversity. Kamchatpress: Petropavlovsk-Kamchatskij. – 2017. – 188 p. [in Russian].
8. Busarova O.Y., Markevich G.N., Esin E.V., Knudsen R. Trophic differentiation of the nosed charr *Salvelinus malma* in Lake Kronotskoe (Kamchatka) // Russian Journal of Marine Biology. – 2017a. – Vol. 43(1). – P. 57–64.
9. Busarova O.Y., Butorina T.E., Markevich G.N., Esin E.V. Ecological differentiation of resident Dolly Varden *Salvelinus malma* (Salmonidae) from lake Dal'nee, Kamchatka // Journal of Ichthyology. – 2017b. – Vol. 57(4). – P. 569–579.
10. Bugaev V.F., Kirichenco V.E. Rearing and spawning lakes for asian sockeye salmon stocks (including several additional water bodies in range). – Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2008. – 280 p.
11. Horn H.S. Measurement of “overlap” in comparative ecological studies // American Naturalist. – 1966. – Vol. 100. – P. 419–424.
12. Savvaitova K.A. Arctic Charrs: structure of population systems, perspectives of commercial use. Agropromizdat: Moscow. – 1989 [in Russian].
13. Williams M.O. Studies on the morphology and life-cycle of *Diplostomum (Diplostomum) gasterostei* (Strigeida: Trematoda) // Parasitology. – 1966. – Vol. 56(4). – P. 693–706.
14. Shigin A.A. Trematode Fauna of Soviet Union. Genus *Diplostomum*. Metacercaria. Nauka: Moscow, 1986. – 254 p. [in Russian].
15. Awachie J.B.E. On the bionomics of *Crepidostomum metoecus* (Braun, 1900) and *Crepidostomum farionis* (Müller, 1784) (Trematoda, Allocreadiidae) // Parasitology. – 1968. – Vol. 58(2). – P. 307–325.
16. Black G.A., Lankester M.W. Migration and development of swim-bladder nematodes, *Cystidicola* spp. (Habronematoidea), in their definitive hosts // Canadian Journal of Zoology. – 1980. – Vol. 58 (11). – P. 1997–2005.
17. Knudsen R., Klemetsen A. Infections of *Diphyllobothrium dendriticum*, *D. ditremum* (Cestoda), and *Cystidicola farionis* (Nematoda) in a north Norwegian population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) during winter // Canadian Journal of Zoology. – 1994. – Vol. 72(11). – P. 1922–1930.
18. Shershneva V.I., Koval M.V. Caloric content of mass zooplankton and ichthyoplankton species of Kamchatka waters // Izvestiya TINRO. – 2004. – Vol. 139. – P. 349–369.
19. Markevich G.N., Esin E.V., Borisova E.A., Busarova O.Yu., Tiunov A.V. Trophic divergence in litoral dwelling charrs (*Salvelinus*) – an exceptional case or the new evolution mode in freshwater lakes of north latitudes? In press.

THIRD CASE OF TROPHIC DIFFERENTIATION OF BENTHIVORE MORPH DOLLY VARDEN *SALVELINUS MALMA* IN LITORAL ZONE OF LAKES OF KAMCHATKA: LAKE AZABACHYE

Busarova O.Yu.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

*In the Azabachye lake, as well as in the Kronotskoye and Dal'nee, benthivore morph Dolly Varden *Salvelinus malma* are differentiated into two trophic groups, depending on their specialization in nutrition, either inactive benthos (group A) or active amphipods (group G). In the Azabachye lake group A eaten mollusks and trichoptera larvae and is infected with *Diplostomum* spp. Group G) feeds on *Monoporeia affinis* and *Mysida* sp., is infected with *Cystidicola farionis* and *Crepidostomum metoecus*. In the diet and parasitofauna of parallel trophic groups in different lakes (Azabachye, Kronotskoye and Dal'nee), there are particular differences due to the species composition of the hydrofauna of water bodies. At the same time, for all three cases, the general principle is preserved - part of the fish feed on mobile amphipods, the other part of the fish feed on inactive benthos, which is numerically dominant in this reservoir.*

Сведения об авторе:

Бусарова Олеся Юрьевна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: olesyabusarova@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ТИПА ВОДОЕМА НА ПАРАЗИТОФАУНУ МАНЧЖУРСКОГО ГОЛЬЯНА

Буторина Т.Е.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

*При сравнении паразитофауны манчжурского гольяна *Phoxinus (Eupallasella) perenurus mantschuricus* из небольшого озера и таежной р. Кедровая в южной части Приморья выявлены различия в показателях инвазии рыб при сходстве видового состава ($I_{cs}=50\%$). В стоячем водоеме доминируют микроспоридии и моногенеи, в реке максимальные показатели встречаемости характерны для личинок трематод, в том числе патогенных для человека, и скребней. Это связано с более благоприятными условиями для существования беспозвоночных – хозяев паразитов в реке, чем в дистрофном водоеме, хотя гольяны в нем были крупнее.*

Ключевые слова: манчжурский гольян, *Phoxinus (Eupallasella) perenurus mantschuricus*, паразиты, микроспоридии, метацеркарии трематод, дистрофный водоем, южное Приморье.

Манчжурский гольян *Phoxinus (Eupallasella) perenurus mantschuricus* Берг, 1907 – подвид озерного гольяна *Phoxinus (Eupallasella) perenurus* (Pallas, 1814), ареал которого включает бассейн Амура, южное Приморье, северный Китай и Корею [1, 2]. Эти рыбы удобны для проведения экологической биоиндикационной оценки трофности водоемов, благодаря своей экологической пластичности, быстрой адаптации к условиям даже в техногенных зонах [3]. Цель нашей работы – выяснить, есть ли различия в составе фауны паразитов манчжурского гольяна в водоемах с разными гидрологическими и экологическими условиями.

Материалом для работы послужили ихтиологические пробы из небольшого озера антропогенного происхождения у железнодорожной станции 9222 км (бассейн р. Раздольной) и р. Кедровая в районе пос. Тереховка. Для отлова рыб использовали квадратную мелкоячеистую мордушку длиной 0.5 м. 20 экз. гольянов из озера имели длину (до конца чешуйного покрова) 46.0-106.0 мм (средняя 76.5±5.2) и массу 1.1-25.0 г (9.8±1.5), 17 экз. из р. Кедровая были длиной 39.0-95.0 мм (63,2±4,1) и массой 0,9-14,9 г (5,5±1,2). Возраст рыб определяли по жаберным крышкам. Гольяны были обследованы методом полного паразитологического вскрытия [4]. Рассчитывали стандартные показатели зараженности: экстенсивность инвазии – долю зараженных рыб в выборке в % и индекс обилия — среднее число паразитов, приходящееся на одну исследованную рыбу. Для оценки степени сходства паразитофауны гольянов из разных водоемов использовали попарное сравнение видовых списков паразитов с расчетом индекса общности Чекановского–Сёренсена, который вычисляли по формуле

$$K_{cs} = 2 a / [(a + b) + (a + c)],$$

где a – число общих видов при попарном сравнении, b – число видов, встречающихся только в первом списке, c – число видов, встречающихся только во втором списке [6].

В сборе и анализе данных участвовали студенты и магистрант кафедры «Экология и природопользование» Дальрыбвтуза, их доклады о паразитофауне манчжурского гольяна из названных водоемов представлены в Сборнике материалов VI Международной научно-технической конференции «Рыболовство-Аквакультура» (Владивосток, Дальрыбвтуз, апрель 2020).

Сопоставление результатов изучения паразитофауны исследованных популяций манчжурского гольяна показало определенное сходство между ними: из 15 видов паразитов, найденных у гольянов обоих водоемов, пять оказались общими для них (рисунок). Индекс общности по формуле Чекановского–Сёренсена составил 0.5, или 50 %.

С другой стороны, результаты анализа (рисунок) говорят о расхождении в видовом составе фауны паразитов и показателях инвазии рыб в озере и реке. Так, в стоячем водоеме практически отсутствовали метацеркарии трематод (только 1 находка), которые сильно заражали гольянов в реке: они отмечены у 23.5-47.1 % рыб при самом высоком из всех найденных паразитов индексе обилия (4.7-6.6).

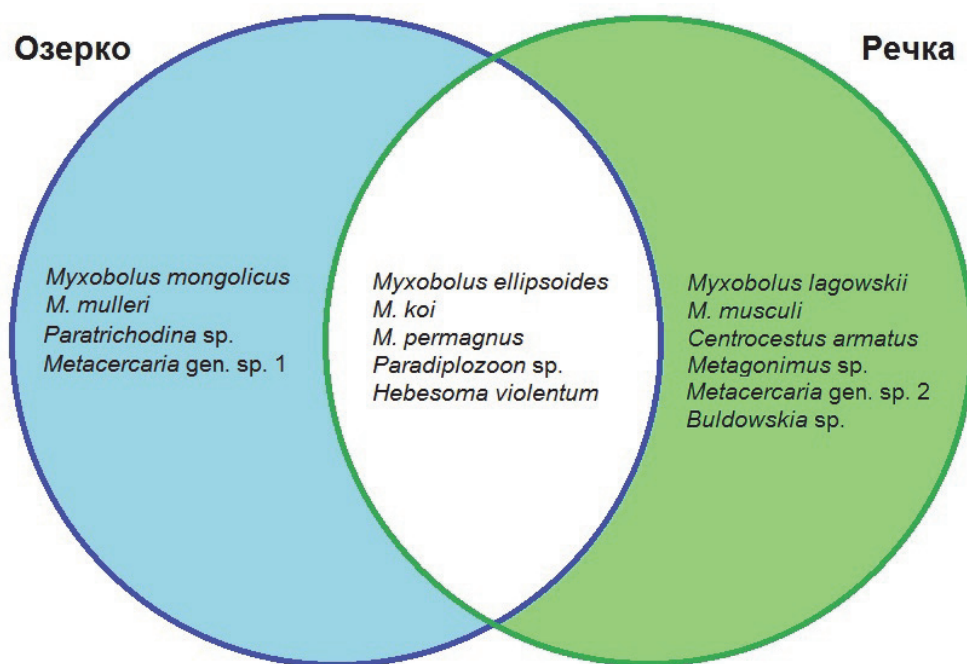


Схема распределения паразитов манчжурского гольяна по изученным водоемам

Миксоспоридии составляли большинство видов паразитов у гольянов обеих популяций (по 5 в каждой), но показатели инвазии ими рыб были выше в озерной популяции, где миксоспоридии оказались абсолютно доминирующей группой. Среди них *Myxobolus koi* Kudo, 1919 и *M. ellipsoides* Thelohan, 1892 встречались у манчжурского гольяна в обоих водоемах наиболее часто (у 20-23.5 % рыб), однако *M. ellipsoides* обнаруживался у гольянов в озере в 1.7 раза чаще, чем в реке. Такая картина закономерна, поскольку окончательными хозяевами миксоспоридий являются олигохеты, обычные обитатели небольших заиленных озер [7]. Их численность в изученном озерке, безусловно, намного выше, чем в р. Кедровой на участке с замедленным течением (место отлова рыб). Гольяны являются одними из известных промежуточных хозяев миксоспоридий.

Только в стоячем водоеме у гольянов найдены паразитические инфузории рода *Paratrichodina*, как правило, доминирующие в водных экосистемах, богатых органикой, что характерно и для исследованного дистрофного озерка. С другой стороны, только в реке у гольяна обнаружена личинка двустворчатого моллюска *Buldowskia* sp.

Различия между изученными экосистемами проявились и в уровне заражения гольянов моногенейми *Paradiplozoon* sp.: в озере они отмечены у гольянов в 5.6 раза чаще, а индекс обилия оказался у них в 23 раза выше, чем в реке. Эти паразиты с прямым циклом развития (без смены хозяев) активно заражают рыб, они характерны для озерных экосистем и являются случайными для речных, где на них, особенно их личинок, отрицательно влияет течение. Этот вид моногеней отмечен на юге Приморья, только у различных видов гольянов [8], по-видимому, это специфичный для них паразит.

В речной экосистеме у манчжурского гольяна наблюдается большее разнообразие гельминтов по сравнению с озерной. Они представлены трематодами (*Centrocestus armatus* (Tanabe, 1922), *Metagonimus* sp. и *Metacercaria* gen. sp.), скребнем *Neoechinorhynchus* (*Hebesoma*) *violentum* Van Cleave, 1928 и моногенеей *Paradiplozoon* sp. За исключением последнего вида, эти биогельминты имеют сложный цикл развития, включающий в качестве первых промежуточных хозяев моллюсков (трематода) и ракушковых рачков (скребни), дополнительных хозяев – разнообразных мирных рыб (преимущественно карповых) и хищных рыб, рыбоядных птиц и млекопитающих как окончательных хозяев, в которых они становятся половозрелыми [8, 9].

Доминирующими паразитами манчжурского гольяна в р. Кедровая, по нашим данным, становятся личинки трематод и скребней, что определяется главным образом возможностью прохождения жизненных циклов этих паразитов, присутствием подходящих первых промежуточных и окончательных хозяев. Инвазия гольянов скребнями поддерживается, благодаря распространению в бассейнах рек Раздольной и Кедровой крупных хищных рыб – основного источника половозрелых гельминтов. Заражение названными выше трематодами и циркуляция этих паразитов в водоемах южного Приморья связаны с широким распространением в регионе их первых промежуточных (брюхоногих моллюсков рода *Parayuga*) и окончательных хозяев (рыбоядных птиц и млекопитающих) [8].

Интересно отметить, что в дистрофном озере манчжурский гольян, в противоположность моллюскам, находит для себя благоприятные условия и достигает более крупных размеров и особенно массы, чем в реке (в среднем масса больше в 1.8 раза). По-видимому, это обусловлено обитанием в типичном для вида биотопе и питанием характерной пищей [2] (преимущественно водоросли, детрит), а также отсутствием пищевых конкурентов.

Проведенное исследование показывает, что паразитологические данные о рыбах позволяют получить ценную информацию об изучаемых водоемах, гидробионтах, населяющих водную экосистему, выяснить экологические особенности каждой экосистемы и хозяев паразитов. На примере изучения паразитов манчжурского гольяна показано, что в водоемах различного типа складываются разные условия для гидробионтов, что наглядно демонстрируют видовой состав паразитов и количественные показатели инвазии ими рыб.

Библиографический список

1. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. – М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. – Ч. 3. – С. 927-1382.
2. Никольский Г.В. Рыбы бассейна Амура. – М.: Изд-во АН СССР, 1956. – 554 с.
3. Буторина Т.Е., Резник И.В. Фауна и структура сообществ паразитов гольяна *Phoxinus phoxinus* рек Южной Якутии // Паразитология. – 2015. – Т. 49, № 3. – С. 145-159.
4. Быховская–Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
5. Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. – М.: Наука, 1982. – 288 с.
6. Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J.L. (eds.). Myxozoan Evolution, Ecology and Development. Switzerland: Springer Int. Publishing, 2015. – 441 p.
7. Ермоленко А.В. Паразиты рыб пресноводных водоемов континентальной части бассейна Японского моря. – Владивосток: ДВО РАН, 1992. – 238 с.
8. Беспрозванных В.В., Ермоленко А.В., Надточий Е.В. Паразиты животных и человека юга Дальнего Востока. – Ч. 2. Трематода. – Владивосток: Дальнаука, 2012. – 238 с.
9. Ермоленко А.В., Мельникова Ю.А., Беспрозванных В.В., Надточий Е.В. Паразиты животных и человека юга Дальнего Востока. – Ч. 3. Цестоды и скребни. – Владивосток: Дальнаука, 2013. – 154 с.

THE EFFECT OF THE NATURE OF THE RESERVOIR ON THE PARASITOFUNA OF MANCHURIAN MINNOW

Boutorina T.E.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

When comparing the parasitofauna of the Manchurian minnow from a small standing lake of artificial origin and from taiga river Kedrovaya in the southern part of Primorye, differences in fish invasion were found, while the species composition was similar ($K_{cs} = 50\%$). In the dystrophic body, myxosporidia and monogeneans dominate; in the river, maximum occurrence rates are characteristic of trematode larvae, including pathogens for humans, and also of acanthocephalans. This is due to more favorable conditions for invertebrates – hosts of helminths in the river than in a dystrophic pond.

Keywords: *Manchurian minnow, Phoxinus (Eupallasella) perenurus mantschuricus, parasites, myxosporidia, metacercaria of trematodes, dystrophic water body, the southern Primorye.*

Сведения об авторе:

Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биол. наук, профессор, e-mail: boutorina@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМ ОРГАНИЗАЦИИ ТРАЛОВОГО ПРОМЫСЛА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ САРДИНЫ (ИВАСИ)

Вальков В.Е., Бойцов А.Н., Лисиенко С.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

При организации промысла любого вида водных биологических ресурсов, в том числе и дальневосточной сардины (иваси), в первую очередь необходимо определить форму организации промысла. Выбор организационной схемы работы промыслового флота в промысловой экспедиции создает основу для последующей разработки схем управления им в единой системе «промысел» и получения запланированных результатов промысловой деятельности.

Ключевые слова: сардина (иваси), организация промысла, добывающее судно, траловый промысел.

Определяющим компонентом при формировании путей совершенствования организационных схем работы промыслового флота, работающего на добыче дальневосточной сардины (иваси), является выбор формы организации промысла. На сегодняшний день организация практически любого промысла водных биологических ресурсов происходит в основном по двум организационным формам: экспедиционной и автономной. Главным отличием между двумя формами является способ передачи и вывоза продукции, произведенной в районе промысла.

Так, при автономной форме организации промысла добывающие суда как с законченным производственным циклом, так и с незаконченным, производят транспортировку из района промысла и сдачу рыбы-сырца, полуфабриката или готовой рыбопродукции на береговые предприятия.

При экспедиционной форме организации промысла добывающие суда производят сдачу рыбы-сырца, полуфабрикатов или готовой продукции из нее обрабатывающим или транспортным судам для последующей переработки и транспортировки на берег[1]. При этом у каждой формы организации имеется несколько вариантов в зависимости от типа судна, участвующего в промысле. Особенности состояния сырьевой базы, различная удалённость района промысла от портов базирования, виды обработки рыбной продукции и ряд дополнительных факторов обуславливают необходимость применения разнообразных форм организации работы флота. Также существенно изменяется и производственный цикл промыслового судна. Многие операции по обработке рыбы, транспортировке рыбной продукции распределяются между промысловыми судами и обслуживающим флотом, что позволяет увеличить время работы промыслового судна на производительной операции по лову рыбы.

Дальневосточная сардина (иваси) относится к объекту промышленного рыболовства, промысловая доступность которого формируется в летне-осенний период. Причем в указанный сезонный период добыча данного промыслового объекта осуществляется в отечественной зоне рыболовства. Таким образом, организация рыболовства дальневосточной сардины (иваси) осуществляется по типу – организация рыболовства по объекту промысла.

На основе проведенного анализа современного состояния промысла дальневосточной сардины (иваси) в 2016-2019 гг. определено, что в указанный период промыслом занимались добывающие суда среднетоннажного и крупнотоннажного флота. Типовой состав представлен судами СТР, СРТМ, БАТМ, РТКМС, МРКТ, РТМС, РТМА. Данные добывающие суда отличаются хорошими мореходными качествами, высокой производительностью тралового лова, наличием технологического оборудования, позволяющего произво-

дить из сырца готовую продукцию и обеспечить ее долговременное хранение, а также увеличить автономность добывающего судна по заполнению трюмов по основному виду продукции.

Основной специализацией названных типов судов является промысловая вооруженность под ведение траловой технологии добычи. Использование технологий лова дальневосточной сардины (иваси) представлено на рис. 1. Из диаграммы видно, что наибольший вылов произведен судами, использующими технологии тралового промысла.

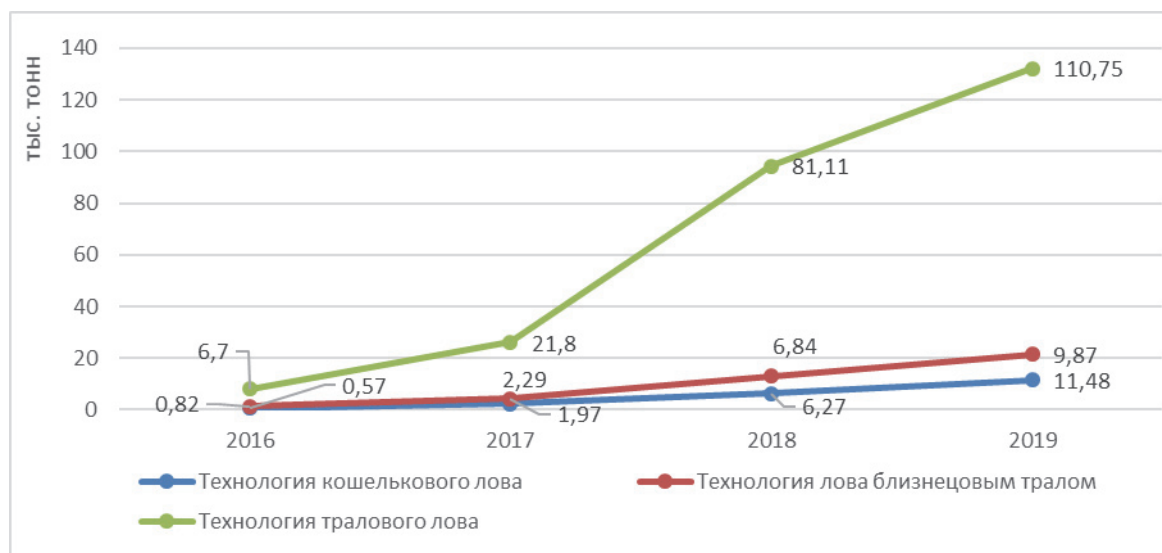


Рисунок 1 – Использование технологий лова на промысле дальневосточной сардины (иваси)

Ситуационный анализ промысловой биологии дальневосточной сардины (иваси) по увеличению ее запасов в последние годы и прогнозных значений ученых отраслевой науки показал, что складывается тенденция увеличения объемов, начиная с 2010 г. При этом динамика увеличения объемов дальневосточной сардины (иваси) позволяет спрогнозировать увеличение добычи до 1 млн т.

Особенно это становится актуальным для добывающих судов рыбохозяйственных предприятий Приморского края и Сахалинской области, находящихся в территориальной близости от основных промысловых районов дальневосточной сардины (иваси) и японской скумбрии. К слову сказать, Приморский край на сегодняшний день является единственным регионом Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, наиболее оснащенным крупнотоннажными судами.

Анализ количественных показателей промысла – объемов добычи – показал, что основные объемы вылова, обеспечившие устойчивую тенденцию их увеличения в исследуемом периоде, были получены от работы крупнотоннажных добывающих судов, являющихся промысловыми судами с законченным производственным циклом.

Наряду с этим в 2016-2019 гг. в промысловом районе – «Южно-Курильская» в подзоне «тихоокеанская» работали обрабатывающие и транспортные суда, обеспечивающие эффективную работу производственно-технологической цепочки «добыча–переработка–транспорт–сбыт».

На основании представленных исследований осуществлен выбор основных форм организации возобновляемого промысла дальневосточной сардины (иваси), являющихся определяющим компонентом при формировании путей совершенствования организационных схем работы добывающих судов при реализации траловой технологии добычи:

1. Организация промысла дальневосточной сардины (иваси) с крупнотоннажных судов кормового траления со следующим вариантом автономной схемы работы:

- добывающее судно с законченным производственным циклом (добывающее–обрабатывающее судно) – транспорт (берег).

2. Организация промысла дальневосточной сардины (иваси) с крупнотоннажных судов кормового траления со следующим вариантом экспедиционной формы с встроенными последовательно либо параллельно обрабатывающей и транспортной подсистемами в зависимости от условий промысловой экспедиции по следующим схемам работы:

- добывающее судно с законченным производственным циклом (добывающее–обрабатывающее судно) – транспортное судно–берег;

- добывающее судно с законченным производственным циклом (добывающее–обрабатывающее судно) – обрабатывающее судно – транспортное судно–берег.

Все указанные схемы организации промысла разработаны по типу – промысловая экспедиция по объекту промысла, в основе которой лежит выбор оптимальной формы организации тралового промысла и выбора схем управления им в предлагаемой системе «промысел дальневосточной сардины (иваси)», представляющей собой единую технологическую цепочку «добыча–переработка–транспорт–выгрузка на берегу» объединяющую модель управления этой системой [2], представленную на рис. 2.



Рисунок 2 – Модель управления системой «промысел дальневосточной сардины (иваси)»

Исходя из методологии системного подхода, эффективность системы «промысел» рассматривается как целесообразность использования промысловых ресурсов, включающих производственные ресурсы, ресурсную базу рыболовства, т.е. степень достижения цели при заданных (ограниченных) ресурсах.

Наряду с этим, индустриальная система «промысел дальневосточной сардины (иваси)» развивается и меняется во времени, при этом ее элементы обладают собственным темпом выполнения производственных функций. Такие условия приводят к возникновению проблемы – наличию существенных различий между запланированными и фактическими результатами промысловой деятельности, требующей решения путем применения эффективных и оптимальных управляющих влияний с обязательным анализом управляемых и неуправляемых детерминант, и основ организации технологического процесса [3].

Решениями проблемы, т.е. ликвидация возникших в исследуемом периоде существенных различий между запланированными и фактическими результатами промысловой деятельности путем применения эффективных и оптимальных управляющих воздействий, являются конструирование новой индустриальной системы, проектирование и реинжиниринг промысловых процессов, моделирование организационно-управленческих схем ведения рыбодобывающей деятельности, включая схемы управления промысловым флотом, их оптимизация, направленная на повышение эффективности целостной системы.

При решении комплексной задачи по совершенствованию организации работы добывающих судов на добыче сардины (иваси) вышеназванные факторы соединятся в новую систему – систему «промысел», основной целью которой является повышение эффективности промысла в результате объединения отдельных компонентов системы и их соединения в промыслово-сбытовую систему, организованную с учетом практико-ориентированного вектора дальнейшего развития в условиях реального промысла.

Библиографический список

1. Бреславец И.Н. Генезис форм организации промышленного рыболовства // Вестн. МГТУ. – 2010. – Т. 13, № 1. – С. 171-177.

2. Лисиенко С.В., Вальков В.Е., Иванко Н.С., Бойцов А.Н. Разработка математической модели и оптимизационной задачи по организации и управлению промысловым флотом при ведении добычи водных биологических ресурсов на примере промысла дальневосточной сардины (иваси) и скумбрии в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – № 4. – С. 147-153.

3. Лисиенко С.В. Концептуальный подход к совершенствованию организации ведения добычи водных биологических ресурсов в контексте развития общей теории промышленного рыболовства (на примере Дальневосточного региона) // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хозяйство. – 2014. – № 1. – С. 18-28.

IMPROVEMENT OF SCHEMES OF THE ORGANIZATION OF THE TRAG FISHING OF THE FAR EASTERN SARDINE (IWASHI)

Valkov V.E., Boicov A.N., Lisienko S.V.
Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

When organizing fishing for any kind of aquatic biological resources, incl. and Far Eastern sardines (iwashi) in the first place it is necessary to determine the form of organization of fishing. The choice of the organizational scheme of the work of the fishing fleet in a fishing expedition creates the basis for the subsequent development of control schemes for it in a single "fishing" system and for obtaining the planned results of fishing activities.

Keywords: sardine (ivasi), organization of fishing, mining vessel, trawl fishing.

Сведения об авторах:

Вальков Владимир Евгеньевич, аспирант, e-mail: vlvalkov@yandex.ru;

Бойцов Анатолий Николаевич, канд. техн. наук, доцент, e-mail: boitsov_an@mail.ru;

Лисиенко Светлана Владимировна, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: lisienkosv@mail.ru

АНАЛИЗ ОСВОЕНИЯ ОБЪЕКТА ПРОМЫСЛА – ТЕРПУГИ – В ЗОНЕ 02 – «ВОСТОЧНО-КАМЧАТСКАЯ ЗОНА» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА В ПЕРИОД 2014-2018 гг.

Грибова К.А., Лисиенко С.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

На основании данных ОДУ, выловов, степени освоения и структуры работы флота произведен анализ современного состояния промысла терпугов в Восточно-Камчатской зоне в период 2014-2018 гг.

Ключевые слова: многофакторный системный анализ, объемы ОДУ, объемы вылова, степень освоения ОДУ.

Многовидовую промысловую систему можно охарактеризовать как взаимодействие объектов промысла с добывающими судами, а также взаимодействие объектов друг с другом и взаимодействие добывающих судов между собой. Таким образом, многовидовая промысловая система состоит из совокупности взаимосвязей ее компонентов. Следовательно, эффективность функционирования многовидовой промысловой зоны зависит от особенностей сырьевой базы, сезонности распределения промысловых скоплений, распределения промысловых усилий, типового и количественного состава добывающих судов [1]. Исследование количественных и качественных показателей промысловой деятельности судов направленно на изучение взаимодействия объектов промысла с добывающими судами, выявление причин низкой степени освоения объектов промысла [1].

В данной работе представлены результаты многофакторного системного анализа в Восточно-Камчатской зоне на промысле терпугов за период 2014-2018 гг. В течение всего исследуемого периода на терпугов устанавливался общий допустимый улов (далее ОДУ). Динамика изменений объемов ОДУ и объемов выловов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах представлена на рис. 1 и 2 соответственно.

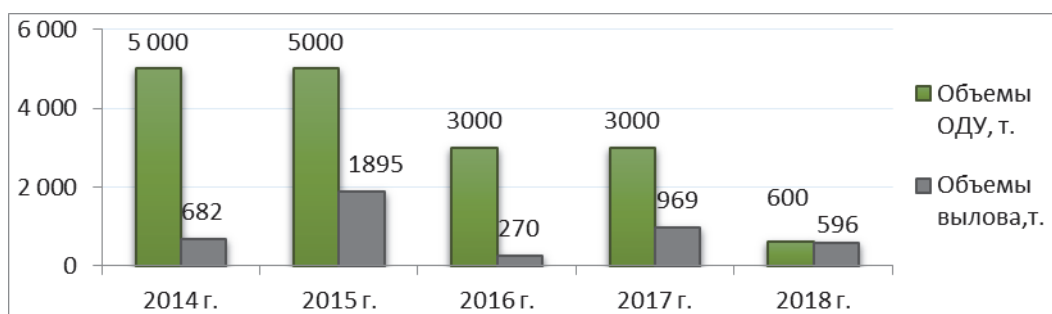


Рисунок 1 – Динамика изменений объемов ОДУ и объемов выловов терпугов в Карагинской подзоне в период 2014-2018 гг.

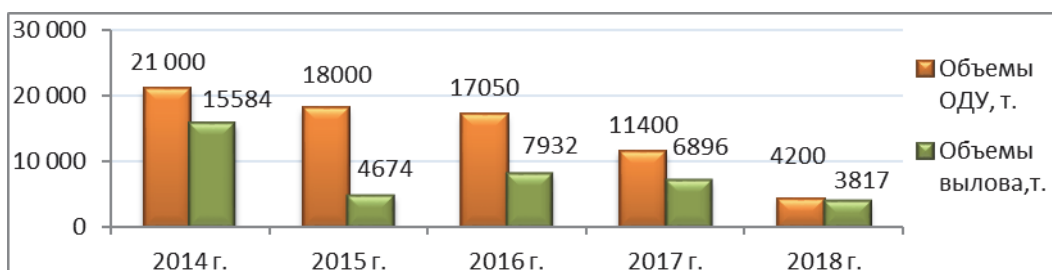


Рисунок 2 – Динамика изменений объемов ОДУ и объемов выловов терпугов в Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014-2018 гг.

Таким образом, установлено, что в обеих подзонах объемы ОДУ терпугов снижались. Так, в Карагинской подзоне снижение объемов ОДУ за пятилетний период составило 88 %, с 5000 т в 2014 г. до 600 т в 2018 г., в Петропавловско-Командорской подзоне на 80 % снизились объемы ОДУ терпугов, с 21 000 т в 2014 г. до 4 200 т в 2018 г [2].

За весь исследуемый период на промысле терпуга в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах наблюдались резкие колебания объемов добычи. Диапазон колебаний в Карагинской подзоне находился на уровне от 270 т до 1 895 т, в Петропавловско-Командорской подзоне – от 3 817 т до 15 584 т [3].

В Карагинской подзоне в период 2014-2015 гг. наблюдалось повышение объемов добычи терпугов с 682 т до 1 895 т, в 2016 г. наблюдалось резкое падение объемов добычи до 270 т, в 2017 г. вновь было повышение объемов вылова до 969 т, а в 2018 г. снова был спад до 596 т [3].

В Петропавловско-Командорской подзоне с 2014 г. по 2015 г. наблюдалось падение объемов добычи с 15 584 т до 4 674 т, в 2016 г. повышение объемов выловов достигло 7 932 т, далее в период 2017-2018 гг. вновь наблюдалось снижением объемов выловов терпугов с 6 896 т в 2017 г. до 3 817 т в 2018 г. Необходимо отметить, что основной объем выловов терпугов приходился на Петропавловско-Командорскую подзону [3].

Степень освоения ОДУ терпугов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014-2018 гг. представлена на рис. 3.

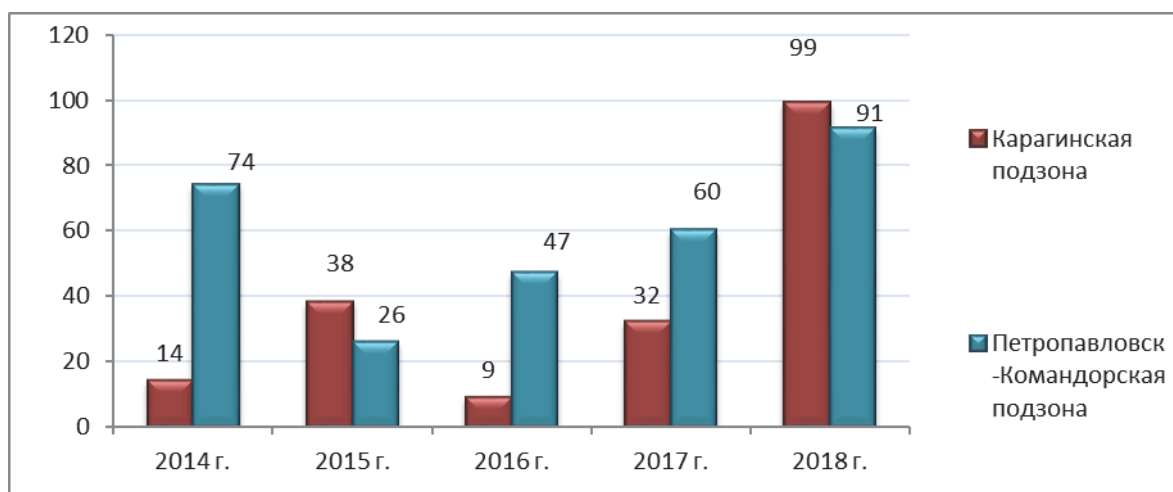


Рисунок 3 – Динамика изменений степени освоения ОДУ терпугов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014-2018 гг.

Как видно из данных, представленных на рис. 3, в исследуемый период степень освоения ОДУ терпугов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах имела нестабильный волнообразный характер. В Карагинской подзоне в период 2014-2015 гг. и 2016-2018 гг. наблюдалось повышение степени освоения ОДУ терпуга с 14 % до 38 % и с 9 % до 99 % соответственно. В Петропавловско-Командорской подзоне для периода 2014-2015 гг. характерно снижение степени освоения терпугов с 74 % до 26 %, далее в период 2016-2018 гг. характер меняется в сторону увеличения степени освоения с 47 % до 91 %.

Стоит заметить, что в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах степень освоения терпуга достигла максимума в 2018 г., связано это лишь с параллельным снижением объемов ОДУ на данный объект. Исследования промысловой деятельности добывающего флота по освоению ресурсного потенциала позволили определить количественный и типовой состав судов на промысле терпугов (таблица) [4].

Типовой и количественный состав добывающих судов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014-2018 гг.

	Тип судна	Кол-во судов, ед.	Объемы вылова, т
Карагинская подзона			
1	МмРТР	1	0,3
3	РС	1	2,7
4	РТМ	2	1 079
5	СРТМ	12	3 296
6	СТР	4	15,7
7	СЯМ	1	18
Итого		21	4 411,7
Петропавловско-Командорская подзона			
1	БМРТ	9	713,8
2	МДС	12	883,8
3	МКРТМ	2	13
4	МмРТР	3	404,5
5	МРС	9	698,6
6	МРТР	1	299,3
7	РКТС	1	113,5
8	РС	22	3 386,8
9	РТМ	2	4 483
10	СРТМ	13	23 717,6
11	СТР	15	1 514
Итого		89	36 228

Исходя из данных, представленных выше, следует, что в Карагинской подзоне в период 2014-2018 гг. промысловую деятельность вели 7 типов судов, общее количество которых составляет 22 ед. Наиболее продуктивную работу в исследуемом периоде показали суда типа СРТМ, на счету которых 3 296 т, а также суда типа РТМ, освоившие 1 079 т терпуга. Судами типов СТР, СЯМ, РС и МмРТР освоено за пятилетний период 36,7 т терпуга [4].

Также установлено, что в Карагинской подзоне в период 2014-2018 гг. в рамках океанического рыболовства добыто 3 419,6 т терпуга, в рамках прибрежного рыболовства – 974 т и в качестве разрешенного прилова – 17,7 т терпуга [4].

В Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014-2018 гг. промысловую деятельность вели 11 типов судов в количестве 89 ед. [4]. Структура работы флота в период 2014-2018 гг. изображена на рис. 4.

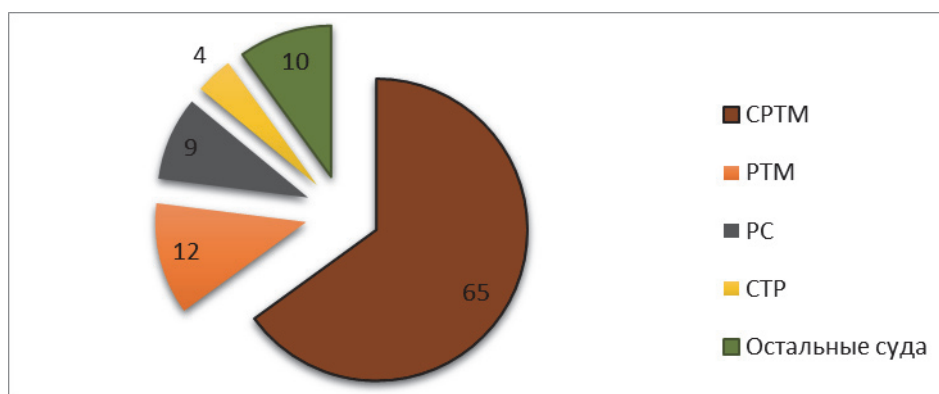


Рисунок 4 – Структура работы флота в Петропавловско-Командорской подзоне, %

Таким образом, В Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014-2018 гг. 65 % терпугов добыто судами типа СРТМ, или 23 717,6 т. Суда типа РТМ, РС, СТР освоили от общего вылова 12 %, 9 %, 4 % соответственно. Суда типа БМРТ, МДС, МКРТМ, МмРТР, МРС, МРТР, РКТС освоили от общего вылова терпугов 10 % [4].

Из общего вылова в Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014-2018 гг. в рамках прибрежного рыболовства добыто 26 443 т терпугов, в рамках океанического рыболовства – 9 721 т, и в качестве разрешенного прилова судами выловлено 63,6 т терпугов.

Проанализировав работу добывающего флота, установили, что промысел терпугов в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах возможен в течение всего промыслового года [4]. Сезонность промысла терпугов представлена на рис. 5 и 6.

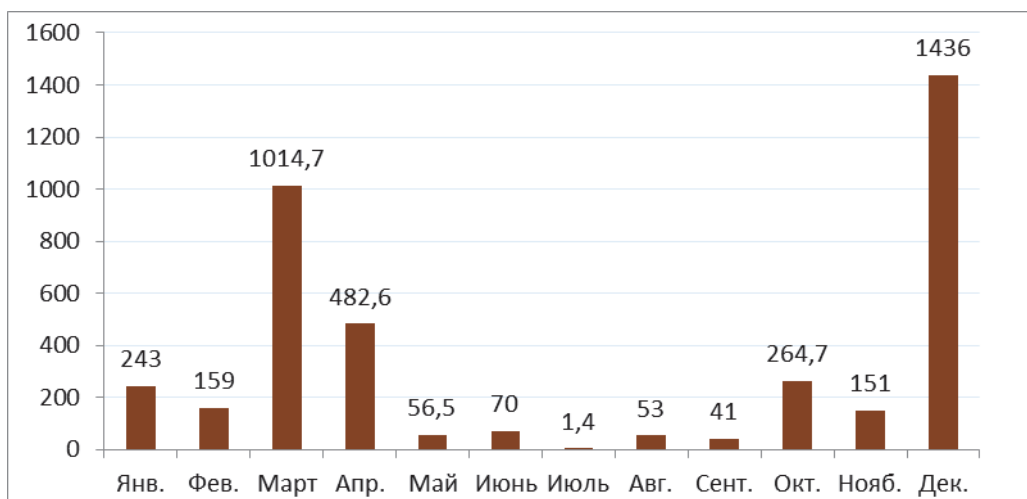


Рисунок 5 – Объемы вылова терпугов в Карагинской подзоне по месяцам в период 2014-2018 гг.

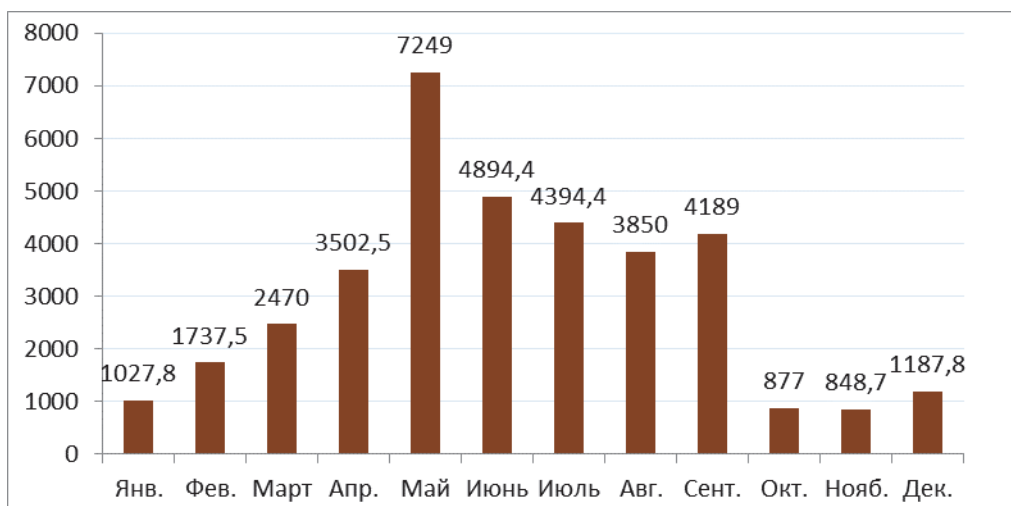


Рисунок 6 – Объемы вылова терпугов в Петропавловско-Командорской подзоне по месяцам в период 2014-2018 гг.

В Карагинской подзоне в период 2014-2018 гг. наибольшие объемы вылова приходились на март и декабрь, где они составили 1 014,7 т и 1 436 т соответственно. Самым непродуктивным периодом при промысле терпугов в Карагинской подзоне является май-сентябрь, когда объемы вылова не превышают за пятилетний период 70 т.

В Петропавловско-Командорской подзоне за исследуемый период объемы вылова повышались с января по май от 1 027,8 т до 7 249 т, далее с июня по октябрь снижались от 4 894,4 т до 877 т и после вновь набирали рост с ноября по декабрь от 848,7 т до 1 187,8 т.

В ходе проведения многофакторного системного анализа компонентов производственной деятельности добывающего флота по освоению терпугов в Восточно-Камчатской зоне установлено, что за пятилетний период численность популяции значительно снизилась, что повлекло за собой снижение объемов ОДУ в среднем на 84 %.

В связи с тем, что терпуг образует скопления в местах с сильными течениями, скалистыми грунтами, для обеспечения более продуктивной работы добывающего флота требуется наличие достаточно мощных судов, способных обеспечить высокую скорость тралений, соответствующее современное рыбопромысловое и рыбопоисковое оборудование, а также высококвалифицированные и опытные специалисты.

Библиографический список

1. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 4. – С. 34-41.

2. Общий допустимый улов ВБР во внутренних морских водах РФ, территориальном море РФ, на континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ, в Азовском и Каспийском морях на 2014-2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 11.03.2020).

3. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за 2014-2018 гг. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 15.03.2020).

4. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи [Электронный ресурс]. – 2020 – Режим доступа: URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 19.03.2020).

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF THE FISHING OBJECT – RASP – IN THE ZONE 02 «EAST KAMCHATKA ZONE» OF THE FAR EASTERN FISHERIES BASIN IN THE PERIOD 2014-2018

Gribova K.A., Lisienko S.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Based on the data of the TAC, catches, degree of development, and the structure of the fleet, an analysis is made of the current state of rasp fishing in the East Kamchatka zone in the period 2014-2018.

Keywords: *multivariate system analysis, volumes of TAC, volumes of catch, degree of development of TAC.*

Сведения об авторах:

Грибова Ксения Александровна, гр. ПРа-212, e-mail: belova_1394@mail.ru;

Лисиенко Светлана Владимировна, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: lisienkosv@mail.ru

СОСТОЯНИЕ ВОСПРОИЗВОДСТВА АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L. Р. ИОКАНЬГА (БАССЕЙН БАРЕНЦЕВА МОРЯ)

Долотов С.И.

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича),
Мурманск, Россия

Проанализированы изменения количества пестряток атлантического лосося р. Иоканьга в 1999-2018 гг. Выявлены положительные тенденции их численности, указывающие на увеличение количества производителей. Сделан вывод о росте лососевой популяции после периода депрессии, обусловленной чрезмерным изъятием нерестовых мигрантов при рыболовстве.

Ключевые слова: атлантический лосось, численность молоди, состояние воспроизводства.

Интенсивная эксплуатация запасов и нарушение среды обитания атлантического лосося (семги) привели к сокращению численности большинства его популяций и полному исчезновению некоторых из них. К настоящему времени в России осталось только 18 рек, где среднегодовалая величина нерестового стада семги превышает 1000 производителей [1]. Одной из них является р. Иоканьга, расположенная на северо-востоке Мурманской области и относящаяся к бассейну Баренцева моря (рис. 1).



Рисунок 1 – Карта-схема водной сети р. Иоканьга: 1 – магистральный водоток; 2 – р. Лыльйок; 3 – р. Покруэй. Пунктиром обозначено распространение семги, квадратными маркерами – расположение станций электролова

В эту реку никогда не выпускалась искусственно выращенная лососевая молодь. Современные условия естественного воспроизводства семги характеризуются наличием 320 га нерестово-выростных участков и сохранностью исторически сложившейся среды обитания [2, 3]. Значительная часть водосборной территории верхнего и среднего течений реки находится в Мурманском природном тундровом заказнике.

До 1995 г. в устье реки проводился промысел лосося на рыбоучетном заграждении, работа которого регулировалась чередованием суток учета, весь улов за которые изымался, и дней пропуска рыб. Такой подход к эксплуатации запаса позволял достаточно точно оценивать численность нерестового стада семги. С начала 1990-х гг. на реке начинает развиваться организованный любительский лов лосося, который проводится преимущественно с условием обязательного выпуска рыб после поимки. С этого же времени в водотоках нижнего течения реки значительно возросли масштабы нелегального лова, что было характерно для большинства лососевых рек Мурманской области, где нелегальный вылов производителей мог достигать 50-70 % [3-6]. Это, в сочетании с продолжающимся промыслом, привело к существенному сокращению количества заходящих в р. Иоканьга лососей. В итоге с 1996 г. промышленный лов семги был прекращен, и дальнейший мониторинг ее численности стал невозможен.

В настоящей работе на основании анализа данных по количеству молоди, информации о рыболовстве и охране р. Иоканьга приводится характеристика состояния воспроизводства атлантического лосося этой водной системы. Численность пестряток в ее бассейне исследовалась в 1999-2018 гг. с применением электроловильного аппарата. В нижнем течении магистрального водотока располагалось 5 постоянных станций, в притоках Покруэй и Лыльйок – 1 и 4 станции соответственно (см. рис. 1). Каждая из них подвергалась трехкратному облову. Численность молоди в возрасте 1+ и старше рассчитывалась по методу удаления [7]. Динамика ее изменений анализировалась с применением функции скользящего среднего с пятилетними периодами сглаживания [8]. Сбор чешуи и определение возраста рыб проводились по общепринятым методикам [9, 10].

В р. Покруэй количество пестряток семги варьировало по годам в пределах 11,4-54,5 экз./100 м². Динамика его изменений характеризовалась отсутствием определенной тенденции (рис. 2, а). Среднемноголетний показатель численности составил 24,5 экз./100 м².

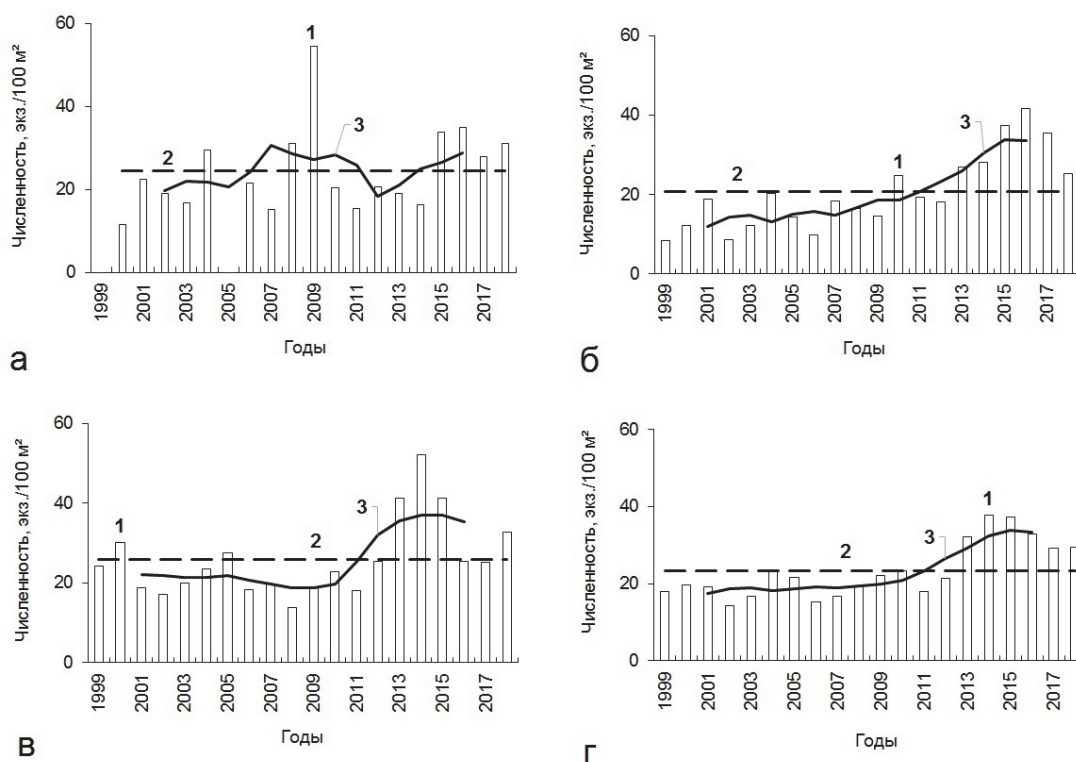


Рисунок 2 – Ежегодная (1) и среднемноголетняя (2) численность пестряток семги р. Иоканьга в 1999-2018 гг. в притоках Покруэй (а), Лыльйок (б), магистральном водотоке (в) и в целом по бассейну (г); 3 – график функции скользящего среднего с пятилетними периодами сглаживания

В р. Лыльйок количество лососевой молоди изменялось от 8,4 до 41,5 экз./100 м². Его среднееголетнее значение находилось на уровне 20,6 экз./100 м². В течение всего периода наблюдений межгодовым изменениям численности было свойственно наличие тенденции постепенного устойчивого роста. С 2013 г. ее показатели ежегодно превышали среднееголетнюю величину (см. рис. 2, б).

В магистральном водотоке численность пестряток находилась в границах 17-52 экз./100 м² при среднееголетней величине 25,8 экз./100 м². Ее межгодовые изменения до 2012 г. не имели определенной тенденции. С 2013 г. численность лососевой молоди была близкой к среднееголетнему уровню, либо значительно его превышала (см. рис. 2, в).

По бассейну р. Иоканьга в целом численность пестряток варьировала в пределах 14,2-37,8 экз./100 м² при среднееголетнем уровне 23,4 экз./100 м². Выраженный рост количества молоди произошел в 2013-2018 гг., когда его показатели ежегодно превышали среднееголетнюю величину и максимумы, отмеченные в 1999-2012 гг. (см. рис. 2, г).

Представленные данные показывают, что в одном притоке р. Иоканьга динамика изменений количества молоди семги не имела выраженной тенденции. В другом притоке наблюдался его постепенный устойчивый рост, а в собственно р. Иоканьга – отсутствие определенной тенденции с последующим значительным увеличением. Неоднородность этих процессов не позволяет рассматривать в качестве возможной причины их формирования изменения внешней среды, которые по определению должны иметь достаточно глобальный характер. Кроме того, семге р. Иоканьга свойственен длительный жизненный цикл, в частности, средний абсолютный возраст ее самок составляет около 6 лет [3]. Соответственно от отложенной самкой икры до возврата самок в числе ее потомства в среднем проходит порядка 7 лет. При таких условиях увеличение выживаемости и численности вследствие благоприятных изменений условий обитания должны происходить на протяжении гораздо более длительного, по сравнению с описанным случаем, времени.

Выраженное увеличение количества пестряток семги в р. Лыльйок, магистральном водотоке и в целом по бассейну р. Иоканьга с 2013 г. может быть связано только с устойчивым ростом численности нерестившихся производителей. Рассмотрим ситуацию с учетом возрастной структуры лососевой молоди. При работах с электроловильным аппаратом в прибрежной части р. Иоканьга не менее 95 % пестряток семги в улове представлены возрастными группами 1+, 2+ и 3+, т.е. рыбами, происходящими от икры, отложенной лососями 2, 3 и 4 года назад. Следовательно, увеличение численности молоди в 2013-2018 гг. было обусловлено ростом количества производителей, нерестившихся в 2009-2016 гг. Это, в свою очередь, объясняется изменением ситуации с рыболовством и охраной реки в конце XX-начале XXI вв. Выше отмечалось, что с прекращением промышленного лова семги на р. Иоканьга ее популяция существовала в условиях воздействия постепенно развивающегося организованного любительского лова, проводимого преимущественно с выпуском пойманных рыб, а также интенсивного воздействия нелегального рыболовства. По мере развития любительского рыболовства его организаторы предпринимали все более активные меры по охране реки, которые к концу первого десятилетия XXI в. уже охватывали все ее нижнее течение. В результате существенно сократились масштабы нелегального лова. Соответственно больше лососей стало принимать участие в нересте, и, как следствие, произошел рост численности молоди. С этой точки зрения объясняется и различие в динамике изменений количества пестряток по разным районам рассматриваемой водной системы. Так, в р. Покруэй, расположенной в заказнике, удаленной от населенных пунктов, труднодоступной и практически не облавливаемой, определенных тенденций численности не выявлено. В то же время ее рост установлен для семги водотоков нижнего течения, давно и регулярно посещаемых жителями расположенных вблизи устья реки населенных пунктов.

Таким образом, анализ динамики численности пестряток семги р. Иоканьга в 1999-2018 гг. свидетельствует о постепенной нормализации ее воспроизводства после длительного периода депрессии, обусловленной чрезмерным изъятием производителей при рыболовстве.

Библиографический список

1. Казаков Р.В., Веселов А.Е. Популяционный фонд атлантического лосося России // Атлантический лосось. – СПб.: Наука, 1998. – С. 383-396.
2. Реестр лососевых рек Мурманской области. Бассейн Баренцева моря / под общ. ред. Б.Ф. Прищепы. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2011. – 344 с.
3. Долотов С.И. Атлантический лосось р. Иоканьга: биология, воспроизводство, эксплуатация запасов. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2007. – 101 с.
4. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Калюжин С.М. Миграционное поведение атлантического лосося реки Тулома в условиях зарегулированного стока // Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2005. – С. 150-165.
5. Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Криксунов Е.А. Применение имитационного математического моделирования для оценки величины нелегального вылова семги (*Salmo salar*) в реке Умба // Вопр. рыболовства. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 318-325.
6. Самохвалов И.В., Прусов С.В., Зубченко А.В. Нелегальный лов атлантического лосося *Salmo salar* в бассейне Нижне-Туломского водохранилища Мурманской области // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 1(57). – С. 111-117.
7. Zippin C. The removal method of population estimation / J. of Wildlife Management. 1973. № 22. – P. 82-90.
8. Грешилов А.А., Стакун В.А., Стакун А.А. Математические методы построения прогнозов. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 376 с.
10. Мартынов В.Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося (методические рекомендации). – Сыктывкар, 1987. – 36 с.

STATUS OF STOCK OF ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L. IN THE YOKANGA RIVER (BARENTS SEA BASIN)

Dolotov S.I.

Polar branch FSBSI «VNIRO» («PINRO» them N.M. Knipovich),
Murmansk, Russia

Changes in the abundance of Atlantic salmon parr in the Yokanga River during the period of 1999-2018 were analyzed. Positive trends in their abundance were revealed, indicating an increased number of adult fish. It is concluded that salmon population has grown after a period of depression caused by the overfishing of spawning migrants.

Keywords: *Atlantic salmon, abundance of parr, state of stock.*

Сведения об авторе:

Долотов Сергей Иванович, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, e-mail: dolotov@pinro.ru

НОРМИРУЕМЫЕ ХЛОРООРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ В ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЯХ О. САХАЛИН

Донец М.М.¹, Цыганков В.Ю.^{1,2}, Боярова М.Д.¹, Гумовская Ю.П.¹, Гумовский А.Н.¹,
Кульшова В.И.¹, Христофорова Н.К.^{2,3}, Литвиненко А.В.⁴, Ковальчук М.В.⁵

¹Школа биомедицины, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Школа естественных наук, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

³Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

⁴Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

⁵Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Среди всех промысловых видов рыб особое положение на Дальнем Востоке (ДВ) России занимают тихоокеанские лососи (род *Oncorhynchus*). Хлороорганические соединения (ХОС) – группа особо токсичных соединений, широко распространенных во всех районах Мирового океана. Среди ХОС особое место занимают хлороорганические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ), нормирующиеся по всему миру. Цель работы – определение уровней аккумуляции ДДТ, ГХЦГ и ПХБ в двух видах тихоокеанских лососей (горбуша, сима), выловленных на о. Сахалин во время анадромной миграции. Обнаруженные уровни поллютантов составили соответственно: в симае $0,75 \pm 0,74$, $5,5 \pm 6,5$, $2,5 \pm 2,7$ нг/г сырой массы, в горбуше – $0,4 \pm 0,6$, $2,6 \pm 3,1$, $1,5 \pm 1,3$ нг/г сырой массы. Обнаруженные в рыбах уровни поллютантов не превышают допустимых гигиенических нормативов. Необходим постоянный мониторинг мигрирующих видов морских организмов для контроля их пищевой безопасности и для оценки текущего загрязнения Мирового океана.*

Ключевые слова: ХОП, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ, тихоокеанские лососи, сима, горбуша.

Среди всех промысловых видов рыб лососевые занимают особое положение благодаря своей численности, распространенности и важности в рыболовецкой промышленности. Особое положение на Дальнем Востоке (ДВ) России занимают тихоокеанские лососи (род *Oncorhynchus*). Среди всех представленных на ДВ видов наиболее важными являются кета (*O. keta*) и горбуша (*O. gorbusha*), занимающие второе-третье место в общем объеме вылова рыбы. Сима (*O. masou*) – вид тихоокеанских лососей, распространенный в азиатской части дальневосточных морей России, преимущественно в водах Японского моря и южной части Охотского [0]. Несмотря на значительно меньшее для рыболовецкой промышленности значение, сима широко представлена на потребительских рынках ДВ. Тем не менее, ее выловы составляют незначительную часть по сравнению с горбушей и кетой [0]. Наиболее важными промысловыми зонами рыбной промышленности являются Камчатский край, Приморский край и Сахалинская область, что указывает на целесообразность контроля качества рыбных ресурсов именно в этих районах.

Хлороорганические соединения (ХОС) – группа особо токсичных соединений, широко распространенных во всех районах Мирового океана. На сегодняшний день известно о способности этих веществ к биоаккумуляции, биомагнификации и переносу воздушными и водными массами. Среди ХОС особое место занимают хлороорганические пестициды (ХОП) и полихлорированные бифенилы (ПХБ). Эти соединения широко использовались во второй половине XX в. и применялись в качестве пестицидов в сельском хозяйстве (ХОП) и как электроизоляционные материалы в промышленности (ПХБ). После открытия негативного воздействия ХОС на окружающую среду и здоровье людей производство и использование этих веществ были частично или полностью запрещены. Несмотря на это они до сих пор обнаруживаются в морских организмах Арктики, крайне удаленных от мест применения этих ксенобиотиков [0].

За счет своей токсичности ХОП (в особенности – дихлордифенилтрихлорэтан (ДДТ), гексахлорциклогексан (ГХЦГ)) и ПХБ нормируются в пищевом сырье почти по всему миру. Причем особое внимание уделяется морепродуктам, поскольку «отстойниками» поллютантов считаются именно морские экосистемы [0]. Особую опасность СОЗ вызывают при накоплении в наиболее распространенных и промысловых видах морских организмов. Это связано с тем, что подобные продукты употребляются в значительно больших количествах по сравнению с другими, что позволяет ксенобиотикам накапливаться в организме человека, провоцируя различные заболевания, включая онкологические [0].

Несмотря на высокую опасность СОЗ, исследования уровней накопления этих поллютантов в тихоокеанских лососях практически не проводятся. Известны только концентрации ХОП в горбуше, кете, нерке и чавыче 2011-2013 гг. вылова [0, 0]. В отношении симы исследования уровней аккумуляции СОЗ в мировой литературе представлены единично, что не позволяет проводить динамические исследования в изменении концентраций этих ксенобиотиков во времени.

Таким образом, цель работы – определение уровней аккумуляции ДДТ, ГХЦГ и ПХБ в двух видах тихоокеанских лососей (горбуша, сима), выловленных на о. Сахалин во время анадромной миграции.

Материалы и методы

Исследовались горбуша и сима, выловленные в 2017 г. в р. Поронай и р. Бахура. Образцы рыб после вылова замораживали при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и транспортировали в лабораторию экобиотехнологии Школы биомедицины ДВФУ. Липиды экстрагировали из гомогенатов мягких тканей индивидуальных особей, используя смесь *n*-гексана и ацетона с последующим разрушением жировых компонентов концентрированной серной кислотой [0]. Далее полученный экстракт разделяли неполярными (для ПХБ) и полярными (для ХОП) растворителями на хроматографической колонке с сорбентом Florisil®. Среди ХОС в исследованных образцах определяли: α -, β -, γ - и δ -ГХЦГ, *p,p'*-ДДТ, *o,p'*-ДДТ, *p,p'*-ДДД, *o,p'*-ДДД, *p,p'*-ДДЕ, *o,p'*-ДДЕ и 28, 52, 155, 101, 118, 143, 153, 138, 180, 207 конгенеры ПХБ. Основное определение массового содержания хлороорганических соединений в биоматериале проводили на газовом хромато-масс-спектрометре Shimadzu GC MS-QP 2010 Ultra [0]. Статистический анализ результатов осуществляли с помощью программного обеспечения IBM SPSS Statistics для Windows 10. Достоверность данных оценивали с помощью двустороннего критерия Краскала-Уоллиса с уровнем значимости $p \leq 0,05$. Результаты представлены в виде диапазона концентраций (min-max) и среднего значения \pm стандартного отклонения (Mean \pm SD).

Результаты и их обсуждение

ХОС обнаружены во всех образцах симы. Уровни ХОП варьировали от 0,25 до 23,28 со средним значением $5,9 \pm 6,3$ нг/г сырой массы. Большую часть ХОП составляли изомеры ГХЦГ с диапазоном концентраций 0,18–23,28 (среднее – $5,5 \pm 6,5$) нг/г сырой массы. α -форма превалировала среди ГХЦГ. ДДТ и его метаболиты обнаруживались в основном в мышцах. Суммарные концентрации ДДТ варьировали от 0,1 до 2,2 (среднее – $0,75 \pm 0,74$) нг/г сырой массы. Наиболее определяемым был *p,p'*-ДДД – $0,44 \pm 0,41$ нг/г сырой массы. Суммарные концентрации ПХБ в органах симы варьировали от 0,5 до 11,4 (среднее – $2,5 \pm 2,7$) нг/г сырой массы. Наиболее определяемыми среди всех образцов были ПХБ 52 и ПХБ 101 с концентрациями $0,96 \pm 1,12$ и $0,67 \pm 0,76$ нг/г сырой массы соответственно. ПХБ 143, 180 и 207 были ниже пределов обнаружения.

В горбуше ХОС обнаружены во всех исследованных образцах. Концентрации ХОП варьировали от 0,16 до 13,58 (среднее – $2,9 \pm 3,2$) нг/г сырой массы. Уровни изомеров ГХЦГ находились в диапазоне 0,1-13,3 (среднее – $2,6 \pm 3,1$) нг/г сырой массы и доминировали среди ХОП. Кроме α -, β - и γ -изомеров в образцах был определен δ -ГХЦГ, являющийся предпоследним изомером в процессе деградации линдана ($\gamma \rightarrow \alpha \rightarrow \delta \rightarrow \beta$). α -форма преобла-

дала среди изомеров ГХЦГ. Суммарные концентрации ДДТ во всех образцах варьировали от 0,02 до 2,2 (среднее – 0,4±0,6) нг/г сырой массы. Наиболее определяемыми метаболитами среди всех исследованных образцов являлись о,п'-ДДД, п,п'-ДДД и о,п'-ДДЕ, что указывает на деградацию исходного ДДТ. Диапазоны концентраций ПХБ в горбуше из устья р. Поронай варьировали от 0,02 до 5,1 (среднее – 1,5±1,3) нг/г сырой массы. Среди всех образцов наименее определяемым конгенером являлся ПХБ 143. ПХБ 180 и 207 не обнаружены ни в одной исследованной пробе.

При сравнении концентраций поллютантов в симе и горбуше не обнаружено статистических различий. У первой наблюдаются тенденции к более высокому накоплению ДДТ и ГХЦГ, у второй – ПХБ. Следует отметить снижение уровней ХОП в горбуше по сравнению с данными предыдущих работ [0, 0].

Обнаруженные уровни поллютантов далеки от предельно допустимых в пищевой продукции [0, 0]. Тем не менее, крайне важно продолжать мониторинг мигрирующих видов морских организмов как для контроля их пищевой безопасности, так и для оценки текущего загрязнения Мирового океана в целом.

Заключение

Таким образом, определены уровни ДДТ, ГХЦГ и ПХБ в двух видах тихоокеанских лососей – горбуше (*Oncorhynchus gorbuscha*) и симе (*O. masou*). Концентрации поллютантов составили соответственно: в симе – 0,75±0,74, 5,5±6,5, 2,5±2,7 нг/г сырой массы, в горбуше – 0,4±0,6, 2,6±3,1, 1,5±1,3 нг/г сырой массы. Обнаруженные в рыбах уровни поллютантов не превышают допустимых гигиенических нормативов. Необходим постоянный мониторинг мигрирующих видов морских организмов для контроля их пищевой безопасности и для оценки текущего загрязнения Мирового океана.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского Научного Фонда (соглашение № 18-14-00120).

Библиографический список

1. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах: монография. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. – Т. 1. – 481 с.
2. Аналитические материалы о вылове тихоокеанских лососей на 25.08.2018. – [Электронный ресурс]. – URL: <http://vniro.ru/> (дата обращения: 19.04.2020).
3. Tsygankov V.Yu. Organochlorine pesticides in marine ecosystems of the Far Eastern Seas of Russia (2000–2017) // Water Research. – 2019. – Vol. 161. – P. 43–53.
4. Lukyanova O.N., Tsygankov V.Yu., Boyarova M.D. Organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls in the Bering flounder (*Hippoglossoides robustus*) from the Sea of Okhotsk // Marine Pollution Bulletin. – 2018. – Vol. 137. – P. 152–156.
5. Tsygankov V.Yu., Lukyanova O.N., Boyarova M.D. et al. Organochlorine pesticides in commercial Pacific salmon in the Russian Far Eastern seas: Food safety and human health risk assessment // Marine Pollution Bulletin. – 2019. – Vol. 140. P. – 503–508.
6. Lukyanova O.N., Tsygankov V.Yu., Boyarova M.D., Khristoforova N.K. Bioaccumulation of HCHs and DDTs in organs of Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*) from the Sea of Okhotsk and the Bering Sea // Chemosphere. – 2016. – Vol. 157. – P. 174–180.
7. Tsygankov V.Yu., Lukyanova O.N., Khristoforova N.K. The Sea of Okhotsk and the Bering Sea as the region of natural aquaculture: Organochlorine pesticides in Pacific salmon // Marine Pollution Bulletin. – 2016. – Vol. 113, № 1–2. – P. 69–74.
8. Tsygankov V.Yu., Boyarova M.D. Sample Preparation Method for the Determination of Organochlorine Pesticides in Aquatic Organisms by Gas Chromatography // Achievements in the Life Sciences. – 2015. – Vol. 9, № 1. – P. 65–68.

9. Tsygankov V.Yu., Lukyanova O.N., Boyarova M.D. Organochlorine pesticide accumulation in seabirds and marine mammals from the Northwest Pacific // Marine Pollution Bulletin. – 2018. – Vol. 128. – P. 208–213.

10. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: Комиссия Таможенного союза, 2011. – 242 с.

11. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции». – М.: Евразийская экономическая комиссия, 2016. – 139 с.

CONTROLLED ORGANOCHLORINE COMPOUNDS IN THE PACIFIC SALMON OF SAKHALIN ISLAND

Donets M.M.¹, Tsygankov V.Yu.^{1,2}, Boyarova M.D.¹, Gumovskaya Yu.P.¹, Gumovsky A.N.¹, Kulshova V.I.¹, Khristoforova N.K.^{2,3}, Litvinenko A.V.⁴, Kovalchuk M.V.⁵

¹School of Biomedicine, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

²School of Natural Sciences, Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

³ Pacific Institute of Geography FEB RAS, Vladivostok, Russia

⁴ Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

⁵ Institute of Marine Geology and Geophysics FEB RAS, Vladivostok, Russia

*Among all commercial fish species, Pacific salmon (genus *Oncorhynchus*) occupy a special position in the Russian Far East (Far East). Organochlorine compounds - a group of highly toxic compounds that are widespread in all areas of the oceans. Among this group of pollutants, organochlorine pesticides (OCPs) and polychlorinated biphenyls (PCBs), controlled all round the world. The aim of the work is to determine the accumulation levels of DDT, HCH and PCB in two species of Pacific salmon (pink salmon, masu salmon) in Sakhalin island during anadromic migration. The detected pollutant levels were, respectively: 0.75 ± 0.74 , 5.5 ± 6.5 , 2.5 ± 2.7 ng/g wet weight, in pink salmon - 0.4 ± 0.6 , 2.6 ± 3.1 , 1.5 ± 1.3 ng/g wet weight. The levels of pollutants found in fish do not exceed food safety standards. However, constant monitoring of migratory species of marine organisms is necessary to control their safety and to assess the current pollution of the World oceans.*

Keywords: OCP, HCH, DDT, PCB, Pacific salmon, masu salmon, pink salmon.

Сведения об авторах:

Донец Максим Михайлович, лаборант-исследователь Школы биомедицины ДВФУ, e-mail: maksim.donecz@mail.ru;

Цыганков Василий Юрьевич, зав. лабораторией экобиотехнологии, доцент, канд. биол. наук, доцент Школы биомедицины, Школы естественных наук ДВФУ, e-mail: tsig_90@mail.ru;

Боярова Маргарита Дмитриевна, доцент, канд. биол. наук, доцент Школы биомедицины ДВФУ, e-mail: boyarova.m@mail.ru;

Гумовская Юлия Петровна, доцент, канд. мед. наук Школы биомедицины ДВФУ, e-mail: nup1@yandex.ru;

Гумовский Александр Николаевич научный сотрудник Школы биомедицины ДВФУ, e-mail: gumovskii.an@dvfu.ru;

Кульшова Вероника Игоревна, студент Школы биомедицины, ДВФУ, e-mail: veronikakulshova@mail.ru;

Христофорова Надежда Константиновна, профессор, доктор биол. наук Школы естественных наук ДВФУ, e-mail: more301040@gmail.com;

Литвиненко Анна Владимировна, доцент, канд. биол. наук, доцент СахГУ, e-mail: vesna271@rambler.ru;

Ковальчук Максим Владимирович, аспирант Института морской геологии и геофизики, e-mail: kovalchukmaks@gmail.com

МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ТУНИКЕ И МАНТИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ АСЦИДИЙ ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Жадько Е.А.¹, Чусовитина С.В.¹, Стеблевская Н.И.^{1,2}, Полякова Н.В.²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

²Институт химии ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Изучено содержание и распределение микроэлементов в тунике и мантии асцидий *Halocynthia aurantium*, *Boltenia echinata* и *Ciona intestinalis* залива Петра Великого (Японское море). В накоплении микроэлементов тканями туники и мантии изученных видов асцидий выявлены значительные видовые различия. Для тканей *B. echinata* характерны наиболее высокие концентрации железа, в тканях *H. aurantium* преобладает цинк. У *C. intestinalis* содержание микроэлементов в тканях существенно ниже, чем у двух других видов асцидий, лидируют бром и железо.*

Ключевые слова: микроэлементы, туника, мантия, асцидии.

Введение

Наиболее удобным и информативным индикатором экологического состояния и степени антропогенного воздействия на водную морскую среду служат бентосные сообщества гидробионтов, биологические особенности которых позволяют чутко реагировать на любые изменения параметров среды обитания, вызванные как антропогенными, так и естественными факторами. Особое место среди бентосных организмов-фильтраторов занимают асцидии, которые, как и двустворчатые моллюски, участвуют в процессах биогеохимической трансформации элементов с последующим их отложением в донные осадки. Так же как и двустворчатые моллюски, асцидии являются организмами-концентраторами, способными к избирательному накоплению в тканях ванадия, железа, ниобия, титана, марганца некоторых других микроэлементов.

В дальневосточных морях обитает более 100 видов асцидий, из них около 35 видов – в заливе Петра Великого [1]. До настоящего времени индикаторные свойства этих гидробионтов, а также их биотехнологический и биогенный потенциал остаются малоизученными. Известно, что в странах азиатско-тихоокеанского региона некоторые виды асцидий используются в пищу и применяются в нетрадиционной медицине. Ткани этих животных содержат биологически активные соединения, которые в сочетании с микроэлементами обладают противоопухолевым и антиоксидантным действием, активизируют иммунитет, процессы кроветворения и физическую активность организма.

Среди дальневосточных асцидий наибольший интерес вызывают представители семейства *Pyuridae* асцидии *Halocynthia aurantium* и *Halocynthia roretzi*, которые включены в перечень промысловых видов и потенциальных объектов марикультуры. Установлено, что биологически активные соединения, в частности каротиноиды, сконцентрированы преимущественно в тунике асцидий, ткани мантии богаты микроэлементами и аминокислотами, а гемолимфа содержит большое количество ванадия (220 мкг/г сухого веса), что делает эти виды асцидий перспективными источниками получения биологически активных добавок и медицинских препаратов [2, 3, 4].

Другой представитель этого семейства – *Boltenia echinata* – широкого распространения не имеет, в Японском море отмечена у берегов южного Приморья. Асцидия *Ciona intestinalis* из семейства *Cionidae* – достаточно редкий вид для прибрежных вод дальневосточных морей, с тонкой, полупрозрачной, желеобразной туникой. В доступной нам литературе не найдено каких-либо сведений о микроэлементном составе тканей асцидии *B. echinata* и *C. Intestinalis*.

Объекты и методы исследований

Цель настоящей работы – изучить содержание некоторых микроэлементов в тунике и мантии 3 видов асцидий: *H. aurantium*, *B. echinata* и *C. intestinalis*. отобранных в районе острова Рейнеке, бухте Северная залива Славянка и бухте Балка северо-восточной части острова Русский залива Петра Великого (Японское море) летом 2015-2017 гг.

Химический состав тканей туники и мантии (кожно-мышечного мешка) асцидий исследовали в лаборатории Института химии ДВО РАН. Всего проанализировано 90 проб тканей туники и мантии 3 видов асцидий. Подготовка образцов к анализу осуществлялась в соответствии с рекомендациями [5]: высушенные пробы помещали в тefлоновые автоклавы, добавляли смесь азотной и соляной кислот (1:2) и разлагали в микроволновом реакторе Milestone UltraClave (Италия) 60 мин при 200 °С и давлении 60 атмосфер. Анализ подготовленных растворов проб проводили рентгенофлуоресцентным методом с полным внешним отражением (TXRF) на приборе TXRF 8030 C (FEI Company, Germany). Пробу объемом 10 мкл наносили на подложку из полированного кварцевого стекла. Время измерения – 500 с, источники возбуждения – MoK α и WBr γ 5. Внутренний стандарт – раствор иттрия с концентрацией 50 мкг/мл. Предел обнаружения варьирует для различных элементов в пробах от 10⁻⁷ до 10⁻¹⁰ %. Концентрацию химических элементов выражали в мкг/г воздушно-сухой массы.

Результаты и их обсуждение

Изучен микроэлементный состав тканей асцидии *H. aurantium*, *B. echinata* и *C. intestinalis*. Ряды убывания концентраций элементов в мантии и тунике исследованных видов выглядят следующим образом:

Туника

Mn > Zn > Fe > Br > Pb > Cu – *Halocynthia aurantium*

Fe > Mn > Br > Zn > Cu > Pb > Ba > As – *Boltenia echinata*

Br > Fe > Mn > Zn > Cu > As > Se – *Ciona intestinalis*

Мантия

Zn > Br > Fe > Mn > Cu > Pb > I > As – *Halocynthia aurantium*

Fe > Br > Zn > Mn > Cu > Pb > Se > As – *Boltenia echinata*

Fe > Br > Zn > Mn > Cu > As > Se – *Ciona intestinalis*

У всех исследованных видов асцидий, как в тунике, так и в мантии, группу преобладающих по концентрации микроэлементов составили марганец, железо, бром и цинк (рис. 1, 2). У представителей сем. *Pyuridae* асцидий *H. aurantium* и *B. echinata*, имеющих плотную кожистую тунику, количественные показатели этих микроэлементов были значительно выше, чем у *C. intestinalis*.

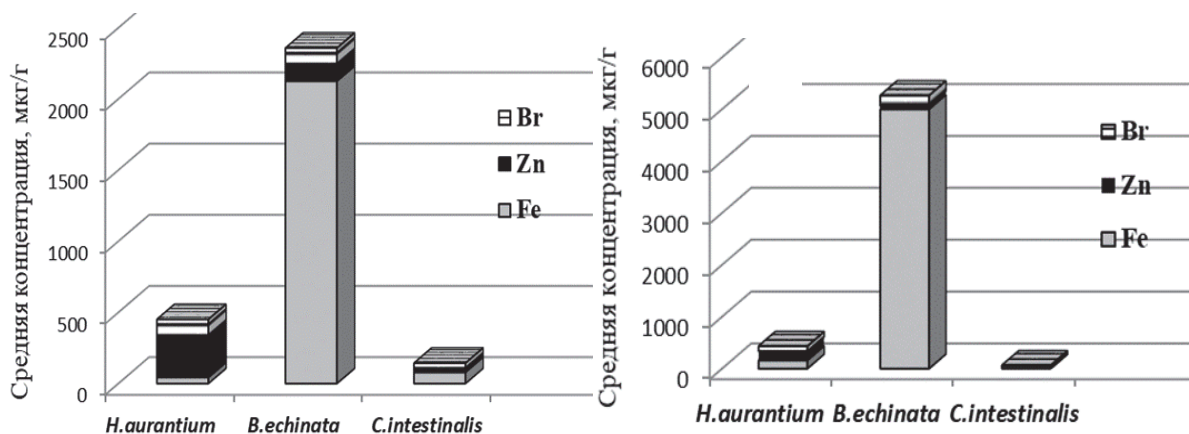


Рисунок 1 – Концентрации микроэлементов (железа, цинка, брома) в мантии (А) и тунике (В) асцидий *H. aurantium*, *B. echinata* и *C. intestinalis*, мкг/г воздушно-сухой массы

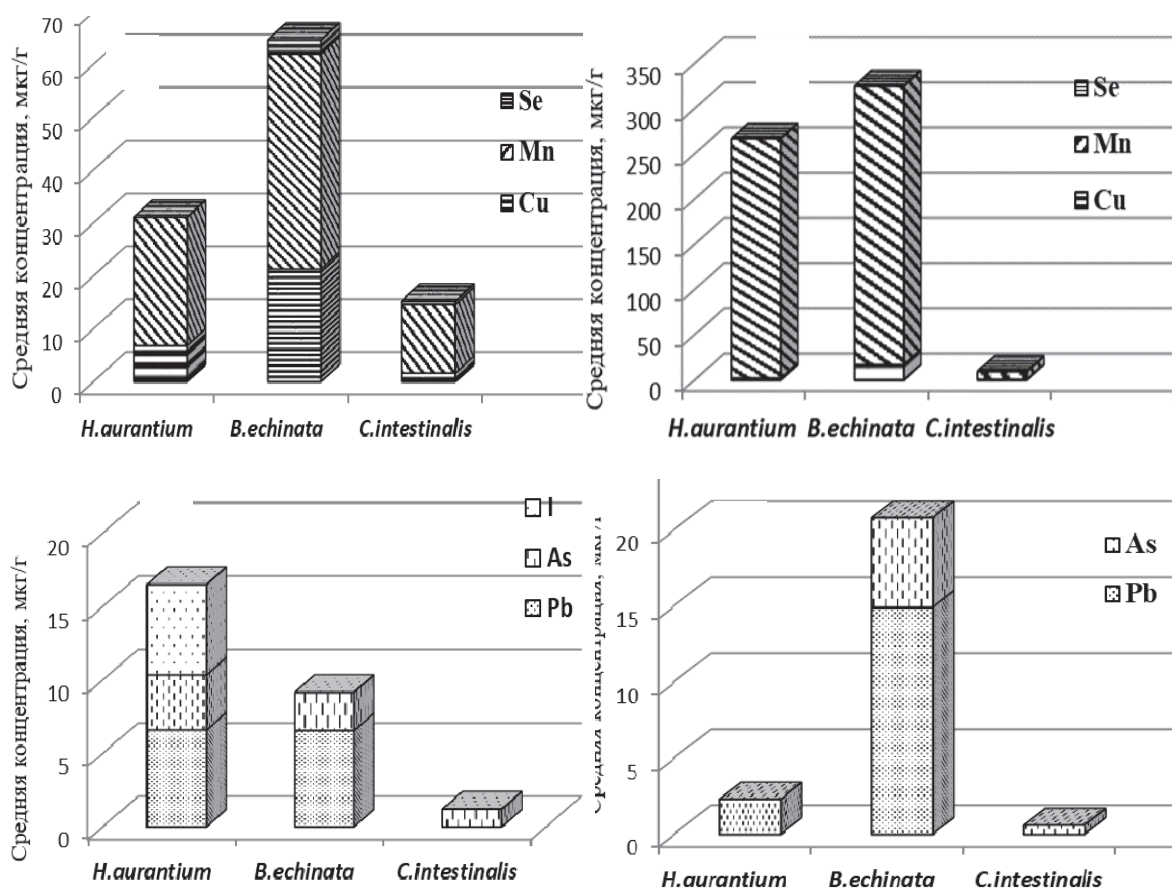


Рисунок 2 – Концентрации микроэлементов (меди, марганца, селена, йода, свинца, мышьяка), в мантии (А) и тунике (В) асцидий *H. aurantium*, *B. echinata* и *C. intestinalis*, мкг/г воздушно-сухой массы

Как видно из таблицы, в тунике *B. echinata* концентрация железа составила 4998 ± 1342 мкг/г, что на порядки выше показателей для других микроэлементов и более чем 30 раз выше уровня содержания железа в тунике *H. aurantium*. Количественные показатели марганца у пиурид различаются незначительно, в то же время, туника *H. Aurantium* содержит втрое больше цинка и вдвое меньше брома по сравнению с *B. Echinata*.

Средние концентрации микроэлементов в тканях асцидий (мкг/г воздушно-сухой массы)

Элементы	<i>Halocynthia aurantium</i>		<i>Boltenia echinata</i>		<i>Ciona intestinalis</i>	
	Туника	Мантия	Туника	Мантия	Туника	Мантия
Fe	$157,8 \pm 105,3$	$42,2 \pm 0,55$	4998 ± 1342	2125 ± 461	$12,5 \pm 6,78$	$78,1 \pm 25,9$
Zn	$180,0 \pm 93,5$	$288,5 \pm 122$	$62,2 \pm 51,5$	$113,7 \pm 88,6$	$5,74 \pm 2,6$	$14,9 \pm 2,98$
Br	$94,3 \pm 34,6$	$120,0 \pm 54,9$	$204 \pm 119,6$	$118,8 \pm 48,9$	$46,1 \pm 0,81$	$50 \pm 31,8$
Mn	$264,7 \pm 119,7$	$24,3 \pm 10,6$	$308 \pm 112,4$	$40,7 \pm 11,6$	$8,56 \pm 3,31$	$13 \pm 3,94$
Cu	$2,1 \pm 0,54$	$6,6 \pm 1,9$	$17,1 \pm 8,9$	$21,3 \pm 13,9$	$0,68 \pm 0,29$	$1,66 \pm 0,99$
Se	0	0	0	$2,6 \pm 0,25$	$0,31 \pm 0,11$	$0,59 \pm 0,44$
Pb	$2,3 \pm 0,91$	$6,6 \pm 1,33$	$14,9 \pm 5,9$	$6,5 \pm 1,3$	0	0
As	0	$3,8 \pm 0,77$	$5,9 \pm 2,8$	$2,6 \pm 0,96$	$0,61 \pm 0,33$	$1,21 \pm 0,37$
I	0	$6,2 \pm 2,0$	0	0	0	0

В мантии пиурид уровни содержания железа и марганца в несколько раз ниже, чем в тунике, количественные показатели брома имеют достаточно близкие значения, а концентрация цинка в полтора-два раза выше, чем в тунике. Известно, что железо, цинк и медь входят в состав целого ряда металлоферментов (цитохромов, карбоангидраз, фосфотаз, каталаз и пероксидаз), катализирующих гликолитические и окислительные процессы в тканях. Биогенная функция ионов марганца (совместно с магнием) состоит в регуляции активности таких фер-

ментов, как карбоксилазы, каталазы, оксидазы и фосфатазы. Функция брома в тканях гидробионтов не изучена [6, 7]. Интересно отметить, что у *C. intestinalis* мантия превосходит тунику по содержанию железа и цинка, а количество брома и марганца в этих тканях различается незначительно. Наиболее высоких значений концентрация меди достигает в тканях асцидии *B. echinata*, у *H. Aurantium* эти показатели в несколько раз ниже, а у *C. intestinalis* отличаются на порядок. В тканях асцидии *H. aurantium* концентрации токсичных тяжелых металлов свинца и мышьяка варьируют в пределах 0,46–1,32 мкг/г (при пересчете на сырую массу), что значительно ниже ПДУ для тканей промысловых гидробионтов [8].

Библиографический список

1. Адрианов, А.В. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого Японского моря / А.В. Адрианов, О.Г. Кусакин. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 350 с.
2. Белорукова, А.А. Оценка содержания каротиноидов у асцидий *Halocynthia aurantium* и *Styela clava* / А.А. Белорукова, П.А. Задорожный, Т.Н. Пивненко, Е.В. Якуш // Изв. ТИНРО. – 2006. – Т. 147. – С. 347–353.
3. Моторя, Е.С. Исследование иммуномодулирующей и мембранотропной активностей каротиноидов из туники асцидии *Halocynthia aurantium* / Е.С. Моторя, Т.Н. Пивненко, А.К. Гажа и др. // Тихоокеанский медицинский журн. – 2009. – № 3. – С. 28–32.
4. Моторя, Е.С. Технология биологически активной добавки к пище на основе каротиноидов асцидии *Halocynthia aurantium*: автореф. дис. ... канд. техн. наук. 05.18.07 / Е.С. Моторя. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2009. – 23 с.
5. Бок Р. Методы разложения в аналитической химии. – М.: Химия, 1984. – 432 с.
6. Морозов Н.П. Химические элементы в гидробионтах и пищевых цепях // Биогеохимия океана. – М.: Наука, 1983. – С. 127–164.
7. Сеткиалиева, А.В. Фосфотазы двусторчатых моллюсков и иглокожих Японского и Охотского морей / А.В. Сеткиалиева, Н.И. Мензорова, В.А. Рассказов // Биол. моря. – 2015. – Т. 41, № 1. – С. 46–54.
8. СанПиН 2.3.2.10–78.01. Гигиенические требования к качеству и безопасности сырья и пищевых продуктов. – М.: Госкомэпиднадзор России, 2002. – 156 с.

MICROELEMENTS IN TUNIC AND MANTLE OF SOME SPECIES OF ASCIDIANS OF PETER THE GREAT BAY (SEA OF JAPAN)

Zhadko E.A.¹, Chusovitina S.V.¹, Steblevskaya N.I.^{1,2}, Polyakova N.V.²

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

²Institute of Chemistry, FEB RAS, Vladivostok, Russia

Chemical composition of tunic and mantle of an ascidian Halocynthia aurantium, Boltenia echinata, and Ciona intestinalis of Peter the Great Bay (Sea of Japan) is studied. Substantial specific differences are deduced in an accumulation microelements by a tunic and mantle of the studied species of ascidians. The highest iron concentrations are characteristic of B.echinata tissues, zinc predominates in the tissues of H.aurantium. At C.intestinalis tissues the concentration of microelements considerably below then other types of ascidians, a bromine and iron prevail in tissues.

Keywords: microelements, tunic, mantle, ascidia.

Сведения об авторах:

Жадько Е.А., канд. биол. наук, доцент, e-mail: zhadko.helen@gmail.com;

Чусовитина С.В., канд. биол. наук, доцент, e-mail: chusovitinasv@mail.ru;

Стеблевская Н.И., доктор хим. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: steblevskaya@ich.dvo.ru;

Полякова Н.В., канд. хим. наук, старший научный сотрудник.

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ ПРУДОВОГО ТИПА

Зеленников О.В.¹, Вараксин И.А.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²ЗАО «Курильский рыбац», Курильск, Россия

Представлены особенности воспроизводства молоди кеты на рыбноводном заводе «Минеральный», на котором всех мальков кормят в общем пруду. Обобщены статистические показатели выращивания рыб – данные о сроках закладки, начала пигментации глазных бокалов, вылупления, начала и завершения кормления.

Ключевые слова: Сахалинская область, Итуруп, кета, *Oncorhynchus keta*, рыбноводный завод.

На большинстве рыбноводных предприятий Сахалинской области инкубация икры тихоокеанских лососей осуществляется в боксах и аппаратах Аткинса, а выращивание молоди – в бетонных каналах (Ефанов, Бойко, 2011). Такие условия позволяют более эффективно воспроизводить многомиллионные партии молоди кеты и горбуши, на долю которых приходится более 98 % всей рыбноводной продукции, а самому региону быть абсолютным лидером в России по выращиванию молоди лососевых рыб (Леман и др., 2015). Вместе с тем в последние годы получило распространение строительство заводов, где инкубация икры и выращивание зародышей после их вылупления осуществляется в гравийных аппаратах, а кормление молоди производится в общем пруду. Каждый из двух типов рыбноводных заводов имеет свое преимущество. Выращивание в бетонном канале обеспечивает хорошую доступность молоди для обслуживания. Канал легко почистить от экскрементов и остатков корма, а при необходимости в нем можно быстро обеспечить смену воды. В свою очередь завод прудового типа экономичнее, поскольку не предусматривает не только устройство бетонных каналов, но и постройки цеха над питомником. Но главное, согласно современным данным, эффект одомашнивания молоди рыб разных видов при выращивании в прудах формируется значительно позже, чем при выращивании в бассейнах (Герасимов, 2017).

Лососевый рыбноводный завод (ЛРЗ) «Минеральный» (рис. 1, А) построен в 2016 г. и предназначен для выращивания молоди кеты и формирования стада этого вида на острове Итуруп (Кловач и др., 2018) и горбуши, отличающейся более широким расселением от базовой реки (Дорофеева и др., 2006; Мякишев и др., 2019). Оплодотворенная икра раскладывается на пластмассовых поддонах, установленных в верхней части бетонных аппаратов (рис. 1, Б) на которых и происходит ее инкубация. После вылупления зародыши через сетчатое дно поддонов попадают в нижнюю часть аппаратов, где осуществляется их дальнейшее выдерживание. После «подъема на плаву» мальки с током воды через центральный желоб аппаратов попадают в пруд, где их выращивают до выпуска с предприятия.

Проанализируем темп развития молоди кеты в сезоне 2018-2019 гг. Всего в этом цикле было заложено на инкубацию 23,6454 млн шт. оплодотворенной икры в 8 партиях. Температура воды на заводе зависит от ее сезонного изменения и существенно различается в течение периода выращивания мальков, так как это характерно для водотока, не имеющего значительной подпитки грунтовыми водами. Температура с 8-9 °С в октябре постепенно опустилась до 1 °С к началу февраля, варьировала в диапазоне 1-3 °С в марте и одновременно с весенним прогревом речной воды повысилась до 9-14 °С в период кормления (рис. 2, А). Закладку икры на инкубацию произвели с 15 по 22 октября; пигментацию глазных бокалов выявили с 16 по 27 ноября, а вылупление зародышей наблюдали в период с 21 января по 4 марта (массовый выклев в разных партиях – с 24 января по 18 февраля).

А



Б

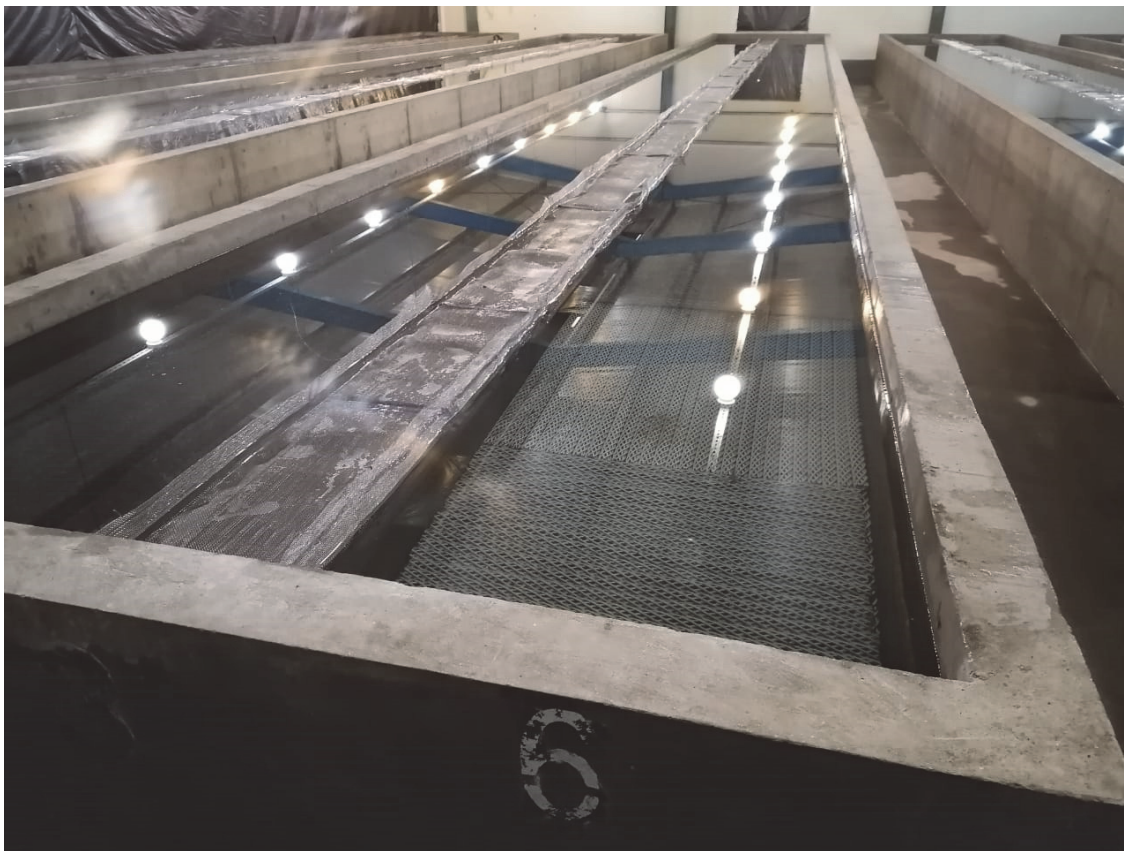


Рисунок 1 – Внешний вид инкубационного цеха и пруда рыбного завода «Минеральный» (А), а также гравийных аппаратов (Б)

Перевод в пруд личинок кеты осуществили с 11 по 19 мая, где и выращивали до выпуска в естественную среду. Рыб кормили гранулированным кормом производства «Aller Aqua», разные фракции которого задавали согласно массе рыб и инструкции по его использованию. С началом кормления использовали фракцию корма 0, переходя на фракции 0+ и 1 при достижении молодь массой в среднем 500 и 700 мг соответственно. Рацион корма постепенно увеличивали с 0,5 до 1,8 % от массы тела, а по достижении молодь массой в среднем 700 мг постепенно понижали до 1,1 %. Масса рыб в период кормления увеличилась в среднем с 314,9 мг (при варьировании от 196 до 444 мг) до 1037,9 мг (при варьировании от 601 до 1764 мг; рис. 2, Б). Выпуск рыб осуществили в период с 26 по 30 июня в ручей Минеральный, впадающий в озеро Рейдовое (далее – река Аргунь и залив Простор Охотского моря). Всего выпустили 22,395100 мальков; общий отход рыб за полный период выращивания составил 5,3 %.

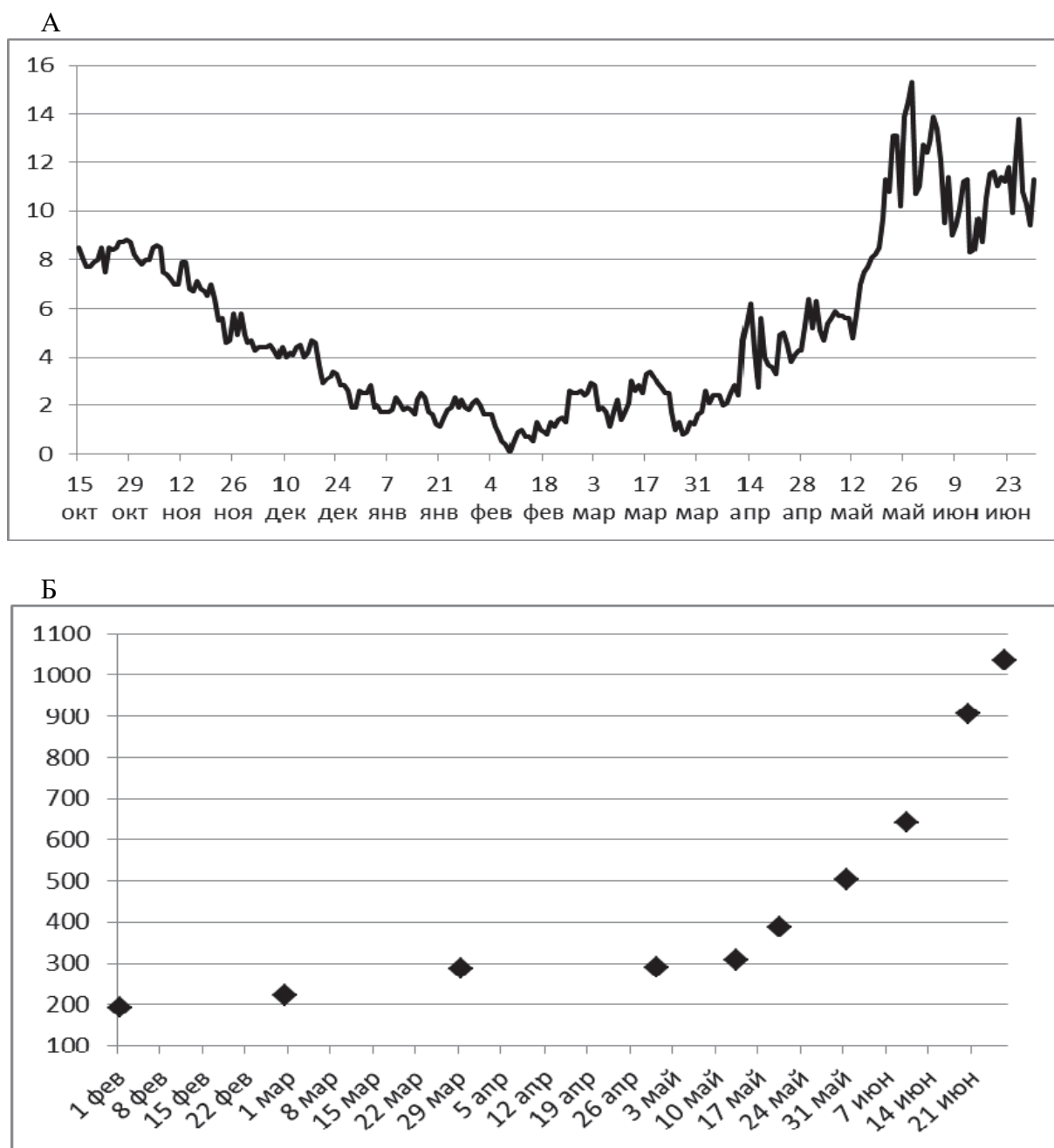


Рисунок 2 – Температура воды, °С (А) и динамика роста молоди кеты, мг (Б) при выращивании на ЛРЗ «Минеральный» в сезоне 2018-2019 гг.

Обсуждая полученные данные, в первую очередь подчеркнем, что выращивание в прудах для рыбоводных заводов в Сахалинской области не является новой практикой. На многих предприятиях и реконструированных в последние годы, и построенных впервые, есть пруды с бетонным или земляным дном, в которых помимо бетонных каналов производится кормление молоди. Это такие ЛРЗ, как «Таранайский», «Сокольниковский», «Курильский», «Рейдовый» и др. Как правило, чем ниже температура воды в период кормления, тем масштабнее применяют пруды для выращивания молоди. Например, самый крупный пруд был устроен на Ясноморском ЛРЗ, наиболее холодноводном из предприятий, специализирующихся на воспроизводстве молоди кеты (Канидьев, Леванидов, 1968). Однако на всех этих заводах пруды используют всё же, как дополнительные площади для выращивания молоди, без которых теоретически можно и обойтись. На заводах же прудового типа альтернативе пруду для выращивания молоди нет. ЛРЗ «Минеральный» представляется наиболее удобным из таких заводов. Казалось бы, он относительно холодноводный, а ведь нам хорошо известна роль повышенной температуры в обеспечении роста мальков (Самарский, 2005), что и мы отмечали ранее (Коломыцев и др., 2018; Зеленников, Юрчак, 2019; Зеленников и др., 2020). Однако с другой стороны, относительно низкая температура воды позволяет избежать заморов при невозможности почистить дно пруда во время кормления, а сам температурный режим подходит для воспроизводства не только молоди кеты, но и молоди горбуши.

Библиографический список

1. Герасимов Ю.В. Формирование адаптивного поведения заводской молоди в зависимости от срока содержания в искусственных условиях // Лососевые рыбы: биология, охрана и воспроизводство: материалы Междунар. конф. – Петрозаводск, 2017. – С. 38-39.
2. Дорофеева Е.А., Алексеев А.П., Зеленников О.В., Зеленков В.М. Дальневосточная горбуша в бассейне Белого моря // Рыб. хоз-во. – 2006. – № 6. – С. 71-73.
3. Ефанов В.Н., Бойко А.В. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области. – Южно-Сахалинск: СахГУ, 2014. – 124 с.
4. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 1. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741-744.
5. Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14-23.
6. Леман В. Н. Смирнов, Б.П. Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Тр. ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 105-120.
7. Канидьев А.Н., Леванидов В.Я. Вопросы улучшения биотехники разведения кеты // Изв. ТИНРО. – 1968. – Т. 65. – С. 119-132.
8. Кловач Н.В., Леман В.Н., Ельников А.Н., Вараксин И.А. Воспроизводство и промысел кеты о. Итуруп (Южные Курильские острова): прошлое, настоящее, будущее // Рыб. хоз-во. – 2018. – № 6. – С. 42-47.
9. Коломыцев В.С., Лапшина А.Е., Зеленников О.В. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при ее выращивании на рыбоводных заводах Сахалинской области // Биол. моря. – 2018. – Т. 44, № 1. – С. 36-40.
10. Самарский В.Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 167 с.
11. Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. К вопросу о мечении молоди лососей и эффективности работы рыбоводных заводов // Биол. моря. – 2019. – Т. 45, № 5. – С. 342-348.

FEATURES OF GROWING JUVENILE CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA* AT A POND-TYPE FISH FARM

Zelennikov O.V.¹, Varaksin I.A.²

¹St. Peterburg State University, St. Peterburg, Russia

²ZAO «Kurilsky ribak», Kurilsk, Russia

Peculiarities of reproduction of juvenile chum salmon at the Mineralny fish hatchery are presented, where all juveniles are fed in a common pond. The statistical indicators of fish farming are summarized - data on the dates of laying, the onset of pigmentation of the eye glasses, hatching, the beginning and end of feeding.

Keywords: Sakhalin region, Iturup island chum salmon, *Oncorhynchus keta*, fish farm.

Сведения об авторах:

Зеленников Олег Владимирович, доцент, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru;

Вараксин Иван Александрович, заместитель генерального директора, e-mail: varaksin.ivan-varaksin@yandex.ru

СОСТОЯНИЕ СТЕРОИДСЕКРЕТОРНЫХ КЛЕТОК У МОЛОДИ СИМЫ *ONCORHYNCHUS MASOU*, ПОЛУЧАВШЕЙ КОРМ С ДОБАВЛЕНИЕМ ЭСТРАДИОЛА

Зеленников О.В.¹, Мосягина М.В.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Санкт-Петербургская академия ветеринарной медицины, Санкт-Петербург, Россия

Исследовали стероидсекреторные клетки у молоди симы в возрасте 0+ и 1+, которых в течение 28 сут подвергали воздействию эстрадиола в дозе 100 мг/кг корма. Воздействие привело к уменьшению числа половых клеток в яичниках у самок обеих возрастных групп. Активность стероидсекреторных клеток у подопытных рыб в возрасте 0+ повысилась, но сами клетки еще находились только в строме гонад и не обнаруживались в составе фолликулярных оболочек. В возрасте 1+ у подопытных самок понизилась секреторная активность, вплоть до исчезновения этих клеток в составе теки фолликулов.

Ключевые слова: Сахалинская область, сима *Oncorhynchus masu*, рыбоводный завод, стероидсекреторные клетки.

Работу проводили в рамках продолжающегося в Санкт-Петербургском государственном университете исследования фундаментальных основ раннего гонадо- и гаметогенеза у молоди рыб (Коломыцев и др., 2018; Зеленников, Юрчак., 2019; Зеленников и др., 2019; 2020) и в частности исследования становления стероидогенной функции (Zelennikov et al., 1999).

Цель данного раздела работы состояла в том, чтобы проследить влияние эстрадиола на ход дифференцировки гонад у вида с прямым определением пола в тот период, когда в яичниках самок уже была сформирована старшая генерация ооцитов периода превителлогенеза. В отличие от более ранних работ (Мосягина, Зеленников, 2006), в данном случае мы могли исследовать рыб не только в возрасте 0+, но и 1+.

Молодь симы для проведения экспериментальной работы была взята на рыбоводном заводе «Рейдовый» и перевезена на завод «Курильский», где в инкубационных боксах и были проведены эксперименты. В ходе опытов малькам симы в возрасте 335 (0+) и 702 (1+) в течение 28 сут с кормом задавали масляный раствор эстрадиола-дипропионата в концентрации 100 мг/кг корма. Гормональный препарат замешивали с комбинированным гранулированным кормом производства «Aller Aqua».

Гонады у мальков исследовали гистологически по общепринятой методике (Зеленников, 1997; 1999; Микодина и др., 2009), а также с применением электронной микроскопии. Для приготовления препаратов гонады рыб в течение 2 ч фиксировали в 6%-м глутаральдегиде на каккодилатном буферном растворе (рН 7,2–7,4) при температуре 4 °С. После промывки материал дофиксировали в 1%-м растворе OsO₄ на том же буфере и далее после обезвоживания в спиртах и ацетоне заливали в Эпон-812. Срезы контрастировали уранил-ацетатом и цитратом свинца.

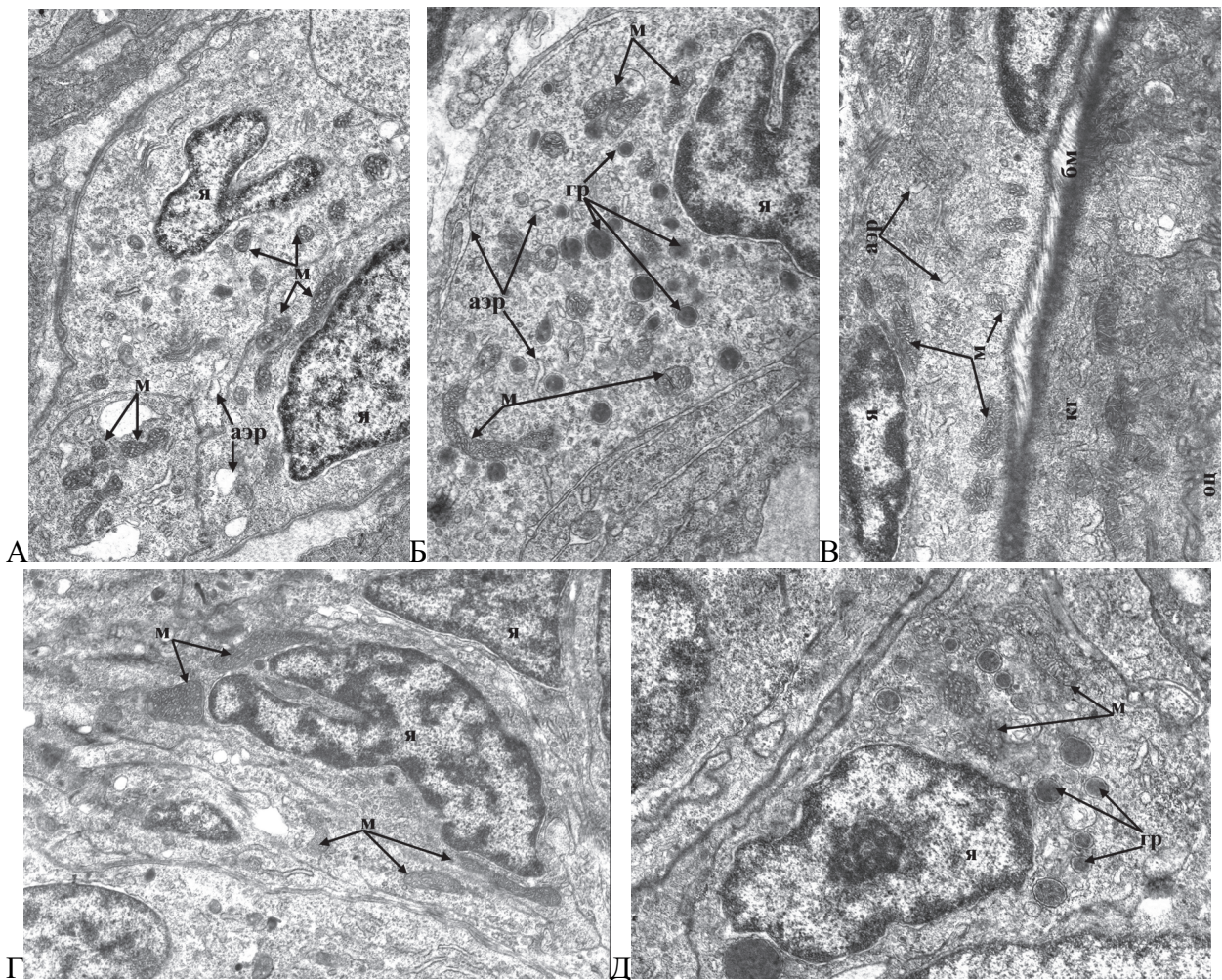
Стероидсекреторные клетки в гонадах идентифицировали по характерным для них ультраструктурным признакам – митохондриям с трубчато-везикулярными кристами, агранулярному эндоплазматическому ретикулуму и липидным включениям (Lofts, Vern 1972). Методика количественной оценки стероидсекреторных клеток была представлена ранее (Мосягина, Зеленников, 2006; 2016).

Масса мальков симы в возрасте 0+ в момент начала воздействия в среднем составила 2,18±0,10 г. В яичниках присутствовали гонии и мейоциты, а также ооциты периода превителлогенеза диаметром до 80-100 мкм. Фонд половых клеток в семенниках был представлен исключительно гониями. Конечным итогом гормонального воздействия стало уменьшение числа половых клеток всех состояний у подопытных самок: гониев – на 14,3 %, мейоцитов – на 20 % и ооцитов периода превителлогенеза – на 7,5 %. У самцов изменение в состоянии гонад не отметили.

Характеристика стероидсекреторных клеток (СК) в гонадах молодежи симы после воздействия эстрадиолом (в скобках дана объемная плотность органоидов)

Пол	Контроль / Опыт	Локализация СК	Размер, мкм			
			СК	ядра СК	митохондрии	канальца АЭР*
ВОЗРАСТ 0+ (335-363 сут)						
Самки	Контроль	строма	5,7±0,95**	3,4±0,64	0,42±0,024 (15,2±0,76)	0,08±0,003 (12,0±1,19)
	Опыт 28 сут	строма	6,1±0,32	4,4±0,79	0,37±0,022 (14,8±0,83)	0,18±0,032 (13,6±0,76)
Самцы	Контроль	строма	8,5±0,87	5,1±0,23	0,87±0,053 (23,2±0,96)	0,21±0,032 (17,2±0,93)
		эпителий гонады	11,2±0,95 х 4,7±0,31***	4,2±0,28 х 3,5±0,18	0,81±0,056 (13,9±0,83)	0,26±0,052 (25,0±0,95)
	Опыт 28 сут	строма	7,1±0,93	4,6±0,53	0,60±0,057 (25,6±1,23)	0,27±0,034 (14,3±0,84)
		эпителий гонады	15,5±0,74 х 5,3±0,56	4,7±0,33 х 4,3±0,25	0,66±0,095 (14,7±0,67)	0,21±0,040 (17,6±1,18)
ВОЗРАСТ 1+ (702-730 сут)						
Самки	Контроль	тека	16,0±1,01 х 2,5±0,31	5,5±0,54 х 1,3±0,17	0,53±0,105 (16,8±1,25)	0,14±0,026 (14,6±0,60)
		строма	6,4±0,89	3,6±0,59	0,54±0,055 (18,4±1,15)	0,22±0,026 (19,9±0,92)
	Опыт 21 сут	тека	18,3±0,40 х 2,2±0,29	6,5±0,37 х 1,5±0,19	0,52±0,041 (17,2±0,97)	0,15±0,019 (13,6±0,73)
		строма	6,9±0,68	3,9±0,56	0,33±0,048 (16,5±0,42)	0,13±0,021 (23,6±0,70)
Опыт 28 сут	строма	10,2±0,98	5,5±0,76	0,50±0,054 (13,8±0,65)	0,14±0,024 (9,2±0,90)	
Самцы	Контроль	строма	8,0±0,75	4,8±0,88	0,59±0,054 (21,4±0,76)	0,26±0,042 (10,6±0,49)
	Опыт 21 сут	строма	7,2±0,91	4,7±0,47	0,58±0,049 (13,4±0,56)	0,28±0,023 (10,4±0,87)
	Опыт 28 сут	строма	8,3±0,38	4,4±0,48	0,62±0,041 (20,5±0,52)	0,26±0,046 (16,9±0,85)
Самцы карликовые	Контроль	строма	6,8±1,0	4,6±0,98	0,51±0,033 (13,7±0,94)	0,13±0,018 (15,1±0,89)
	Опыт 21 сут	строма	9,4±0,77	3,0±0,23	0,43±0,021 (13,8±1,02)	0,18±0,024 (12,6±0,95)
		эпителий гонад	16,6±1,05 х 4,3±0,46	8,0±0,66 х 2,8±0,37	0,57±0,031 (15,6±0,91)	0,17±0,012 (15,1±0,44)

Примечания. *АЭР – агранулярный эндоплазматический ретикулум; **Поскольку СК, локализованные в составе теки и гранулезы, были уплощенной формы, в таблице приведены их длина и высота. ***В отличие от этого, СК, выявленные в строме или в оболочке гонад, имели полигональную форму, и их размер определяли как полусумму длинного и короткого диаметров.



Стероидсекреторные клетки: в строме яичника у контрольной (А) и подопытной (Б) самки симы в возрасте 0+; в теке превителлогенного ооцита у контрольной самки в возрасте 1+ (В); в строме семенников у проходного (Г) и карликового (Д) самцов в возрасте 1+. Обозначения: оц – ооцит; я – ядро стероидсекреторной клетки; бм – базальная мембрана; м – митохондрии, аэр, гр – каналцы агранулярного и гранулярного эндоплазматического ретикулула.
Увеличение: А – $\times 10000$; Б – $\times 17100$; В – $\times 12500$; Г – $\times 9100$; Д – $\times 12000$

У самок симы в контроле в возрасте 0+ стероидсекреторные клетки присутствовали только в строме яичников. Они были немногочисленными, и по форме, размерам и ультраструктурной организации не отличались от клеток в строме яичников самок симы, исследованных нами ранее, перед выпуском с Анивского рыбозавода (Мосягина, Зеленников, 2006). Это были светлые полигональные клетки с характерным ядром и большим количеством (до 18-20 шт. на срез клетки) мелких митохондрий (в среднем 0,42 мкм) с трубчато-везикулярными кристами (см. рис. А, табл.). В цитоплазме можно было видеть каналцы умеренно развитой агранулярной сети.

У подопытных самок стероидсекреторные клетки присутствовали также только в строме яичников. По числу на срез гонады, форме и размерам они достоверно не отличались от клеток в строме яичников контрольных рыб. Однако у подопытных рыб достоверно больше оказался диаметр каналцев агранулярной сети (см. табл.), что свидетельствовало о возрастании синтетической активности клеток. В цитоплазме появилось также большое количество секреторных гранул в среднем 0,29 мкм в диаметре (см. рис. Б). До сих пор подобные структуры не встречались в описываемых клетках в гонадах ни у одного из исследованных видов.

У самцов в контроле стероидсекреторные клетки были обнаружены преимущественно в строме и лишь очень небольшое число – в эпителии семенников. Это были светлые поли-

гональные клетки с лопастными ядрами, в цитоплазме которых присутствовало много крупных митохондрий (в среднем 0,87 мкм) с трубчато-везикулярными кристами и каналы хорошо развитой эндоплазматической сети (см. табл.). Стероидсекреторные клетки в эпителии семенников – это единичные крупные клетки вытянутой формы. Ранее (Мосягина, Зеленников, 2006) клеток в эпителии семенников мы не обнаруживали. Секреторные клетки у подопытных рыб также располагались в строме и эпителии, но их секреторная активность была понижена, о чем свидетельствовало достоверное уменьшение диаметра органелл.

Масса мальков в возрасте 1+ составляла $10,87 \pm 0,22$ г. На момент начала эксперимента у всех самок в возрасте 1+ присутствовали гонии, мейоциты и ооциты периода превителлогенеза диаметром до 250-280 мкм. Фонд половых клеток в семенниках большинства особей был представлен только гониями. Вместе с тем у 26,5 % самцов, развитие которых осуществлялось по карликовому типу, в гонадах можно было видеть сперматоциты. Как и у рыб в возрасте 1+, экзогенный эстрадиол привел к достоверному сокращению числа гониев на 64,6 %, мейоцитов – на 72,3 %, ооцитов периода превителлогенеза – на 19,2 % ($14,3 \pm 1,2$ против $17,7 \pm 1,0$), а также к снижению темпа роста превителлогенных ооцитов ($207,8 \pm 5,1$ против $225,7 \pm 5,5$ мкм). Влияние эстрадиола на развитие семенников не выявили.

У контрольных самок стероидсекреторные клетки присутствовали в теке фолликулов превителлогенных ооцитов и строме яичников. Число тех и других было примерно одинаковым. Клетки в составе теки отличались характерной уплощенной формой (см. табл., рис. В), в их цитоплазме было отмечено большое количество мелких митохондрий (в среднем 0,53 мкм) и каналы умеренно развитой агранулярной сети. Клетки в составе стромы яичников по форме и размерам не отличались от клеток в строме яичников симы в возрасте 0+ (см. табл.). Однако средний размер митохондрий, канальцев агранулярной сети, а также объем этих органелл в цитоплазме был достоверно выше.

У подопытных самок через 21 сут после начала воздействия количество секреторных клеток в составе теки фолликулов значительно уменьшилось. При одинаковом размере клеток в строме яичников у подопытных самок произошло достоверное уменьшение диаметра митохондрий и канальцев агранулярной сети (см. табл.). Однако относительная объемная плотность митохондрий в этих клетках осталась прежней, а при снижении диаметра канальцев объем агранулярной эндоплазматической сети увеличился. Кроме того, в цитоплазме этих клеток в большом количестве появились гранулы (в среднем 0,28 мкм в диаметре) и увеличился объем гранулярной сети. Можно полагать, что активность клеток, локализованных в строме яичников подопытных самок, увеличилась. Через 28 сут после начала воздействия секреторных клеток в яичниках оказалось очень мало, и расположены они были только в строме гонад. В составе этих клеток достоверно понизилась относительная объемная плотность митохондрий и канальцев агранулярной сети (см. табл.).

У контрольных самцов, как проходных, так и карликовых, в возрасте 1+ секреторные клетки присутствовали только в строме семенников, так же, как и в семенниках самцов в возрасте 0+. Отметим лишь, что у более старших рыб, достоверно уменьшились диаметр митохондрий и величина относительной объемной плотности канальцев агранулярной эндоплазматической сети (см. табл.). Экзогенный эстрадиол оказал воздействие на процесс дифференцировки стероидсекреторных клеток у самцов, но не повлиял на уровень их синтетической активности в семенниках. Вместе с тем в семенниках карликовых подопытных самцов были обнаружены стероидсекреторные клетки в составе эпителия семенников. Ранее, на примере горбуши, уже было отмечено, что такая локализация секреторных клеток в семенниках означает менее продвинутое состояние в становлении стероидной функции гонад (Мосягина, Зеленников, 2006).

Библиографический список

1. Зеленников О.В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб. ГосНИОРХ, 1997. – 19 с.

2. Зеленников О.В. Гаметогенез радужной форели *Onchorynchus mykiss*, выращенной в системе с оборотным водоснабжением от вылупления до полового созревания при оптимальной температуре // Воп. ихтиологии. – 1999. – Т.39, №1. – С. 89-97.
3. Зеленников О.В., Кузнецов Ю.К., Федоров К.Е. Особенности становления структуры и объема фонда превителлогенных ооцитов у радужной форели *Parasalmo mykiss* // Тр. ВНИРО. – 2019. – Т. 175. – С. 76-85.
4. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 1. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741-744.
5. Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14-23.
6. Микодина, Е.В., Седова, М.А., Чмилевский, Д.А. Микулин А.Е., Пьянова С.В., Полуэктова О.Г. Гистология для ихтиологов. Опыт и советы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2009 – 112 с.
7. Мосягина М.В., Зеленников О.В. О роли стероидсекреторных клеток в регуляции развития гонад у молоди тихоокеанских лососей // Вопр. ихтиологии. – 2006. – Т. 46, № 2. – С. 272-277.
8. Мосягина М.В., Зеленников О.В. Состояние стероидсекреторных клеток и концентрация половых стероидных гормонов в плазме крови сибирского осетра *Acipenser baerii* и стерляди *A. rutenus (Acipenseridae)* в период дифференцировки пола // Вопр. ихтиологии. – 2016. – Т. 56, № 1. – С. 95-101.
9. Lofts B., Bern H.B. The functional morphology of steroidogenic tissue. In: D.R. Idler (Ed.). Steroids in Nonmammalian Vertebrates. Academic Press. – New York, 1972. – P. 37–125.
10. Zelennikov O.V., Mosyagina M.V., Fedorov K.E. Oogenesis inhibition, plasma steroid levels, and morphometric changes in the hypophysis in Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedti Brandt*) exposed to low environmental pH // Aquat. toxicology. – 1999. – Vol. 46, № 1. – P. 33-42.

STATE OF STEROID-SECRETORY CELLS IN YOUNG CHERRY SALMON ONCORHYNCHUS MASOU RECEIVED FEED WITH ADDING ESTRADIOL

Zelennikov O.V.¹, Mosyagina M.V.²

¹St Petersburg State University, St. Peterburg, Russia

²St Petersburg State Academy of Veterinary Medicine, St. Peterburg, Russia

Steroid secretory cells were studied in Cherry salmon juveniles aged 0+ and 1+, which were exposed to estradiol at a dose of 100 mg / kg feed for 28 days. Exposure led to a decrease in the number of sex cells in the ovaries in females of both age groups. The activity of steroid secretory cells in experimental fish aged 0+ increased, but the cells themselves were still only in the stroma of the gonads and were not found in the theca and granulosa of the follicles. At the age of 1+, in experimental females, secretory activity decreased, up to the disappearance of these cells as part of the theca follicles.

Keywords: Sakhalin region, cherry salmon, *Oncorhynchus masu*, fish farm, steroid secretory cells.

Сведения об авторах:

Зеленников Олег Владимирович, доцент, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru;

Мосягина Марина Васильевна, доцент, e-mail: lab_vbr@mail.ru

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИМЫ *ONCORHYNCHUS MASOU* НА РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ В СИСТЕМЕ С ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ

Зеленников О.В.¹, Мякишев М.С.²

¹Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

²Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод», Южно-Сахалинск, Россия

Выращивали молодь сима в возрасте с 24 по 27 мес в проточной воде при температуре 6-8 °С на Березняковском лососевом рыбноводном заводе (ЛРЗ) и в системе с оборотным водоснабжением при температуре 12-13 °С на Ловецком ЛРЗ. Повышенная температура воды не привела к ускорению темпа роста рыб и не ускорила развитие яичников, но стимулировала развитие семенников у части самцов. На обоих заводах у части самок выявили вступление ооцитов в фазу вакуолизации, а на Ловецком ЛРЗ наблюдали половое созревание карликовых самцов.

Ключевые слова: Сахалинская область, сима, *Oncorhynchus masu*, рыбноводный завод.

Системы с оборотным водоснабжением уже широко применяются в рыбноводстве, в частности, для выращивания молоди радужной форели в качестве посадочного материала. Их применение позволяет повысить температуру воды при выращивании молоди при одновременной экономии затрат энергии. И конечно, применение систем с оборотным водоснабжением открывает большие возможности для лабораторных исследований, и мы применяли их для проведения экспериментов на разных видах рыб (Zelennikov, 1997; Зеленников, 1999).

Данная работа является составной частью продолжительной опытно-производственной работы, выполняемой на молоди тихоокеанского лосося – сима, направленной, с одной стороны, на изучение уникальных особенностей биологии этого вида, (Мосягина, Зеленников, 2006), а, с другой стороны, – на совершенствование биотехники ее выращивания (Мякишев и др., 2019; Погодин и др., 2019). Цель работы – проследить, как повышенная температура воды повлияет на темп роста и гаметогенез у самцов и самок сима на 3-м году жизни в пресной воде.

Молодь сима, изначально заложенную на инкубацию на Анивском ЛРЗ 2 октября 2016 г, перевезли на Охотский ЛРЗ, где выращивали до 12 июля до возраста 284 сут и набора массы в среднем до 5671,8 мг (Мякишев и др., 2019). Далее подопытную партию сима еще в течение 5 мес выращивали на Охотском ЛРЗ и далее 8,5 мес – на Березняковском ЛРЗ при температуре 6-8 °С. 16 августа партию молоди перевезли на Ловецкий ЛРЗ, где разместили в бассейне системы с оборотным водоснабжением, оборудованным биофильтром и ультрафиолетовыми лампами для обеззараживания воды. В такой системе при температуре воды 12-13 °С молодь содержали в течение 3 мес до ноября, после чего перевезли обратно на Березняковский ЛРЗ.

Для исследования состояния гонад рыб фиксировали в жидкости Буэна и в лабораторных условиях обрабатывали согласно общепринятой методике. Яичники и семенники после обезвоживания заливали в смесь парафин-воск, от каждой особи готовили поперечные серийные срезы по 5 мкм, которые окрашивали железным гематоксилином по Гейденгайну.

Масса самок 16 августа, т.е. непосредственно перед перевозкой, в среднем составила 30,3 г при индивидуальном варьировании от 14,7 до 48,2 г. Масса гонад, в среднем составив 91,8 мг, варьировала в более широком диапазоне – от 31 до 248 мг и была тесно связана с массой рыб ($y=3,6424x-19,617$; $r=0,714$). В момент перевозки мальков в яичниках всех самок в гонадах присутствовали ооциты периода превителлогенеза. При этом у отдельных особей в наиболее крупных ооцитах уже можно было видеть вакуоли (рис. А), свидетельствующие о начале перехода гонад в III стадию зрелости.

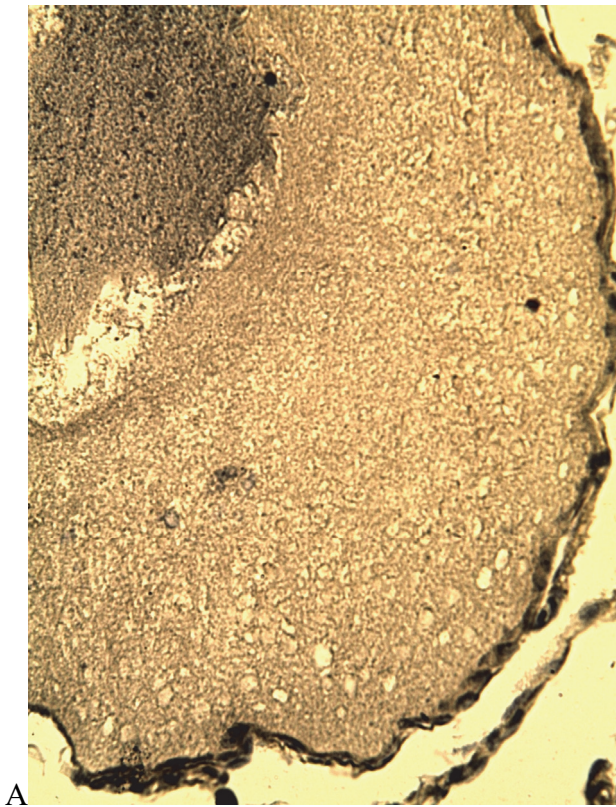
Через три месяца – 11 ноября – масса самок на Березняковском ЛРЗ несколько увеличилась, составив в среднем 38,7 г, при этом масса яичников увеличилась достоверно – в среднем до 163,3 мг ($p < 0,05$) при еще большем диапазоне крайних значений – от 75 до 575 мг. Масса гонад еще теснее, чем у рыб предыдущей фиксации, была связана с массой тела самок ($r = 0,957$). При этом ооциты у наиболее крупных особей находились в фазе вакуолизации цитоплазмы (рис. Б).

Масса самок, которые в течение трех месяцев росли при более высокой температуре на Ловецком ЛРЗ, увеличилась в среднем до 41,3 г и от массы самок на Березняковском ЛРЗ достоверно не отличалась. Масса же гонад у этих рыб тоже увеличилась достоверно в среднем до 202,8 мг ($p < 0,05$), широко варьировала – от 69 до 490 мг и тоже была тесно связана с массой самок ($r = 0,902$). Точно так же, как и у рыб на Березняковском ЛРЗ, у наиболее крупных самок симы на Ловецком ЛРЗ ооциты вступили в фазу вакуолизации периода вителлогенеза. По совокупности полученных данных мы можем заключить, что у самок симы увеличение массы тела, увеличение массы яичников и развитие ооцитов на двух рыбободных заводах шло сходным темпом, а, следовательно, повышенная температура не стимулировала эти процессы.

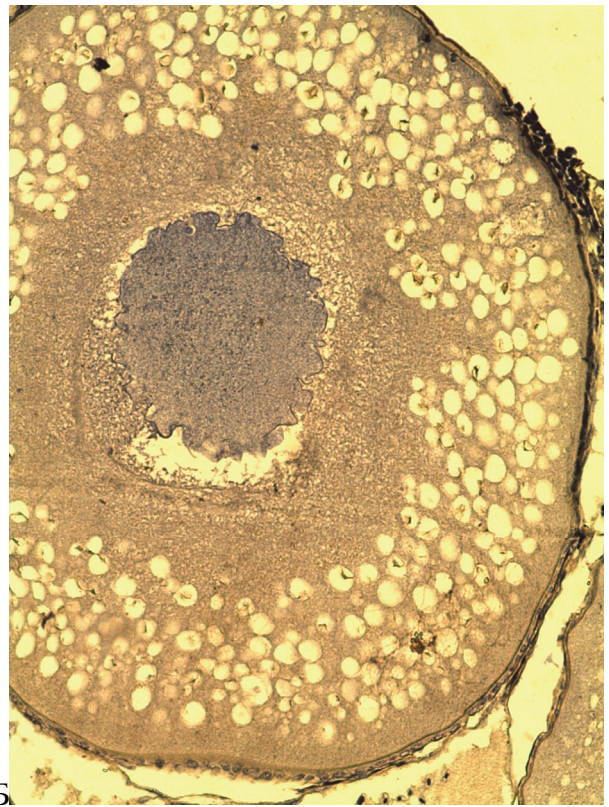
Масса самцов, исследованных 16 августа, в среднем составила 33,2 г (от 12,4 до 68,6 г) и фактически не отличалась от массы самок. Через 3 мес масса самцов на Березняковском ЛРЗ увеличилась в среднем до 40,4 г, а на Ловецком ЛРЗ осталась прежней – 30,2 г. Вместе с тем состояние гонад у самцов на двух заводах качественно различалось. Масса семенников у рыб при более низкой температуре на Березняковском ЛРЗ варьировала в диапазоне от 12 до 204 мг, а фонд половых клеток у всех особей был представлен только гониями (рис. В). Можно только предполагать, что часть самцов, вероятно, с наиболее крупными гонадами в будущем станут «карликовыми», достигнув полового созревания в пресной воде.

Масса гонад у рыб, находящихся при более высокой температуре на Ловецком ЛРЗ, различалась значительно больше. Так, у 8 исследованных рыб масса семенников была незначительной – от 3 до 25 мг, а фонд половых клеток составляли только гонии. Еще у 4 самцов масса гонад была во много раз больше – от 1243 до 2523 мг, и в гонадах можно было видеть все половые клетки от гониев до зрелых спермиев (рис. Г). Таким образом, мы можем заключить, что повышенная температура явно стимулировала развитие семенников у части самцов и ускорила половое созревание «карликовых» особей.

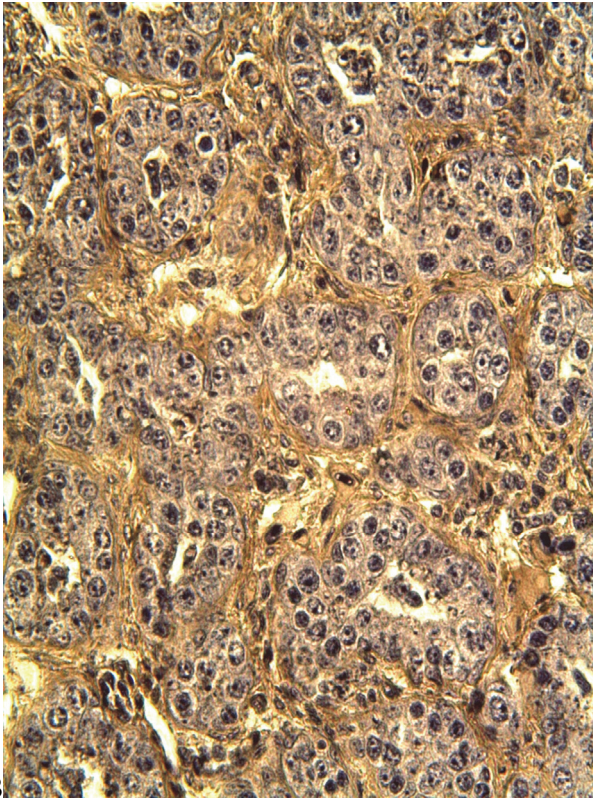
Формат небольшой статьи не предусматривает обсуждение с привлечением большого числа имеющихся литературных данных и позволяет обсудить полученные результаты только с привлечением собственных данных, опираясь на которые мы и планировали работу. Полученные факты в значительной мере оказались ожидаемыми. Во-первых, темп роста молоди симы на обоих заводах полностью соответствовал темпу роста природной молоди в реке Лютоте (Зеленников, 2019). При этом к концу второго года выращивания у самок в цитоплазме ооцитов появились кортикальные вакуоли, что также соответствует биологии симы, которая проводит в море один год, и значительная часть которой в водотоках Южного Сахалина достигает половой зрелости в возрасте 3 лет (Антонов, 2007). Отметим также, что не только режим содержания молоди кеты на Ловецком оказался тепловодным. Весьма тепловодным предприятием по сравнению с другими (Зеленников, Юрчак, 2019; Зеленников и др., 2020) является и Березняковский ЛРЗ. В результате у молоди симы на обоих предприятиях в ооцитах не выявили элементов циркумнуклеарного комплекса, характерного для молоди лососевых рыб. Эти структуры и в более ранних работах (Персов, 1975) и нами (Коломыщев и др., 2018) были отмечены у молоди лососей на более холодноводных предприятиях. С другой стороны, повышенная температура не стимулировала ни рост, ни оогенез у молоди симы. Впрочем, ранее, выращивая при повышенной температуре воды радужную форель, мы также не добились ускорения ни темпа роста, ни темпа развития гонад. Более того, именно повышенная температура способствовала задержке полового созревания (Зеленников, 1997; Зеленников, Голод, 2019).



А



Б



В



Г

Состояние яичников (А, Б) и семенников (В, Г) у молоди сима.
Ооциты фазы вакуолизации в возрасте 24 (А) и 27 (Б) мес. Семенники до (В) и после начала волны
активного сперматогенеза (Г). Пояснение в тексте. Шкала = 0,1 мм

К тому же хорошо известно относительно замедление темпа роста молоди лососей в пресной воде, например, при создании маточных стад (Мурза, Христофоров, 2010). Вместе с тем повышенная температура явно стимулировала волну активного сперматогенеза у

самцов симы и, таким образом, выявила в группе карликовых особей. Как известно, сима среди всех тихоокеанских лососей отличается наличием большого числа карликовых самцов (Смирнов, 1975), доля которых при заводском воспроизводстве может составить 37,9 % от общего числа мужских особей (Погодин и др., 2019).

Библиографический список

1. Антонов А.А. Биология и воспроизводство симы Южного Сахалина // Бюл. № 2 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток: ФГУП ТИНРО-центр, 2007. – С. 124-127.
2. Зеленников О.В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – СПб.: ГосНИОРХ, 1997. – 19 с.
3. Зеленников О.В. Гаметогенез радужной форели *Onchorhynchus mykiss*, выращенной в системе с оборотным водоснабжением от вылупления до полового созревания при оптимальной температуре // Вопр. ихтиологии. – 1999. – Т. 39, № 1. – С. 89-97.
4. Зеленников О.В. Гаметогенез тихоокеанских лососей. Сравнительный анализ состояния гонад у молоди тихоокеанских лососей в связи с формированием плодовитости // Тр. ЗИН. – 2019. – Т. 323, № 4. – С. 429-441.
5. Зеленников О.В., Голод В.М. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20 °С // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 68-79.
6. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопр. ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741-744.
7. Зеленников О.В., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha Walbaum* при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14-23.
8. Коломыцев В.С., Лапшина А.Е., Зеленников О.В. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при ее выращивании на рыбных заводах Сахалинской области // Биол. моря. – 2018. – Т. 44, № 1. – С. 36-40.
9. Мосягина М.В., Зеленников О.В. О роли стероидсекреторных клеток в регуляции развития гонад у молоди тихоокеанских лососей // Вопр. ихтиологии. – 2006. – Т. 46, № 2. – С. 272-277.
10. Мурза И.Г., Христофоров О.Л. Рост и половое созревание самок атлантического лосося *Salmo salar* L. без нагула в природных водоемах // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. – Т. 1. Экологическая физиология и биохимия водных организмов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. – С. 176-194.
11. Мякишев М.С., Иванова М.А., Киселев В.А., Зеленников О.В. Экспериментальный анализ современного воспроизводства симы *Oncorhynchus masu* на рыбных заводах Сахалинской области // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 198. – С. 195-208.
12. Персов Г.М. Дифференцировка пола у рыб. – Л.: ЛГУ, 1975. – 148 с.
13. Погодин В.П., Борзов С.И., Мякишев М.С., Варакин И.А., Зеленников О.В. Опыт двухлетнего выращивания молоди симы *Oncorhynchus masu* на рыбном заводе острова Итуруп // Изв. ТИНРО. – 2019. – Т. 196. – С. 182-192.
14. Смирнов А.Н. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М.: МГУ, 1975. – 336 с.
15. Zelennikov O.V. The effect of acidification on the oogenesis of rainbow trout during sex differentiation // J. fish biology. – 1997. – Vol. 50. – P. 18-21.

THE EXPERIENCE OF GROWING YOUNG CHERRY SALMON *ONCORHYNCHUS MASOU* AT A FISH FARM IN A RECYCLES WATER SYSTEM

Zelennikov O.V.¹, Myakishev M.S.²

¹St. Peterburg State University, St. Peterburg, Russia

²Sakhalin Branch Glavrybvod FSBI, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Cherry salmon juveniles were grown from 24 to 27 months of age in running water at a temperature of 6-8 ° C at the Bereznyakovsky fish farm and in a system with reverse water supply at a temperature of 12-13 ° C at Lovetsky fish farm. The increased water temperature did not lead to an acceleration of the fish growth rate and did not accelerate the development of the ovaries, but stimulated the development of testes in some males. In both farms, oocytes entered the vacuolization phase in some females, and on Lovetsky fish farm, puberty of some males was observed.

Keywords: Sakhalin region, cherry salmon, *Oncorhynchus masu*, fish farm.

Сведения об авторах:

Зеленников Олег Владимирович, доцент, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru;

Мякишев Максим Сергеевич, начальник отдела воспроизводства лососевых рыб,
e-mail: lab_vbr@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ФИЛЬТРАТОВ ЛАБОРАТОРНЫХ КУЛЬТУР ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ РОДА *PSEUDO-NITZSCHIA* НА РАЗВИТИЕ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*, AGASSIZ, 1863

Зинов А.А., Стоник И.И.

Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Экспериментально изучено влияние фильтратов, полученных из лабораторных культур шести видов диатомей рода *Pseudo-nitzschia*, на развитие эмбрионов и личинок серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*. Установлено ингибирующее воздействие фильтратов двух видов диатомей *P. delicatissima* и *P. hasleana* на начальные стадии эмбрионального развития *Strongylocentrotus intermedius*.*

Ключевые слова: *Pseudo-nitzschia*, *Strongylocentrotus intermedius*, биотестирование, SET, залив Петра Великого.

Диатомовые водоросли рода *Pseudo-nitzschia* известны как продуценты нейротоксичной домоевой кислоты и других метаболитов, с их массовым развитием связывают случаи отравления людей, так называемые амнезические отравления моллюсками или Amnesic Shellfish Poisoning (ASP), а также отравления морских животных и птиц домоевой кислотой, или Domoic Acid Poisoning, (DAP) (Bates et al., 1989; Lelong et al. 2012; Trainer et al., 2012).

Влияние фильтратов культур *Pseudo-nitzschia* из залива Петра Великого на развитие серого морского ежа оценивали с помощью SET (Sea urchin embryo toxicity test) – высокочувствительной и динамичной тест-системы, широко используемой для исследования воздействия токсинов и других веществ на живые организмы. SET дает возможность не только определить наличие в среде токсических агентов и других веществ, но и исследовать механизмы их воздействия на организменном на клеточном и субклеточном уровнях организации (Kobayashi, 1980).

В качестве биотеста использовали серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, Agassiz, 1863. Перест стимулировали путем инъекции 1 мл 1%-го раствора хлорида калия в перивисцеральную полость. Полученные яйцеклетки фильтровали через газ с размером ячеек 150-200 микрон. После разводили их в 500 мл стерильной морской воды и добавляли к ним 1 мл разбавленной спермы. Проверляли процент оплодотворения под микроскопом и, если процент оплодотворенных яйцеклеток мал (меньше 95 %), добавляли еще несколько капель половых продуктов самцов. Через 2 мин после оплодотворения под световым микроскопом рассматривали состояние оболочек клеток. Затем подсчитывали количество эмбрионов в 50 мкл суспензии, при этом необходимо добиться, чтобы их число составляло 200-250.

Для получения суспензии клеток культур *Pseudo-nitzschia* воспользовались методом центрифугирования с последующей обработкой концентрата ультразвуком и фильтрацией полученной суспензии. Фильтраты до анализа хранили в холодильнике при температуре +5 °С.

Весь эксперимент был разбит на две части. В его первой части мы анализировали отклик эмбрионов и личинок серого морского ежа на фильтрат и супернатант. Всего были изучены 6 культур *Pseudo-nitzschia* из коллекции культур микроводорослей ЦКП «Морской биобанк» ННЦМБ ДВО РАН (таблица). Эмбрионы в количестве, не превышающем 200 особей на лунку, помещали в лунки 24-луночного планшета (IWAKI Microplate, Japan), содержащие фильтрат культур, разбавленный стерильной морской водой до концентраций 1:10, 1:20, 1:40, 1:50, 1:100 в зависимости от вида, а также супернатант, разбавленный до

тех же концентраций, что и фильтрат. В качестве контроля была взята питательная среда, на которой выращивались микроводоросли (К+) и стерильная морская вода (К-).

Культуры, используемые в эксперименте

№	Культура	Концентрат	Супернатант
I	<i>Pseudo-nitzschia multistriata</i>	I-1	I-0
II	<i>P. delicatissima</i>	II-1	II-0
III	<i>P. caliantha</i> , клон PC-16	III-1	III-0
IV	<i>P. caliantha</i> , клон PC-16 1	IV-1	IV-0
V	<i>P. hasleana</i>	V-1	V-0
VI	<i>P. fraudulenta</i>	VI-1	VI-0

Во второй части эксперимента наблюдали отклик личинок на фильтрат суспензий культур, полученный для видов диатомей, которые дали положительный результат в первой части опыта. Фильтрат разбавляли стерильной морской водой в соотношении 1:2, 1:5, 1:10. В качестве отрицательного контроля использовали стерильную морскую воду (К-). Отклонением в развитии считали остановку развития на ранних стадиях (бластула, гастрюла), появление аномалий (выпячивание архентерона на стадии гастрюлы или экзогастрюляции). Подсчет числа аномальных и нормальных эмбрионов и личинок проводили в каждой лунке. Материал фотографировали на инвертированном микроскопе (Carl Zeiss, Германия) предварительно зафиксировав их в 4%-м растворе параформальдегида.

На первом этапе проводили биотестирование 6 культур микроводорослей (см. табл.). Фильтраты культур *P. hasleana* и *P. delicatissima*, при разведении 1:10, а также положительный контрольный раствор оказали ингибирующее воздействие на развитие эмбрионов серого морского ежа на стадии гастрюлы. Все 100 % эмбрионов имели аномалии, в то время как на личинки на стадии плутеус фильтраты воздействия не оказали. Воздействие фильтратов на стадии гастрюлы проявлялось в том, что первичная кишка выпячивается наружу (экзогастрюляция), придавая эмбриону грушевидную форму, что в дальнейшем приводит к гибели зародыша. При воздействии положительного контрольного раствора аномалии также проявлялись в виде экзогастрюляции.

Во второй части биотестирования фильтраты культур *P. hasleana* и *P. delicatissima* при разведении 1:2 оказали сильное ингибирующее воздействие, при этом с увеличением разведения влияние фильтратов на эмбрионы на стадии плутеус уменьшалось. Так, при оценке влияния фильтрата культуры *P. hasleana* с разведением 1:2 отмечено, что все 100 % личинок разрушились, превратившись в бесформенные объекты. При разведении фильтрата 1:5 его воздействие уменьшилось: 52 % составляли разрушенные личинки и 48 % – личинки с отставанием в развитии. При разведении фильтратов 1:10 их влияние свелось к минимуму и в основном отражалось в замедлении развития: 100 % составляли личинки на стадии призмы. В отрицательном контроле были отмечены сформированные плутеусы.

Воздействие фильтрата культуры *P. delicatissima* при разведении 1:2 привело к отставанию личинок в развитии: плутеусы с аномалией составили 100 %, из них 86 % составляли личинки с замедленным ростом, а оставшиеся 14 % личинок зарегистрированы на стадии призмы. Разведение 1:5 также привело к отставанию в развитии, плутеусы с аномалией составили 100 %. При концентрации 1:10 количество личинок с аномалией в виде замедления роста составили 10 %, остальные 90 % составляли личинки без аномалий.

Таким образом, с помощью SET нами установлено влияние фильтратов лабораторных культур *P. delicatissima* и *P. hasleana* на раннее эмбриональное развитие серого морского ежа. Из шести изученных нами видов культуры двух видов *P. delicatissima* и *P. hasleana* оказывали тератогенное воздействие на начальные стадии эмбрионального развития. На стадии гастрюлы отмечены аномалии развития архентерона, а на стадии плутеуса – замед-

ление роста личинок и/или их гибель. Дальнейшее биотестирование культур *Pseudo-nitzschia* с использованием прижизненных наблюдений, а также работа с фиксированным материалом для микроморфологических и иммуноцитохимических исследований, позволит судить о механизмах воздействия фильтратов на развитие серого морского ежа.

Библиографический список

1. Bates S.S., Bird C.J., de Freitas A.S.W., Foxall R., Gilgan M.W., Hanic L.A., Johnson G.E., McCulloch A.W., Odense P., Pocklington R.G., Quilliam M.A., Sim P.G., Smith J.C., Subba Rao D.V., Todd E.C.D., Walter J.A., Wright J.L.C. Pennate diatom *Nitzschia pungens* as the primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from Eastern Prince Edward Island, Canada // *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1989. – Vol. 46, № 7. – P. 1203-1215.
2. Trainer V.L., Bates S.S., Lundholm N. et al. *Pseudo-nitzschia* physiological ecology, phylogeny, toxicity, monitoring and impacts on ecosystem health // *Harmful Algae.* – 2012. – Vol. 14. – P. 271-300.
3. Lelong A., Hegaret H., Soudant P., Bates S., *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) species, domoic acid and amnesic shellfish // *Phycologia.* – 2012. – Vol. 51(2). – P. 168-216.
4. Kobayashi N., Comparative sensitivity of various developmental stages of sea urchins to some chemicals // *Marine Biology.* – 1980. – Vol. 58. – P. 163-171.

INFLUENCE OF FILTRATES OF LABORATORY CULTURES OF DIATOMS OF THE GENUS *PSEUDO-NITZSCHIA* ON THE DEVELOPMENT OF THE GREY SEA URCHIN *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*, AGASSIZ, 1863

Zinov A.A., Stonik I.I.

National Scientific Center of Marine Biology, Vladivostok, Russia

The influence of filtrates obtained from six laboratory cultures of diatoms of the genus Pseudo-nitzschia on the development of embryos and larvae of the grey sea urchin Strongylocentrotus intermedius was experimentally studied. The inhibitory effect of filtrates of two types of diatoms P. delicatissima and P. hasleana on the initial stages of embryonic development of Strongylocentrotus intermedius was established.

Keywords: *Pseudo-nitzschia*, *Strongylocentrotus intermedius*, biotesting, SET, Peter the Great Bay.

Сведения об авторах:

Зинов Антон Андреевич, инженер лаборатории морской микробиоты, e-mail: toni.zinov.95@mail.ru;

Стоник Инна Валентиновна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории морской микробиоты, e-mail: innast2004@mail.ru

МЕТОДЫ ПРОМЫСЛОВОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ (ВБР) НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ

Измятинский Д.В., Болдырев В.З., Кравченко Д.Г., Бадаев О.З., Шабельский Д.Л.
Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного
хозяйства и океанографии (ТИНРО), Владивосток, Россия

Исследованы используемые в настоящее время на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне инструменты промыслового прогнозирования состояния ВБР. Показано в сравнении инструментальное оснащение прогнозов на 2010 и 2019 гг. В 2019 г. незначительно увеличилась доля прогнозов, соответствующих первому уровню информационного обеспечения. И в связи с уменьшением количества съёмок увеличилось число прогнозов, основанных на экспертных оценках, и соответственно отнесенных к третьему уровню информационного обеспечения.

Ключевые слова: водные биологические ресурсы, промысловое прогнозирование, рыбопромысловые модели, общий допустимый улов, правила регулирования промысла.

В прогнозировании запасов ВБР ключевое место заняли рыбопромысловые модели, позволяющие по ряду входных данных определить состояние запасов промысловых объектов в планируемом году промысла. Цель данной работы – провести анализ инструментов промыслового прогнозирования состояния ВБР и их рационального использования; показать в сравнении инструментальное оснащение прогнозов на 2010 и 2019 гг. и оценить прогресс в этом вопросе после издания Росрыболовством приказа № 104 от 6 февраля 2015 г.

Методы, используемые в прогнозировании ВБР по зоне российского Дальнего Востока, как и вообще в российской рыбохозяйственной практике [1], разделяются на три группы. Это инерционные, продукционные и когортные (структурированные) модели эксплуатируемого запаса. Самые примитивные методы представлены инерционными моделями и применяются в случае, когда материалов по прогнозируемому объекту крайне недостаточно. Инерционная модель по своей сути есть не что иное, как экспертная оценка запаса. Инерционные модели в целом подразделяются на два типа – индикаторные и трендовые.

При анализе используемых методов к инерционным (экспертным), помимо тех, где непосредственно имелось указание на индикаторную или трендовую направленность, нами были отнесены модели, в которых упор делался только на судовые суточные донесения отраслевой системы мониторинга (ССД), форму приказа Росрыболовства № 104 от 06.02.2015 г., руководства по изучению конкретных групп животных, а также те, где только использовались стандартные программы пакетов Microsoft Office и Statistica.

Наиболее широко распространенные в дальневосточной рыбохозяйственной практике продукционные модели на деле представляют собой различные модификации метода прямого учета. Саму продукцию популяций рассчитывают как сумму приростов составляющих их особей [2]. При этом скорость продуцирования возрастной группы (P_i) в любой момент времени оценивают как произведение ее (dW/dt) на среднюю численность (N) животных этой группы. Для определения скорости продуцирования всей популяции (P') P_i отдельных возрастных групп суммируют

$$P' = \sum_{i=1}^n P_i. \quad (1)$$

Продукцию за год (P) рассчитывают как интервал по времени функции (1)

$$P = \int_t^{t+n} P'(dt). \quad (2)$$

Обычно в продукционные модели, в отличие от структурированных, вводятся данные, полученные по результатам «мгновенной» съемки. И по данным этой же съемки судят о соотношении количества разных размерно-возрастных групп. В то же время в структурированных моделях эксплуатируемого запаса численность каждого отдельно взятого поколения подсчитывается по вылову особей данного поколения в разные годы промысла.

Продукционные модели вычисляют не только простые индексы численности и биомассы через определенные промежутки времени, но в них могут рассчитываться также более сложные величины, например такие, как коэффициенты промысловой смертности и эксплуатации, показатели популяционного роста и репродуктивного потенциала. Поскольку ПРП (Правила регулирования промысла) устанавливаются для всей единицы запаса, их ориентиры легче выделить именно в продукционных моделях, так же, как и оценить риск попадания запаса в «опасную зону» (ниже критического уровня биомассы).

При определении ОДУ (общего допустимого улова) в продукционных моделях главное – отделить от общего запаса непромысловую часть, представленную молодью, и в дальнейшем работать именно с промысловым запасом. Промысловая часть от непромысловой проще всего отделяется по размеру массового полового созревания.

В целом, продукционные модели можно поделить на четыре группы. К первой группе относятся модели, использующие прямой учет с различными способами стандартизации уловов на усилие. Такие методы включают в себя простой пересчет величины уловов с зоны облова на всю рассматриваемую площадь по формуле Аксютиной [3], различные пакеты графических программ, помогающие осуществить интерполяцию запаса по какому-нибудь из выбранных алгоритмов (например, методом сплайн-аппроксимации) и способы более сложной стандартизации уловов на усилие (например, обобщенные линейные модели GLM). При этом одним из самых эффективных методов стандартизации уловов на усилие остается введение коэффициентов улавливаемости (уловистости), которые выправляют соотношение обилия разных видов, искаженное выловом, приближая его к действительному.

В продукционные модели второй группы, кроме алгоритмов расчета численности и биомассы, вводятся алгоритмы расчета ряда дополнительных индексов. В первую очередь к таким дополнительным индексам относятся общий допустимый и максимально устойчивый уловы, а также коэффициенты промысловой смертности и эксплуатации.

Следующим шагом модернизации методов прямого учета, а вместе с тем и продукционных моделей, было введение в них терминальных коэффициентов, таких, как целевые, буферные и граничные величины запаса и промысловой смертности. К третьей группе продукционных моделей отнесены те из них, которые определяют Правила регулирования промысла; а к четвертой группе – модели, оценивающие степень риска попадания запаса в «опасную зону», в частности, метод Монте-Карло [1].

Структурированные модели эксплуатируемого запаса – это только когортные модели. Под когортой подразумевается одно отдельно взятое поколение промыслового запаса. Суть когортного анализа состоит в учете всех выловленных особей каждого конкретного поколения во все годы промысла. Первоначально Державин [4] проводил ретроспективный анализ вылова севрюги по годам промысла, делая два допущения: первое – что убыль численности поколений идет только от промысла, а второе – что размерно-возрастной состав популяции в разные годы является постоянным.

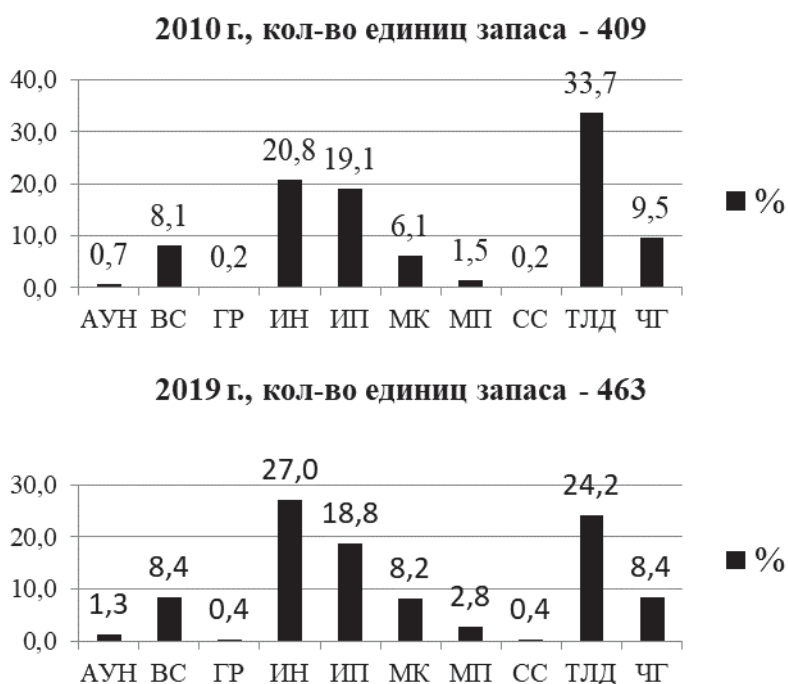
Позднее, в когортных моделях ретроспективный анализ был заменен на алгоритм расчета численности поколений (как в предыдущие, так и в последующие годы) с помощью коэффициентов естественной и промысловой смертности. Коэффициенты естественной смертности рассчитываются на основе предположения, сделанного Барановым [5], о том, что естественная убыль численности поколения происходит по экспоненциальному закону. А коэффициенты промысловой смертности определяются на основании статистики вылова.

Из методов, использованных в прогнозировании запасов ВБР на Дальневосточном бассейне, к когортным моделям относятся только разные версии VPA (виртуально-

популяционный анализ), а также программы КАФКА и Синтез, созданные тихоокеанским и камчатским филиалами ВНИРО соответственно.

По сути, производственные и структурированные модели эксплуатируемого запаса различаются только характером входных данных. В случае производственных моделей входными данными являются данные мгновенно полученной съемки. А в случае структурированных моделей входные данные собирают на промысле путем тотального подсчета всех выловленных особей. Именно в этом заключается биологическое различие производственных и когортных моделей. Производственные модели являются более удобной базой для совершенствования старых методов и разработки новых, так как строятся на комплексных и, к тому же, намного более доступных данных.

Анализ методов, используемых при оценке запасов водных биоресурсов в настоящее время (проанализированы материалы прогнозов на 2010 и 2019 гг.), позволил выделить 10 групп методов, имеющих самостоятельное значение (рисунок).



Соотношение количества моделей разного уровня информационного обеспечения (по приказу № 104 от 6 февраля 2015 г.), использованных при оценке запасов водных биоресурсов морских акваторий Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в 2010 и 2019 гг.: АУН – оценка запасов некоторых рыб, обитающих в поверхностных прибрежных слоях пелагиали, по комплексным данным, включающим авиаучет, результаты промысловых уловов и обследование нерестилищ (преимущественно методом икорной съемки); ВС – метод площадей по водолажным съемкам; ГР – гидробиологические разрезы с борта лодки; ИН – инерционный метод по научным съемкам (неполным или прошлых лет); ИП – инерционный метод по промысловым данным; МК – оценка запасов с помощью когортных моделей; МП – использование специализированных производственных или конечно-разностных моделей; СС – метод площадей по визуальным учетам на световых станциях; ТЛД – метод площадей по траловым, ловушечным или дночерпательным (дражным) съемкам; ЧГ – подсчет числа голов морских млекопитающих

Среди них две группы применяются при третьем уровне информационного обеспечения. К таковым относятся инерционные методы по промысловым данным (ИП) и по научным съемкам (ИН). Инерционные методы по научным данным привлекаются, если съемки были неполными или уже устарели. Одна выделенная группа методов отвечает первому уровню информационного обеспечения (МК): в нее соответственно входят разные когортные модели. Остальные семь групп методов могут быть использованы при втором уровне

информационного обеспечения. В основу всех этих семи групп заложен метод площадей, даже если дело касается производственных моделей (МП), так как и они строятся по данным, полученным с помощью метода площадей.

В 2010 г. примерно половина прогнозов (около 54 %) были построены на данных, соответствующих второму уровню информационного обеспечения, и значительная их часть (около 40 %) базировалась на недостаточных данных, отнесенных к третьему уровню информационного обеспечения (см. рисунок). Первым информационным уровнем в 2010 г. были обеспечены около 6 % прогнозов.

Через 9 лет (в 2019 г.) ситуация изменилась так, что только незначительно увеличилась доля прогнозов, построенных на информационном обеспечении первого уровня (с 6,1 до 8,2 %). Зато уменьшилось число съемок, и увеличилось количество прогнозов, в которых вынуждены были прибегнуть к инерционным оценкам на основе научных данных прошлых лет (см. рисунок). В частности, количество траловых, ловушечных и дночерпательных съемок снизилось с 33,7 до 24,2 %, а число инерционных оценок по научным данным увеличилось с 20,8 до 27,0 %.

Касательно отдельных объектов информационное обеспечение первого уровня присутствует только при прогнозировании запасов рыб, крабов и креветок. И только в прогнозах по рыбам доля когортных моделей в числе используемых методов относительно высока (17,3 %). В прогнозах по крабам доля когортных моделей составила 5,1 %, а по креветкам – 3,7 %.

Специально разработанные методы определения доли изъятия из прогнозируемого запаса в основном применяются только для рыб, в прогнозах по которым экспертная оценка доли изъятия в размере 10 % от запаса сведена к минимуму (последняя была сделана только для 1,5 % единиц запаса). В основном для определения доли изъятия рыб используется Концепция репродуктивной изменчивости Малкина [6] (63,8 %), где расчет этой величины базируется на данных по среднему возрасту созревания самок.

Более традиционной является методика Тюрина [7], согласно которой промысловая смертность добываемых объектов не должна превышать их естественной смертности. При определении доли изъятия рыб данный принцип использовался в 32,1 % случаев. Кроме того, определение возможной доли изъятия сайры осуществлялось по методике Новикова [8], основанной на идее о том, что при ежегодном приросте биомассы в 70 % изъятие раннесозревающих рыб может составить 50 % запаса.

При прогнозировании запасов нерыбных объектов только для некоторых моллюсков доля изъятия определялась по методу Тюрина [7]. В остальных случаях эта величина давалась согласно оговоренному заранее проценту от промыслового запаса. По крабам, креветкам, моллюскам, иглокожим и большинству растений она принималась равной 10 %. По анфельции – 1-6 % от запаса поля в предвыбросных зонах. И более щадящий режим промысла устанавливался для морских млекопитающих, рекомендованная доля изъятия которых в основном не превышала 4-5 % от числа голов, а для котиков – 6 % от числа животных, выживших к двухлетнему возрасту.

В многолетней практике прогнозирования запасов ВБР, осуществляемого специалистами ТИНРО, традиционно применялись все три способа оценки запасов. В случае отсутствия учетных съемок прогноз давался на основе экспертных оценок. Учетные съемки позволяли специалистам ТИНРО давать прогнозы на основе производственных моделей. И наконец, практика поручения каждому прогнозисту подготовки прогнозов только по одному промысловому объекту позволяла им собирать достаточно данных для запуска когортных моделей. В последнем случае в ТИНРО традиционно использовался метод виртуальной популяции (VPA), методикой которого владели специалисты из лаборатории математики.

Таким образом, в общем виде всего существуют два способа определения промысловой биомассы в районе промысла. Первый – пересчет количества пойманных особей с единицы усилия, охватывающей площадь облова, на единицу акватории, охватывающую

всю площадь локализации запаса. И второй – тотальный подсчет всех выловленных особей каждого поколения промыслового запаса. В 2019 г., по сравнению с 2010 г., незначительно увеличилось количество прогнозов, построенных на первом уровне информационного обеспечения. Но в связи с уменьшением числа съемок, заметно возросло число прогнозов, где были вынуждены прибегнуть к инерционным методам оценок запасов по результатам научных съемок прошлых лет.

Библиографический список

1. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению. – М.: ВНИРО, 2000. – 192 с.
2. Богатов В.В. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 218 с.
3. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищ. пром-сть, 1968. – 289 с.
4. Державин А.Н. Севрюга. Биологический очерк // Изв. Бакинской ихтиол. лаборатории. – 1922. – Т. 1. – 112 с.
5. Баранов Ф.И. К вопросу о биологических основаниях рыбного хозяйства // Изв. отдела рыбоводства и науч.-промысл. исслед. 1–918. – Т. 1. – Вып. 1. – С. 84-128.
6. Малкин Е.М. Репродуктивная и численная изменчивость промысловых популяций рыб. – М.: ВНИРО, 1999. – 146 с.
7. Тюрин П. В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. – 1972. – Т. 71. – С. 71-127.
8. Новиков Ю.В. Запасы сайры и регулирование её промысла // Тр. ВНИРО. – 1969. – Т. 67. – С. 190-201.

METHODS OF COMMERCIAL FORECASTING OF WATER BIOLOGICAL RESOURCES (WBR) IN THE FAR EASTERN FISHERIES BASIN

Izmyatinsky D.V., Boldyrev V.Z., Kravchenko D.G., Badaev O.Z., Shabelsky D.L.
Pacific branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, Russia

In this work, the tools currently used in the Far Eastern Fisheries Basin for forecasting the state of WBR are researched. The instrumental equipment of forecasts for 2010 and 2019 is shown in the comparison. In 2019 the share of forecasts corresponding to the first level of information support increased slightly. And, due to the decrease of the quantity of surveys, the number of forecasts based on expert assessments has increased.

Keywords: *aquatic biological resources, fishing forecasting, fishing models, total allowable catch, rules for regulating fishing.*

Сведения об авторах:

Измятинский Денис Владимирович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: denis.izmyatinskiy@tinro-center.ru;

Болдырев Владимир Захарович, канд. биол. наук, главный специалист-эксперт;

Кравченко Дмитрий Геннадиевич, аспирант, e-mail: gennadyevich85@yandex.ru;

Бадаев Олег Зинурович, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: badayev@yandex.ru;

Шабельский Дмитрий Леонидович, ведущий специалист.

ЗАРАЖЕННОСТЬ РЫБ ЛИЧИНКАМИ ИЗОПОД СЕМЕЙСТВА GNATHIIDAE (CRUSTACEA: ISOPODA)

Казаченко В.Н., Матросова И.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Приведены находки личинок паразитических изопод семейства *Gnathiidae*. Обследовано 27 видов рыб у берегов Вьетнама, Новой Зеландии и в Большом Австралийском заливе.

Ключевые слова: паразиты, личинки изопод, *Gnathiidae*, Вьетнам, Новая Зеландия, Большой Австралийский залив.

Известно, что число видов паразитов на Земле превышает число свободноживущих. Некоторые таксоны содержат в своем составе только паразитов. Это в полной мере относится к беспозвоночным животным (простейшие и многоклеточные), среди которых некоторые классы имеют в своём составе только паразитических животных, например, *Microsporidia*, *Mухosporidia*, *Trematoda*, *Cestoda*, *Acanthocephala* и другие [2, 3, 4, 5]. Среди позвоночных животных паразитических видов мало (миноги и миксины).

Членистоногие (*Arthropoda*) – это животные, включающие насекомых, ракообразных, паукообразных, многоножек, а также много паразитических видов.

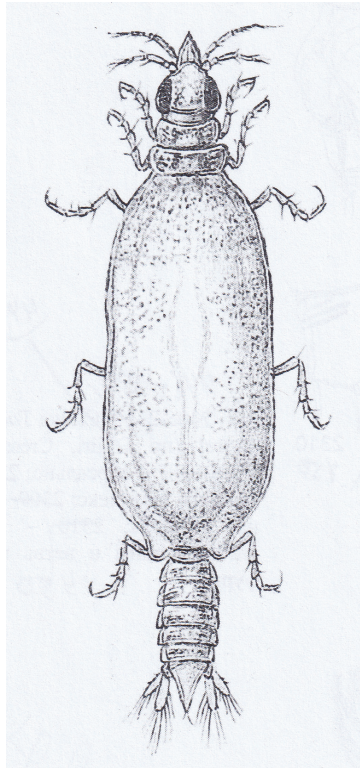
Известно примерно 73 000 видов ракообразных, многие из них играют существенную роль в биогеоценозах. Например, они участвуют в круговороте вещества и энергии: планктонные виды ракообразных питаются одноклеточными организмами (водоросли, микроорганизмы), сами являются объектами питания рыб, млекопитающих (китообразные). Среди ракообразных много биофильтраторов и детритофагов. Лангусты, креветки, крабы и др. раки служат объектами промысла и используются человеком в пищу.

Ракообразные обитают в море, пресной воде и на суше (мокрицы, бокоплавцы, некоторые крабоиды и крабы). Отряд *Isozoa* содержит примерно 4 000 видов. Размеры тела изопод колеблются от 1 мм до 5 см, глубоководный морской *Bathynomus giganteus* достигает в длину 19-36, а максимально – 76 см. Отличительные особенности изопод: карапакса нет, грудной отдел состоит из 6-7 свободных сегментов, грудные ноги одноветвистые.

В настоящее время семейство *Gnathiidae* включает 12 родов (*Afrignathia*, *Bathygnathia*, *Bythognathia*, *Caecognathia*, *Elaphognathia*, *Euneognathia*, *Gibbagnathia*, *Gnathia*, *Monodgnathia*, *Paragnathia*, *Tenerognathia*, *Thaumastognathia*) и примерно 200 видов донных свободноживущих ракообразных, личинки которых являются облигатными паразитами рыб и в литературе обозначаются как *Praniza* sp. (рисунок). Особенность строения *Gnathiidae* – наличие шести свободных сегментов в составе переона. Представители семейства *Gnathiidae* распространены в тропиках и субтропиках. Личинки гнатиид являются гематофагами, локализуются на поверхности тела, внутренней и внешней поверхности жаберных крышек, в ротовой полости, у основания грудных, брюшных и анального плавников рыб.

Материал собран сотрудниками ТИНРО (ныне – Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО ТИНРО»), Института Экологии и Биологических Ресурсов Академии Наук Вьетнама (*Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR) Vietnam Academy Science and Technology (VAST)*). У побережий Вьетнама, Новой Зеландии (море Тасмана) и Большом Австралийском заливе обследовано 27 видов рыб. Первый автор принимал участие в сборе материала. Сбор, фиксация, хранение и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам [1].

Тип Arthropoda Sioebold, 1848
Подтип ракообразные Crustacea Brünnich, 1772
Класс высшие раки Malacostraca Latreille, 1802
Отряд равноногие Isopoda Latreille, 1817
Семейство Gnathiidae Leach, 1814 (рисунок)



Личинка *Praniza* sp.

Личинки *Praniza* sp. зарегистрированы на следующих рыбах.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Argyrops spinifer* (Perciformes: Sparidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., Тонкинский залив, 25 апреля 1960 г.

Хозяин, локализация, время и место обнаружения: у 3 обследованных *Acanthopagrus berda* (Perciformes: Sparidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1-4 экз., Тонкинский залив, 05-06 ноября 2009 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Achoerodus gouldii* (Perciformes: Labridae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 6 экз., Большой Австралийский залив (33° 04 S, 124° 41 E), 22 мая 1967 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Acreichthys* sp. (Tetraodontiformes: Monacanthidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Amblygaster sirm* (Clupeiformes: Clupeidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Хайфон (Вьетнам), 14 апреля 2016 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Cetorhinus maximus* (Lamniformes: Cetorhinidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 100 экз., Тасманово море (40° 46 S, 174° 36 E), 11 октября 1972 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 4 обследованных *Cheilodactylus nigripes* (Perciformes: Cheilodactylidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2-17 экз., Большой Австралийский залив (32° 00 S, 126° 00 E), 01 июня 1967 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Clupanodon* sp. (Clupeiformes: Pristigasteridae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., о. Катба (Вьетнам), 24 октября 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Diploprion bifasciatum* (Perciformes: Serranidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., о. Катба (Вьетнам), 26 октября 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Drepane punctata* (Perciformes: Drepaneidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 7 экз., Тонкинский залив, 05 мая 1961 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Epinephelus* sp. (Perciformes: Serranidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 7 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Fistularia petimba* (Syngnathiformes: Fistulariidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Тонкинский залив, 07 января 1960 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Lates calcarifer* (Perciformes: Latidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Latropiscus purpurissatus* (Auloriformes: Auloridae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 3 экз., Большой Австралийский залив (32⁰ 55 S, 126⁰ 15 E), 18 февраля 1967 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Leiognathus equulus* (Perciformes: Leiognathidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., Тонкинский залив, 03 мая 1961 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Nemipterus hexodon* (Perciformes: Nemipteridae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 17 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.; у 3 обследованных *N. hexodon*, на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2-4 экз., Нячанг (Вьетнам), 13 октября 2017 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Nemipterus nematophorus*, на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 56 экз., Куангбинь (Quang Binh, Вьетнам), 26 апреля 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Nemipterus nemurus*, на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 11 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Nemipterus peronii*, на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 2 экз., Тонкинский залив, 26 июля 1961 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Pagrus major* (Perciformes: Sparidae), на жаберных лепестках, при интенсивности инвазии 2 экз., поверхности тела 3 экз., ротовой полости 2 экз., Монг Кай (Mong Cai, Вьетнам), 16 августа 2013 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 3 обследованных *Pennahia argentata* (Perciformes: Sciaenidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1-5 экз., Тонкинский залив, 08 ноября 2009 г. и 21. июля 2010 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Pentaceroptis recurvirostris* (Perciformes: Pentaceroptidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Большой Австралийский залив (32⁰ 00 S, 126⁰ 00 E), 02 июня 1967 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Platycephalus indicus* (Scorpaeniformes: Platycephalidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Хайфон, 15 апреля 2015 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Polyprion oxugetios* (Perciformes: Polyprionidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Большой Австралийский залив (32⁰ 21 S, 129⁰ 28 E), 27 февраля 1967 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Saurida tumbil* (Auloriformes: Synodontidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 1 экз., Тонкинский залив, 12 февраля 1960 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Terapon* sp. (Perciformes: Terapontidae), на жаберных лепестках, интенсивность инвазии 3 экз., Фуку (Вьетнам), 21 июля 2010 г.

Хозяин, локализация, место и время обнаружения: у 1 обследованного *Vincentia novae-hollandiae* (Perciformes: Arogonidae), ротовая полость, интенсивность инвазии 2 экз., Большой Австралийский залив (32° 06 S, 130° 17 E), 20 мая 1967 г.

Полученные авторами сведения дополняют информацию о личинках паразитических изопод семейства Gnathiidae.

Библиографический список

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. – Л: Наука, 1985. – 121 с.
2. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. – М.: Высш. шк., 1981. – 614 с.
3. Рупперт Э.Э., Фокс Р.С., Барнс Р.Д. Зоология беспозвоночных: в 4 т. – Т. 3. Членистоногие. – М.: Академия, 2008. – 487 с.
4. Шарова И.Х. Зоология беспозвоночных. – М.: Владос, 2002. – 592 с.
5. Huys R., Boxshall G.A. Copepod Evolution. The Ray Society, 1991. – 468 p.

FISH INFESTATION BY ISOPOD LARVAE OF THE GNATHIIDAE FAMILY (CRUSTACEA: ISOPODA)

Kazachenko V.N., Matrosova I.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Registration of larvae parasitic Isopoda of the Gnathiidae family are presented. The fish of 27 species off the coast of Vietnam, New Zealand and in the Great Australian Gulf were investigated.

Keywords: Parasites, isopod larvae, Gnathiidae, Vietnam, New Zealand, Great Australian Gulf.

Сведения об авторах:

Казаченко Василий Никитич, доктор биол. наук, профессор e-mail: prof.kazachenko@gmail.com;

Матросова Инга Владимировна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: ingavladm@mail.ru

ПРОБЛЕМА РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕСУРСОВ УСТРИЦЫ ТИХООКЕАНСКОЙ *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG, 1793) В БУХТЕ ЛОСОСЕЙ (ЗАЛИВ АНИВА)

Ким А.Ч.

Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СахНИРО»), Южно-Сахалинск, Россия

По данным 2010-2019 гг. рассмотрены состояние промысла, численность и биомасса устрицы тихоокеанской *Crassostrea gigas* в бухте Лососей.

Ключевые слова: устрица тихоокеанская, бухта Лососей, залив Анива, рациональное использование, ресурсы.

В последние годы состояние ресурсов устрицы гигантской *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в районе с. Песчанское (бухта Лососей, залив Анива) находится на стабильно низком уровне. Причиной такого спада является интенсивный промысел моллюсков и любительский их лов. Огромный интерес добывающих организаций к нетрадиционному объекту промысла привел к выработке рекомендаций по рациональному ведению промысла данного вида. Поэтому ежегодный контроль за состоянием численности устрицы определяет важность ее исследования.

Материалом для исследования послужили результаты водолазных работ и ручного сбора на глубинах от 0,5 до 3 м на песчаных и песчано-илистых грунтах методом площадного учета [1, 2, 3]. Исследования по устрице гигантской проводились в бухте Лососей (район с. Песчанское) в весенне-осенний период 2010-2016 гг. и 2018-2019 гг. (рис. 1). В ходе научно-исследовательских работ (НИР) использовалась моторная или весельная лодка. За период наблюдений 2010-2019 гг. было проанализировано более 3,7 тыс. экз. устрицы. Расчет запаса устрицы осуществляли методом площадей [4]. Промысловая мера для устрицы составляет 120 мм.

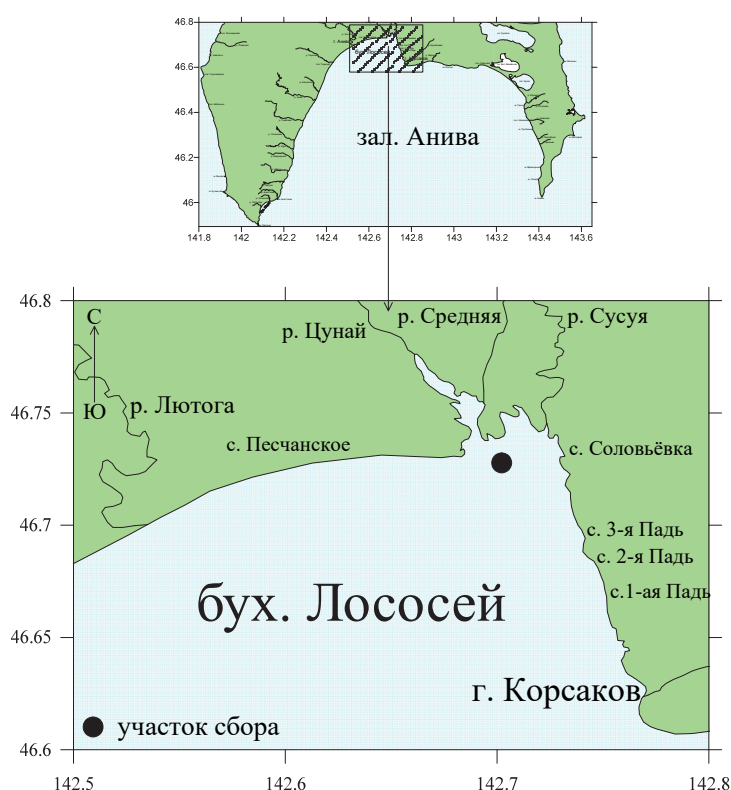


Рисунок 1 – Карта-схема района работ по изучению биологического состояния *Crassostrea gigas* в бухте Лососей (залив Анива, Охотское море)

В настоящее время ресурсы устрицы в районе с. Песчанское осваиваются в рамках рекомендованного вылова (РВ) силами мелких предприятий за весьма короткий срок (5-7 дней). В соответствии с Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна промысел устрицы ежегодно начинается 2 мая. Статистика вылова, представленная в таблице, подтверждает востребованность данного моллюска на внутреннем рынке. Данные вылова каждый раз превышали рекомендованные объемы. Так, в период с 2010 по 2019 гг. промысел велся 3-8 предприятиями, в каждом из которых принимали участие до 2-3 мотолодок с бригадой сборщиков из 2-3 чел. на каждой лодке.

Среднемноголетний уровень освоения устрицы за десятилетний период оказался очень высокий и составил 375 % от среднего РВ. Однако стоит отметить, что такие большие объемы вылова, полученные за несколько дней, недействительны. По-видимому, все рыбодобывающие компании, имеющие лимиты на вылов устрицы, показывают полное освоение квот за столь короткий период, чтобы официально (документально) иметь полностью освоенный объем вылова. На самом деле устрица осваивается в течение нескольких месяцев в режиме скупки у рыболовов-любителей.

Промысловая статистика вылова *Crassostrea gigas* в бухте Лососей
(район с. Песчанское). Данные ОСМ Росрыболовства на 31.12.2019 г., СКТУ

Год	РВ (выдано), т	Официальный вылов, т	Освоение РВ, %
2010	22	39,2	178,2
2011	39	32,3	82,8
2012	78	33,32	42,7
2013	38	42	110,5
2014	14	33,4	238,6
2015	7	33	471,4
2016	7	42	600
2017	3,96	34,18	863,1
2018	2,59	17,14	661,8
2019	2,5	12,5	500

Результаты исследований в 2019 г. показали значительно низкие значения запаса. По данным исследований в бухте Лососей средняя плотность устрицы составила 3 экз./м² (рис. 2). С учетом площади «банки», равной 187500 м², общая численность устрицы оценена в 0,56 млн экз., а общий запас – в 64,7 т. Доля промысловых особей в скоплении составила 23,7 %. Их численность определена в 0,13 млн экз. Средняя масса промысловых особей составила 274 г, промысловый запас – 15,3 т. При этом длина раковины изменялась от 51 до 186 мм, что в среднем составило 107,2±1,9 мм. Непромысловая (менее 120 мм) группа особей имела длину раковины 80-100 мм (68,4 %). Масса тела моллюсков находилась в пределах 19-664 г (в среднем 159,4±7 г).

В целом на годовой прирост численности и биомассы влияет множество факторов, таких, как гидрологическая активность, ледовая обстановка и, прежде всего, интенсивность неконтролируемого любительского лова, значительно превышающего официальные объемы вылова, что приводит к еще большему снижению промыслового запаса.

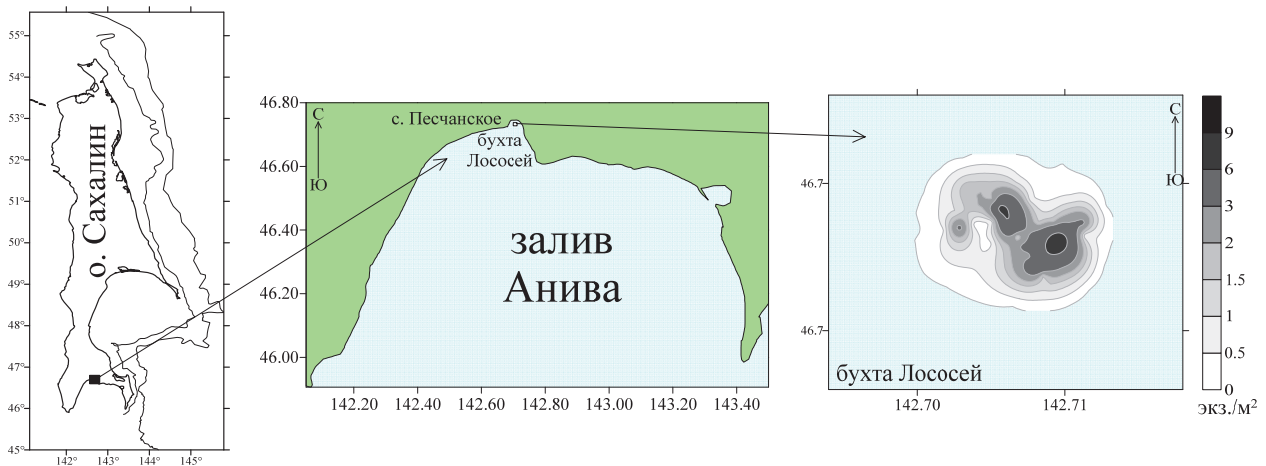


Рисунок 2 – Схема распределения устричных скоплений в бухте Лососей, июнь 2019 г.

На рис. 3 представлены удельные показатели обилия в бухте Лососей. В 2013 г. наблюдались максимальные средние значения плотности и биомассы устрицы (67 экз./м^2 и $7,4 \text{ кг/м}^2$). В последующем году отмечалось значительное снижение промысловых характеристик скопления моллюска (19 экз./м^2 и $1,7 \text{ кг/м}^2$) в результате его интенсивного лова. В период 2015-2018 гг. происходило небольшое увеличение плотности, в отличие от биомассы, где наблюдалось обратное – ее снижение, что объясняется уменьшением доли промысловых особей. В 2019 г., по сравнению с предыдущими годами, зарегистрированы минимальные средние показатели обилия (3 экз./м^2 и $0,345 \text{ кг/м}^2$) в результате интенсивного промысла.

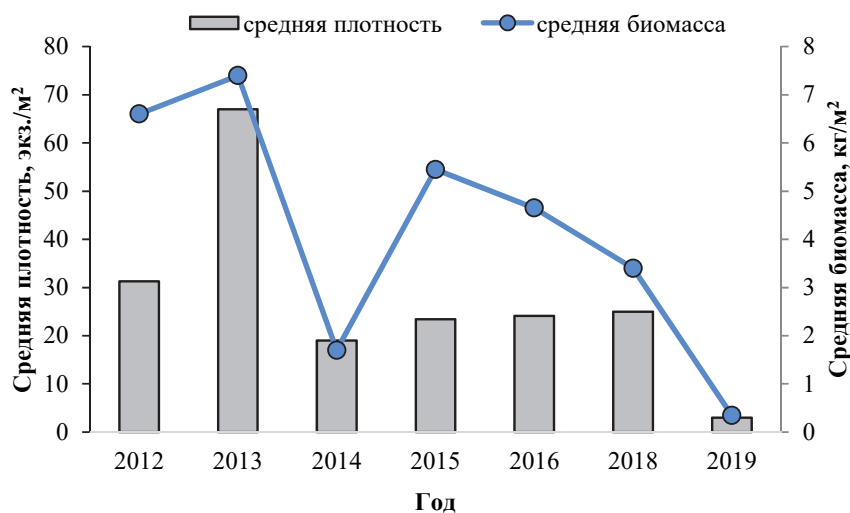


Рисунок 3 – Динамика средних показателей обилия *Crassostrea gigas* в бухте Лососей 2012-2016 гг. и 2018-2019 гг.

Таким образом, существенного увеличения численности поселения моллюсков не предвидится в ближайшие несколько лет. Это приведет к закрытию промысла устрицы в бухте Лососей.

Библиографический список

1. Скарлато О.А., Голиков А.Н., Грузов Е.Н. Водолазный метод гидробиологических исследований // Океанология. – 1964. – Т. 4, № 4. – С. 707–719.

2. Левин В.С. Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Биол. моря. – 1975. – № 1. – С. 64–70.

3. Левин В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. – СПб.: ПКФ «ОЮ-92», 1994. – 240 с.

4. Аксютин З.Н. Количественная оценка скоплений рыб методом изолиний // Тр. ВНИРО. – 1970. – Т. 71. – Вып. 2. – С. 302–309.

**PROBLEM OF THE RATIONAL USE OF RESOURCES OF THE PACIFIC OYSTER
CRASSOSTREA GIGAS (THUNBERG, 1793) IN THE SALMON BAY (ANIVA BAY)**

Kim A.Ch.

Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

The state of fishery, abundance and stock of the pacific oyster Crassostrea gigas is described in the Salmon bay in 2010-2019.

Keywords: *pacific oyster, Salmon Bay, Aniva Bay, rational use, resources.*

Сведения об авторе:

Ким Анастасия Чансигиевна, специалист лаборатории аквакультуры беспозвоночных и водорослей, e-mail: stasy.kim89@yandex.ru

СОДЕРЖАНИЕ СВИНЦА И КАДМИЯ В БУРЫХ ВОДОРОСЛЯХ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ В 2019 г.

Климова А.В.¹, Позолотина Л.А.^{1,2}

¹Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, Россия

²Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Петропавловск-Камчатский, Россия

*Представлены данные о содержании тяжелых металлов у представителей 8 родов порядков *Laminariales* и *Fucales*, собранных в Авачинском заливе и у острова Беринга в 2019 г. Диапазон накопления Pb в водорослях составил 0,07–3,17 мкг/г сухой массы, для Cd – 0,04–3,26 мкг/г сухой массы. В целом содержание металлов в исследованных образцах макрофитов не превышает установленные для них в России предельно допустимые уровни. Исключение составили пробы водорослей *Saccharina bongardiana* и *Fucus distichus* из наиболее загрязненных районов Авачинской губы.*

Ключевые слова: свинец, кадмий, тяжелые металлы, бурые водоросли, *Laminariales*, *Fucales*, восточная Камчатка, остров Беринга.

Бурые водоросли являются ценным природным источником биологически активных веществ, микро- и макроэлементов [1-3]. Их мировая добыча с 2010 г. ежегодно превышает 8,5 млн т, в 2017 г. она достигла 14,4 млн т [4]. В то же время для бурых водорослей характерна повышенная аккумуляция токсичных компонентов среды, представляющих риск как для морских растительноядных организмов, так и потребителей продукции из них [2, 3]. К таким компонентам относятся металлоиды и токсичные металлы. Их накопление в водорослях зависит от абиотических факторов окружающей среды (соленость, температура, pH, освещенность) и индивидуальных особенностей поглощения у разных видов.

В настоящее время контролю содержания токсичных элементов в промысловых водорослях и других гидробионтах уделяется все больше внимания. Поскольку в прибрежных районах, в результате урбанизации и индустриализации, их концентрация в морской среде повышается. В связи с этим оценка продовольственной безопасности природного сырья, в том числе водорослевого, является актуальной задачей, регулируемой на уровне нормативных документов во многих странах [5, 6]. Так, для многих групп гидробионтов установлены предельно допустимые уровни (ПДУ) содержания Pb, Cd, Hg и As.

Согласно нормативам Европейского союза, содержание Pb и Cd в морских водорослях, используемых в качестве пищевой добавки, не должно превышать 3 мкг/г сухой массы [5]. Во Франции ПДУ указанных выше элементов составляет 5 и 0,5 мкг/г сухой массы соответственно [5, 7]. В США нормируется только содержание Pb, его ПДУ равен 10 мкг/г сухой массы. Отметим, что во Франции и США установленные нормы касаются морских водорослей, используемых непосредственно в качестве пищи [5]. В России содержание токсичных элементов в морских водорослях и продуктах их переработки регламентируют СанПиН 2.3.2.1078–01 [8], Технический регламент Таможенного союза 021/2011 [9] и Технический регламент Евразийского экономического союза 040/2016 [10]. Согласно установленным в этих документах нормам, допустимый уровень Pb в морских водорослях не должен превышать 0,5 мг/кг сырой массы и для Cd – не более 1,0 мг/кг сырой массы.

В дальневосточных морях России сконцентрированы значительные ресурсы бурых водорослей. По экспертным оценкам, только запасы фукоидов здесь составляют 1 млн т [11]. Однако водорослевые ресурсы распределены в прибрежных районах Дальнего Востока неравномерно. Кроме того, некоторые акватории с промысловыми запасами водорослей имеют либо сложные условия для добычи, либо входят в состав особо охраняемых природных территорий, где запрещено изъятие водных биологических ресурсов. Одним из перспективных районов добычи бурых водорослей является Петропавловско-Коман-

дорская промысловая подзона. Общий запас ламинариевых водорослей в данном районе составляет 96 тыс. т [12]. Основные запасы бурых водорослей восточной Камчатки сконцентрированы в южных районах, в том числе, в Авачинском заливе. Однако в настоящее время оценка безопасности водорослевого сырья не ведется, как и не проводится ежегодный экологический мониторинг морских водорослей как одних из наиболее подходящих групп гидробионтов для контроля загрязнения морских промысловых районов. Поэтому целью настоящей работы являлось определение диапазонов содержания токсичных элементов, свинца и кадмия, у бурых водорослей, собранных в прибрежных районах восточной Камчатки в 2019 г.

В настоящей работе использовали бурые водоросли, собранные в прикамчатских водах с мая по ноябрь 2019 г. Сбор альгологического материала проводили в прибрежных районах Авачинской губы, включая входной мыс Маячный (Авачинский залив), и острова Беринга (Командорские острова). Всего проанализировано 47 проб водорослей, принадлежащих к порядкам Laminariales (представители родов *Agarum*, *Thalassiophyllum*, *Alaria*, *Eualaria*, *Arthrothamnus*, *Saccharina* и *Laminaria*) и Fucales (единственный представитель – *Fucus distichus*). В исследовании использовали пластинчатую часть слоевища для ламинариевых или ветви 1-го и последующих порядков для фукуса. Кислотное озоление водорослевого материала проводили в системе разложения проб Milestone Ethos UP, для определения металлов в образцах использовали атомно-эмиссионный спектрометр с микроволновой плазмой Agilent MP-AES 4200. Диапазоны содержания свинца и кадмия в настоящей работе приведены в мкг/г сухой массы водорослей, их пределы количественного определения составили 0,07 и 0,01 мкг/г соответственно.

В результате проведенных исследований установлено, что в 2019 г. содержание свинца в проанализированных пробах бурых водорослей Авачинской губы варьировало от следовых значений до 3,17 мкг/г (рис. 1). В образцах с острова Беринга диапазон его накопления, в целом, был ниже и составил 0,07–1,77 мкг/г. Максимальное содержание Pb в водорослях отмечено у представителей семейства Laminariaceae (включая сем. Arthrothamnaceae) и фукуса. Так, у *S. dentigera* из акватории северо-восточной части Авачинской губы оно достигало 2,22 мкг/г, у *S. bongardiana* – 2,87 мкг/г и у *F. distichus* – 3,17 мкг/г. Среди алариевых водорослей в этом районе максимальное значение Pb составляло 1,47 мкг/г. У представителей семейства Agaraceae оно не превышало 1,04 мкг/г. Из представленных в работе данных по максимальному содержанию свинца в водорослях можно составить ряд уменьшения его концентрации для представителей разных семейств: Fucaceae (Fucales) > Laminariaceae > Alariaceae > Agaraceae (см. рис. 1).

Среди исследованных бурых водорослей с о. Беринга максимальное содержание Pb было определено у агарумовой водоросли *Agarum clathratum* (1,77 мкг/г), у другого представителя этого рода, *A. turneri*, оно не превышало 1,0 мкг/г (см. рис. 1). У алариевых водорослей из этого района отмечен наиболее широкий диапазон накопления Pb – 0,09–1,56 мкг/г. В образцах фукуса его содержание было в 2,5 раза ниже, чем у таковых из Авачинской губы. Уровень накопления Pb у представителей сем. Laminariaceae не превышал 1,05 мкг/г. Ряд уменьшения содержания свинца у представителей исследованных семейств бурых водорослей из прибрежных районов о. Беринга можно представить следующим образом: Agaraceae > Alariaceae > Fucaceae (Fucales) > Laminariaceae (см. рис. 1).

Содержание кадмия в проанализированных бурых водорослях достигало 3,26 мкг/г для образцов из Авачинской губы и изменялось в пределах 0,04–2,64 мкг/г для образцов с острова Беринга (рис. 2). В северо-восточной части Авачинской губы максимальное накопление Cd было определено у представителей алариевых водорослей: 3,26 мкг/г у *A. esculenta* и 1,78 мкг/г у *E. fistulosa*. Также его высокое содержание отмечено у *A. turneri* и *F. distichus* – 1,83 и 1,74 мкг/г соответственно. У представителей семейства Laminariaceae из Авачинской губы содержание Cd не превышало 1,05 мкг/г. Бурые водоросли из разных семейств, собранные в данном районе в 2019 г, можно расположить по уменьшению его содержания в следующем порядке: Alariaceae > Agaraceae > Fucaceae (Fucales) > Laminariaceae (рис. 2).

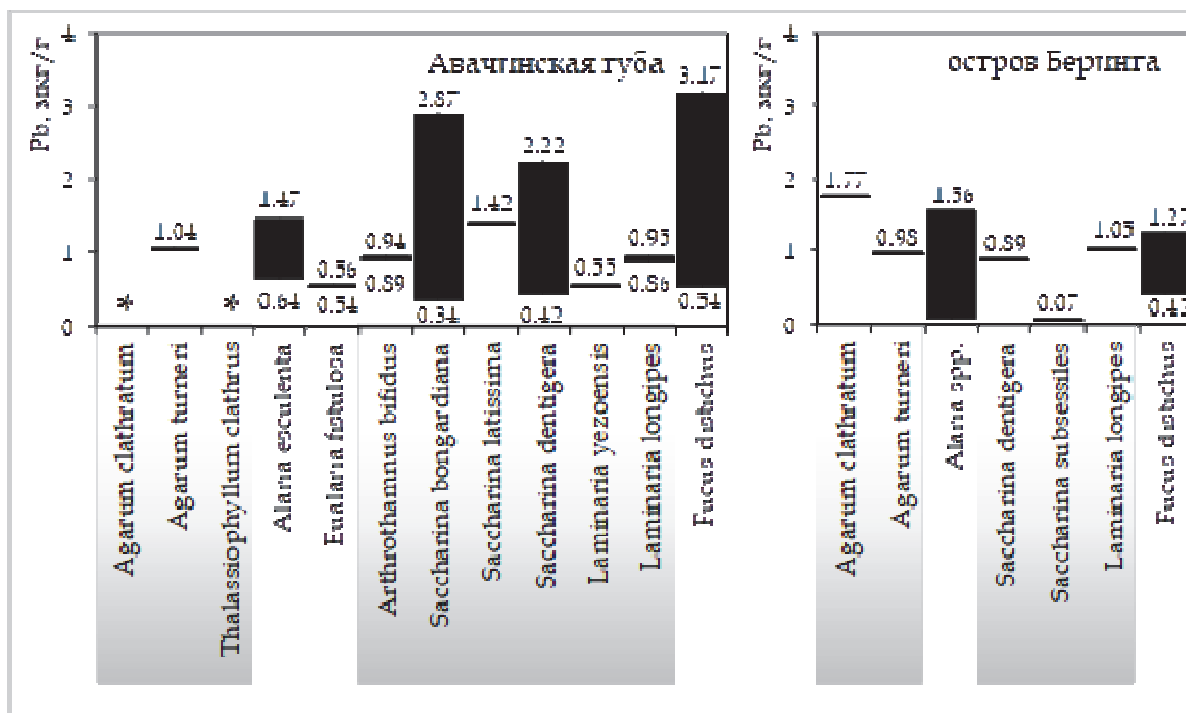


Рисунок 1 – Содержание свинца (Pb, мкг/г сухой массы) в бурых водорослях, собранных в прибрежных районах Авачинской губы и острова Беринга (Командорские острова) в 2019 г. Для видов приведены минимальное и максимальное значения содержания металла, * – содержание свинца ниже предела количественного определения

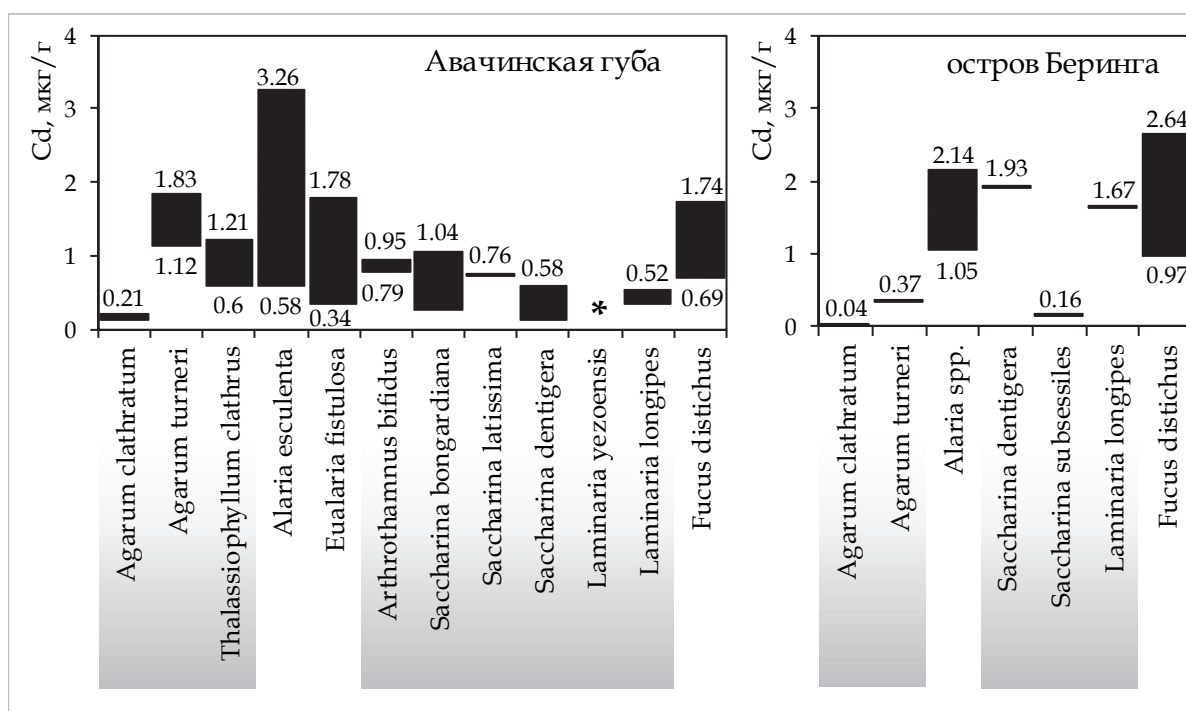


Рисунок 2 – Содержание кадмия (Cd, мкг/г сухой массы) в бурых водорослях, собранных в прибрежных районах Авачинской губы и острова Беринга (Командорские острова) в 2019 г. Для видов приведены минимальное и максимальное значения содержания металла, * – содержание кадмия ниже предела количественного определения

У ламинариевых водорослей с острова Беринга содержание Cd было ниже, чем у близких видов из Авачинской губы. Максимальное его значение выявлено у алариевых водорослей – 2,14 мкг/г (см. рис. 2). Несколько ниже уровень накопления Cd отмечен у *S. dentigera* и *L. longipes* – 1,93 и 1,67 мкг/г соответственно. У остальных ламинариевых водорослей его содержание было незначительным. Важно отметить, что у фукуса с острова Беринга накопление Cd выше в 1,5 раза, чем у его представителей из Авачинской губы (см. рис. 2). Ряд уменьшения содержания Cd у представителей разных семейств бурых водорослей с острова Беринга выглядит следующим образом: Fucaceae (Fucales) > Alariaceae > Laminariaceae > Agaraceae.

Говоря о безопасности исследованных нами водорослей из Петропавловско-Командорской промысловой подзоны на предмет их соответствия нормируемым ПДУ для Pb и Cd, можно заключить следующее: (1) большинство проанализированных видов соответствуют требованиям по содержанию свинца, предъявляемым к морским водорослям как к пищевым добавкам и непосредственно пище в странах Европейского союза. Исключение составили образцы *F. distichus* из районов Авачинской губы, расположенных в непосредственной близости к портовым сооружениям, местам перекачки нефтепродуктов и канализационным выпускам; (2) за исключением *A. esculenta*, все водоросли по содержанию кадмия соответствуют требованиям, предъявляемым в странах Европейского союза к водорослям, которые используются в качестве пищевых добавок. Однако как самостоятельный пищевой продукт, многие из них не могут быть использованы, поскольку содержание Cd существенно превышает ПДУ – 0,5 мкг/г; (3) при пересчете у исследованных нами водорослей полученных значений тяжелых металлов на сырую долю массы, было отмечено их соответствие установленным в России правилам и нормам содержания Pb и Cd. Исключение составили *S. bongardiana* и *F. distichus* из районов Авачинской губы, испытывающих длительное антропогенное воздействие.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Федерального агентства по рыболовству в рамках выполнения госзадания по теме НИР № госрегистрации АААА-А20-120031790005-8.

Библиографический список

1. Holdt S.L., Kraan S. Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation // Journal of Applied Phycology. – 2011. – Vol. 23. – P. 543–597.
2. Cherry P., O'Hara C., Magee P.J., McSorley E.M., Allsopp P.J. Risks and benefits of consuming edible seaweeds // Nutrition Reviews. – 2019. – Vol. 77(5). – P. 307–329.
3. Circuncisão A.R., Catarino M.D., Cardoso S.M., Silva A.M.S. Minerals from macroalgae origin: health benefits and risks for consumers // Marine drugs. – 2018. – Vol. 16(11). – P. 400. DOI: 10.3390/md16110400.
4. FAO, 2020. Global Production Statistics. – URL: http://www.fao.org/figis/servlet/SQServlet?file=/usr/local/tomcat/8.5.16/figis/webapps/figis/temp/hqp_3909859329013662664.xml&outtype=html (дата обращения: 07.04.2020).
5. Holdt S.L., Kraan S. (2011). Bioactive compounds in seaweed: functional food applications and legislation // Journal of Applied Phycology. – 2011. – Vol. 23. – P. 543–597.
6. Донец М.М., Цыганков В.Ю. Современные уровни загрязняющих веществ в промысловых объектах дальневосточных морей России // Вестн. ДВО РАН. – 2019. – № 4. – С. 90–103.
7. Edible Seaweed-French & European Regulation. 2014. – URL: <http://www.cybercolloids.net/sites/default/files/seaweed%20and%20regulation2014.pdf> (дата обращения: 07.04.2020).
8. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» (с изменениями на 6 июля 2011 года). – М.: Минздрав России, 2002. – 36 с.
9. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции»: Комиссия Таможенного союза, 2011. – 242 с.

10. ТР ЕАЭС 040/2016. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции»: Совет Евразийской экономической комиссии, 2016. – 135 с.

11. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 243 с.

12. Вилкова О.Ю., Бадулин В.В., Муравьев В.Б., Акимов С.Е. Запасы ламинариевых водорослей бухт восточной Камчатки // Состояние и динамика запасов водных биологических ресурсов: материалы Всерос. конф., посвященной 80-летию КамчатНИРО. – С. 122–128.

LEAD AND CADMIUM CONTENT IN THE BROWN ALGAE FROM EASTERN KAMCHATKA IN 2019

Klimova A.V.¹, Pozolotina L.A.^{1,2}

¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

²Kamchatka Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

The content of heavy metals in brown algae of the orders Laminariales and Fucales, collected in the Avacha Bay and Bering Island in 2019 discussed in present paper. The range of Pb accumulation in algae was 0.07–3.17 µg/g dry weight, for Cd – 0.04–3.26 µg/g dry weight. The content of metals in the studied macrophyte samples does not exceed the maximum permissible levels established for them in Russia. The exception was samples of algae Saccharina bongardiana and Fucus distichus from the most polluted areas of the Avacha Bay.

Keywords: lead, cadmium, heavy metals, brown algae, Laminariales, Fucales, eastern Kamchatka, Bering Island.

Сведения об авторах:

Климова Анна Валерьевна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, e-mail: an-naklimovae@mail.ru;

Позолотина Лилия Андреевна, специалист, аспирант, e-mail: pozolotina@mail.ru

ДИНАМИКА СОСТОЯНИЯ ПОПУЛЯЦИИ *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ В 2016-2019 гг.

Климова А.В., Кашутин А.Н.
Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, Россия

*Даны сведения об изменениях распространения микропопуляций *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в северо-восточной части Авачинской губы. Наиболее стабильное его поселение расположено в бухте Сероглазка, здесь оно может достигать максимальных значений площади заселения – 3048 м². В остальных районах бухты фукус существенно сократил свое присутствие из-за воздействия как антропогенных, так и природных факторов среды.*

Ключевые слова: *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, границы распространения, площадь поселений, микропопуляция, Авачинская губа, юго-восточная Камчатка.

В прикамчатских водах наиболее длительному антропогенному воздействию подвержена акватория Авачинской губы [1, 2]. Это обусловлено, прежде всего, расположенными на ее берегах городами и населенными пунктами. Именно в них сконцентрирована большая часть населения Камчатского края и предприятий теплоэнергетики, портовых сооружений, мест бункеровки флота и перевалки нефтепродуктов. Соответственно основными загрязнителями здесь являются нефтепродукты, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы. Источниками их поступления служат канализационные, ливневые и промышленные стоки. Кроме того, береговая линия вдоль городского побережья в некоторых районах подверглась значительной антропогенной трансформации, которая в совокупности с многолетним антропогенным загрязнением привела к кардинальным изменениям в структуре прибрежных сообществ.

Наиболее сильно это отразилась на водорослях-макрофитах Авачинской губы. За последние полвека ее морская флора претерпела существенные перестройки. В 1970-е гг. прошлого века здесь насчитывалось 165 видов водорослей-макрофитов, из которых на долю зеленых водорослей приходилось 32, бурых – 47 и красных – 86 видов [1]. В настоящее время у городского побережья Авачинской губы видовой состав заметно обеднел. По результатам проведенных нами ранее флористических исследований в этом районе в 2016 г. было отмечено всего 20 видов бурых и красных водорослей, представители отдела Chlorophyta не учитывались [3]. Среди многолетних видов самым массовым в литоральной зоне является *Fucus distichus* subsp. *evanescens* [4]. Его чрезвычайная устойчивость к поллютантам (нефтепродуктам и тяжелым металлам) [5, 6] и неблагоприятным условиям среды (опреснение, длительное осушение и воздействие льда) [7, 8] обеспечила его высокую выживаемость и повсеместное присутствие в прибрежной зоне Авачинской губы. В то время как многие другие многолетние бурые водоросли либо сократили здесь свое распространение, либо исчезли вовсе.

Однако развитие зарослей *F. distichus* в разных районах бухты неравномерно. Специального изучения изменений границ его поселений в Авачинской губе ранее не проводилось. Вместе с тем знание этих процессов позволит оценить современное состояние популяции фукуса в данной акватории и провести ориентировочный расчет его запасов. Кроме того, сведения о межгодовой изменчивости микропопуляций в разных районах Авачинской губы помогут понять, как быстро они способны восстанавливаться после воздействия природных и антропогенных факторов. Поэтому целью настоящей работы являлось изучение флуктуаций границ распространения *F. distichus* в прибрежной зоне городского побережья Авачинской губы за четырехлетний период, с 2016 по 2019 гг.

Работа основана на результатах ежегодных альгологических исследований, выполненных в 2016-2019 гг. в северо-восточной части Авачинской губы, а именно в районах бухт Сероглазка и Петропавловская, мыса Санникова, бухты Завойко, мыса Восточный, а также у входного мыса Маячный с его тихоокеанской стороны. Наблюдения проводились в литоральной и в верхней сублиторальной зонах с апреля по декабрь в периоды сизигийных максимальных отливов. Оценку площадного распространения проводили путем прямого визуального обследования и фотодокументирования [9]. В настоящей работе приведены только минимальные и максимальные значения площадей поселений *F. distichus* для каждого из периодов проведенного исследования.

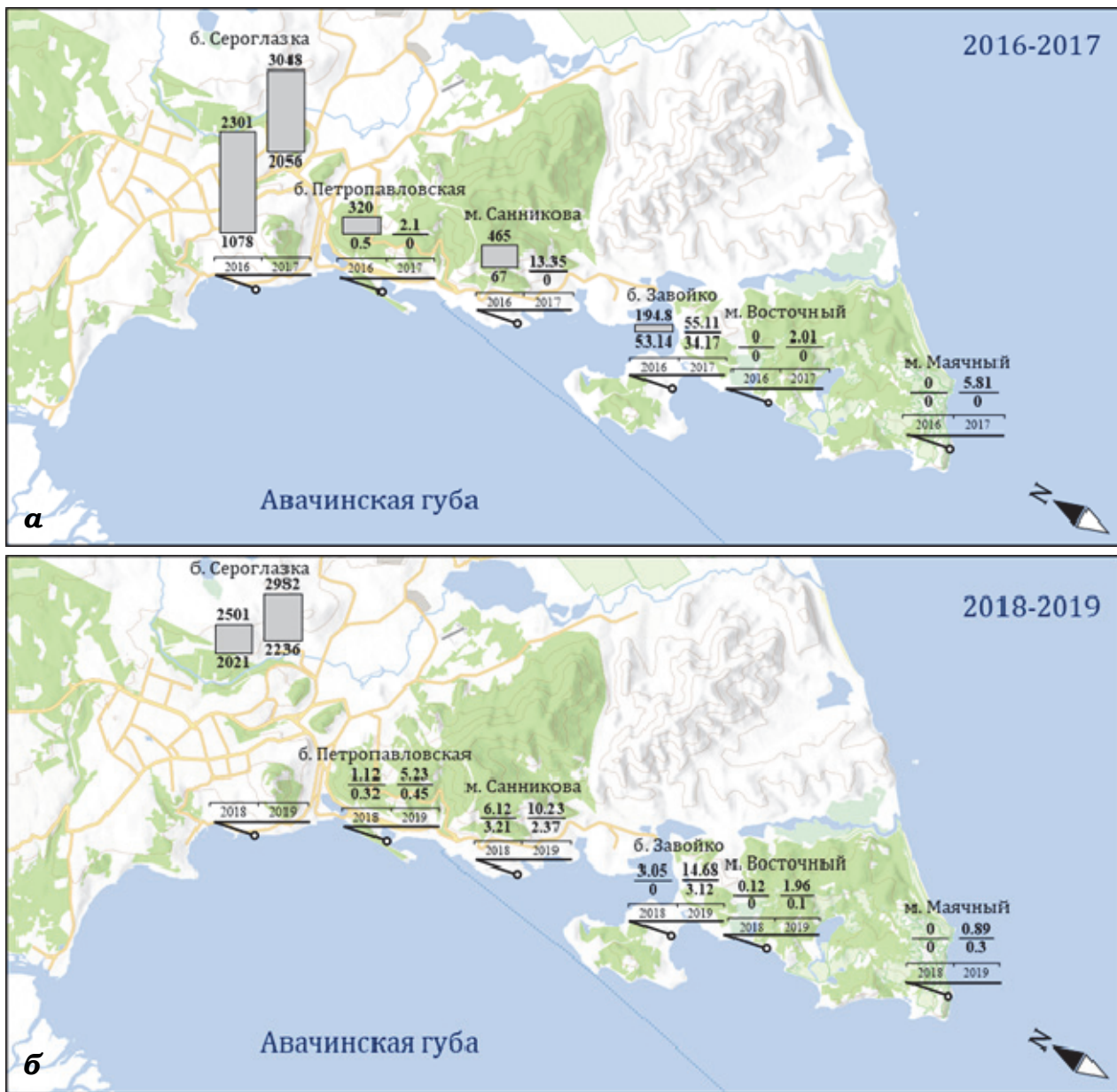
В ходе выполнения ежегодных визуальных обследований береговой зоны Авачинской губы выявлено, что у городского побережья ее северо-восточной части наиболее развитые заросли фукуса сконцентрированы в бухте Сероглазка (рисунок). Здесь, особенно в нижней литорали на валунах и скальных грунтах, *F. distichus* subsp. *evanescens* имеет хорошо выраженное поясное распределение. При этом он формирует достаточно широкий пояс, с проективным покрытием – 60-70 %. Заросли фукуса распространены здесь также в сублиторальной зоне на глубинах до 3,5 м. В бухте Сероглазка его максимальная площадь поселений была отмечена в 2017 г – 3048 м². Минимальное значение зарегистрировано в весенне-летний период 2016 г. Это, вероятно, является следствием сложной ледовой обстановки в предшествующий зимний период. В последующие годы микропопуляция в этом районе восстановилась, и занимаемая ею площадь стабильно превышала 2000 м². Также здесь для всего периода наблюдений характерно сезонное увеличение площадей дна, занятых *F. distichus*, с апреля по декабрь.

На участке побережья между бухтами Сероглазка и Петропавловская в прибрежных зонах, незанятых причальными сооружениями, *F. distichus* встречается редко. Это связано с характером субстрата, в верхнем и среднем горизонтах литорали здесь развиты гравийные или песчаные грунты с редкими валунами. В нижнем горизонте каменистой литорали встречаются отдельно стоящие крупные валуны, на которых развиваются единичные куртины фукуса. В бухте Петропавловская всё побережье обустроено капитальными причальными стенкам. В сублиторальной зоне регулярно проводятся дноуглубительные работы. Единственный участок осушной зоны, на которой здесь развивается фукус, загрязнен обломкам древесины, бетонными плитам, канатам, крышкам автомобилей и другим антропогенным мусором. Его общая протяжённость составляет всего 180 м. За четырехлетний период только в 2016 г. в бухте Петропавловская существовала микропопуляция фукуса, занимавшая площадь 320 м², однако ее проективное покрытие было низким, 20–40 %. В последующие годы она полностью исчезла и до настоящего времени не восстановилась. Единичные растения *F. distichus*, встречающиеся среди поселений мидий, не способны обеспечить реколонизацию литоральной зоны в этом районе. Основным фактором, повлекшим элиминацию существовавшей в 2016 г. микропопуляции фукуса в бухте Петропавловская, являются сильное антропогенное воздействие – залповые выбросы нефтепродуктов, захламление мусором береговой полосы, кроме того, летом он смывается с грунтов волнами кильватерных следов базирующихся там судов, зимой истирается льдами.

У мыса Санникова заросли фукуса максимального за исследованный период развития достигали в 2016 г., площади их поселения составила 465 м² с проективным покрытием от 40 до 80 %. Однако уже в следующем году их границы резко сократились до 13,35 м², и в настоящее время площадь дна, занятая фукусом, не превышает этого значения. В литоральной зоне встречаются только единичные растения. Причины таких негативных изменений аналогичны таковым для бухты Петропавловская, главным образом, это антропогенное воздействие.

В горле Авачинской губы *F. distichus* распространен весьма разреженно, отдельными куртинами, сплошного покрова не формирует. Это объясняется преобладанием на литорали и в сублиторальной кайме песчаных грунтов, выходы коренных пород приурочены, как правило, к мысам. К тому же, здесь более выражено воздействие океанических волн. Су-

существовавшая микропопуляция фукуса в литоральной зоне бухты Завойко из-за сильных частых штормов в весеннее и осеннее время, замывания песком и истирающего воздействия ледового припая практически полностью исчезла. Так, с 2016 по 2018 гг. площадь его поселения в этом районе сократилась на 99 %. И в настоящее время микропопуляция фукуса здесь только начинает восстанавливаться, в 2019 г. площадь ее распространения составила 14,68 м² (см. рисунок).



Изменения площади поселений (м²) микропопуляций *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в северо-восточной части Авачинской губы: а – площадь распространения в 2016-2017 гг., б – площадь распространения в 2018-2019 гг. Для каждого года отмечены минимальное и максимальное значения площади поселения

У мысов Восточный и Маячный *F. distichus* встречается крайне редко, сплошного покрова не образует. Его единичные растения развиваются локально на скальных выходах коренных пород. Постоянные поселения отсутствуют, обнаруженные за период исследования растения имели до 5 дихотомий. Максимальная площадь прибрежной зоны, занятой фукусом, была зарегистрирована в 2017 г. (5,81 м²). Говорить о том, что здесь существует постоянная микропопуляция фукуса невозможно, поскольку в отдельные годы он полно-

стью отсутствует. Сдерживающими его развитие факторами у указанных выше мысов является разрушающее воздействие океанических волн и ледовых торосов, частые шторма. Вмёрзшие в лёд водоросли *F. distichus* уносятся отсюда в океан, тем самым в прибрежной зоне не остается постоянного «фонда», обеспечивающего восстановление и стабильное развитие здесь его зарослей.

Таким образом, с 2016 г. по 2019 г. в исследованных районах северо-восточной части Авачинской губы границы распространения поселений фукуса сократились. Для микропопуляций, произрастающих в ее внутренней части (у городского побережья Петропавловска-Камчатского), такие изменения вызваны исключительно антропогенным воздействием. Сокращение распространения *F. distichus* в районах, расположенных на выходе из бухты, связаны с неблагоприятными для его развития природными факторами среды. Единственная стабильная микропопуляция фукуса отмечена в бухте Сероглазка.

Библиографический список

1. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.

2. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2013 г. / Е.В. Лепская., О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устищенко, Н.В. Сергеенко, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 5–21.

3. Лопатина Н.А., Климова А.В., Ключкова Н.Г. Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 142–147.

4. Кашутин А.Н., Климова А.В., Ключкова Н.Г. Сезонная динамика роста *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (C. Agardh) H.T. Powell, 1957 (Phaeophyceae: Fucales) в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Биол. моря. – 2019. – Т. 45(4). – С. 231–239.

5. Степаньян О.В., Матишов Г.Г., Кулыгин В.В. Устойчивость макроводорослей Баренцева моря к нефтяному загрязнению // Наука юга России. – 2017. – Т. 13(3). – С. 103–108.

6. Яниславский В.В., Климова А.В., Ключкова Н.Г. Влияние солей свинца и кадмия на морфогенез проростков *Fucus distichus* subsp. *evanescens* на стадии формирования кладомного таллома // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2019. – С. 144–149.

7. Климова А.В., Кашутин А.Н., Ключкова Т.А. Развитие проростков *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (Phaeophyceae, Fucales) в изменяющихся условиях солености, температуры и фотопериода // Вестн. КамчатГТУ. – 2019. – № 49. – С. 65–75.

8. Кашутин А.Н., Климова А.В., Ключкова Т.А. Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестн. КамчатГТУ. – 2018. – № 44. – С. 88–99.

9. Методы ландшафтных исследований и оценки запасов донных беспозвоночных и водорослей морской прибрежной зоны / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина, В.А. Штрик // Изучение экосистем рыбохозяйственных водоемов, сбор и обработка данных о водных биологических ресурсах, техника и технология их добычи и переработки. – Вып. 3. – М.: Изд-во ВНИРО, 2005. – 135 с.

**DYNAMICS OF *FUCUS DISTICHUS* POPULATION
IN THE NORTHEASTERN PART OF THE AVACHA BAY IN 2016-2019**

Klimova A.V., Kachutin A.N.

Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

*The information about changes in the distribution of micropopulations of *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in the northeastern part of Avacha Bay was provided in present paper. Its most stable micropopulation is located in Seroglazka Bay, where it can reach maximum values of distribution area (3048 m²). In other areas, *Fucus* significantly reduced its presence due to both anthropogenic and natural environmental factors.*

Keywords: *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, limits of distribution, area of distribution, micropopulation, Avacha Bay, southeastern Kamchatka.

Сведения об авторах:

Климова Анна Валерьевна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник, e-mail: annaklimovae@mail.ru;

Кашутин Александр Николаевич, аспирант, e-mail: Kashutin-an@yandex.ru

ONLINE-ОБУЧЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДЕОКОНФЕРЕНЦИИ КАК ВЫНУЖДЕННАЯ МЕРА НА ПРИМЕРЕ ПРЕДМЕТА «КОМПЬЮТЕРНАЯ ГРАФИКА В ПРОМЫШЛЕННОМ РЫБОЛОВСТВЕ»

Кудакаев В.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

В конце марта 2020 г. в связи с пандемией коронавируса COVID-19 образовательная система столкнулась с острой необходимостью проведения онлайн-занятий. Хотя дистанционное образование – не новое явление в современном мире, большинство образовательных учреждений и их преподаватели были застигнуты врасплох. Многим вузам и школам пришлось срочно организовывать образовательный процесс в формате онлайн. Представлены опыт и варианты сценариев проведения занятий с использованием видеоконференции.

Ключевые слова: онлайн-образование, Web-конференция.

Сегодня в Интернете можно найти множество различных платформ для онлайн-образования. К наиболее популярным можно отнести iSpring Learn [1], Flora LMS [2], GetCours [3], We Study [4], Proctorio [5], Microsoft Teams [6], Google Meet [7] и др. По полученной информации от обучающихся и обучаемых в России и США наиболее распространёнными являются последние три. В ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» проректором по стратегическому развитию было решено использовать онлайн платформу Zoom. Выбранная платформа достаточно удобная для проведения Web-конференций, но в связи с выявленными уязвимостями этого приложения и утечкой информации в большинстве вузов, в том числе и в США, где она разработана, её запретили. Целью данной статьи не является обсуждение функциональных возможностей какой-либо из этих программ, либо их достоинств и недостатков. Цель статьи – поделиться опытом организации учебных занятий с использованием таких платформ.

Первый опыт работы онлайн с иностранными студентами. В начале распространения вируса 2019-nCov в Китае, в ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» начали подготавливать рабочие места преподавателей для ведения занятий у китайских студентов. Преподавателям было поручено подготовить свой план занятий в зависимости от специфики проводимых дисциплин. Предмет «Компьютерная графика в промышленном рыболовстве» построен на лабораторных занятиях с использованием AutoCAD Mechanical. Компания AutoDesk имеет русские версии своих продуктов. При проведении в компьютерных лабораториях университета использование однотипного программного обеспечения не вызывает никаких проблем. С китайскими студентами немного сложнее, так как русскоязычный софт имеет команды на русском языке, также и китайские версии имеют команды на китайском языке. Для решения этой проблемы пришлось обучить студентов, как загрузить и установить русскую версию программы. Стало неожиданным, что при общении со студентами выяснилось, что не у всех студентов имеются дома компьютеры. Здесь пришлось подсказать студентам, что работы они могут выполнять на компьютерах у родственников или друзей. Для ведения занятий, как уже было сказано выше, были организованы рабочие места преподавателей с заранее предустановленной учетной записью с оплаченной лицензией без ограничения времени проведения конференции. В соответствии с расписанием занятий для каждого преподавателя выделялось одно из подготовленных рабочих мест, к которому подключались студенты. Во время занятий инструкции преподавателя по выполнению лабораторных занятий студенты записывали в видеофайлы и сохраняли у себя на компьютерах либо других устройствах, с которых они выходили на связь. Видеофайлы получались

значительных размеров из-за того, что занятие было продолжительным. Особенно большие файлы получались у преподавателей, у которых занятия проводились в несколько пар подряд. Во время занятия дополнительно к визуальному общению применялось дублирование некоторых моментов в текстовом чате. После окончания занятия студентам высылались домашнее задание с инструкциями по выполнению.

То, что будет введён режим самоизоляции на всей территории России, и весь контингент обучающихся должен будет перейти в режим онлайн, стало понятно к концу марта 2020 г. Поэтому в университете началась подготовка. Некоторые институты создали группы в мессенджерах для быстрого контакта преподавателей и студентов, также поступили и на кафедре «Промышленное рыболовство». Проректор по стратегическому развитию и информатизации ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» подготовил ряд ресурсов в помощь преподавателям и студентам. Это такие ресурсы, как облачное хранилище учебных материалов, корпоративные почтовые ящики для преподавателей, а также корпоративная среда на платформе Zoom и др. ресурсы. Конкретно на платформе Zoom все преподаватели и студенты были зарегистрированы и введены в общий список контактов университета. Для удобства общения студентов и преподавателей были созданы каналы групп, куда были включены студенты и преподаватели, которые ведут занятия у данной группы. Каналы удобны тем, что в них можно в чате размещать учебные материалы и вызывать все контакты для принятия участия в Web-конференции. О каналах еще будет сказано ниже.

Опыт проведения занятий у заочников. Наверное, одно из самых сложных направлений, так как большинство заочников «занятые люди», и не все могут присутствовать на занятии даже в формате online. Причины отсутствия самые разные, к наиболее распространенным объяснениям можно отнести:

- нахожусь в деревне на самоизоляции с детьми, где Интернет недостаточно хороший;
- у меня нет компьютера для выполнения заданий;
- находился на вахте.

К моменту выхода заочников на сессию преподаватели стали выходить на занятия под своими бесплатными учетными записями в Zoom. У бесплатных учетных записей есть ограничения по времени конференции в 40 минут, что послужило даже небольшим плюсом. А именно, как известно у заочников ведутся занятия по несколько пар за один раз, поэтому ограничение в 40 минут, вынуждает преподавателя прерываться, в это время Zoom начинает запись конференции в видеофайл. Файлы получаются не очень большие и удобные для отправки по электронной почте, а у студентов и преподавателя появляется время на небольшой перерыв. После проведённого курса для заочников все материалы были записаны в видеофайлы. Также были подготовлены контрольные тесты, каждому заочнику свой вариант заданий. Все материалы высылались заочникам по e-mail, в том числе и отсутствующим по какой-либо причине на занятии. Аттестация проводилась по результатам выполненных контрольных тестов.

Также хотелось бы поделиться выработанным сценарием на примере проведения лабораторных занятий дисциплины «Компьютерная графика в промышленном рыболовстве» у очных групп. Как были организованы занятия до введения режима самоизоляции. Лабораторное занятие проходило в специализированной компьютерной лаборатории на рабочих станциях с достаточно мощными процессорами, большим объёмом памяти, большими мониторами (это исходит из системных требований к программному обеспечению AutoDesk). В лаборатории также помимо программы AutoCAD Mechanical установлено бесплатное программное обеспечение, которое позволяет с компьютера преподавателя наблюдать и при необходимости управлять компьютерами студентов, а также проводить трансляцию происходящего на компьютере преподавателя по всем компьютерам, находящимся в лаборатории. Занятие начиналось с того, что преподаватель демонстрировал основные моменты, необходимые для выполнения лабораторной работы, выдавал задание студентам. Как только студенты приступали к выполнению лабораторных работ, преподаватель имел возможность на своём мониторе наблюдать за тем, что выполняют все студен-

ты. В случае, если у студента что-то не получалось, преподаватель видел и мог помочь студенту либо со своего рабочего места, либо просто объяснив студенту, что он делает неверно.

После введения режима самоизоляции пришлось перестроить занятие под сложившуюся обстановку. Как уже было сказано выше, в ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» изначально в помощь преподавателям и студентам в онлайн-платформе были созданы каналы по названию учебных групп. В группы были включены все студенты и все преподаватели, которые ведут у этой группы занятия. В канале имеется чат, в котором можно общаться и обмениваться файлами всем членам, подключенным к каналу. Также для начала ведения занятия в формате видеоконференции можно одним кликом правой кнопки мышки, пригласить всех, кто подключен к каналу. Такой возможностью воспользовались многие преподаватели, одновременно отправляя запрос и другим преподавателям этого канала, в то время как они находились на занятиях с другими группами. Естественно, это отвлекает от занятия, когда в начале пары во время объяснения темы необходимо отклонить несколько приглашений на подключения от других преподавателей. В целях устранения этого неудобства были созданы дополнительные каналы с названием обучаемой группы и фамилией преподавателя. Занятие проходит следующим образом. В начале пары преподаватель отправляет запрос на подключение студентов в своей группе, также копию приглашения на подключение к онлайн-конференции отправляется в группы мобильных мессенджеров (WhatsApp). Некоторым студентам удобнее смотреть видео от преподавателя через смартфон. После того как все студенты группы подключаются к видеоконференции, преподаватель объясняет тему занятия и выдаёт задание, студент имеет возможность включить видеозапись, чтобы сохранить наиболее важную для себя информацию. Как только тема объяснена и на все вопросы студентов преподаватель ответил, студенты приступают к выполнению лабораторной работы, а преподаватель – к проверке домашних работ студентов, ранее присланных ему на электронную почту. Открыв работу студента на своём компьютере, преподаватель определяет недочеты этой работы и вызывает конкретного студента для беседы с демонстрацией ошибок. Студент отвечает на вопросы, задаёт свои, после приступает к выполнению текущей работы и исправлению ошибок в прошлой работе. Если у преподавателя возникают сомнения в том, что студент делал работу самостоятельно, то студента просят произвести демонстрацию экрана со своего компьютера и повторить некоторые действия, которые ему необходимо было сделать во время выполнения лабораторной работы. В таком режиме проходят лабораторные работы.

Выше был представлен опыт вынужденной меры, в условиях пандемии, проведения лабораторных работ на примере дисциплины «Компьютерная графика в промышленном рыболовстве» с использованием онлайн платформы. Большинство онлайн-платформ схожи, отличаются лишь небольшими изменениями в функциях и защищенности от хакерских атак. Хотелось бы подчеркнуть, что онлайн-обучение никогда не сможет заменить живое общение студента с преподавателем, так как не всегда можно понять, кто сидит по обратную сторону экрана и предоставляет выполнение задания, и не у всех студентов есть возможность приобрести достаточно мощный компьютер для выполнения лабораторных работ и контрольных заданий. В то же время, при установлении плохо защищённых приложений для проведения онлайн-конференций на телефон или компьютер, на котором имеются персональные данные, может произойти взлом устройства хакерами и утечка данных и денег с банковских счетов пользователей.

Библиографический список

1. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ispring.ru/> (дата обращения: 29.04.2020).
2. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.floralms.ru> (дата обращения: 29.04.2020).
3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.floralms.ru> (дата обращения: 29.04.2020).

4. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://we.study/> (дата обращения: 29.04.2020).
5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://proctorio.com/> (дата обращения: 29.04.2020).
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/microsoft-teams/free?market=ru> (дата обращения: 29.04.2020).
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://meet.google.com/unsupported?ref=https://meet.google.com/> (дата обращения: 29.04.2020).

**ONLINE EDUCATION THROUGH VIDEOCONFERENCE, AS FORCED MEASURE,
ON THE EXAMPLE OF THE SUBJECT «COMPUTER GRAPHICS
IN INDUSTRIAL FISHING»**

Kudakaev V.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia,

At the end of March 2020, in connection with the pandemic of the coronavirus COVID-19, the educational system was faced with the urgent need for online classes. Although distance education is not a new phenomenon in the modern world, but most educational institutions and their teachers have been taken by surprise. Many universities and schools had to urgently organize the educational process online. The article presents the experience and scenarios for conducting classes using the video conference.

Keywords: *online-education, Web conference.*

Сведения об авторе:

Кудакаев Василий Владимирович, канд. техн. наук, доцент, e-mail: kudakaev_v@mail.ru

ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

Лескова С.Е.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Экспериментальная работа проводилась на базе предприятия ООО «Дальстам-Марин» (залив Петра Великого, остров Русский, бухта Воевода). По экспериментальным данным описан процесс получения личинок и молоди тихоокеанской устрицы в контролируемых условиях.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, искусственное разведение, стимуляция, личиночное развитие, личинки, молодь.

Устрицеводство – старейшая и широко распространенная отрасль марикультуры в мире. Тихоокеанская устрица благодаря быстрому темпу роста, экологической пластичности, устойчивости к заболеваниям и прекрасным вкусовым качествам является одним из основных видов в устрицеводстве. Для получения товарной продукции используют как посадочный материал из естественных условий, так и молодь, полученную в контролируемых условиях [2]. В последнее время в хозяйствах Приморья возрастает интерес к устрице как к объекту культивирования [1]. Начаты работы по получению молоди в контролируемых условиях, и это связано с тем, что в последние годы предприятиям марикультуры не удается собрать молодь устрицы в естественных условиях. В связи с этим актуальна работа по определению условий выращивания личинок в контролируемых условиях и подращивания молоди до высадки в естественные условия для дальнейшего выращивания.

Целью данной работы являлось изучение и определение основных технологических этапов выращивания тихоокеанской устрицы в условиях завода в бухте Воевода. Работа по получению личинок и молоди устрицы проводилась на базе ООО «Дальстам-Марин» в летне-осенний период 2019 г. Половозрелые разновозрастные устрицы для данной работы были взяты с устричной банки, расположенной в бухте Воевода. Особи устрицы перевозились на завод без воды в специальной таре. Состояние репродуктивной системы моллюсков оценивалось под микроскопом по временным препаратам (мазкам) из половых желез. В период адаптации производители содержались в емкостях с водой объемом 300 л, без подачи корма, при температуре 16-17 °С, с постоянным аэрированием воды.

Прошедших адаптацию производителей подвергали температурной стимуляции для одновременного выхода половых продуктов. Помимо температурного метода стимуляции имеются и другие, например, применяют в качестве стимулятора растворенный в стерильной морской воде серотонин ($C_{14}H_{19}N_5O_2 \cdot H_2SO_4$) при концентрации 0,003 %, в количестве 1 мл/особь, вводят при помощи шприца в межстворчатую полость [3]. Первыми начали нереститься самцы, затем самки. Самцов отсаживали в отдельную емкость от самок.

Для оплодотворения яйцеклеток добавляли 2 мл сперматозоидов на 1 литр яйцеклеток. После оплодотворения яйцеклетки промыли чистой фильтрованной морской водой и перенесли в емкости объемом 400 л для дальнейшего развития при плотности посадки 50 тыс. экз./л. Наблюдение за процессом эмбрионального развития производилось при помощи микроскопа (рис. 1). Эмбриональное развитие проходило в течение 30 ч в слабоаэрируемой фильтрованной морской воде.

В период развития эмбрионов и личинок устрицы ежедневно контролировались условия содержания: кислородный режим, соленость, обновление воды, плотность содержания личинок. Личинки устрицы выращивались в емкостях с закругленными углами при температуре воды 20-23 °С, соленость воды составляла 30 ‰, вода постоянно насыщалась кислородом, смена воды происходила ежедневно.

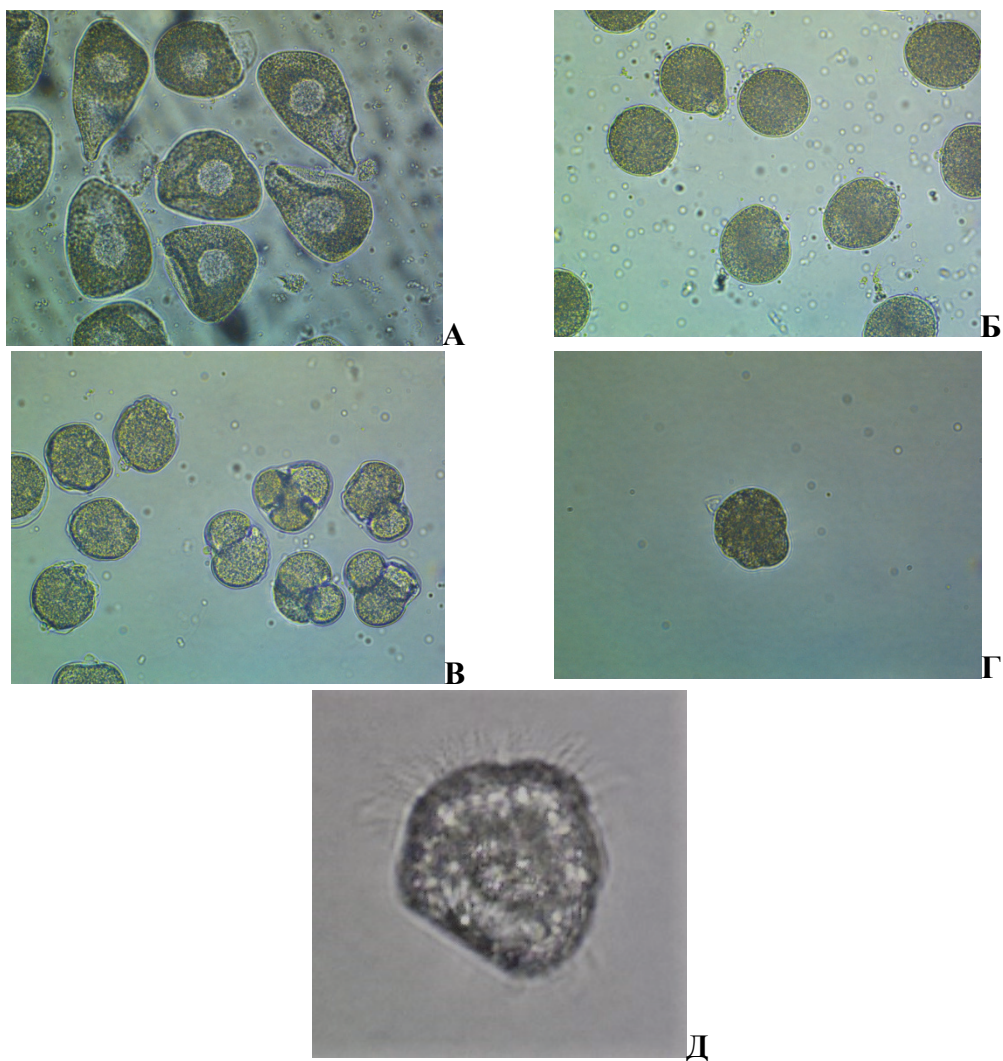


Рисунок 1 – Ранние стадии развития *Crassostrea gigas*: А – неоплодотворенное яйцо (45 x 70 мкм); Б – оплодотворенные яйцеклетки (54 x 53 мкм) и образование 1-го полярного тельца; В – деление; Г – стадия бластулы; Д – трохофора

Через 30 ч от момента оплодотворения личинки перешли на стадию Д – велигера и уже были способны питаться. На этой стадии плотность посадки личинок составляла порядка 25000 экз./л. Количество личинок подсчитывали под биноклюмом, а стадии развития фиксировали под микроскопом (рис. 2). На данной стадии личинки имели средние размеры 75x56 мкм и по мере их роста размеры соответственно увеличивались и достигали в среднем 292x295 мкм. Личинок в начале развития кормили одноклеточными водорослями *Isochrysis* при концентрации 25 тыс. кл./мл, затем постепенно концентрацию корма увеличивали до 50 тыс. кл./мл, добавляя *Chaetoceros* при соотношении клеток 2:1. Стадия велигера продолжалась 15-18 сут. На поздних стадиях развития (стадия великонхи, возраст 15-25 сут), плотность посадки личинок снизили до 10, а затем до 5 тыс. лич./л. Концентрация корма на поздних стадиях составила 100 тыс. кл./мл, а состав кормовых микроводорослей увеличился: *Isochrysis*, *Chaetoceros*, *Phaeodactylum* и *Tetraselmis* в соотношении клеток 2:1:1:1.

За 48 ч до начала метаморфоза у личинки появляется черное пятно («глазок»), затем нога, которая выступает из раковинки, поэтому ее называют «педивелигер с глазком» [3]. На этом этапе в емкости с личинками помещали субстрат для прикрепления личинок, т.е. устричные коллекторы. Личинки к этому времени достигли размеров 306x294 мкм. Первые личинки осели на 25-е сут развития, основная масса – на 30-е и далее. В это время количество подаваемого корма было увеличено до 250 тыс. кл./мл.

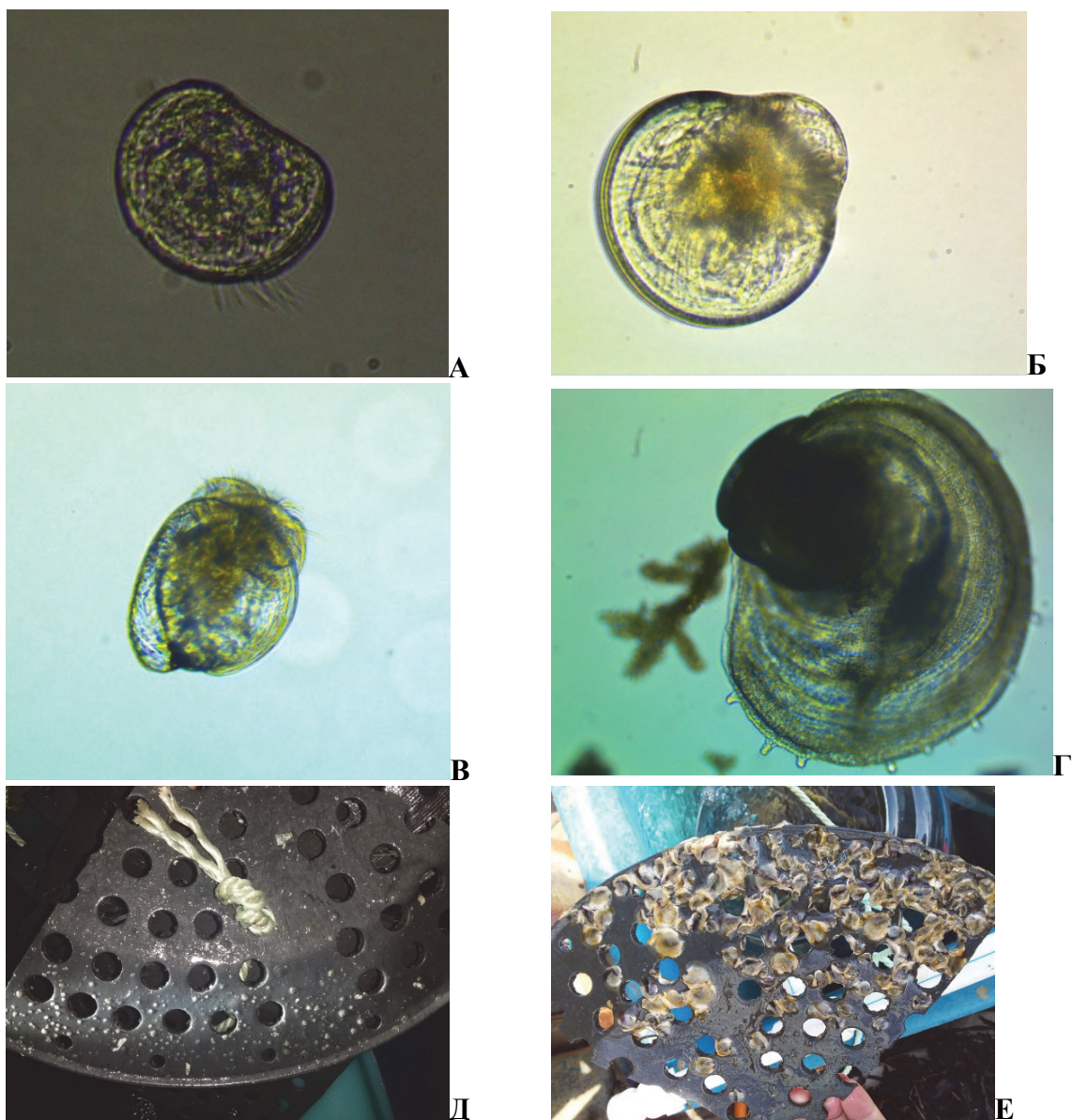


Рисунок 2 – Развитие личинок и молоди *Crassostrea gigas*: А – личинка на 3-и сут развития; Б – личинка на 18-е сут развития; В – личинка на 30-е сут развития; Г – осевшая молодь; Д – молодь на коллекторе перед высадкой в море; Е – молодь перед высадкой в садки

Молодь подращивалась в емкостях после оседания 30 дней. В это время количество подаваемого корма было увеличено сначала до 350 тыс. кл./мл, а затем – до 500 тыс. кл./мл. Размеры осевшей молоди варьировали от 391,5x371,2 мкм до 591,5x508,8 мкм. Когда молодь достигла 2-3 мм, коллекторы с мелкими устрицами перенесли в естественные условия. В море молодь выращивали на коллекторах 2 месяца, после чего ее поместили в садки и оставили на дорастивание в море на зимний период. К моменту пересадки молодь достигла среднего размера 15 мм и среднего веса 0,6 гр.

Научные исследования С.А. Ляшенко показали, что мелководная часть акватории бухты Воевода предпочтительнее использовать для выращивания спата, собранного в других районах или полученного в заводских условиях [2].

Результаты нашего эксперимента показали возможность получения в условиях завода на данном предприятии марикультуры собственной молоди тихоокеанской устрицы в заводских условиях для дальнейшего выращивания до товарных размеров на акватории рыбоводного участка.

Библиографический список

1. Викторовская Г.И., Сухин И.Ю. Современное состояние и перспективы развития марикультуры на Дальнем Востоке // Междунар. морская науч. шк.-конф. по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. тр. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 20–25.
2. Ляшенко С.А., Щербакова Н.В., Гостюхина О.Б. Оценка природного потенциала районов залива Петра Великого (Японское море) для сбора спата тихоокеанской устрицы // Изв. ТИНРО, 2019. – Т. 199. – С. 231–240.
3. Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. Выращивание мидий и устриц в Черном море / под ред. В.Н. Еремеева. – Севастополь: Национальная академия наук Украины, Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского, 2010. – 424 с.

THE EXPERIENCE OF JUVENILES BREEDING OF *CRASSOSTREA GIGAS* UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Leskova S.E.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

*Experimental work was conducted on the base enterprises Dalstam-Marin (Peter the Great Bay, Russian island, Voyevoda Bay). Biotechnology of larvae and juveniles breeding of *Crassostrea gigas* in plant conditions was described in accordance with experimental data.*

Keywords: *Crassostrea gigas, artificial culture, stimulation, larval evolution, larvae.*

Сведения об авторе:

Лескова Светлана Евгеньевна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: svetaleskova@mail.ru

МИКРОФЛОРА СУДАКА (*SANDER LUCIOPERCA*) И МИКРОБИОЦЕНОЗ ВОДЫ ВИСЛИНСКОГО ЗАЛИВА, КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ

Мальцева И.С., Авдеева Е.В.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Проведены исследования микрофлоры судака и воды Вислинского залива. Изучена обсемененность бактериями кожи, жабр и внутренних органов. В микрофлоре судака обнаружено 10 видов бактерий: микрококки, стафилококки, энтерококки, маринококки, споросарцины и бациллы. В микрофлоре воды преобладают бактерии псевдомонадной группы (6 видов), другие бактерии встречались редко.

Ключевые слова: микробиология, бактерии, судак, Вислинский залив.

Судак – один из важнейших промысловых видов рыб в Калининградской области. Мясо судака обладает высокой пищевой ценностью, относится к диетическому продукту, содержит в себе необходимые для человека минеральные вещества и все 20 аминокислот.

Вислинский залив – это мелководная акватория, расположенная в восточной части южного побережья Балтийского моря, со средней глубиной 2,7 м. Залив отделен от Балтийского моря песчаным барьером – Балтийской косой длиной 55 км. По Балтийской косе проходит государственная граница между Россией и Польшей. Вислинский залив обменивается водами с Гданьским заливом Балтийского моря через Балтийский пролив, ширина которого составляет около 400 м, длина – 2 км, средняя глубина составляет 8,8 м [1].

Изучение микрофлоры судака и среды его обитания может способствовать предотвращению возникновения эпизоотий бактериальных болезней в заливе.

Вода служит оптимальной средой для развития и жизнедеятельности микроорганизмов, в особенности условно-патогенных бактерий, которые в условиях стресса и снижения иммунитета рыбы могут вызывать серьезные инфекционные заболевания. Постоянный мониторинг качественного и количественного состава микрофлоры рыбы и воды позволит определять патогенность конкретных видов бактерий в различных условиях, предотвратить вспышки бактериальных болезней как у рыб, так и у человека.

Цель работы – изучение микрофлоры судака и его среды обитания в Вислинском заливе Балтийского моря. Материалом для исследования послужили 15 экземпляров судака и 9 проб воды (с 9 станций) из Вислинского залива (рисунок).



Расположение станций для забора проб воды в Вислинском заливе

Первичный бактериологический посев был проведен по общепринятой в ихтиопатологии методике [2]. По совокупности культуральных, морфологических и физиолого-биохимических признаков определяли бактерии до рода и вида с помощью Определителя бактерий Берджи [3]. Патогенность бактерий определяли по протеолитической активности [2].

В микрофлоре судака было выявлено 10 видов бактерий: *Micrococcus kristinae*, *Micrococcus luteus*, *Staphylococcus auricularis*, *Sporosarcina halophila*, *Bacillus cereus*, *Sarcina flava*, *Streptococcus canis*, *Streptococcus capilus*, *Enterococcus durans*, *Marinococcus halophilus* (табл. 1).

Таблица 1 – Обсеменённость бактериями кожи, жабр и внутренних органов судака Вислинского залива

Вид бактерии	Локализация на органах
<i>Micrococcus kristinae</i>	Кожа
<i>Micrococcus luteus</i>	Кожа
<i>Staphylococcus auricularis</i>	Кожа, жабры
<i>Sporosarcina halophila</i>	Жабры
<i>Bacillus cereus</i>	Жабры
<i>Sarcina flava</i>	Печень, сердце
<i>Marinococcus halophilus</i>	Сердце, селезенка
<i>Streptococcus capilus</i>	Почки
<i>Enterococcus durans</i>	Почки
<i>Streptococcus canis</i>	Кишечник

Бациллы и микрококки характерны для микрофлоры судака. Наличие в микрофлоре такого вида, как *Sporosarcina halophila* может указывать на свежее фекальное загрязнение воды в водоеме. Представители рода *Streptococcus* – условно-патогенные бактерии и могут вызвать стрептококкоз у рыб в заливе. Наиболее обсеменены бактериями у судака кожа и жабры (по 3 вида бактерий соответственно).

При исследовании микрофлоры воды Вислинского залива было обнаружено 13 видов бактерий: *Pseudomonas pseudoalcaligenes*, *Ps. putida*, *Ps. maltophilia*, *Ps. alcaligenes*, *Delftia (Pseudomonas) acidovorans*, *Brevundimonas (Pseudomonas) diminuta*, *Acinetobacter junii*, *Aeromonas sobria*, *Bacillus megaterium*, *Plesiomonas sp.*, *Citobacter diversus (koseri)*, *Staphylococcus capilus*, *Eubacterium limosum* (табл. 2).

Таблица 2 –Микробиоценоз воды Вислинского залива

Вид бактерии	Станции
<i>Pseudomonas pseudoalcaligenes</i>	№1
<i>Ps. putida</i>	№ 1; № 2; № 3
<i>Ps. maltophilia</i>	№ 1; № 2; № 3; № 5; № 6; № 9
<i>Ps. alcaligenes</i>	№ 2
<i>Delftia (Pseudomonas) acidovorans</i>	№ 3; № 5; № 8; № 9
<i>Brevundimonas (Pseudomonas) diminuta</i>	№ 2
<i>Acinetobacter junii</i>	№ 2; № 3; № 4
<i>Aeromonas sobria</i>	№ 4
<i>Bacillus megaterium</i>	№ 5; № 6; № 7
<i>Plesiomonas sp.</i>	№ 6; № 8; № 9
<i>Citrobacter diversus (koseri)</i>	№ 6; № 7; № 8; № 9
<i>Staphylococcus capilus</i>	№ 7
<i>Eubacterium limosum</i>	№ 8

Бактерии *Pseudomonas pseudoalcaligenes* могут вызвать бактериальные заболевания как у представителей водной фауны, так и у человека. *Ps. putida* представляет меньшую опасность для человека и окружающей среды. Кроме того, данный вид бактерий способен разлагать пенополистирол.

Brevundimonas diminuta – это грамотрицательные бациллы, не ферментирующие лактозу, ранее относившиеся к роду *Pseudomonas*. Эти бактерии постоянно обнаруживаются нами в воде данного водоема.

Бактерии родов *Acinetobacter* и *Plesiomonas* свидетельствуют о загрязнении воды залива хозяйственно-бытовыми сточными водами.

Бактерии *Aeromonas sobria* могут вызывать аэромоноз при изменениях параметров окружающей среды: колебаниях температуры, загрязнении водной среды, а также при ослаблении защитных сил организма хозяина.

Citrobacter diversus (koseri) – грамотрицательная, не образующая спор, бацилла. Представитель нормальной микрофлоры желудочно-кишечного тракта животных и человека. В микробиоценоз воды попал с выделениями животных и человека, что свидетельствует о загрязнении воды в заливе.

В микробиоценозе воды Вислинского залива преобладают псевдомонады.

Наши исследования показали, что большинство видов бактерий в микрофлоре судака – это представители естественной микрофлоры. Два вида бактерий – *Streptococcus canis* и *S. capilus* – могут вызывать у рыб в Вислинском заливе стрептококкоз.

Бактерии рода *Pseudomonas*, выделенные из воды залива, представляют потенциальную опасность не только для рыб в водоеме, но и для человека.

В микрофлоре судака и микробиоценозе воды выделено много видов бактерий, которые указывают на загрязнение воды в заливе.

В связи с увеличением антропогенной нагрузки на Вислинский залив необходим постоянный мониторинг микробиологической ситуации в заливе для предотвращения возможных эпизоотий.

Библиографический список

1. Географический атлас Калининградской области / гл. ред. В.В. Орленок. – Калининград: Изд-во КГУ; ЦНИТ, 2002. – 276 с.
2. Общая и санитарная микробиология с техникой микробиологических исследований / под ред. А.С. Лабинской, Л.П. Блинковой, А.С. Ещиной. – М.: Медицина, 2004. – 576 с.
3. Определитель бактерий Берджи: в 2 т. / пер. с англ.; под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейли, С. Уилльямса. – М.: Мир, 1997. – 368 с.
4. Xiang Y. Han, Roberto A. Andrade *Brevundimonas diminuta* infections and its resistance to fluoroquinolones // Journal of Antimicrobial Chemotherapy. – June 2005. – Vol. 5, issue 6. – P. 853–859.

MICROFLORA OF PIKE-PERCH (SANDER LUCIOPERCA) AND MICROBIOCENOSIS OF THE WATER OF THE VISTULA LAGOON, KALININGRAD REGION

Maltseva I.S., Avdeeva E.V.
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The research of pike-perch microflora and water was carried out at 9 stations of the Vistula lagoon. The bacterial contamination of the skin, gills and internal organs was studied. In the microflora of pike-perch discovered 10 species of bacteria: micrococci, staphylococci, enterococci, marinococci, sporosarcini and bacilli. The microflora of water is dominated by Pseudomonas bacteria (6 species), other bacteria were rare.

Keywords: *Microbiology, bacteria, pike-perch, Vistula lagoon.*

Сведения об авторах:

Мальцева Ирина Сергеевна, аспирант, e-mail: irina.maltseva@klgtu.ru;

Авдеева Елена Витальевна, канд. биол. наук, профессор, e-mail: elena.avdeeva@klgtu.ru

РАЗМЕРНО-ВЕСОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КЕТЫ РЕКИ ЧЕРНОЙ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ) В 2017, 2018 гг.

Матросова И.В., Ильющенко В.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

В процессе работы проанализированы размер и масса производителей кеты реки Черной в 2017, 2018 гг. В исследованные годы в реку Черную заходила кета длиной от 490 до 789 мм, среднее значение длины было больше в 2018 г. (689,87 мм). Весовой состав рыб в 2017 г. изменялся от 1000 до 3999 г, в 2018 г. масса рыб варьировала от 1500 до 4999 г.

Ключевые слова: кета, размер, масса, река Черная.

В настоящее время на российском Дальнем Востоке действует 61 лососевый завод с общим выпуском около 962 млн шт. молоди шести видов рыб. Обращает внимание на себя тот факт, что в последнее время появились заводы с негосударственной формой собственности. Наибольший вклад вносят сахалинские лососевые заводы, на долю которых приходится 87,6 % выпускаемой молоди. Структура выпускаемой с российских заводов молоди показывает, что более половины составляет кета и около 47 % горбуша [4].

Цель работы – изучить некоторые биологические характеристики кеты реки Черной (Приморский край) в 2017 и 2018 гг. для получения статистической информации, служащей основой для экспертной оценки биологического состояния кеты реки Черной. Для реализации цели необходимо было решить следующие задачи: изучить размерный и весовой состав, проанализировать соотношение длины и массы.

Объекты и методы исследования

В основу работы положены материалы, собранные в реке Черной в 2017, 2018 гг. Биологический анализ и промеры выполняли на свежих рыбах по общепринятым в ихтиологической практике методикам [1]. Биологическому анализу подвергнуто 200 производителей кеты.

Результаты и их обсуждение

Река Черная свое начало берет на юго-восточных отрогах Сихотэ-Алиня на высоте 800 м, течет на юго-восток и впадает в бухту Черноручье Японского моря. В нижнем течении (напротив села Данильчинково) в реку впадает протока Быстрая [2]. Особенность данной протоки заключается в том, что она зимой не замерзает и в ней расположены основные нерестилища кеты.

Как известно, межгодовые различия средних размеров производителей каждого пола обусловлены, как разным соотношением численности возрастных групп, так и их темпом роста в морской период нагула. Окончательные длина и вес тела у лососей формируются только к началу нерестовой миграции. С начала XXI в. отмечается тенденция снижения средних размеров самцов и самок в подходах кеты [5].

По нашим данным, в реке Черной в 2017 г. заходили особи с длиной от 490 до 660 мм, со средним значением $561,86 \pm 0,25$ мм, в 2018 г. присутствовали особи длиной от 500 до 760 мм, средняя длина их составила $689,87 \pm 0,21$ мм (рис. 1).

Длина самок в 2017 г. кеты варьировалась в пределах от 490 до 639 мм. Средняя длина особей составила $544,1 \pm 0,23$ мм, в модальный класс вошли особи с длиной 540-589 мм (см. рис. 1). В размерном классе более 639 мм особей не было обнаружено.

В реке Черной в 2017 г. длина самцов кеты изменялась в пределах от 490 до 689 мм (см. рис. 1). Средняя длина особей была $579,62 \pm 0,17$ мм. Модальный класс составили особи размером 540-589 мм – 50 %. В 2018 г. в модальный класс вошли особи длиной 690-739 мм (44 % от общего числа пойманных рыб). Особи длиной 500 мм составили 1 % (рис. 2).

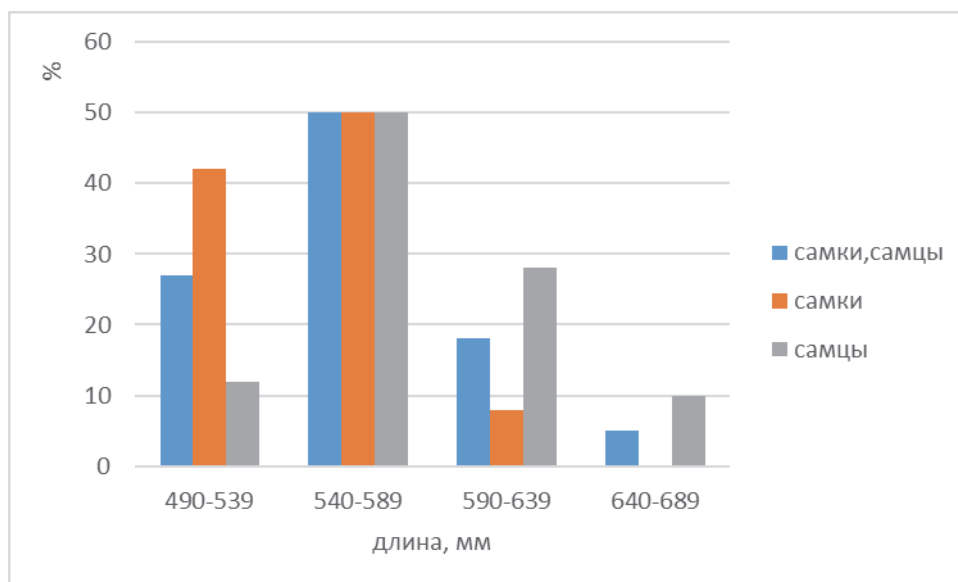


Рисунок 1 – Размерный состав кеты, 2017 г.

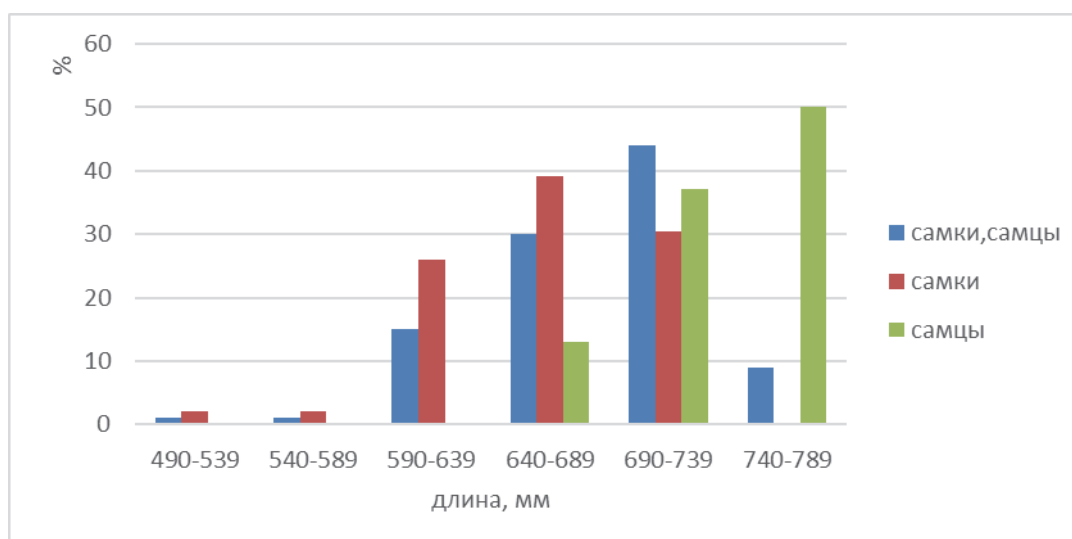


Рисунок 2 – Размерный состав кеты, 2018 г.

В реке Черной в 2018 г. длина самцов кеты варьировалась в пределах от 640 до 789 мм. Средняя длина особей составила $689,87 \pm 0,21$ мм, модальный класс сформировали особи длиной 740-789 мм – 50 % (см. рис. 2).

Длина самок кеты в 2018 г. варьировалась в пределах от 490 до 739 мм. Средняя длина особей составила $664,71 \pm 0,5$ мм, в модальный класс вошли особи с длиной 640-689 мм (см. рис. 2). Стоит заметить, что средняя длина самок была значительно меньше, чем у самцов.

Таким образом, в 2017 и 2018 гг. длина кеты в уловах варьировала от 490 до 789 мм. В 2017 г. средняя длина была значительно ниже ($561,86 \pm 0,25$ мм), чем в 2018 г. ($689,87 \pm 0,21$ мм). Самцы были крупнее самок. Средние длины самок и самцов были выше в 2018 г. (самки: 2017 г. – $544,1 \pm 0,23$ мм, 2018 г. – $664,71 \pm 0,5$ мм; самцы: 2017 г. – $579,62 \pm 0,17$ мм, 2018 г. – $689,87 \pm 0,21$ мм). В 2017 г. основу уловов составили особи, которые имели массу 2500-2999 г, составившие 48 % от общего числа выловленных особей. Особей менее 1500 г было всего 15 % (рис. 3).

Масса самок кеты в 2017 г. варьировалась в пределах от 1000 до 3999 г. Средняя масса особей составила $2763,36 \pm 0,09$ г, наибольшее число рыб имели массу от 2500 до 2999 г, составив 34 % от общего количества самок (рис. 3).

Масса самцов кеты в 2017 г. колебалась в пределах от 1000 до 3999 г, среднее значение составило $3332,8 \pm 0,08$ г. Большинство рыб имели массу такую же, как и самки – 2500-2999 г (38 %), рис. 3.

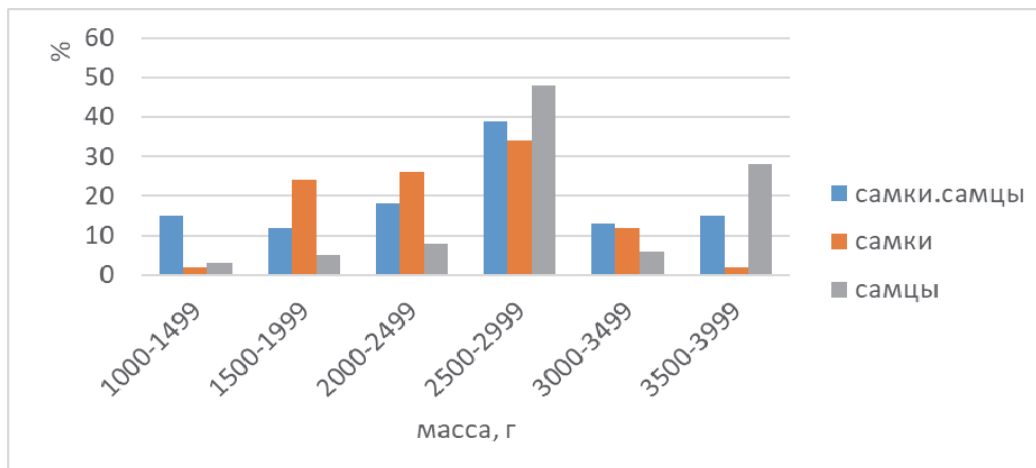


Рисунок 3 – Весовой состав кеты в 2017 г.

В 2018 г. в модальный класс вошли особи массой 3500-3999 г. – это 26 % от общего числа зашедших производителей. Особи, имевшие массу 1500-1999 г, составили 1 % (рис. 4).

Масса самок кеты в 2018 г. варьировалась в пределах от 1500 до 4999 г. Средняя масса особей составила $3492,9 \pm 0,07$ г, наибольшее число рыб (28 % от общего числа самок) имели массу от 3000-3499 (рис. 4).

Масса самцов кеты в 2018 г. варьировалась в пределах от 2500 до 4499 г, среднее значение составило $3907,96 \pm 0,1$ г. Основная масса особей имела массу 4000-4499 г, что составило 29 % от общего количества самцов (рис. 4).

Таким образом, осенью в 2017 г. средняя масса была значительно ниже ($3048,08 \pm 0,8$ г), чем в 2018 г. ($3492,9 \pm 0,7$ г). Самцы крупнее самок. Средние массы самок и самцов были выше в 2018 г. (самки: 2017 г. – $2763,36 \pm 0,09$ г, 2018 г. – $3492,9 \pm 0,07$ г; самцы: 2017 г. – $3332,8 \pm 0,08$ г, 2018 г. – $3907,96 \pm 0,1$ г).

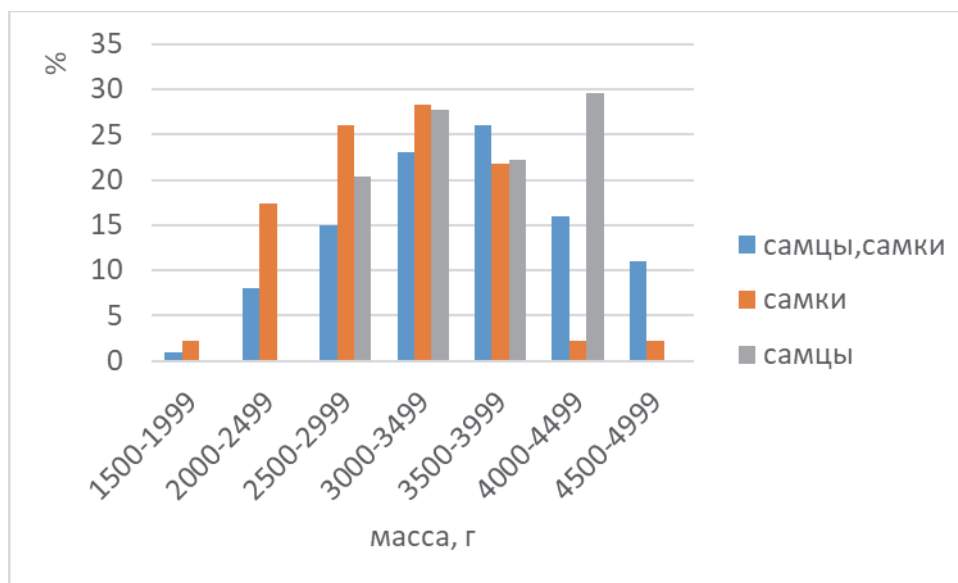


Рисунок 4 – Весовой состав кеты в 2018 г.

Соотношение длины и массы кеты реки Черной за период исследований описывает уравнение степенной функции с высоким коэффициентом аппроксимации (рис. 5, 6).

Размеры и масса изменяются в течение преднерестового периода по мере подхода новых мигрантов, и также подходящей к берегам кеты в разные годы. Изменения количественных показателей приморской кеты находятся в прямой зависимости от численности поколений. Положительная зависимость неоднократно изменялась на противоположную, начиная с тридцатых годов, когда в слабых поколениях кеты появлялись более крупные особи; причины этого, лежат в ухудшении условий воспроизводства и в селективности промысла [3].

Основная масса особей в 2017 г. находилась в размерном интервале 500-600 мм и имела массу от 2000 до 3500 г. Особей весом менее 1500 г. и короче 480 мм не наблюдалось (рис. 5).

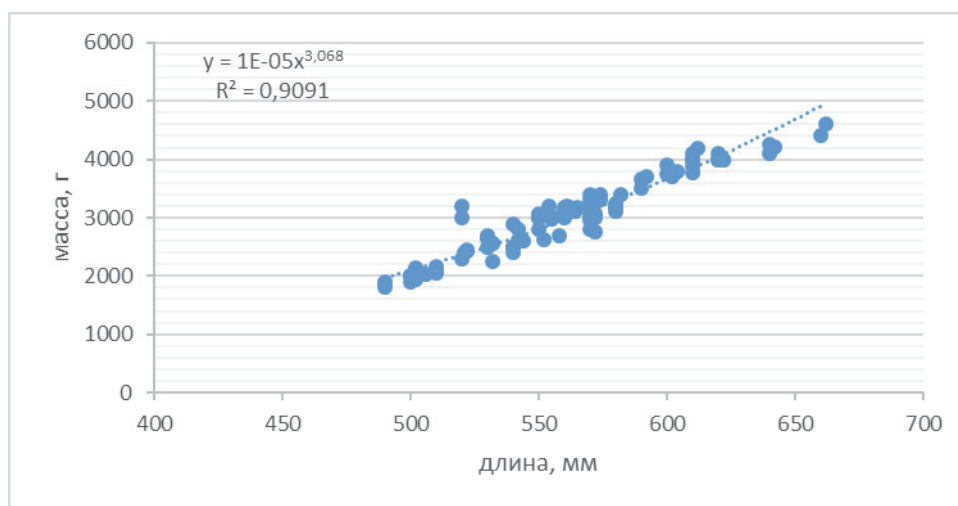


Рисунок 5 – Зависимость длина-масса кеты, 2017 г.

В 2018 г. большинство особей в диапазоне 600-700 мм имели массу от 2200 до 4000 г. Из обработанных нами данных видно, что в 2018 г. отсутствовали особи менее 500 мм (рис. 6).

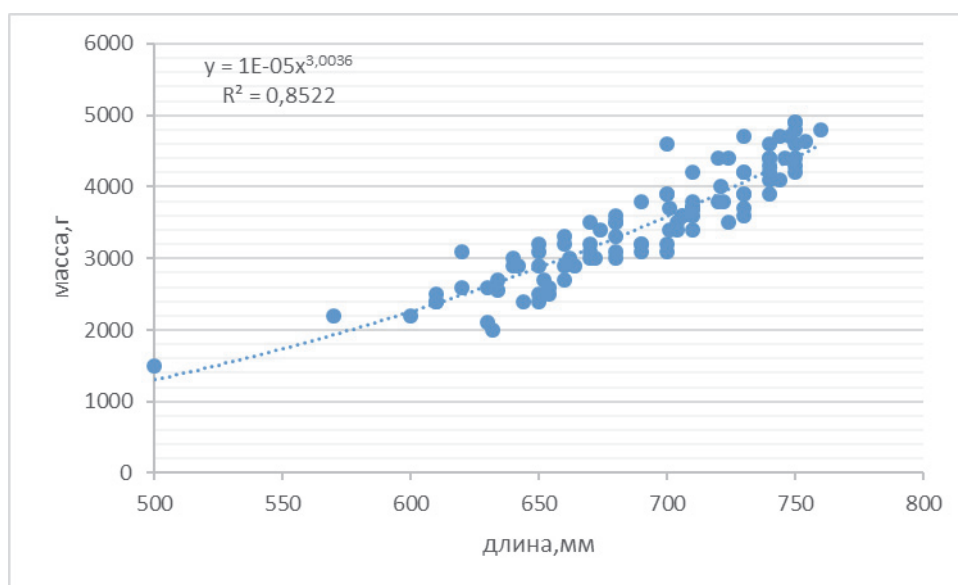


Рисунок 6 – Зависимость длина-масса кеты в 2018 г.

Выводы

1. В 2017 г. размерный состав кеты, заходящей на нерест в реку Черную, изменялся от 490 до 689 мм, составив в среднем $561,86 \pm 0,25$ мм. В 2018 г. длина рыб варьировала от 490 до 789 мм, составив в среднем $689,87 \pm 0,21$ мм. Средние размеры самцов превышали средние размеры самок.

2. Весовой состав рыб в 2017 г. изменялся от 1000 до 3999 г, составив в среднем $3048,08 \pm 0,08$ г. В 2018 г. масса рыб варьировала от 1500 до 4999 г, составив в среднем $3492,9 \pm 0,07$ г. Средняя масса самцов превышала среднюю массу самок.

3. Размерно-весовые показатели кеты были выше в 2018 г.

Полученные данные дополняют сведения о некоторых биологических характеристиках кеты реки Черной и будут полезны для рационального промысла и воспроизводства.

Библиографический список

1. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб: 4-е изд. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 374 с.

2. Леванидов В.Я. Материалы к лимнологической классификации текучих водоемов Дальнего Востока // Вопр. гидробиологии. – М.: Наука, 1965. – С. 251-252.

3. Горяинов А.А. Биология молоди кеты в морском побережье южного Приморья: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 1991. – 26 с.

4. Горяинов А.А. Крупянко Н.И. Заводское воспроизводство тихоокеанских лососей в Приморском крае (Итоги 20-летней деятельности) // Бюл. № 2. Реализация «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2007. – С. 47-69.

5. Каев А.М., Чупахин И.М. К экологии молоди кеты и горбуши в прибрежный морской период жизни у острова Итуруп // Экология и условия воспроизводства рыб и беспозвоночных дальневосточных морей и северо-западной части Тихого океана. – Владивосток: ТИПРО, 1982. – С. 63-72.

SIZE-WEIGHT CHARACTERISTICS THE CHUM SALMON OF THE BLACK RIVER (PRIMORSKY KRAI) IN 2017, 2018 YEARS

Matrosova I.V., Ilyushchenko V.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

In the process of work, the size and weight of the chum salmon in the Black River in 2017, 2018 were analyzed. In the years studied chum salmon came in the river from 490 to 789 mm long, the average length was greater in 2018 (689.87 mm). The weight composition of fish in 2017 varied from 1000 to 3999 g; in 2018, the weight of fish varied from 1500 to 4999.

Keywords: *Chum salmon, size, weight Black River.*

Сведения об авторах:

Матросова Инга Владимировна, канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Ильющенко Валентина Владимировна, гр. ВБМ-112, e-mail: ilyshenko.v.v@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИБИРСКОГО ОСЕТРА Р. ЛЕНА

Матросова И.В., Калинина Г.Г., Рыбникова И.Г.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Проанализированы размерный, весовой и возрастной составы производителей сибирского осетра нижнего течения реки Лена. В исследованные годы длина осетра варьировала от 50 до 103 см, вес от 1 до 9 кг. Наибольшие средние значения длины и массы были в 2012 г. Самки были крупнее самцов по размерам, а также по весовым показателям. В 2012 г. по сравнению с 2013 г. встречались рыбы старше 33 лет.

Ключевые слова: река Лена, сибирский осетр, размерный состав, весовой состав, возраст.

Ухудшение состояния запасов основных промысловых рыб в реках Северо-Востока Сибири ставит в качестве первоочередной задачи создание рационального рыбного хозяйства на внутренних водоемах, базирующегося на наиболее ценных представителях ихтиофауны [1, 2].

Большое значение в связи с этим приобретает разработка мероприятий, направленных на увеличение запасов осетровых рыб и расширение их ареала воспроизводства. Как известно, для осетровых рыб характерна ярко выраженная внутривидовая и внутривидовая дифференциация, их высокая адаптационная пластичность, которые легли в основу мероприятий по их широкому рыбоводному освоению. Эти мероприятия включают в себя искусственное разведение осетровых в природном ареале и акклиматизацию в благоприятных для этих целей водоемах.

Особый интерес в этом отношении представляет сибирский осетр, образующий на своем огромном ареале ряд речных или озерно-речных популяций. Очень своеобразной формой сибирского осетра является осетр, обитающий в Лене и выработавший ряд биологических приспособлений к крайне суровым условиям существования. Сибирский осетр довольно поздно достигает половой зрелости (16-18 лет). При этом для него характерен невысокий воспроизводительный потенциал (позднее созревание, не ежегодный нерест и прочее), плюс усиленный антропогенный пресс, снижающий уровень естественного воспроизводства. Сибирский осетр нижней Лены – пластичная форма. Его такие качества, как туводность, малая протяженность миграций, небольшие размеры, при которых он достигает половой зрелости, широкая адаптация к температурному режиму, большие потенциальные возможности роста позволяют рекомендовать его как объект для воспроизводства.

Ежегодно для восстановления запасов осетра проводятся работы на участке «Натара» реки Лены Жиганского улуса Республики Саха (Якутия). Здесь для получения икры имеются благоприятные условия (основное нерестилище, короткие сроки нерестового хода и нереста, концентрация производителей, высокая проточность воды, создаваемая впадением реки Натара в Лену).

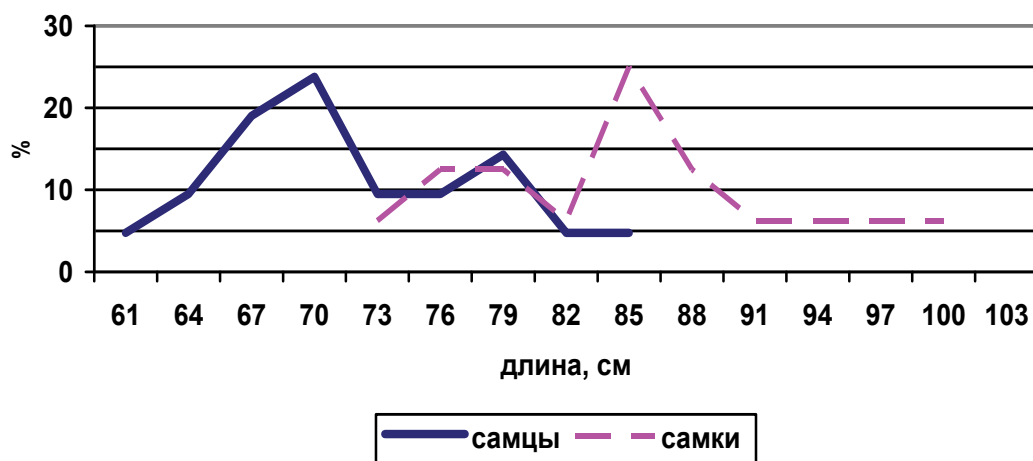
Цель работы – изучить некоторые биологические характеристики сибирского осетра реки Лена (поселок Жиганск, Жиганского района Республики Саха (Якутия)). Для реализации цели необходимо было решить следующие задачи: изучить размерный, весовой и возрастной составы производителей сибирского осетра.

В основу работы положены материалы, собранные из сетных уловов на участках «Натара» (2013 г.) и «Сорок островов» (2012 г.), расположенных в нижнем течении реки Лена. Район нижнего течения реки Лена, где проводились исследования, лежит за Северным полярным кругом и ограничен долиной реки у поселка Жиганска Республики Саха (Якутия), в 764 км ниже города Якутска.

Отлов осетра производился ставными сетями с ячейей 55-90 мм и длиной 25-30 м в третьей декаде июня. Пойманная рыба подвергалась морфобиологическому анализу, включа-

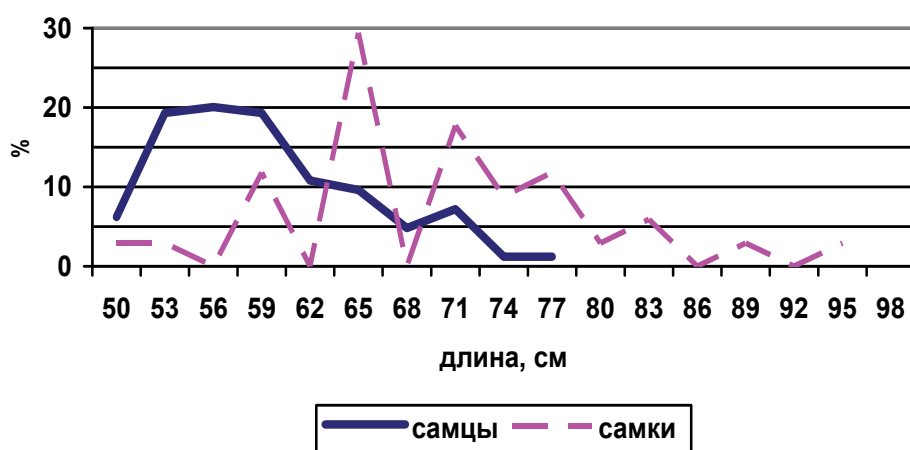
ющему измерение длины рыбы, измерение массы рыбы, определение половой принадлежности, для определения возраста фиксировался срез первого луча грудных плавников. Камеральная обработка материала проводилась по общепринятым методикам [3].

Размерный состав производителей осетра в 2012 г. колебался от 61 до 103 см (рис. 1). У самцов модальную группу составляли особи размером от 64 до 78 см. Большинство самок имели длину от 82 до 88 см. Размерный состав осетра в 2013 г. варьировал от 50 до 98 см (рис. 2). У самцов модальную группу формировали особи размером от 53 до 62 см. Основная масса самок имела длину от 62 до 71 см.



Пол	$\bar{x} \pm m\bar{x}$ см	n, экз.
♀	74,8±1,95	16
♂	70,66±1,5	21
♀♂	76,9±1,7	37

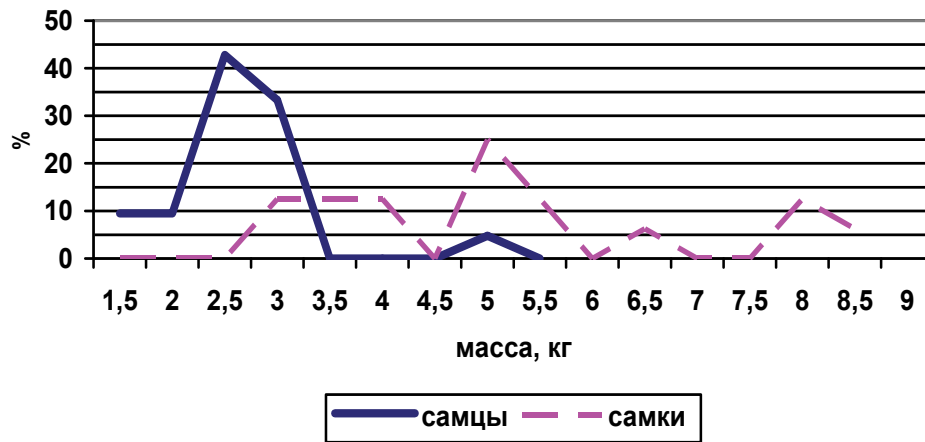
Рисунок 1 – Размерный состав осетра, 2012 г.



Пол	$\bar{x} \pm m\bar{x}$ см	n
♀	69,4±1,8	14
♂	58,5±0,8	23
♀♂	60,8±5,5	37

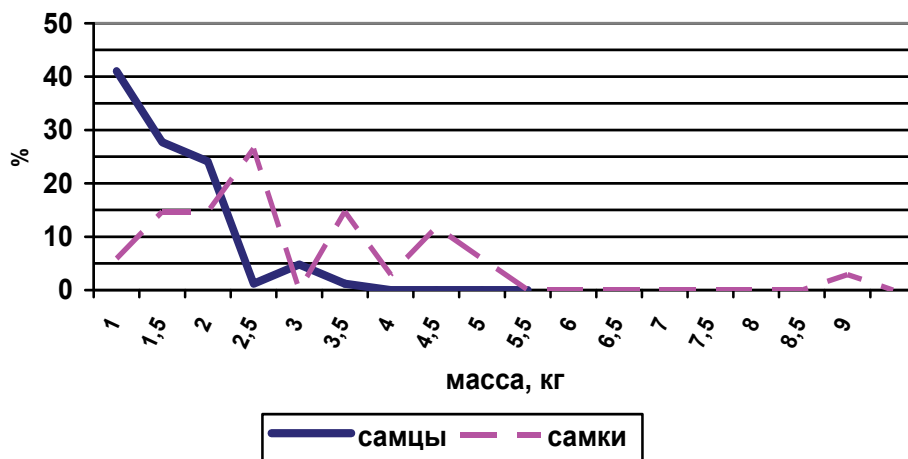
Рисунок 2– Размерный состав осетра, 2013 г.

Весовой состав осетра в 2012 г. представлен был особями от 1,5 до 9 кг (рис. 3). Масса самцов варьировала от 1,5 до 5,5 кг, самок от 3 до 9 кг. Модальная группа самцов – рыбы массой 2,0-3,0 кг, самок – 4,5-5,2 кг (рис. 5). В 2013 г. встречались особи массой от 1 до 9 кг (рис. 4). Весовой состав самцов варьировал от 1 до 4 кг, самок – от 1 до 9 кг. Модальная группа самцов – рыбы массой 1,0-2,0 кг, самок – 2,0-3,3 кг (рис. 4).



Пол	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$ кг	n
♀	3,6±0,4	16
♂	2,4±0,2	21
♀♂	3,2±0,3	37

Рисунок 3– Весовой состав осетра, 2012 г.



Пол	$\bar{x} \pm m_{\bar{x}}$ кг	n
♀	2,7±0,3	14
♂	1,8±0,2	23
♀♂	2,2±0,1	37

Рисунок 4 – Весовой состав осетра, 2013 г.

Возрастной состав осетра в 2012 г. был представлен особями от 15 до 46 лет. Большинство самцов – рыбы в возрасте 22-24, 34-36 лет, среди самок – рыбы в возрасте 44-46 лет (рис. 5).

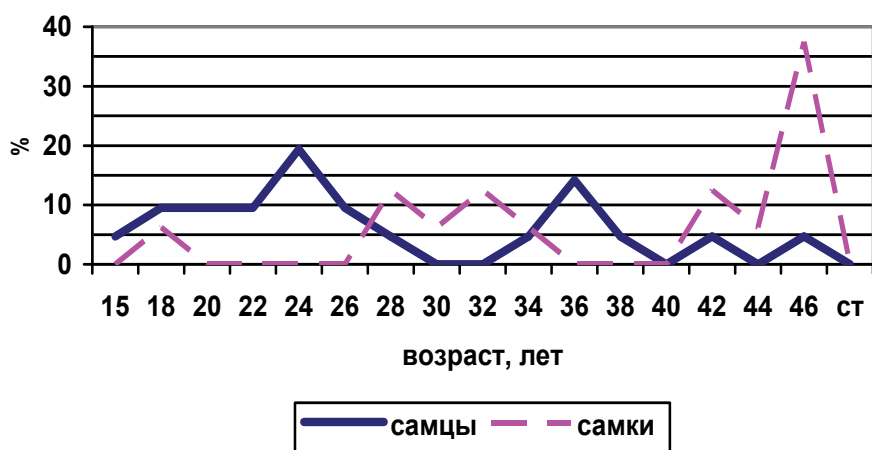


Рисунок 5 – Возрастной состав осетра, 2012 г.

В 2013 г. встречались особи в возрасте от 10 до 34 лет. Большинство самцов – рыбы в возрасте старше 33 лет, среди самок – рыбы в возрасте 21-23, 33-34 года (рис. 6).

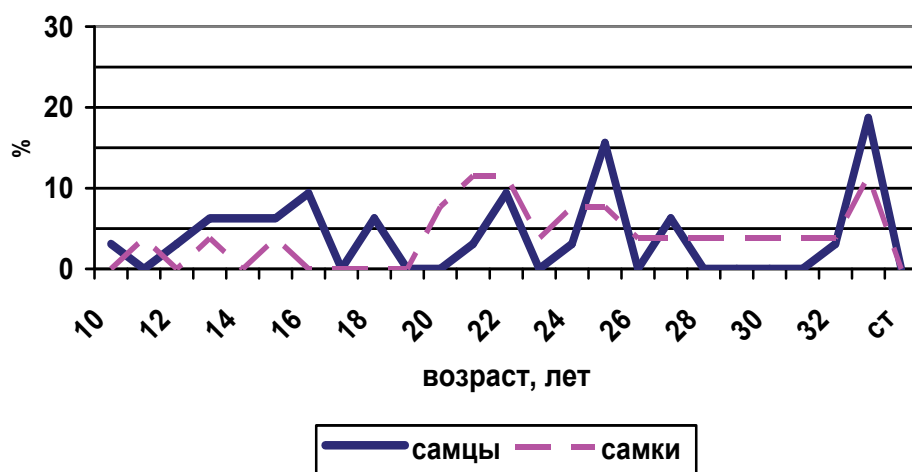


Рисунок 6 – Возрастной состав осетра, 2013 г.

Таким образом, в исследованные годы самки были крупнее самцов по размерам и по весовым показателям. Средний размер самок был больше в 2012 г. – 74,8 см при среднем весе 3,6 кг. Линейные размеры самцов колебались от 61 до 85 см и в среднем составили 70,66 см. Вес самцов варьировал от 1,5 до 5,5 кг при среднем показателе 2,4 кг. В 2012 г. по сравнению с 2013 г. встречались рыбы старше 33 лет. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Размерный состав осетра в нижнем течении реки Лена изменялся от 50 до 103 см при среднем размере в 2012 г. $76,9 \pm 1,7$ см, в 2013 г. – $60,8 \pm 5,5$ см. Самки были крупнее самцов по размерам.

2. Весовой состав формировали особи от 1 до 9 кг при средней массе в 2012 г. $3,2 \pm 0,3$ кг, в 2013 г. – $2,2 \pm 0,1$ кг. Средняя масса самок превышала среднюю массу самцов.

3. Возраст исследованных особей варьировал в 2012 г. от 15 до 46 лет, в 2013 г. – от 10 до 34 лет.

4. Наибольшие средние значения длины и массы были в 2012 г.

Полученные сведения о некоторых биологических характеристиках сибирского осетра будут полезны для предприятий, занимающихся воспроизводством сибирского осетра в Республике Саха (Якутия).

Библиографический список

1. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б. и др. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. – Якутск: ЯНЦ СО РАН, 2009. – 173 с.
2. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. – М.: Научный мир, 2002. – 256 с.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищ. пром-сть, 1966. – 542 с.

SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE SIBERIAN STURGEON IN R. LENA

Matrosova I.V., Kalinina G.G., Rybnikova I.G.
Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

The size, weight and age composition of the producers of the Siberian sturgeon of the lower reaches of the Lena river are analyzed. In the studied years, the length of the sturgeon varied from 50 to 103 cm, weight from 1 to 9 kg. The largest average lengths and weights were in 2012. Females were larger than males in size and also in weight. In 2012, compared with 2013, there were fish older than 33 years.

Keywords: *Lena River, siberian sturgeon, size composition, weight composition, age.*

Сведения об авторах:

Матросова Инга Владимировна, канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: ingavladm@mail.ru;

Калинина Галина Георгиевна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: kalinina.gg@dgtru.ru;

Рыбникова Ирина Григорьевна, канд. биол. наук, доцент, e-mail: rybnikova.ig@dgtru.ru

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ЗАВИСИМОСТИ ПЛОЩАДИ НЕРЕСТОВО-ВЫРОСТНЫХ УЧАСТКОВ ОТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Наумов В.А.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Проведен статистический анализ зависимости площади нерестово-выростных участков атлантического лосося от гидрологических параметров по данным наблюдений на реках Кольского полуострова. Показано, что результаты расчета по ранее предложенному регрессионному многочлену не согласуются с данными наблюдений. Хорошее согласие с данными наблюдений дает показательная регрессионная зависимость площади участков от площади бассейна и среднего уклона исследованных рек.

В работах по водным биоресурсам исследовано влияние гидрологических условий на естественное воспроизводство рыбных запасов в реках. Довольно много публикаций по результатам изучения указанных проблем в дельте реки Волги ([1-4] и библиография в них). Так, в [1] рассмотрено влияние гидрологических характеристик весеннего половодья в низовьях дельты Волги на численность заходящих на нерест производителей и плотность скоплений молоди воблы, краснопёрки и окуня. Установлено, что в многоводный год (2013) нерест рыб проходил на полях и был более эффективен; в маловодный год (2012) нерест рыб проходил в ериках и был менее эффективным. В [2] выполнен анализ характеристик гидрологического режима дельты Волги на примере западной части Астраханского заповедника в многоводный период (1993-1995) и маловодный период (2010-2012). Показано, что сроки затопления полей зависят, в первую очередь, от сроков, продолжительности и объема весенних рыбохозяйственных попусков воды через плотину Волгоградской ГЭС. Кроме того, эти сроки определяются еще и меженным уровнем воды в речных протоках. Гидрологический режим дельты Волги в исследованные годы не был благоприятным для нереста не только в маловодные, но и в многоводные годы.

В [4] представлены результаты оценки влияния гидрологических условий на характеристики молоди леща в дельте реки Волги. Исследовано влияние характеристик весеннего половодья и температурного режима на сроки нереста производителей, продолжительность нагула молоди на нерестилищах. Представлены результаты наблюдений, проведенных на нерестилищах в разных районах дельты Волги в 2011–2017 гг. Наиболее благоприятные условия для нагула молоди леща были в многоводные годы (2013 и 2016). Неблагоприятные условия для естественного воспроизводства сложились в маловодные годы (2012 и 2014).

Опубликовано несколько работ с результатами изучения условий воспроизводства рыбных запасов в реке Урал. Так, в [5] установлена общая закономерность для молоди всех видов осетровых – повышение массы скатывающейся молоди по мере увеличения водности реки Урал. Для естественного воспроизводства осетровых в реке Урал особенно значимым фактором стало заметное снижение в последние годы водности, что привело к потере многих нерестилищ и к сокращению количества пропускаемых на нерестилища производителей. Появление мелкой молоди в маловодные годы объяснялось слабым освоением производителями нерестилищ, расположенных в среднем течении реки Урал, и их нерестом в низовьях реки. В [6] показано, что изменение климата в Западно-Казахской области отразилось на гидрологическом режиме. В частности, в 2008-2016 годовые объемы водного стока были ниже среднего уровня. Они составили от 15 до 58 % от необходимого, что заметно сократило нерестовые площади и сроки нереста. Это вызвало ухудшение репродукции запасов рыб и снижение промысловых ресурсов, особенно это отразилось на одном из основных видов промысла – сазане.

Опубликованные результаты исследований показали, что среди основных факторов, влияющих на естественное воспроизводство рыбных запасов в реках, важную роль играют сроки, продолжительность и уровни весеннего половодья. Заметим, что все перечисленные работы посвящены изучению влияния изменений гидрологических характеристик, главным образом во время весеннего половодья на показатели естественного воспроизводства разных видов рыб в одной и той же реке. Практически не исследована зависимость показателей воспроизводства от гидрологических характеристик разных рек. Это особенно важно для слабо исследованных территорий. В связи с этим большой интерес представляет работа [7], выполненная под руководством академика РАН Дмитрия Сергеевича Павлова.

На основе анализа собранной базы данных в [7] выявлены факторы, определяющие эффективность естественного воспроизводства атлантического лосося в беломорских реках Кольского полуострова. Установлена иерархия факторов, определяющих состояние экосистем лососевых рек Арктической зоны. Только часть из 20 исследованных гидрологических параметров оказались достоверно значимыми факторами, определяющими типы лососевых рек. Биологические показатели тесно связаны с площадью нерестово-выростных участков атлантического лосося (ПНВУ) и гидрологическими параметрами. Указанные показатели формируются в результате многолетних процессов роста и развития рыб. Такая длительность нивелирует сезонные и годовые изменения среды, что усиливает влияние постоянных гидрологических факторов, а также средних многолетних значений. Это стало обоснованием проведенного регрессионного анализа.

Особенность работы [7] в том, что авторы получили регрессионные зависимости ПНВУ и биологических показателей состояния популяций (запас производителей и численность смолтов, число видов рыб в реке) от гидрологических параметров разных рек.

В данной статье рассмотрим только закономерности изменения ПНВУ атлантического лосося. В [7] было изучено влияние на ПНВУ следующих гидрологических характеристик: L – длина реки (км), A – площадь водосбора реки, (км²), падение (разница высоты русла реки над уровнем моря в истоке и устье (м), I – относительное падение или средний уклон (‰), модуль стока (л/(с·км²); Q – средний многолетний расход воды в устье (м³/с), число притоков первого порядка, лесистость, заболоченность и озерность бассейна реки (%).

В [7] для статистического анализа были взяты 24 реки Кольского полуострова бассейна Белого моря (рис. 1), по которым нашлись наиболее полные сведения (объем выборки $n=24$). Часть из них представлена в табл. 1.



Рисунок 1 – Схема расположения обследованных рек Беломорского бассейна Кольского полуострова [7]

В [7] приведена регрессионная зависимость ПНВУ от длины водотока L (км), среднего уклона I (‰ или м/км), среднего многолетнего расхода в устье реки Q (м³/с)

$$S = f(L, Q, I) = 13954 \cdot L - 44 \cdot L^2 - 372212 \cdot I + 55749 \cdot I^2 + 58185 \cdot Q - 2180 \cdot Q^2, \quad (1)$$

где S рассчитывается в м², далее будем умножать (1) на 10^{-6} , чтобы получать км².

Уже первый взгляд на (1) настораживает: использован многочлен второго порядка, но отсутствуют все слагаемые с произведениями аргументов. Для проверки выполним расчет по формуле (1) для параметров, приведенных в табл. 1. Предпоследний столбец в табл. 1 показывает, что значения S , рассчитанные по формуле (1), совершенно не согласуются с данными наблюдений, среди них есть даже отрицательные.

Таблица 1 – Данные наблюдений [7] и результаты расчетов

Название реки	A , км ²	L , км	Q , м ³ /с	I , ‰	S , км ²		
					набл. [7]	по (1)	по (2)
Поной	15500	426	176,5	0,69	17,34	-59,9	19,70
Варзуга	98366	254	77,0	0,83	14,68	-8,01	12,32
Умба	6248	125	78,2	0,83	4,478	-7,99	6,78
Стрельна	2770	213	3135	0,90	2,80	0,372	2,66
Чапома	1110	115	12,5	1,79	1,395	0,922	0,814
Усть-Пялка	261	58	3,51	3,53	0,099	0,219	0,137

Проанализируем с помощью контурного графика (рис. 2) регрессионную зависимость во всей области исследованных диапазонов L и Q . Видно, что только в левой нижней части рис. 2 ($5 \text{ м}^3/\text{с} \leq Q < 40 \text{ м}^3/\text{с}$; $50 \text{ км} \leq L < 320 \text{ км}$) расчет по формуле (1) дает положительные результаты. В остальной области формула (1) непригодна для расчетов ПНВУ, так как дает отрицательные результаты.

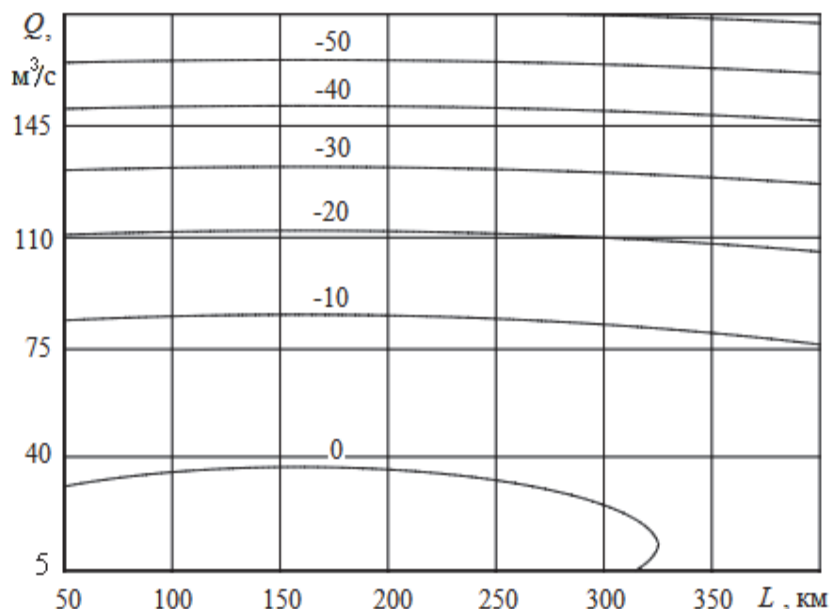


Рисунок 2 – Контурный график зависимости ПНВУ от длины водотока и среднего расхода по (1) при $I = 0,83$

Рассмотрим более подробно с помощью пространственного графика (рис. 3) результаты расчета по формуле (1) при сравнительно небольших значениях аргументов L и Q , где

значения S получаются положительными. Обращаем внимание на наличие максимума ПНВУ. Действительно, возьмем производную от $f(L, Q, I)$ по L и по Q , приравняем эти производные к нулю, получим точку, в которой функция имеет экстремум: $L = 158$ км, $Q = 13,35$ м³/с. Каких-либо объяснений наличия экстремума в [7] не приведено.

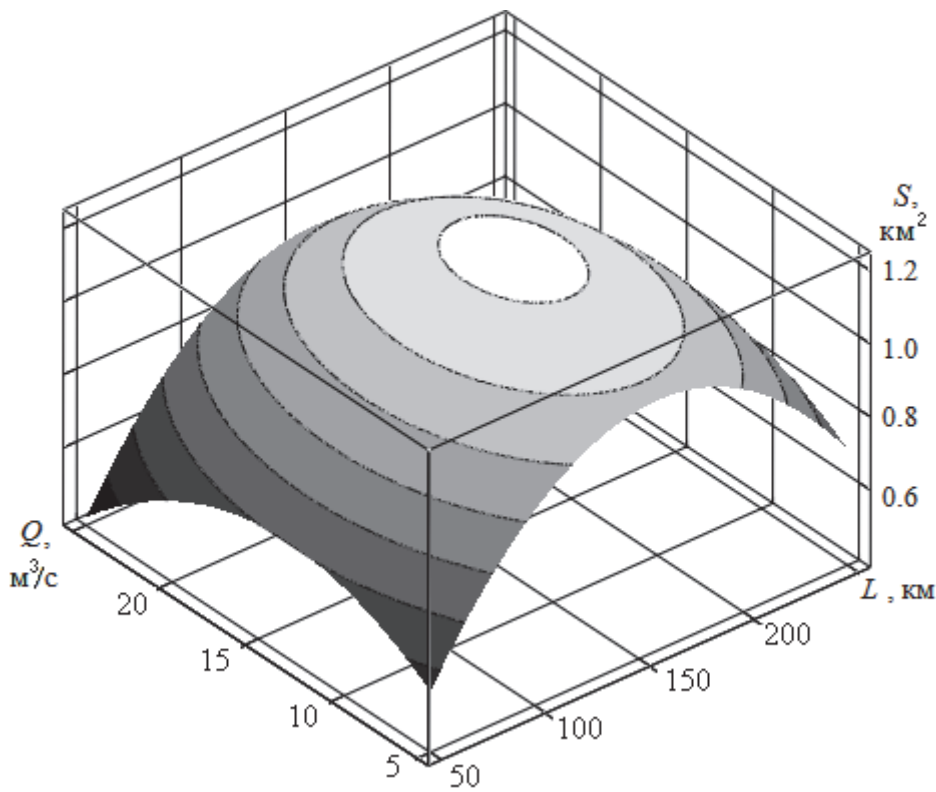


Рисунок 3 – Пространственный график зависимости ПНВУ от длины водотока и расхода по (1) при $I = 0,83$

Найти другие публикации авторов [7] по данному расчету не удалось, на вопросы по электронной почте ответов получено не было. Предположим, что в формуле (1) есть опечатки. Можно даже подобрать в многочлене (1) эмпирические коэффициенты, чтобы получить согласие с данными наблюдений. Проблема не в этом. Проблема заключается в отборе значимых факторов и выборе формы зависимости. Рассчитаем коэффициенты парной корреляции (табл. 2).

Таблица 2 – Матрица парной корреляции

№	Показатель	Номер показателя				
		1	2	3	4	5
1	S	1	0,969	0,901	0,907	-0,653
2	A	0,969	1	0,978	0,921	-0,696
3	Q	0,901	0,978	1	0,904	-0,675
4	L	0,907	0,921	0,904	1	-0,748
5	I	-0,653	-0,696	-0,675	-0,748	1

Казалось бы, табл. 2 подтверждает отбор в [7] значимых факторов, влияющих на ПНВУ, коэффициенты корреляции первой строки достаточно велики. Однако между аргументами A , Q , L наблюдается тесная стохастическая связь, что требует проверки избыточности числа аргументов (см., например, [8, 9]).

Сначала оставим в регрессионной зависимости два аргумента A и I . A имеет наибольший коэффициент корреляции в первой строке табл. 2, а уклон I не так тесно связан с другими аргументами. На рис. 4 представлены данные [7] по ПНВУ. Зависимость S от A (рис. 4, а) действительно можно описать многочленом, причем, низкого порядка. Зависимость S от I (рис. 4, б) совершенно иная, она ближе к гиперболической или показательной функции.

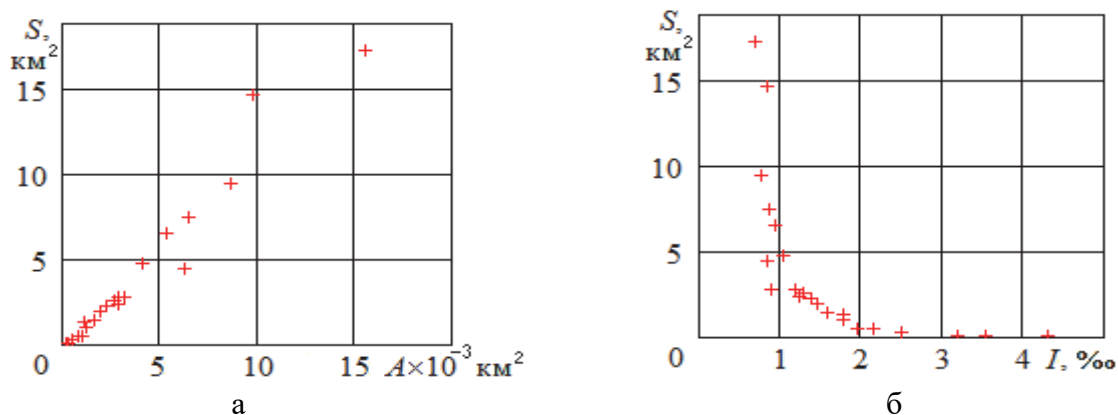


Рисунок 4 – Данные [3] по ПНВУ: а – зависимость от площади бассейна; б – от уклона

Выдвинем гипотезу, что зависимость ПНВУ от площади бассейна и уклона показательная (регрессионная функция двух аргументов)

$$S = \varphi_2(A, I) = \alpha \cdot A^\beta \cdot I^\gamma. \quad (2)$$

Методом наименьших квадратов были найдены коэффициенты в формуле (2)

$$\alpha = 3,369 \cdot 10^{-4}, \quad \beta = 1,129, \quad \gamma = -0,2196.$$

Сравнение результатов расчета по формуле (2) с данными наблюдений показало не-плохое согласие (рис. 5). Коэффициент β немногим больше единицы, зависимость S от A при фиксированном уклоне близка прямо пропорциональной. Индекс детерминации (2) $R^2 = 0,927$ следует признать высоким при таком большом разбросе данных. Можно считать, что выдвинутая гипотеза подтвердилась.

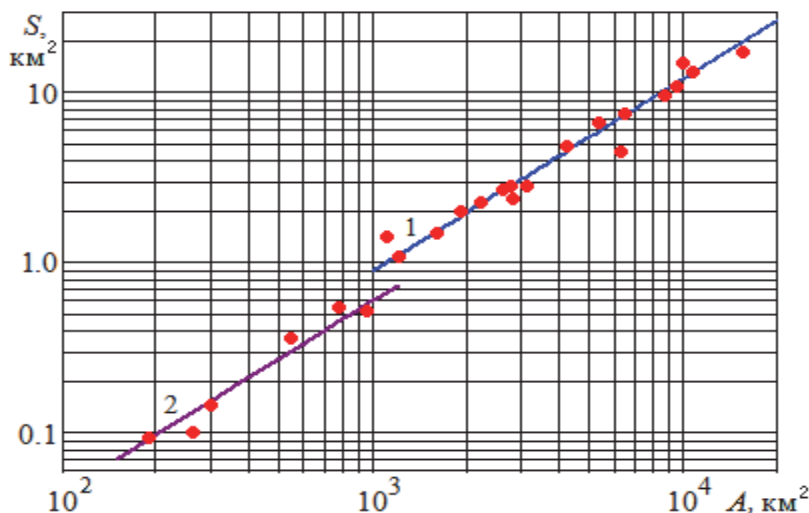


Рисунок 5 – Зависимость ПНВУ от площади бассейна. Точки – данные наблюдений [3]; линии – результаты расчета по (2): 1 – при уклоне $I = 0,69 \text{‰}$; 2 – при уклоне $I = 4,3 \text{‰}$

Были также подобраны коэффициенты в регрессионных зависимостях от трех и четырех аргументов

$$S = \varphi_3(A, I, Q) = \alpha \cdot A^\beta \cdot I^\gamma \cdot Q^\lambda, \quad S = \varphi_4(A, I, Q, L) = \alpha \cdot A^\beta \cdot I^\gamma \cdot Q^\lambda \cdot L^\theta, \quad (3)$$

но значительного повышения индекса детерминации при этом получено не было.

Таким образом, ПНВУ, расчет по формуле (1), предложенной в [7], в большей части исследованной области дает отрицательные результаты. При сравнительно небольших значениях длины водотока и среднего расхода результаты положительные, но имеют экстремум и совершенно не согласуются с данными наблюдений.

Хорошее согласие с данными наблюдений дает показательная регрессионная зависимость ПНВУ S от площади водосборного бассейна реки A и среднего уклона I . Причем зависимость S от A близка к прямо пропорциональной; S падает с ростом I . Разумеется, нельзя считать полученную зависимость окончательно установленной даже для исследованного бассейна, так как объем выборки слишком мал.

Библиографический список

1. Васильева Л.М., Литвинов К.В., Подоляко С.А. Влияние гидрологического режима дельты Волги на естественное воспроизводство рыб // Вопр. ихтиологии. – 2016. – № 5. – С. 594-600.
2. Астафьева С.С., Судакова Н.В., Ахметова А.Р., Карпенко Н.И. Оценка влияния режима низовьев дельты Волги на нерест рыб в современных условиях // Вопр. рыбного хозяйства Беларуси. – 2016. – № 32. – С. 242-248.
3. Чавычалова Н.И., Фомин С.С. Эффективность естественного воспроизводства рыб в зависимости от гидрологического режима реки Волги в весенне-летний период // Рыб. хоз-во. – 2018. – № 6. – С. 12-15.
4. Васильченко О.М., Чавычалова Н.И., Пономарев С.В. Влияние объема стока и режима половодья на качественные характеристики молоди леща (*ABRAMIS BRAMA ORIENTALIS* L.) в восточных и западных частях дельты реки Волги // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2019. – № 2. – С. 203-210.
5. Исбеков К.Б., Камелов А.К., Асылбекова С.Ж. и др. Современное состояние естественного воспроизводства осетровых рыб (*ACIPENSERIDAE*) в реке Урал // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. – 2018. – № 2. – С. 81-86.
6. Ким А.И., Васильева Л.М., Судакова Н.В. Воздействие изменения климата на водные и рыбные ресурсы реки Жайык (Урал) в Западно-Казахстанской области // Астраханский вестник экологического образования. – 2019. – № 2(50). – С. 203-210.
7. Основные факторы естественного воспроизводства атлантического лосося *Salmo salar* L. в беломорских реках Кольского полуострова / Д.С. Павлов, А.Е. Веселов, В.В. Костин и др. // Поисковые фундаментальные научные исследования в интересах развития Арктической зоны Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=b256fbe4-9497-4d95-beb6-684e9263725e> (дата обращения: 20.04.2020).
8. Боровиков В.П., Боровиков И.П. Статистический анализ и обработка данных в среде Windows. – М.: Изд-во «Филинь», 1998. – 608 с.
9. Наумов В.А. Прикладная математика: учеб. пособие по решению профессиональных задач в среде Mathcad. – Калининград: Изд-во КГТУ, 2014. – 144 с.

STATISTICAL DATA ANALYSIS BASED ON AREA OF SPAWNING-REARING AREAS FROM HYDROLOGICAL PARAMETERS

Naumov V.A.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

Statistical analysis of the dependence of the spawning areas of Atlantic salmon on hydrological parameters based on observations on the rivers of the Kola Peninsula was carried out. The calculation results for the previously proposed regression polynomial do not agree with the observational data. The indicative regression dependence of the land area on the basin area and the average slope of the studied rivers gives a good agreement with the observational data.

Сведения об авторе:

Наумов Владимир Аркадьевич, доктор техн. наук, профессор, зав. кафедрой, e-mail: van-old@mail.ru

МАСШТАБЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ТРАЛОВЫХ ЛЕБЕДОК С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Недоступ А.А., Ражев А.О.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Масштабы динамического подобия необходимы для электродинамического подобия траловых лебедок, имеющих электрический привод. Теория подобия широко используется для проектирования орудий рыболовства, но при проектировании промысловых механизмов она не приняла широкого распространения из-за сложности обеспечения подобия и сложности конструирования и подбора моделей промысловых механизмов. На основании теории динамического подобия приведены масштабы подобия электрических лебедок.

Ключевые слова: масштабы подобия, электродинамическое подобие, электрическая лебедка.

Масштабы динамического подобия необходимы для электродинамического подобия траловых лебедок, имеющих электрический привод. Теория подобия широко используется для проектирования орудий рыболовства, но при проектировании промысловых механизмов она не получила широкого распространения из-за сложности обеспечения подобия и сложности конструирования и подбора моделей промысловых механизмов. Важная составляющая электродинамического подобия состоит в сохранении у модели, выполненной в отличных от природы размерах, физической природы явлений оригинала. На основании теории динамического подобия А.А. Недоступа [1], приведем масштабы подобия электрических лебедок для выполнения нестационарных процессов тралового лова (вытравливание и выборка ваеров). При соблюдении критериев подобия электродинамических процессов требуется обеспечить совпадение механических, электрических и электромагнитных процессов. При проектировании электрических лебедок, а также их физическом моделировании необходимо учитывать характеристики гидродинамических, грунтодинамических, электродинамических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии. В статье авторами предлагаются масштабы подобия для электродинамических характеристик, приводятся графики их зависимостей от геометрического масштаба C_l .

В электродинамических задачах требуется обеспечить совпадение механических, электрических и электромагнитных процессов. Следует отметить, что при электродинамическом подобии лебедок, неводовыборочных блоков, турачек, шкивов, шпилей сохраняется физическая природа явлений, тогда объективно отражаются свойства натуральных механизмов.

Теория физического моделирования динамических процессов, в данном случае, имеет большое значение [1, 2]. Необходимо, чтобы параметры модели промыслового механизма были геометрически подобны натурному, применяемому в промышленном рыболовстве. Однако модель обычно имеет другие размеры, чем натуральный объект, и может испытываться при иных скоростях. Необходимо охарактеризовать силовое взаимодействие объекта и среды безразмерными величинами, которые не имели бы зависимости от абсолютных размеров объекта, скорости его движения или скорости, плотности среды, вязкости жидкости и других размерных величин. Связь масштабов подобия через геометрический масштаб C_l упрощает поиск правильных решений при подборе характеристик модели электрической лебедки и других промысловых механизмов, что в свою очередь минимизирует величину масштабного эффекта.

В табл. 1 приведены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии [2].

Таблица 1 – Основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Геометрический параметр (длина, высота, ширина и др.)	C_l	C_l
Геометрический параметр (площадь)	C_F	C_l^2
Геометрический параметр (объем)	C_V	C_l^3
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	C_I	C_l^4
Масса	C_m	C_l^3
Время	C_t	$C_l^{5/4}$
Скорость	C_v	$C_l^{-1/4}$
Сила	C_R	$C_l^{3/2}$
Ускорение	C_w	$C_l^{-3/2}$
Объемный вес	C_γ	$C_l^{-3/2}$
Момент (вращательный)	$C_{Mб}$	$C_l^{5/2}$
Плотность воды	C_ρ	1
Динамическая вязкость воды	C_μ	$C_l^{3/4}$
Кинематическая вязкость воды	C_ν	$C_l^{3/4}$
Изгибная жесткость	C_{EI}	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	C_E	$C_l^{-1/2}$
Давление	C_p	$C_l^{-1/2}$
Частота оборотов	$C_{\omega б}$	$C_l^{-5/4}$
Частота колебаний	C_f	$C_l^{-5/4}$
Касательное напряжение	C_σ	$C_l^{-1/2}$
Потенциальная энергия	C_{Un}	$C_l^{5/2}$
Кинематическая энергия	C_{Tn}	$C_l^{5/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma p}$	$C_l^{-1/2}$
Мощность	C_N	$C_l^{5/4}$
Твердость	$C_{НВ}$	$C_l^{-1/2}$
Угол	$C_\alpha = C_{\varphi_{он}}$	1
Сплошность	C_{Fo}	1
Коэффициент сопротивления (распорной силы, боковой силы)	C_k	1
Коэффициент трения	$C_{\mu d}$	1
Относительное удлинение	C_ε	1

При проектировании электрических лебедок данных масштабов недостаточно, так как они не учитывают электродинамические процессы, протекающие в промышленных механизмах. Возникает необходимость получить их. На основании теории подобия [1] и теории размерности, а также размерностей основных величин электродинамики [3] были получены масштабы физических характеристик электродинамического подобия (табл. 2).

Таблица 2 – Основные масштабы физических характеристик электродинамического подобия

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Энергия, работа, количество теплоты	$C_\varepsilon = C_A = C_Q$	$C_l^{5/2}$
Мощность	C_P	$C_l^{5/4}$
Количество электричества, электрический заряд	C_q	$C_l^{11/4}$
Электрическое напряжение, потенциал, электродвижущая сила	C_U	$C_l^{-1/4}$
Электрическая емкость	C_C	C_l^3
Электрическое сопротивление	C_{Rc}	$C_l^{-7/4}$
Электрическая проводимость	C_G	$C_l^{7/4}$
Поток магнитной индукции	C_Φ	C_l
Магнитная индукция	C_B	C_l^{-1}
Индуктивность	C_L	$C_l^{-1/2}$
Удельное сопротивление материала	$C_{\rho c}$	$C_l^{-3/4}$
Сила тока	C_I	$C_l^{3/2}$

Отообразим на графиках рис. 1, 2 и 3 зависимости $C_\varepsilon=f(C_l)$, $C_q=f(C_l)$ и $C_U=f(C_l)$.

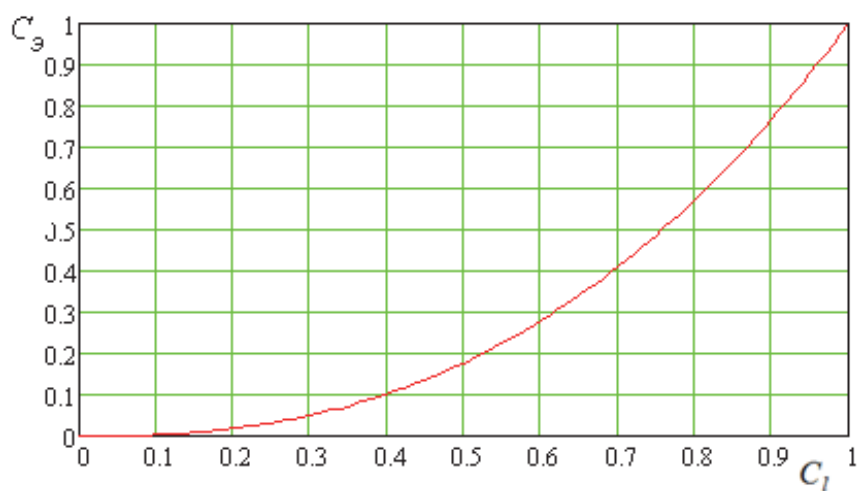


Рисунок 1 – График зависимости $C_\varepsilon=f(C_l)$

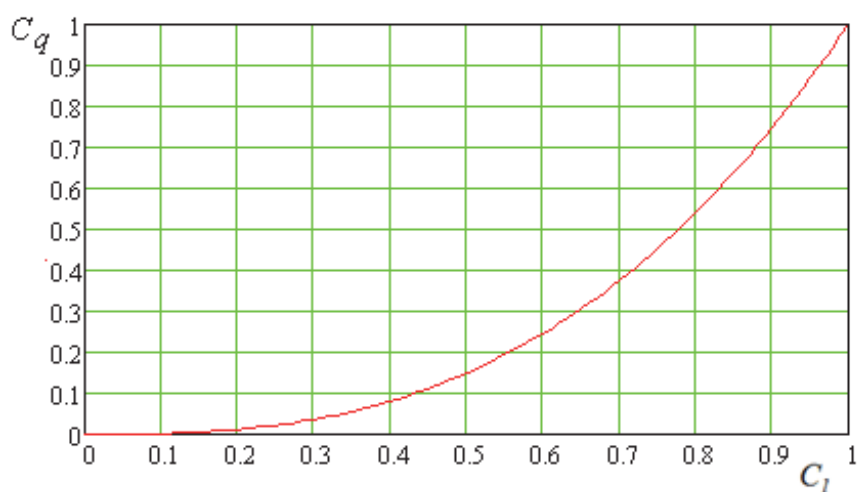


Рисунок 2 – График зависимости $C_q=f(C_l)$

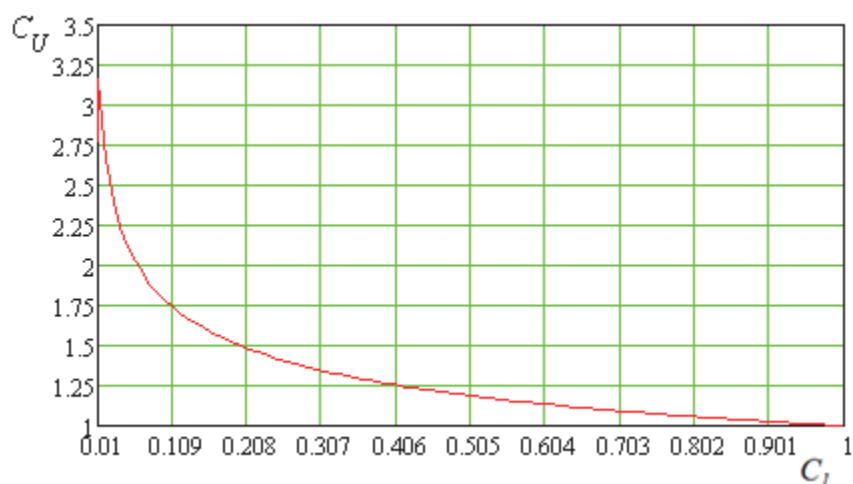


Рисунок 3 – График зависимости $C_U=f(C_l)$

Таким образом, в электродинамических задачах требуется обеспечить совпадение механических, электрических и электромагнитных процессов. При проектировании и моделировании электрических лебедок, а также электрических промышленных механизмов необходимо воспользоваться масштабами подобия, которые приведены в табл. 1 и 2, при этом все масштабы выполнить не получится, и в этом случае возникает масштабный эффект, который можно оценить с помощью теории подобия [1]. В статье авторами предлагаются дополнительные масштабы подобия для электродинамических характеристик, приводятся методы их вычисления и графики их зависимостей от геометрического масштаба C_l .

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Библиографический список

1. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестн. Томского гос. ун-та. Сер. Математика и механика. – Томск. – № 3(19). – 2012. – С. 55-67.
2. Недоступ А.А. Критерии и масштабы динамического подобия физических процессов рыболовства // Изв. КГТУ. – № 28. – 2013. – С. 227-235.
3. Недоступ А.А., Ражев А.О. К теории электродинамического подобия промышленных механизмов // Изв. КГТУ. – № 56. – 2020. – С. 61-70.

SCALES OF DYNAMIC SIMILARITY OF ELECTRIC TROWEL WINCHES

Nedostup A.A., Razhev A.O.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The scale of dynamic similarity is necessary for the electrodynamic similarity of electric trawl winches. The similarity theory is widely used for the design of fishing gears, but it was not widely used in the design of fishing gears due to the difficulty of providing similarity and the complexity of designing and selecting models of fishing gears. Based on the theory of dynamic similarity, the similarity scales of electric winches are given.

Keywords: *Similarity scale, electrodynamic similarity, electric winch.*

Сведения об авторах:

Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: nedostup@klgtu.ru;

Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник, e-mail: progacpp@live.ru

МАСШТАБЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ТРАЛОВЫХ ЛЕБЕДОК С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Недоступ А.А., Ражев А.О.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Масштабы динамического подобия необходимы для гидравлического или гидродинамического, а также термодинамического подобия траловых лебедок, имеющих гидравлический привод. Теория подобия широко используется для проектирования орудий рыболовства, но при проектировании промысловых механизмов она не приняла широкого распространения из-за сложности обеспечения подобия и сложности конструирования и подбора моделей промысловых механизмов. На основании теории динамического подобия приведены масштабы подобия гидравлических лебедок.

Ключевые слова: масштабы подобия, гидравлическое подобие, термодинамическое подобие, гидравлическая лебедка.

Соблюдение физического моделирования гидравлических лебедок при траловом лове требует обеспечения в них всех условий, в том числе и температурного режима гидравлического привода. Применение для расчета поля температуры имитационного и физического моделирования позволит оптимизировать технологические процессы, обеспечит управление траловым комплексом с гидравлическими лебедками, повысит производительность и сократит расходы. Основной задачей термодинамического подобия гидравлических лебедок является определение силовых и объемных параметров элементов их конструкции, имеющих различные технические характеристики, что существенно усложняет теоретический анализ при их моделировании и проектировании. Важная составляющая термодинамического подобия состоит в сохранении у модели, выполненной в отличных от природы размерах, физической природы явлений оригинала. В термодинамических задачах требуется обеспечить совпадение механических и тепловых процессов. Следует привести такие зависимые от размерных признаков объекта термодинамические величины, как температура, теплоту, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, плотность теплового потока и др. к их независимому безразмерному виду. При моделировании и проектировании гидравлических лебедок масштабов физических характеристик гидродинамических процессов, протекающих в приводе при динамическом подобии, недостаточно, так как они не учитывают термодинамические процессы. В статье авторами предлагаются дополнительные масштабы подобия для гидравлических и термодинамических характеристик, приводятся методы их вычисления и графики их зависимостей от геометрического масштаба S_l . Однако необходимо понимать, что достижение полного подобия принципиально невозможно, сколь бы не был велик перечень критериев подобия. Зная масштаб S_l , можно определить масштабный эффект.

Теория подобия широко используется для проектирования орудий рыболовства, но при проектировании промысловых механизмов она не приняла широкого распространения из-за сложности обеспечения подобия и сложности конструирования и подбора моделей промысловых механизмов. На основании теории динамического подобия Недоступа А.А. [1] приведем масштабы подобия гидравлических лебедок для выполнения нестационарных процессов тралового лова (вытравливание и выборка ваеров). При обеспечении критериев подобия гидравлических и термодинамических процессов требуется обеспечить совпадение механических, электрических и электромагнитных процессов. При проектировании гидравлических лебедок, а также их физическом моделировании необходимо учитывать характеристики гидродинамических, грунтодинамических, электродинамических, термодинамических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии.

Теория физического моделирования динамических процессов в данном случае имеет большое значение [1, 2]. Необходимо, чтобы параметры модели промышленного механизма были геометрически подобны натурному, применяемому в промышленном рыболовстве. Однако модель обычно имеет другие размеры, чем натуральный объект, и может испытываться при иных скоростях. Необходимо охарактеризовать силовое взаимодействие объекта и среды безразмерными величинами, которые не имели бы зависимости от абсолютных размеров объекта, скорости его движения или скорости, плотности среды, вязкости жидкости и других размерных величин. Связь масштабов подобия через геометрический масштаб C_l упрощает поиск правильных решений при подборе характеристик модели гидравлической лебедки и других промысловых механизмов, что в свою очередь минимизирует величину масштабного эффекта.

В табл. 1 приведены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических, гидравлических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии [2].

Таблица 1 – Основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических, гидравлических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Геометрический параметр (длина, высота, ширина и др.)	C_l	C_l
Геометрический параметр (площадь)	C_F	C_l^2
Геометрический параметр (объем)	C_V	C_l^3
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	C_I	C_l^4
Масса	C_m	C_l^3
Время	C_t	$C_l^{5/4}$
Скорость	C_v	$C_l^{-1/4}$
Сила	C_R	$C_l^{3/2}$
Ускорение	C_w	$C_l^{-3/2}$
Объемный вес	C_γ	$C_l^{-3/2}$
Момент (вращательный)	$C_{Mб}$	$C_l^{5/2}$
Плотность воды	C_ρ	1
Динамическая вязкость воды	C_μ	$C_l^{3/4}$
Кинематическая вязкость воды	C_ν	$C_l^{3/4}$
Изгибная жесткость	C_{EI}	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	C_E	$C_l^{-1/2}$
Давление	C_p	$C_l^{-1/2}$
Частота оборотов	$C_{\omegaб}$	$C_l^{-5/4}$
Частота колебаний	C_f	$C_l^{-5/4}$
Касательное напряжение	C_σ	$C_l^{-1/2}$
Потенциальная энергия	C_{Un}	$C_l^{5/2}$
Кинематическая энергия	C_{Tn}	$C_l^{5/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma zp}$	$C_l^{-1/2}$
Мощность	C_N	$C_l^{5/4}$
Твердость	$C_{НВ}$	$C_l^{-1/2}$
Угол	$C_\alpha = C_{\phi вн}$	1
Сплошность	C_{Fo}	1
Коэффициент сопротивления (распорной силы, боковой силы)	C_k	1
Коэффициент трения	$C_{\mu d}$	1
Относительное удлинение	C_ϵ	1

При проектировании гидравлических лебедок данных масштабов недостаточно, так как они не учитывают термодинамические процессы, протекающие в приводе промышленных механизмов. Возникает необходимость получить их.

На основании теории подобия [1] и теории размерности, а также размерностей основных величин термодинамики [3] были получены масштабы физических характеристик термодинамического подобия (табл. 2).

Таблица 2 – Основные масштабы физических характеристик термодинамического подобия

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Количество теплоты	C_Q	$C_l^{5/2}$
Удельное количество теплоты	C_h	$C_l^{-1/2}$
Тепловой поток	$C_{П}$	$C_l^{5/4}$
Поверхностная плотность теплового потока	C_q	$C_l^{-3/4}$
Температуропроводность	C_a	$C_l^{3/4}$
Объемная плотность теплового потока	C_{qv}	$C_l^{-7/4}$
Удельный расход топлива	C_{qfu}	$C_l^{1/2}$
Масштаб разности конечной и начальной температур	C_K	$C_l^{3/2}$
Удельная теплопроводность	C_{χ}	$C_l^{-5/4}$
Удельная теплоёмкость	C_c	C_l^{-2}
Температурный коэффициент	$C_{\alpha\gamma}$	$C_l^{-3/2}$
Температурный градиент	C_{gradK}	$C_l^{-1/4}$
Теплоёмкость	C_C	C_l
Объемная теплоемкость	$C_{c'}$	C_l^{-2}
Коэффициент лучеиспускания	C_{Ck}	$C_l^{-27/4}$
Коэффициент теплообмена	C_{Ca}	$C_l^{-9/4}$
Универсальная газовая постоянная	C_k	C_l^{-2}
Молярная масса	C_M	1
Количество вещества	C_v	C_l^3
Молярная внутренняя энергия	C_{Um}	$C_l^{-1/2}$
Удельная молярная энтальпия	C_i	C_l^{-4}
Молярная теплоемкость	C_{Cm}	C_l^{-2}

Отобразим на графиках рис. 1, 2 и 3 зависимости $C_Q=f(C_l)$, $C_{П}=f(C_l)$ и $C_K=f(C_l)$.

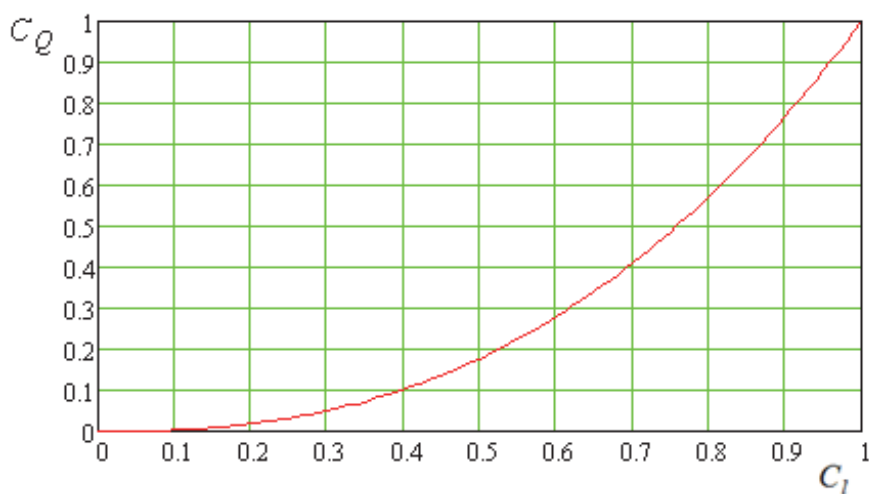


Рисунок 1 – График зависимости $C_Q=f(C_l)$

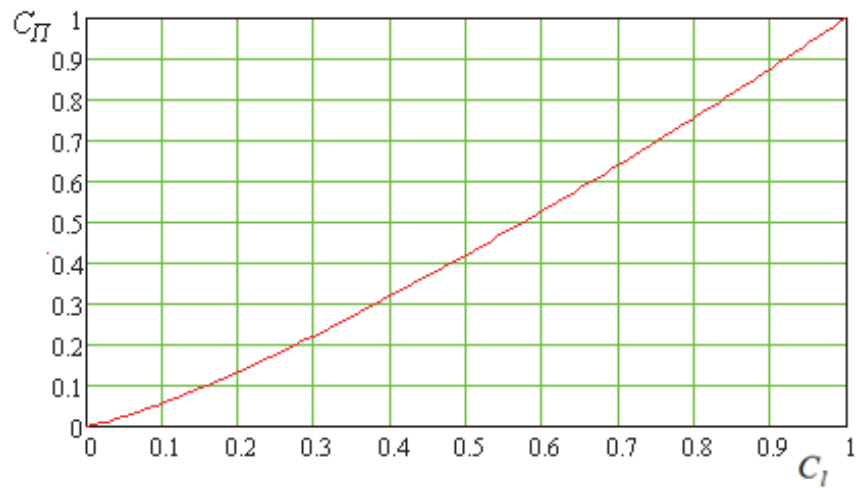


Рисунок 2 – График зависимости $C_{П}=f(C_l)$

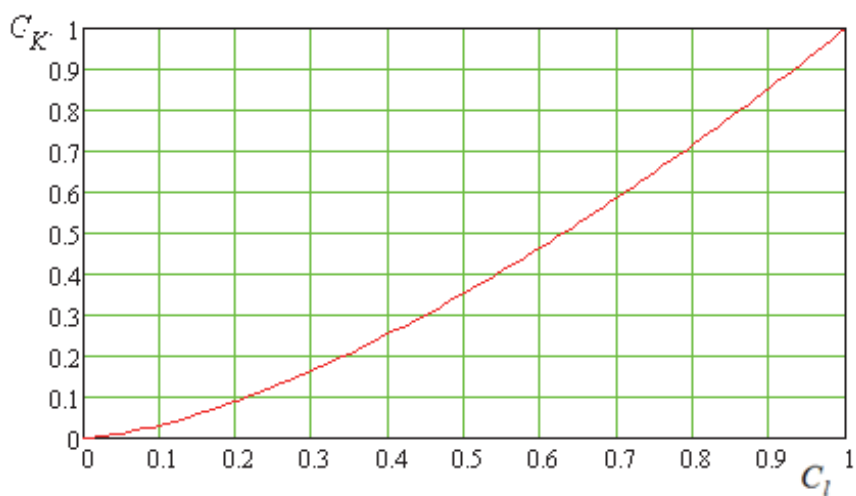


Рисунок 3 – График зависимости $C_K=f(C_l)$

Таким образом, в гидравлических и термодинамических, а также электродинамических задачах требуется обеспечить совпадение механических, электрических, гидравлических, гидродинамических, электромагнитных и термодинамических процессов. При проектировании и моделировании гидравлических лебедок, а также гидравлических промышленных механизмов необходимо воспользоваться масштабами подобия, которые приведены в табл. 1 и 2, при этом все масштабы выполнить не получится, и в этом случае возникает масштабный эффект, который можно оценить с помощью теории подобия [1]. В статье авторами предлагаются масштабы подобия для гидравлических и термодинамических характеристик, приводятся графики их зависимостей от геометрического масштаба C_l .

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Библиографический список

1. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестн. Томского гос. ун-та. Сер. Математика и механика. – Томск. – №. 3(19). – 2012. – С. 55-67.
2. Недоступ А.А. Критерии и масштабы динамического подобия физических процессов рыболовства // Изв. КГТУ. – № 28. – 2013. – С. 227-235.

3. Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталев Е.И., Бедарева О.М. К теории термодинамического подобия установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Изв. КГТУ. – 2020.

SCALES OF DYNAMIC SIMILARITY OF HYDRAULIC TROWEL WINCHES

Nedostup A.A., Razhev A.O.
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The scale of dynamic similarity is necessary for hydraulic or hydrodynamic, as well as thermodynamic similarity of trawl winches with hydraulic drive. The similarity theory is widely used for the design of fishing gears, but it was not widely used in the design of fishing gears due to the difficulty of providing similarity and the complexity of designing and selecting models of fishing gears. Based on the theory of dynamic similarity, the similarity scales of hydraulic winches are given.

Keywords: *similarity scale, hydraulic similarity, thermodynamic similarity, hydraulic winch.*

Сведения об авторах:

Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой, e-mail: nedostup@klgtu.ru;

Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник, e-mail: progacpp@live.ru

МАСШТАБЫ ДИНАМИЧЕСКОГО ПОДОБИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА ДЛЯ ЛОВА ГИДРОБИОНОВ

Недоступ А.А., Ражев А.О.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

При физическом моделировании искусственных источников света необходимо воспользоваться теорией динамического подобия, которая обеспечивает подобие всех процессов, протекающих с орудиями рыболовства и промысловыми механизмами, а это гидравлические или гидродинамические, термодинамические, электродинамические, акустические и другие процессы. Подобие искусственных источников света необходимо для проектирования и моделирования таких источников, воссоздания на модели натурной картины, выявления неизученных параметров лова. На основании теории динамического подобия приведены масштабы подобия искусственных источников света.

Ключевые слова: масштабы подобия, подобие, искусственный источник света, ИИС.

Рассматриваются проблемы физического моделирования искусственных источников света (далее ИИС) для лова гидробионтов, в частности поднимается тема обоснования правил подобия световых величин. Применение ИИС требует соблюдения в них условий, приближенных к натурным условиям эксплуатации орудий рыболовства, в том числе и светового режима. Применение для расчета световых величин имитационного и физического моделирования позволит оптимизировать технологические процессы, увеличить продуктивность орудий рыболовства, применяющие ИИС, повысить производительность и сократить расходы [1-5]. Основной задачей подобия световых величин ИИС является определение параметров источников света, имеющих различные технические характеристики, что существенно усложняет теоретический анализ при проектировании ИИС. Важная составляющая подобия световых величин состоит в сохранении у модели, выполненной в отличных от природы размерах, физической природы явлений оригинала. В задачах световых величин требуется обеспечить совпадение механических и световых процессов. Следует привести такие зависимые от размерных признаков объекта величины, как световой поток, теплоту, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, освещенность и др. к их независимому безразмерному виду. В статье авторами предлагаются дополнительные масштабы подобия для световых величин, приводятся методы их вычисления и графики их зависимостей от геометрического масштаба Cl . Однако необходимо понимать, что достижение полного подобия принципиально невозможно, сколь бы не был велик перечень критериев подобия. Зная масштаб Cl , можно определить масштабный эффект.

Теория подобия широко используется для проектирования орудий рыболовства, но при проектировании ИИС она не получила широкого распространения из-за сложности обеспечения подобия и сложности конструирования и подбора моделей ИИС. На основании теории динамического подобия Недоступа А.А. [6], приведем масштабы подобия ИИС. При соблюдении критериев подобия световых процессов требуется обеспечить совпадение механических, электрических и электромагнитных процессов. При проектировании ИИС, а также их физическом моделировании необходимо учитывать характеристики гидродинамических, электродинамических и термодинамических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии.

Теория физического моделирования динамических процессов, в данном случае, имеет большое значение [7]. Необходимо, чтобы параметры модели ИИС были геометрически подобны параметрам натурального, применяемого в промышленном рыболовстве. Однако модель обычно имеет другие размеры, чем натуральный объект. Связь масштабов подобия через геометрический масштаб Cl упрощает поиск правильных решений при подборе ха-

рактических характеристик модели ИИС, что в свою очередь минимизирует величину масштабного эффекта. В табл. 1 приведены основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических, гидравлических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии [6].

Таблица 1 – Основные масштабы физических характеристик гидродинамических, грунтодинамических, гидравлических и трибологических процессов, протекающих с орудиями рыболовства при динамическом подобии

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Геометрический параметр (длина, высота, ширина и др.)	C_l	C_l
Геометрический параметр (площадь)	C_F	C_l^2
Геометрический параметр (объем)	C_V	C_l^3
Геометрический параметр (геометрический момент инерции)	C_I	C_l^4
Масса	C_m	C_l^3
Время	C_t	$C_l^{5/4}$
Скорость	C_v	$C_l^{-1/4}$
Сила	C_R	$C_l^{3/2}$
Ускорение	C_w	$C_l^{-3/2}$
Объемный вес	C_γ	$C_l^{-3/2}$
Момент (вращательный)	$C_{Mб}$	$C_l^{5/2}$
Плотность воды	C_ρ	1
Динамическая вязкость воды	C_μ	$C_l^{3/4}$
Кинематическая вязкость воды	C_ν	$C_l^{3/4}$
Изгибная жесткость	C_{EI}	$C_l^{7/2}$
Упругость материала	C_E	$C_l^{-1/2}$
Давление	C_p	$C_l^{-1/2}$
Частота оборотов	$C_{\omega об}$	$C_l^{-5/4}$
Частота колебаний	C_f	$C_l^{-5/4}$
Касательное напряжение	C_σ	$C_l^{-1/2}$
Потенциальная энергия	C_{Un}	$C_l^{5/2}$
Кинематическая энергия	C_{Tn}	$C_l^{5/2}$
Поверхностное натяжение	$C_{\sigma n}$	$C_l^{1/2}$
Нормальная нагрузка	$C_{\sigma гр}$	$C_l^{-1/2}$
Мощность	C_N	$C_l^{5/4}$
Твердость	$C_{НВ}$	$C_l^{-1/2}$
Угол	$C_\alpha = C_{\varphi вн}$	1
Сплошность	C_{Fo}	1
Коэффициент сопротивления (распорной силы, боковой силы)	C_k	1
Коэффициент трения	$C_{\mu d}$	1
Относительное удлинение	C_ε	1

При проектировании ИИС данных масштабов недостаточно, так как они не учитывают световые процессы, протекающие в ИИС. Возникает необходимость получить их. На основании теории подобия [6] и теории размерности, а также размерностей основных световых величин [8] были получены масштабы физических характеристик подобия ИИС (табл. 2).

Таблица 2 – Основные масштабы физических характеристик подобия ИИС

Масштабы физических характеристик		Преобразование через масштаб C_l
Физические характеристики	Обозначение	
Сила света	C_{Iv}	$C_l^{5/4}$
Световой поток	$C_{\Phi v}$	$C_l^{5/4}$
Световая энергия	C_{Qv}	$C_l^{5/2}$
Освещенность	C_{Ev}	$C_l^{-3/4}$
Светимость	C_{Mv}	$C_l^{-3/4}$
Яркость	C_{Lv}	$C_l^{-3/4}$
Световая экспозиция	C_{Hv}	$C_l^{1/2}$
Энергия излучения	C_{Qe}	$C_l^{5/2}$
Поток излучения, мощность излучения	$C_{\Phi e}$	$C_l^{5/4}$
Поверхностная плотность потока излучения	$C_{\Phi p}$	$C_l^{-3/4}$
Объёмная плотность энергии излучения	C_{Ue}	$C_l^{-1/2}$
Объёмная плотность световой энергии	C_{Uv}	$C_l^{-3/4}$
Энергетическая сила света (сила излучения)	C_{Ie}	$C_l^{5/4}$
Энергетическая яркость	C_{Le}	$C_l^{-3/4}$
Энергетическая освещенность (облученность)	C_{Ee}	$C_l^{-3/4}$
Энергетическая светимость (излучаемость)	C_{Me}	$C_l^{-3/4}$
Интегральная яркость	C_{Lv}	$C_l^{1/2}$
Спектральная плотность энергии излучения	$C_{Q\lambda}$	$C_l^{3/2}$

Отообразим на графиках рис. 1, 2 и 3 зависимости $C_{Iv}=f(C_l)$, $C_{Ev}=f(C_l)$ и $C_{Lv}=f(C_l)$.

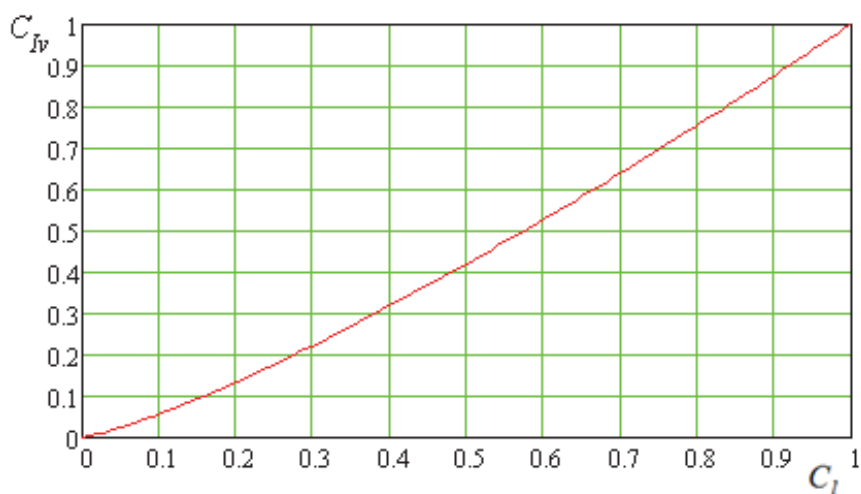


Рисунок 1 – График зависимости $C_{Iv}=f(C_l)$

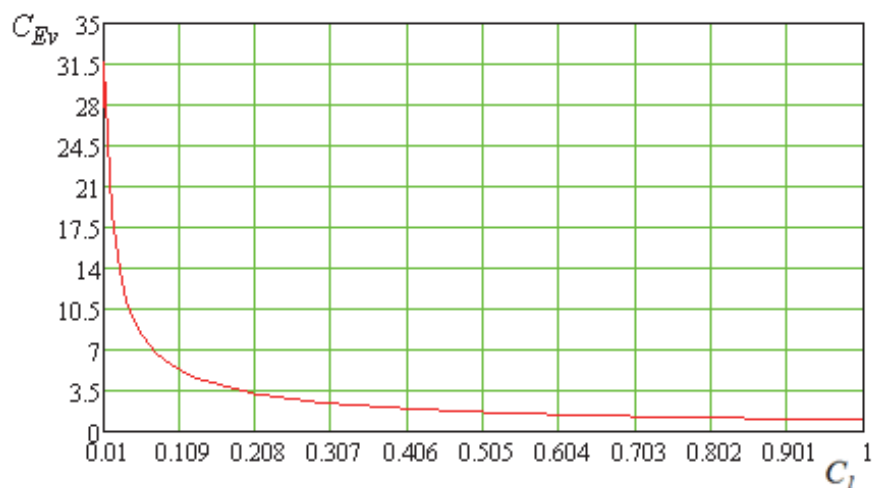


Рисунок 2 – График зависимости $C_{Ev}=f(C_l)$

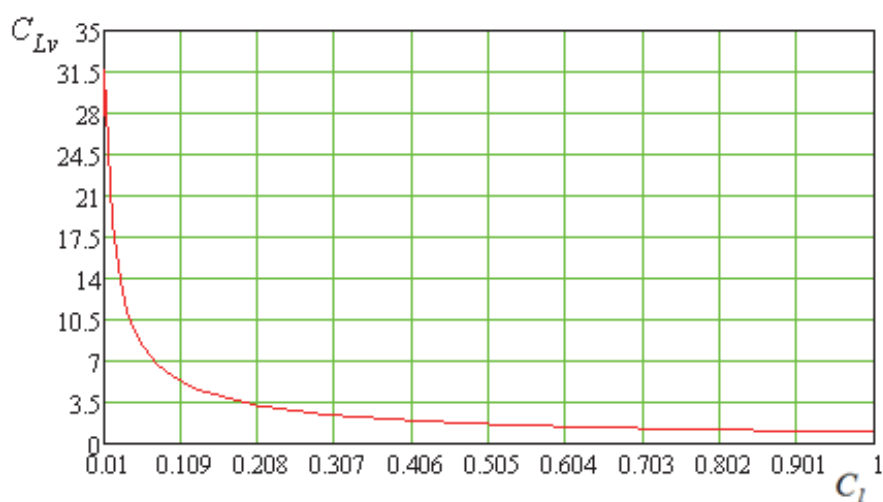


Рисунок 3 – График зависимости $C_{Lv}=f(C_l)$

В задачах светового потока и освещённости требуется обеспечить совпадение механических, электродинамических, термодинамических и световых процессов. Следует привести такие зависимые от размерных признаков объекта величины, как световой поток, теплоту, теплоемкость, теплопроводность, температуропроводность, освещенность и др. к их независимому безразмерному виду. При проектировании ИИС, а также определении масштабов физических характеристик ИИС необходимо задать величину масштаба геометрических размеров C_l , подобрать ИИС и провести физическое моделирование ИИС.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Библиографический список

1. Панин С. Лов рыбы на свет. – Калининград: Калининград. кн. изд-во, 1963. – 78 с.
2. Никоноров И.В. Лов рыбы на свет. Теория и практика. – М.: Рыб. хоз-во, 1963. – 165 с.
3. Сидельников И.И. Добыча тихоокеанских рыб и кальмаров на свет. – М.: Лег. и пищ. пром-сть, 1981. – 136 с.
4. Ben Yami. Fishing with light. Published by arrangement with the Food and Agriculture Organization of the United Nations by Fishing News Books Ltd. – Surrey. – England. – 1987. – 122 p.

5. Кручинин О.Н., Мизюркин М.А., Еремин Ю.В., Ваккер Н.Л. Оценка естественной плотности концентрации рыб по уловам на световых станциях // Изв. ТИНРО. – Т. 186. – 2016. – С. 214-222.

6. Недоступ А.А. Физическое моделирование гидродинамических процессов движения орудий рыболовства // Вестн. Томского гос. ун-та. Сер. Математика и механика. – Томск. – №. 3(19). – 2012. – С. 55-67.

7. Недоступ А.А. Критерии и масштабы динамического подобия физических процессов рыболовства // Изв. КГТУ. – № 28. – 2013. – С. 227-235.

8. Недоступ А.А., Ражев А.О., Хрусталеv Е.И. Обоснование масштабов подобия световых величин установок замкнутого водоснабжения для выращивания гидробионтов // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2020.

SCALES OF DYNAMIC SIMILARITY OF ARTIFICIAL LIGHT SOURCES FOR HYDROBION FISHING

Nedostup A.A., Razhev A.O.

Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

In the physical modeling of artificial light sources, it is necessary to use the theory of dynamic similarity, which ensures the similarity of all processes that occur with fishing gears and fishing mechanisms, and these are hydraulic or hydrodynamic, thermodynamic, electrodynamic, acoustic and other processes. The similarity of artificial light sources is necessary for the design and modeling of such sources, to recreate a natural picture on the model, and to identify unexplored fishing parameters. Based on the theory of dynamic similarity, the similarity scales of artificial light sources are given.

Keywords: *scale of likeness, likeness, artificial light source, ALS.*

Сведения об авторах:

Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой, e-mail: nedostup@kltu.ru;

Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник, e-mail: progacpp@live.ru

АНАЛИЗ НАГРУЖЕНИЙ И ФОРМОИЗМЕНЕНИЙ КРУЧЕНЫХ РЫБОЛОВНЫХ НИТОК И ВЕРЕВОК

Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Приводится анализ нагрузжений и формоизменений крученых рыболовных ниток и веревок. Приводится разработанная компьютерная программа «Анализ нагрузжений и формоизменений крученых НВИ», которая предназначена для анализа данных (силовых, формоопределяющих, временных и других физико-механических характеристик веревок, ниток, канатов), полученных с разрывной машины, в четырехмерной области безразмерных значений, графически представленной в виде трехмерных поверхностей в прямоугольной трехмерной декартовой системе координат с отображением четвертого измерения координатой H в цветовой модели HSV. Область применения: научные исследования, проектирование и эксплуатация орудий рыболовства, процесс обучения студентов и курсантов.

Ключевые слова: *нагружение, формоизменение, рыболовные нитки и веревки, крученые нитки и веревки, НВИ.*

Практическое исследование физико-механических свойств тех или иных рыболовных ниток и веревок берет своё начало с первой половины XX в. Однако особое научное внимание исследованиям нитевидных изделий, применяемых в орудиях промышленного рыболовства, началось лишь во второй половине XX в.

Начиная с конца XX в. началось активное создание новых синтетических рыболовных нитевидных изделий, чему способствовало развитие химической промышленности. Данный фактор повлиял на развитие методов исследования физико-механических свойств нитевидных изделий. Последние десятилетия большое развитие в мире получили компьютерные программы, способные анализировать и прогнозировать те или иные факторы. При этом не остается в стороне и применение подобных разработок в промышленном рыболовстве.

Необходимость систематизации и анализа большого объема данных, полученных с разрывной машины в виде результатов серии экспериментов с синтетическими рыболовными изделиями [1], привела к необходимости разработать компьютерную программу «Анализ нагрузжений и формоизменений крученых НВИ». Разработанная компьютерная программа предназначена для анализа таких данных, как силовые, формоопределяющие, временные и другие физико-механические характеристики ниток, веревок и канатов, полученных с разрывной машины. Данная программа позволяет в четырехмерной области безразмерных значений графически анализировать формоизменения физико-механических свойств НВИ в виде трехмерной поверхности в прямоугольной трехмерной декартовой системе координат с отражением четвертого измерения H в цветовой модели HSV. На рис. 1 изображено главное окно компьютерной программы.

Данная компьютерная программа является эффективным инструментом при работе над проблемами не только исследования физико-механических свойств рыболовных изделий [2, 3, 4], но и при математическом и физическом моделировании физико-механических свойств НВИ [5, 6].

На рис. 2 и 3 приведены зависимости $\xi = f(\varepsilon, L)$ и $\chi = f(\varepsilon, L)$ для капроновых крученых ниток диаметрами $d = 1$ мм и $d = 2$ мм (в сухом и мокром виде).

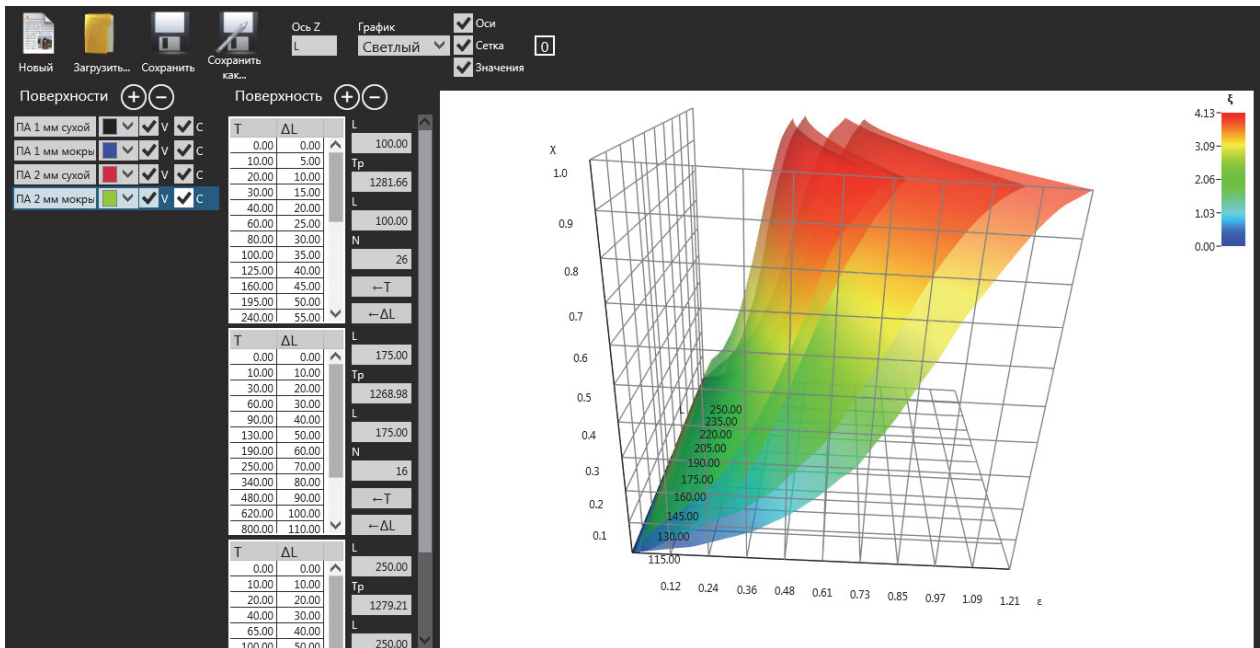


Рисунок 1 – Главное окно компьютерной программы «Анализ нагрузений и формоизменений крученных НВИ»

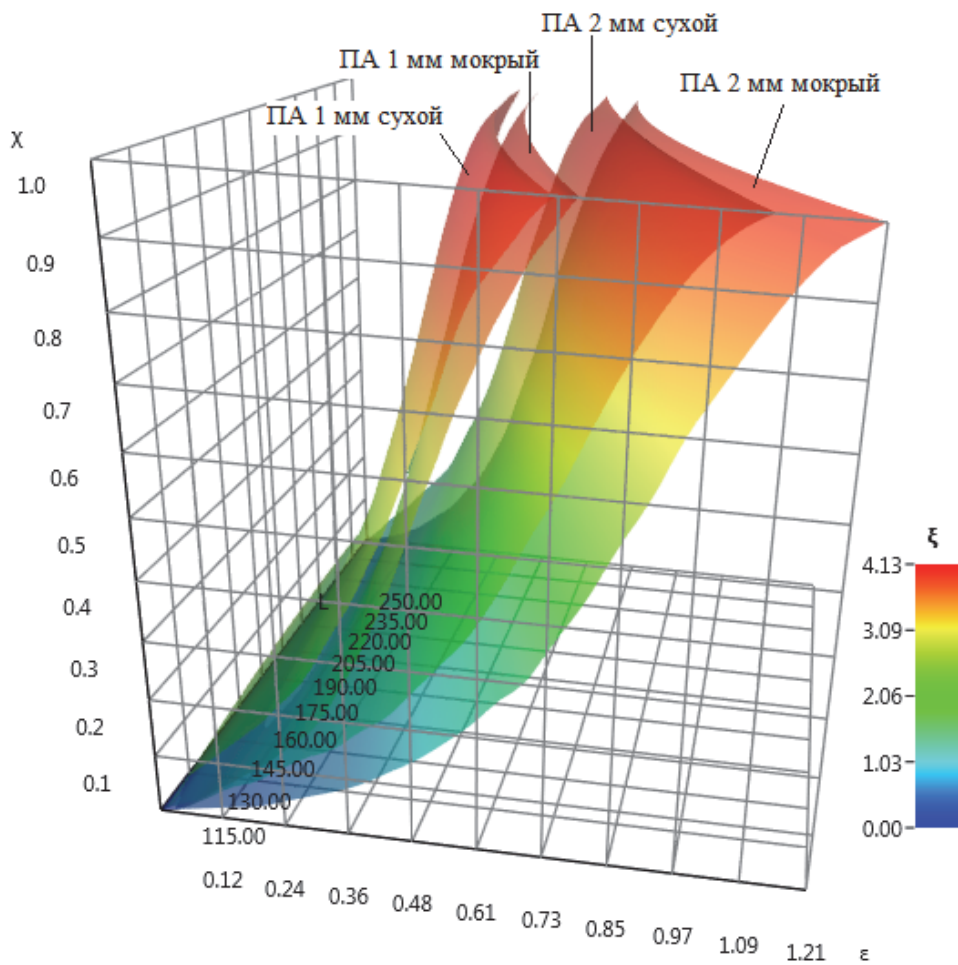


Рисунок 2 – Графики зависимостей $\zeta = f(\varepsilon, L)$, $\chi = f(\varepsilon, L)$, вид 1

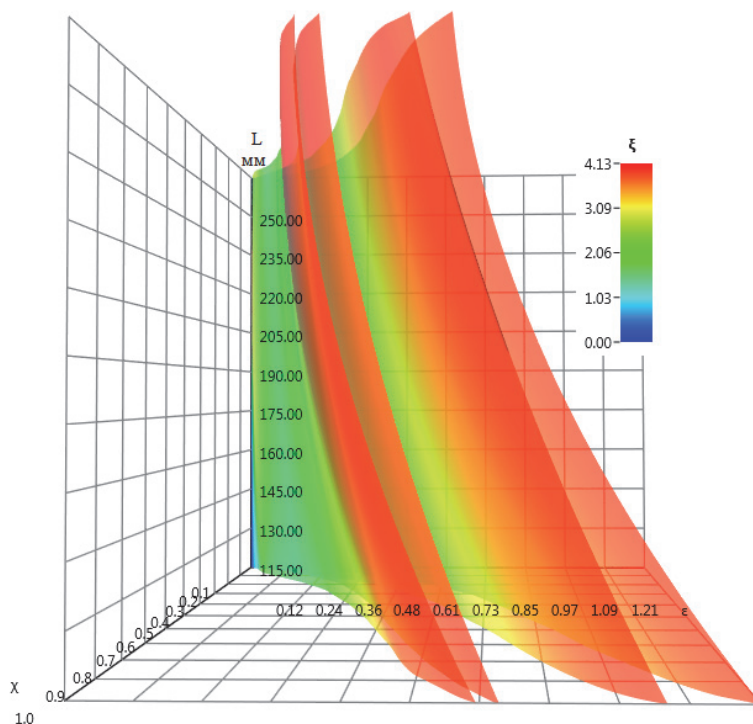


Рисунок 3 – Графики зависимостей $\xi = f(\varepsilon, L)$, $\chi = f(\varepsilon, L)$, вид 2

Где ξ – значение отношения модулей упругости, ε – безразмерное удлинение, L – длина образца, χ – безразмерная сила.

$$\chi = \frac{T_i}{T_p}, \quad (1)$$

где T_i – натяжение (Н); T_p – разрывная нагрузка (Н).

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}, \quad (2)$$

где ΔL – относительное удлинение образца (%), L – длина образца (мм).

$$\xi = \frac{E}{E_p} = \chi \frac{E_p}{\varepsilon} \left(\frac{1+\varepsilon}{1+\varepsilon_p} \right), \quad (3)$$

где E – модуль продольной упругости НВИ, E_p – модуль продольной упругости НВИ в момент разрыва, ε_p – безразмерное удлинение в момент разрыва.

Данный пример визуально представляет необходимые физико-механические свойства представленного образца, а также позволяет определить свойства данного материала (ПА), в пределах испытанных образцов.

Представленная компьютерная программа является эффективным инструментом для анализа и прогноза основных физико-механических свойств рыболовных изделий. В область ее применения входят не только научные исследования, проектирование и эксплуатация орудий рыболовства, но и также данная программа может стать неотъемлемой частью процесса обучения студентов и курсантов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Калининградской области в рамках научного проекта № 19-48-390004.

Библиографический список

1. Насенков П.В. Экспериментальное исследование физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток, 2018. – Ч. I. – С. 144–147.
2. Недоступ А.А., Насенков П.В., Ражев А.О., Аникин А.А., Коновалова К.В., Никифорова М.В. Постановка динамической задачи исследования физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы X Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 93–95.
3. Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V., Naumov V.A. Research of physical and mechanical properties of thread-rope fishing materials // 14th International workshop - Methods for the Development and Evaluation of Maritime Technologies DEMAT // Turkey. Izmir. – 2019. – Vol. 11. – P. 131–138.
4. Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Аникин А.А., Коновалова К.В., Никифорова М.В. Обоснование правил подобия физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий при динамической постановке задачи // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы X Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2019. – С. 96–99.
5. Недоступ А.А., Насенков П.В., Ражев А.О., Коновалова К.В., Федоров С.В. Обоснование правил подобия разрывной нагрузки рыболовных крученых изделий // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Серия: Рыб. хоз-во. – 2020. – Т. 1. – С. 38–45.
6. Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Коновалова К.В., Никифорова М.В., Леснюк Л.В., Аникин А.А. К обоснованию правил подобия разрывной нагрузки рыболовных материалов // Морская техника и технологии. Безопасность морской индустрии: материалы VII Междунар. Балтийского морского форума. VII Междунар. науч. конф. – Калининград: КГТУ, 2019. – Т. 2. – С. 281–284.

ANALYSIS OF LOADS AND FORMS OF TURNED FISHING THREADS AND ROPES

Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V.
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The article provides an analysis of the loading and forming of twisted fishing threads and ropes. The developed computer program «Analysis of Loads and Form Changes of Twisted TRP» is presented, which is designed to analyze data (power, shape-determining, time and other physico-mechanical characteristics of ropes, threads, ropes) obtained from a tensile testing machine in a four-dimensional region of dimensionless values, graphically represented as three-dimensional surfaces in a rectangular three-dimensional Cartesian coordinate system with the fourth dimension being displayed by the H coordinate in the HSV color model. Scope: scientific research, design and operation of fishing tools, the process of training students and cadets.

Keywords: loading, shaping, fishing threads and ropes, twisted threads and ropes, TRP.

Сведения об авторах:

Недоступ Александр Алексеевич, канд. техн. наук, доцент; зав. кафедрой; e-mail: nedostup@klgtu.ru;

Ражев Алексей Олегович, младший научный сотрудник; e-mail: progacpp@live.ru;

Насенков Павел Владимирович, аспирант; e-mail: pavel.nasenkov@klgtu.ru

ВОЗДЕЙСТВИЕ ЭКСТРАКТОВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ НА ПАТОГЕННЫЕ МИКРООРГАНИЗМЫ, ВЫЗЫВАЮЩИЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ У ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

Огнистая А.В.

Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

Изучена активность морских микроводорослей на штаммах болезнетворных микроорганизмов, способных вызывать комплекс различных заболеваний у млекопитающих. На сегодняшний день имеется множество медицинских достижений в борьбе с патогенами, однако большинство из них выработали резистентность к лекарственным препаратам и продолжают угрожать жизни человека.

Ключевые слова: морские микроводоросли, экстракты, патогенные микроорганизмы, антимикробная активность.

Растущий уровень устойчивости патогенных бактерий к антибиотикам заставил учёных задуматься о возможности поиска природных веществ с новыми структурами и уникальным механизмом действия.

Несколько исследований показали, что морские микроводоросли являются многообещающими организмами для получения новых безопасных биологически активных соединений. Представители морского фитопланктона продуцируют альгициды, антибиотики, фитостеролы, жирные кислоты, полисахариды, дубильные вещества, терпеноиды, токсины, витамины и др. Химическое и структурное разнообразие, метаболическая пластичность позволяют рассматривать морские микроводоросли как потенциальных кандидатов для производства лекарственных препаратов [4]. Биомолекулы, изъятые из одноклеточных водорослей путем экстракции, уже продемонстрировали противомикробную, противоопухолевую, противовирусную активность [6,7].

Цель данной работы – оценить воздействие экстрактов морских микроводорослей, выделенных из Японского моря, на патогенные бактерии человека и животных.

Объектом исследования послужили культуры микроводорослей из Биоресурсной коллекции «Морской биобанк» Национального научного центра морской биологии ДВО РАН *Heterosigma akashiwo* НАК-SR11, *Tisochrysis lutea* TISO-08 и *Porphyridium cruentum* PPAВ-11.

Культивирование микроводорослей осуществляли в климатостате фирмы Binder KBW 400 (E5.1) на питательной среде f/2, при заданной температуре 20 °С, освещённости 3500 люкс, периодическом освещении 12 ч свет : 12 ч темнота [3].

В ходе данной работы производилась подготовка клеточной биомассы микроводорослей посредством экстрагирования [5]. Для проведения экстракции брали культуры фитопланктона на переходе из экспоненциальной фазы роста в стационарную. Концентрирование биомассы осуществляли с помощью центрифуги allegra 64 R в течение 15 мин при скорости вращения 4000 об/мин. Влажную биомассу микроводорослей подвергали экстракции этанолом в соотношении 1 : 2. Экстракцию проводили в течение 24 ч. Полученные вытяжки, выделенные из клеток микроводорослей, использовали для культивирования бактерий [5].

В качестве модельных микроорганизмов использовали 2 бактериальных и 1 грибковый штамм из коллекции Научно-исследовательского института эпидемиологии и микробиологии имени Г.П. Сомова: *Staphylococcus aureus* 6539, *Escherichia coli* 1147 и *Candida albicans* 2131.

С целью получения изолированных колоний бактерий готовили ряд последовательных разведений. Заражающая доза составила 10^3 кое/мл [1].

Для выращивания патогенных микроорганизмов использовали казеиново-дрожжевую среду (КД) и вытяжки из водорослей в объёме 200 мкл. Совместное культивирование бактерий с экстрактами осуществляли в 96-луночных полистирольных планшетах в течение 7 дней. Оценку бактериального роста проводили измерением оптической плотности с помощью планшетного ридера LABSYSTEMS iEMSReaderMF, Biorad при длине волны 540 нм. Для подтверждения антибактериальных свойств осуществляли посев патогенных микроорганизмов на плотный питательный агар. Экстракты микроводорослей наносили на стерильные бумажные диски. Эффект фиксировали на 1–3 сут.

В результате эксперимента выявлено, что все штаммы морских микроводорослей обладали антимикробным потенциалом против некоторых патогенных микроорганизмов.

Обнаружено подавление роста *E. coli* на 29 % при внесении биоактивных веществ *Heterosigma akashiwo* в сравнении с контролем (рис. 1, а). С целью подтверждения антибиотического действия были использованы бумажные диски, пропитанные экстрактом *H. akashiwo*. На вторые сутки культивирования в термостате при температуре 37 °С зарегистрирована зона ингибирования роста *E. coli* (рис. 1, б).

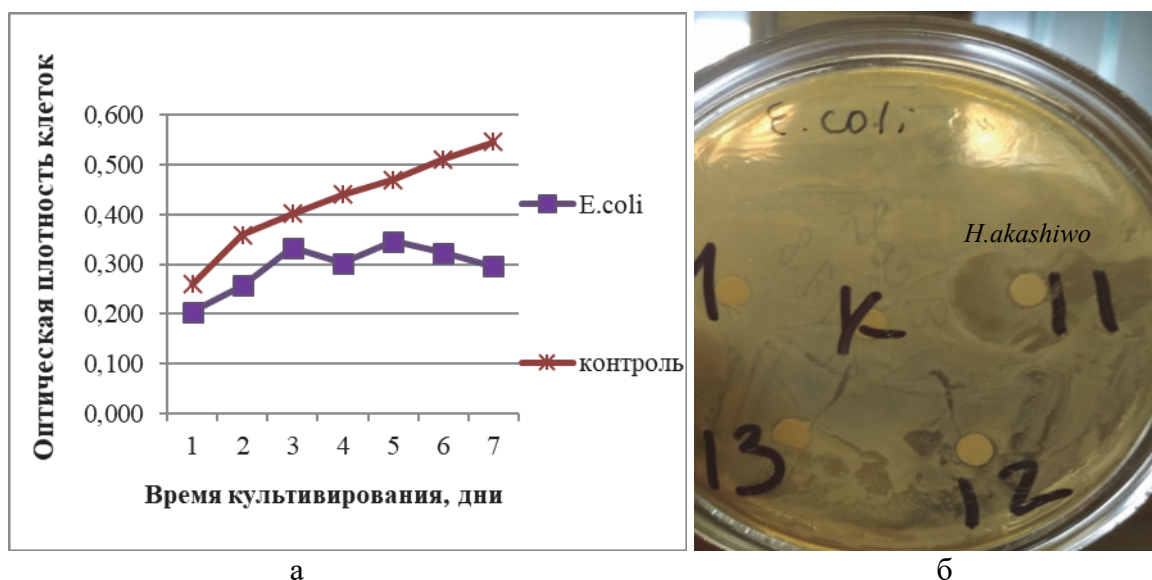


Рисунок 1 – Воздействие экстракта *H. akashiwo* на *E. coli*. а – зависимость скорости роста и выживаемости *E. coli* при внесении экстракта; б – тестирование вытяжек *H. akashiwo* против *E. coli* на бумажных дисках

Учёные также показали, что виды *H. akashiwo* способны продуцировать гемолизины, ихтиотоксины, цитотоксины и др., вызывающие гемолиз жаберного эпителия гидробионтов [2]. Механизм действия этих биотоксинов неизвестен. Токсин трудно обнаружить из-за его химической нестабильности. Возможно, антимикробное действие этой микроводоросли обусловлено производством токсинов.

Комплекс химических соединений, изолированных из биомассы *Porphyridium cruentum* путём экстракции, продемонстрировал торможение роста *S. aureus* на 37 % относительно контрольной пробы (рис. 2, а). При эксперименте, проводимом на бумажных дисках, выявлено подавление численности *S. aureus* (рис. 2, б). Литературные данные подтверждают антимикробный эффект *P. cruentum* против *S. Aureus* [6]. Авторы предположили, что за антибиотические свойства ответственны полисахариды и фикоэритрины, входящие в состав водоросли [6, 7].

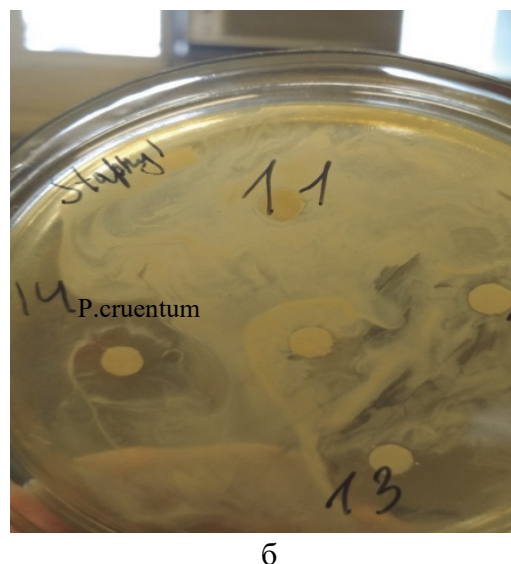
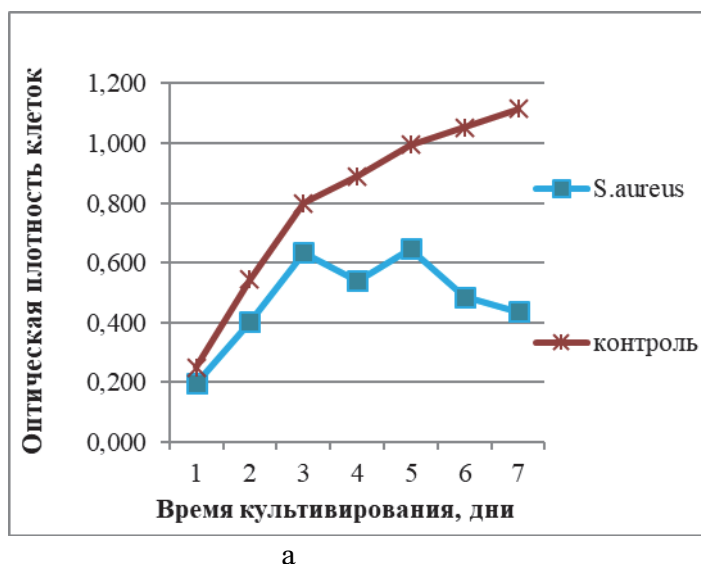


Рисунок 2 – Воздействие экстракта *P. cruentum* на *S. aureus*. а – зависимость скорости роста и выживаемости *S. aureus* при внесении экстракта; б – тестирование вытяжек *P. cruentum* против *S. aureus* на бумажных дисках

В случае культивирования *C. albicans* зафиксировано подавление роста на 30 % относительно контроля при добавлении вытяжек из *Tisochrysis lutea* (рис. 3, а). Следует отметить, что при проверке противомикробных свойств диско-диффузионным методом выявлена зона ингибирования гриба экстрактом *Heterosigma akashiwo* (рис. 3, б) и *T. lutea* соответственно (рис. 3, б). Однако зависимость скорости роста и выживаемость *C. albicans* при добавлении экстракта *H. akashiwo* в жидкую среду не отличались от контроля.

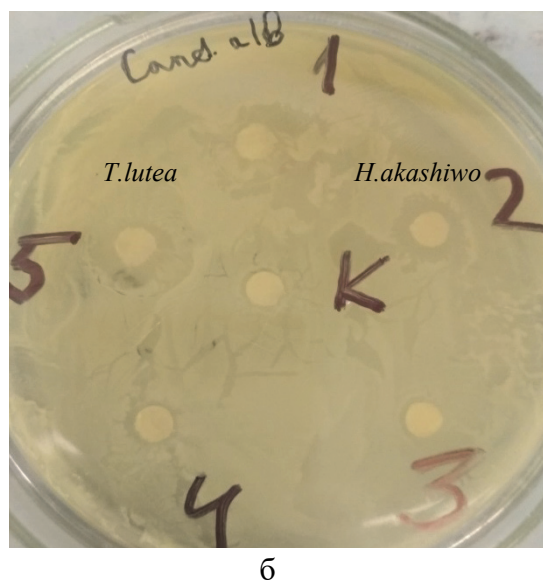
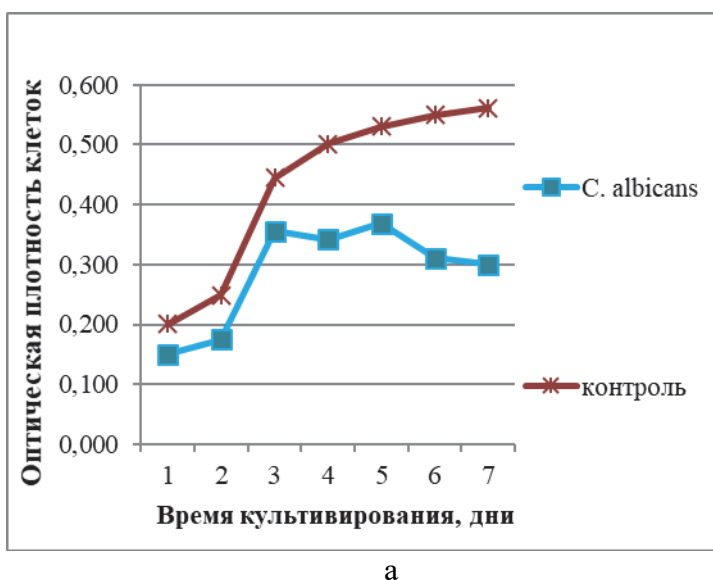


Рисунок 3 – Воздействие экстракта *T. lutea* на *C. Albicans*: а – зависимость скорости роста и выживаемости *C. albicans* при внесении экстракта; б – тестирование вытяжек *T. lutea* и *H. akashiwo* против *C. albicans* на бумажных дисках

На основе полученных данных можно сделать заключение о необходимости поиска новых биоактивных веществ из морского фитопланктона. Представители микроводорослей не только лидируют в количественных показателях, но и обладают огромным потенциалом для выявления новых метаболитов с непревзойденными структурами.

Наш эксперимент показал, что противомикробный эффект микроводорослей видоспецифичен по отношению к патогенным бактериям. Данные позволили выделить виды одноклеточных водорослей, способные к ингибированию патогенных микроорганизмов. Антимикробные свойства могут быть связаны с видовой принадлежностью культур и с тем, что вышеуказанные виды продуцируют широкий спектр химических соединений, необходимых для дальнейшего исследования.

Библиографический список

1. Бузолева Л.С. Микробиологическая оценка качества природных вод, летняя учебно-полевая практика: учеб. пособие. – Владивосток, 2011. – 88 с.
2. Вершинин, А.О. Токсичные и вредные водоросли в прибрежных водах России / А.О. Вершинин, Т.Ю. Орлова // Океанология. – 2008. – Т. 48, № 4. – С. 568–582.
3. Орлова, Т.Ю. Лабораторное культивирование морских микроводорослей, включая продуцентов фитотоксинов: науч.-метод. пособие / Т.Ю. Орлова, Н.А. Айздайчер, И.В. Стоник. – Владивосток: Дальнаука, 2011.– 89 с.
4. Barzkar N, Jahromi S, Poorsaheli H.B, Vianello F. Metabolites from Marine Microorganisms, Micro, and Macroalgae: Immense Scope for Pharmacology // Mar Drugs. – 2019. 17(8). – P. 464–468.
5. Brujan E. A. Dynamics of laser induced cavitation bubbles near an elastic boundary / E. A. Brujan, K. Nahen, P. Schmidt, A. Vogel // J. Fluid. Mech. – 2001. – № 433. – P. 251–281.
6. Najdenski H M, Gigova Liliana G, Iliev Ivan I, Pilarski Plamen S, Lukavsky Jaromir, Tsvetkova Iva V, Ninova Mariana S and Kussovski Vesselin K. Antibacterial and antifungal activities of selected microalgae and Cyanobacteria // International Journal of Food Science and Technology. –2013. –№ 48. – P. 28–36.
7. Raposo MFJ, de Morais AMMB, de Morais RMSC Influence of sulphate on the composition and antibacterial and antiviral properties of the exopolysaccharide from *Porphyridium cruentum* // Life Sci. – 2014. – № 101. – P.56–63.

INFLUENCE OF JAPANESE SEA MICROALGAE EXTRACTS ON PATHOGENIC MICRO-ORGANISMS CAUSING DISEASES IN HUMAN AND ANIMALS

Ognistaya A.V.

Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

The activity of marine microalgae on strains of pathogenic microorganisms capable of causing a complex of various diseases in mammals was studied. To date, there are many medical advances in the fight against microbes, but most of them have developed resistance to drugs and continue to threaten human life.

Keywords: *Lead, cadmium, heavy metals, brown algae, Laminariales, Fucales, eastern Kamchatka, Bering Island.*

Сведения об авторе: Огнистая Альбина Васильевна, аспирант 1-го курса, e-mail: alya_lokshina@mail.ru

МОБИЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ СТАВНЫХ НЕВОДОВ ПРИ РАБОТЕ НА ТЕЧЕНИЯХ В РЕКЕ И ЛИМАНЕ

Осипов Е.В., Пилипчук Д.А.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Предложены мобильные конструкции ставных неводов, позволяющие легко их устанавливать на течениях в реках. Мобильность обеспечивается применением рамных конструкций оттяжек с распределением усилия в горизонтальной плоскости одновременно по нижней и верхней подборам и съёмных якорей.

Ключевые слова: ставной невод, река, лиман, Амур, поведение, кета, горбуша.

В работах [1–3] были проведены исследования поведения кеты в реке Амур, а также исследования работы «заездков», ставных неводов, плавных сетей. Была определена оптимальная скорость течения, в диапазоне которой происходит движение кеты в реке Амур, которая составляет 0,55–0,75 м/с в диапазоне глубин 4–9 м. Для горбуши скорости течений значительно меньше, и она двигается ближе к берегу.

Наибольшее значение при выборе участков лова в реке имеет определение его гидрологии (эпюры скоростей), которая определяет возможность места постановки стационарных орудий рыболовства, схемы постановки плавных сетей и закидных неводов с определением участков реки, имеющих соответствующие эпюры скоростей течений в диапазоне оптимального хода кеты (рис. 1).

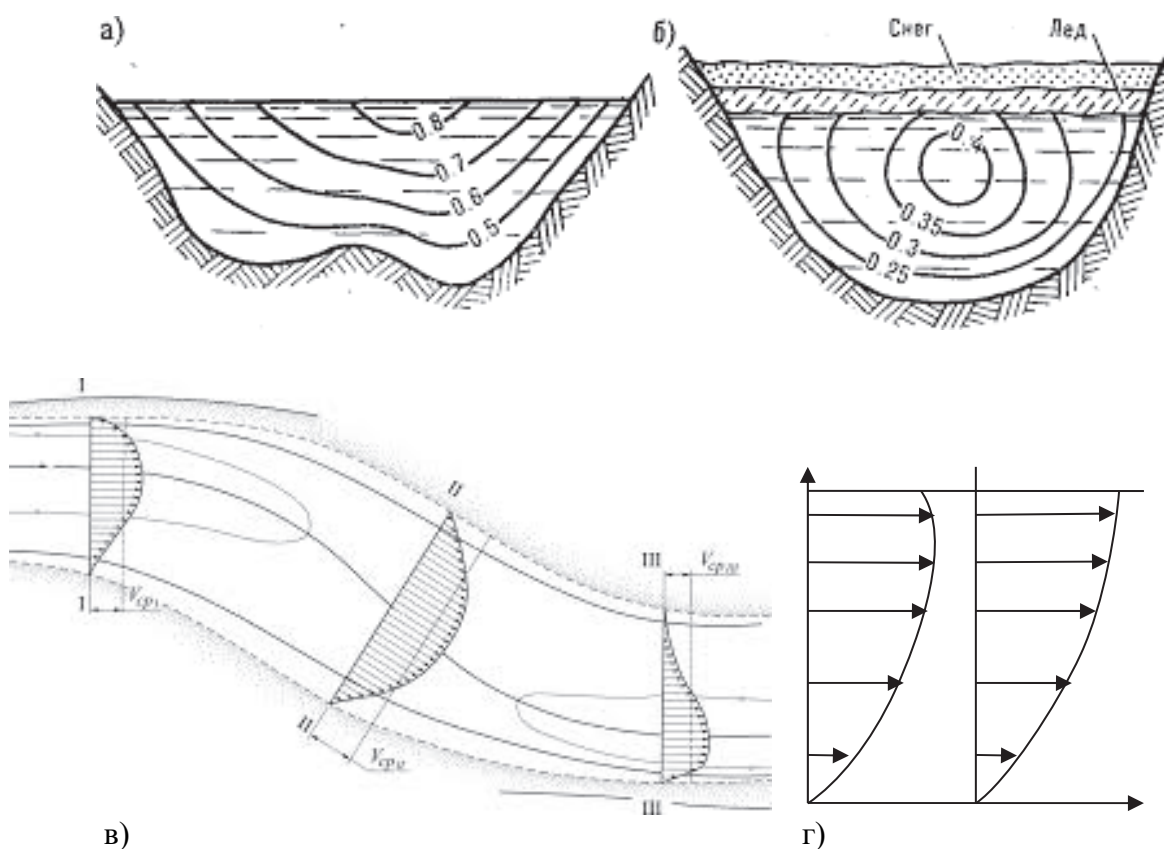


Рисунок 1 – Эпюры скоростей течений в реке: а, б – сечение поперек; в – сечение горизонтальное; г – сечение вертикальное

Кета может идти на глубине 30–35 м в море [4], в то же время исследования уловов показали [1], что кета движется вдоль каждого берега, а если глубина менее 40–45 м, то кета может переходить с движения вдоль одного берега на другой, это согласуется с эпюрой (рис. 1, а). Соответственно такие движения кеты происходят в случаях перемешивания вод в районах резких поворотов течений или водоворотов. Если берег достаточно крутой, то кета согласно эпюрам течений будет двигаться в узкой по ширине русла течения полосе, но достаточно большой по глубине (рис. 1, а, в).

Отмечено, что при подходе кеты к входам в нерестовые реки она уплотняется и выходит ближе к поверхности [1], это в том числе связано с гидрологией при впадении рек в р. Амур. Здесь нужно отметить, что часть кеты, идущей далее по течению Амура, держится на большей глубине, позволяет скорость течения (рис. 1, а). Эта ситуация и объясняет значительное снижение уловов в 2019 г. «заездков» в лимане р. Амур, поскольку кета, которая облавливалась заездками, шла в ближайшие нерестовые реки, а та, которая шла дальше, перемещалась в канале лимана ближе к его центру. В то же время уловы сетями в р. Амур остались на прежнем уровне, поскольку облавливали другую кету, чем заездки. Конечно, фактор пересечения обоих множеств скоплений кеты возможен.

В связи со значительной промысловой нагрузкой в предыдущие годы уловы «заездков» упали, в том числе количество их также становится не эффективно вследствие больших затрат на установку. Применение ставных неводов позволяет значительно снизить затраты, однако проведенные исследования работы ставного невода в р. Амур показали недостатки существующих конструкций ставных неводов, из которых следуют выводы:

- ловушка должна иметь другую конструкцию, имеющую форму, близкую к «заездку»;
- способ переборки и выливки улова также надо осуществлять по течению.

Для решения этой проблемы предлагается конструкция ставного невода с распределением равномерной нагрузки с оттяжками (рис. 2).

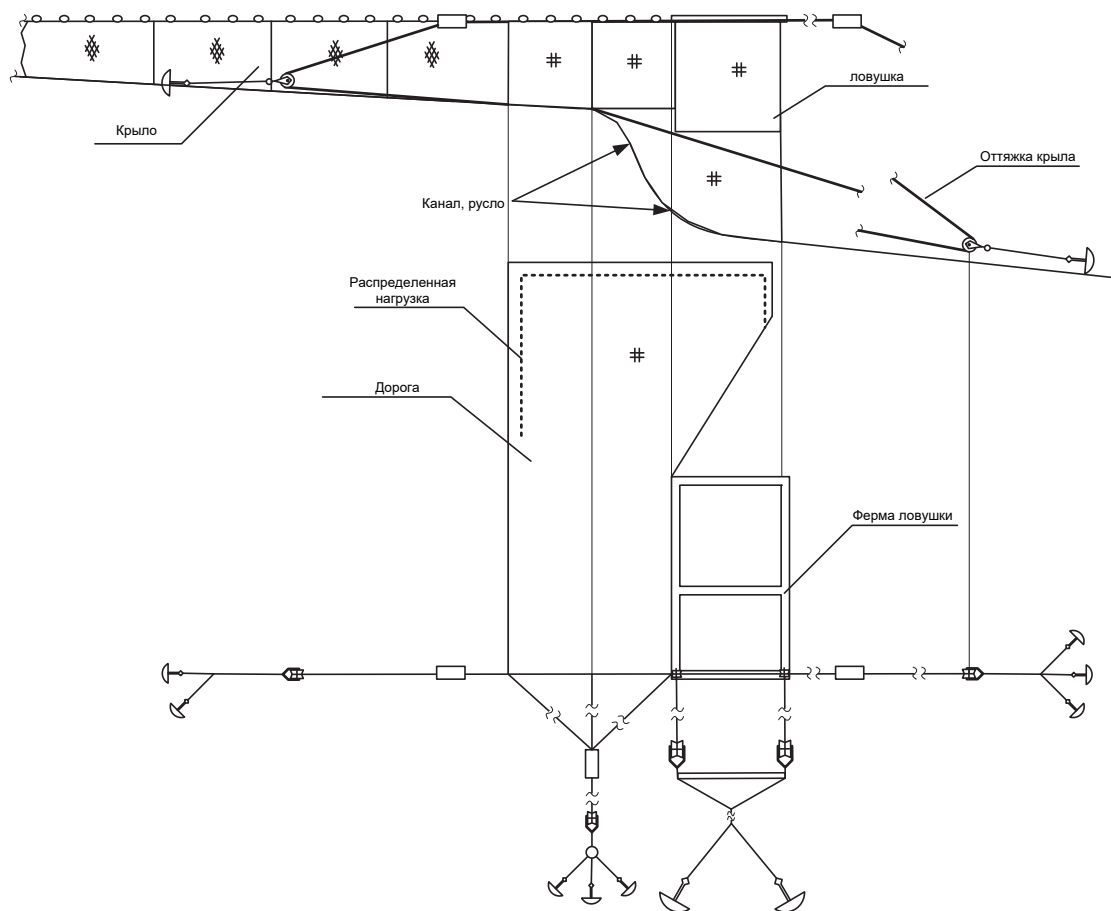


Рисунок 2 – Ставной невод с фермой для установки ловушки

Для ловушки использована ферма, которая позволяет работать на неводе как на «заезде», выборка осуществляется по течению. Для крыла и ловушки применена динамическая оттяжка, которая обладает большей держащей силой и позволяет распределить нижнюю подбору жестко без вертикальных оттяжек с грузами, закрепить ее на раме (рис. 3).

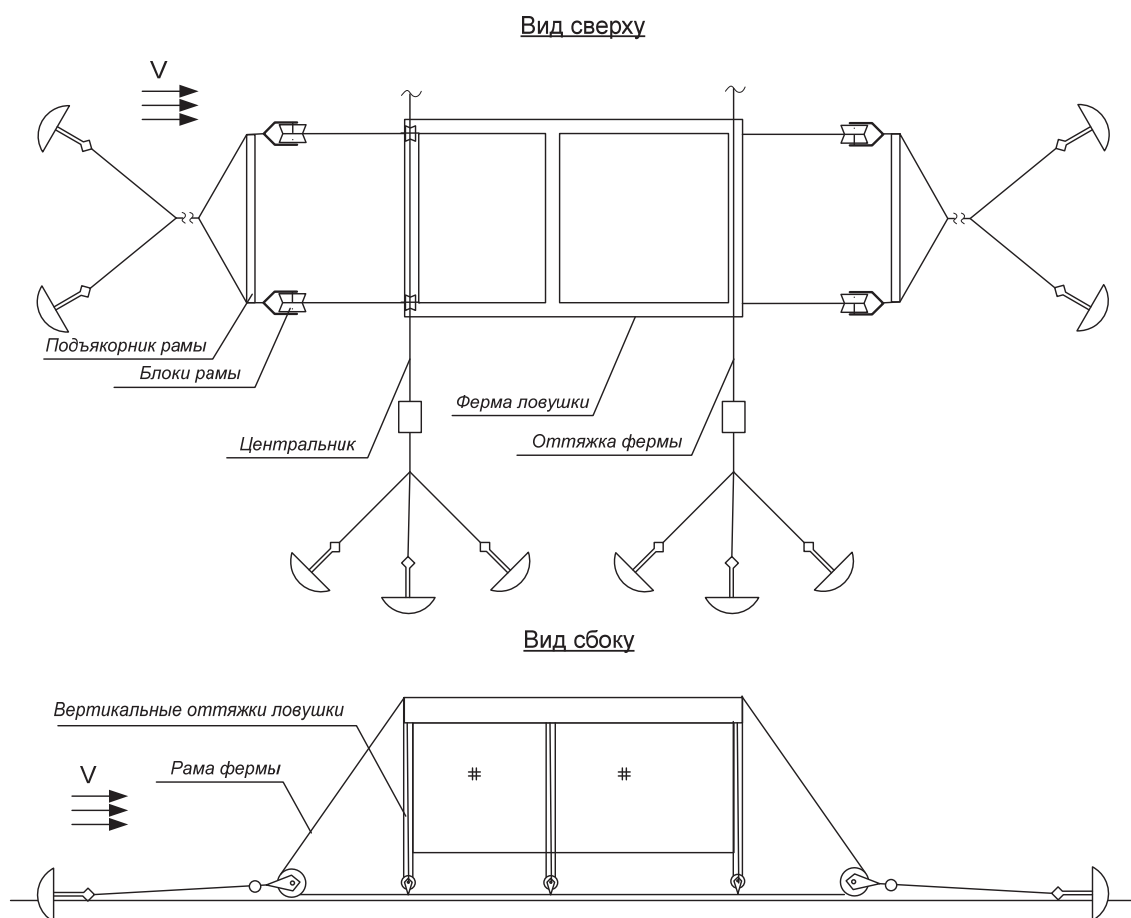


Рисунок 3 – Ловушка с фермой

Дорога выполнена в виде фартука с распределенной загрузкой, при этом часть крыла, ловушка и подъемная дорога выполняются из шнуровой полиэтиленовой дели с квадратной формой ячеи. Такой подход позволяет значительно снизить сопротивление этих элементов и обеспечить удобство работы при переборке ловушки. Ловушка выполняется под ферму и с небольшой глубиной, а направление рыбы в ловушку с большей глубины осуществляется дорогой. Переборка ловушки будет осуществляться с использованием переборочных оттяжек достаточно легко по сравнению со ставным неводом. Использование подъемной дороги позволит устанавливать невод глубже заездков и захватывать большее количество рыбы.

Особенностью конструкции является использование съемных якорей и мобильность устройства. Это является важным фактором при постановке конструкции на течение реки, очень легко пройти мимо места постановки. Поэтому использована рамная конструкция оттяжек, которые позволяют регулировать положение ловушки в широком диапазоне, как и оттяжку крыла. При этом эффективность съемных якорей в соединении с системой блоков и рамой обеспечивает высокую держащую способность вследствие горизонтального расположения оттяжек.

Таким образом, предлагаемая конструкция ставного невода позволит иметь съемные многоразовые конструкции, быстро устанавливаемые на любых участках реки с выводом кеты с глубины.

Библиографический список

1. Осипов Е.В., Пилипчук Д.А. Исследование поведения кеты при движении в реке Амур при ее промысле // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – Т. I. – С. 157–162.

2. Осипов Е.В., Телятник О.В., Пилипчук Д.А. Обоснование применения окон в крыльях «заездков» и их конструкция для обеспечения проходных дней // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы Нац. очно-заочной науч.-практ. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – С. 54– 59.

3. Осипов Е.В. Методика принятия управленческих решений для работы комиссии по анадромным видам рыб на промысле в реке Амур // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – Т. I. – С. 163–168.

4. Телятник О.В, Осипов Е.В. Технология промысла лосося и проектирование ставных неводов на Дальнем Востоке. – Владивосток: Дальрыбтехника, 2005. – 114 с.

MOBILE CONSTRUCTIONS OF STABLE SEVES WHILE WORKING ON CURRENTS IN THE RIVER AND ESTUAR

Osipov E.V., Pilipchuk D.A.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Mobile constructions of fixed seines are proposed, which make it easy to install them on currents in rivers. Mobility is ensured by the use of frame constructions of guy wires with the distribution of force in the horizontal plane simultaneously along the lower and upper selection and removable anchors.

Keywords: *fixed net, river, estuary, cupid, behavior, chum salmon, pink salmon.*

Сведения об авторах:

Осипов Евгений Валериевич, канд. техн. наук, доцент, e-mail: oev@mail.ru;

Пилипчук Дмитрий Анатольевич, аспирант, e-mail: pilipchukda@mail.ru

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОМЫСЛА ЯРУСАМИ С СУДОВ-ДРОНОВ

Осипов Е.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Предложена технология промысла ярусом с судов-дронов, в которой процесс наживления крючков происходит на судне-базе и наживленная хребтина помещается в контейнер с винтовыми барабанами. Улов аккумулируется в устройстве для накопления улова при переборке яруса и выбирается на судно-дрон.

Ключевые слова: судно-дрон, ярусный лов, устройство накопления улова.

В работах [1, 5] система автономных и дистанционных управляемых судов-дронов, основанных на базовой модульной платформе, в настоящее время разработана для тралового лова. В сравнении с траловым ловом ярусный лов более труден для механизации, менее массовый и требует большого количества ручного труда. Проведённые исследования существующих и используемых промысловых схем и механизмов на ярусном промысле [2, 3] позволяют использовать суда-дроны для ярусного лова и являются следующим этапом в разрабатываемой концепции [1].

Решение этой задачи заключается в переносе ручного труда и надзора за подготовкой ярусов (систему механизации и ярус) на суда-базы. При этом суда-дроны будут осуществлять постановку уже заряженной наживкой хребтину яруса, а затем – выборку яруса с уловом.

На судне-базе при подготовке судна-дрона предлагается схема заполнения контейнера заряженной хребтиной с наживкой, рис. 1. Сам процесс наживления будет осуществляться с использованием существующих наживочных машин в режиме наиболее качественного наживления крючков.

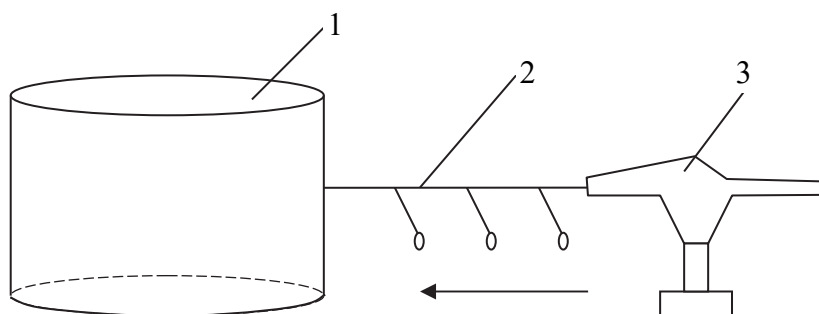


Рисунок 1 – Схема наполнения контейнера хребтиной с наживленными крючками:

1 – контейнер; 2 – хребтина с наживленными крючками; 3 – наживочная машина

Далее контейнер помещается на судно-дрон (рис. 2), где также хранится устройство для накопления улова и другое постановочное оборудование (якоря, буй).

После постановки контейнера судно-дрон выходит в нужный район и осуществляет постановку яруса: буй, буйрепа, устройства для накопления улова (устройство выполняет функцию якоря), свободного конца, хребтины, якоря, буйрепа с бумом.

После застоя судно-дрон подходит к бую к концу яруса, где находится устройство для накопления улова. Манипулятором берет буй, заводит его с кормы и начинает выборку (рис. 3). При выборке яруса устройство для накопления улова перемещается по грунту,

снимает улов с хребтины и аккумулирует его. При подходе к якорю накопительное устройство поднимается на борт судна и фиксируется в кормовой части. С помощью манипулятора в системе выборки фиксируется конечный буйреп, он выбирается на борт судна с бумом.

После этого судно-дрон направляется на базу, где с него снимается устройство для накопления улова и контейнер.

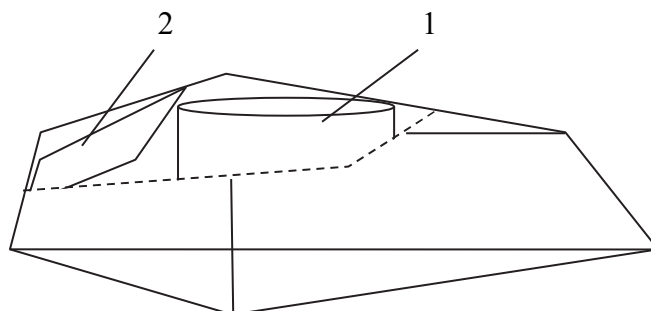


Рисунок 2 – Судно-дрон: 1 – контейнер с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной; 2 – устройство для накопления улова

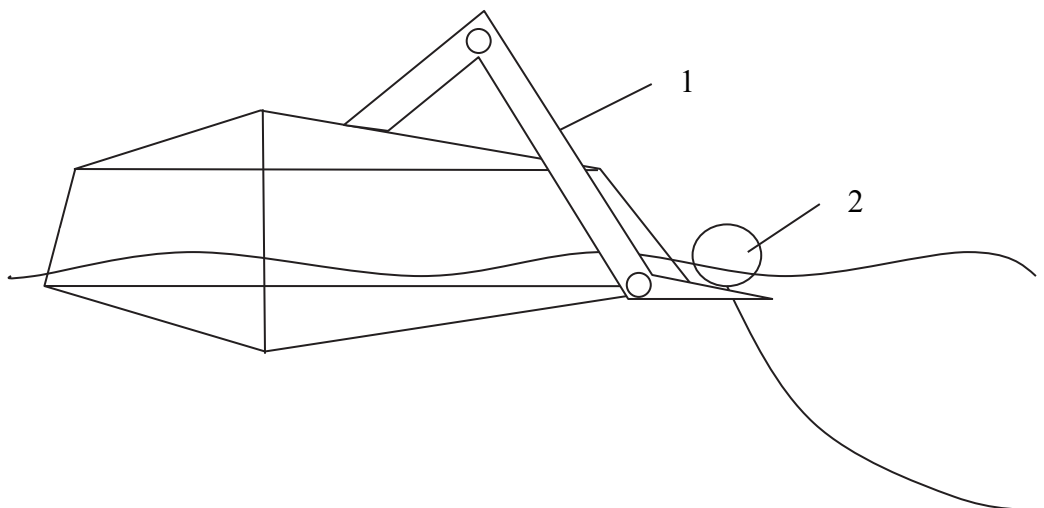


Рисунок 3 – Схема начала выборки яруса с судна-дрона:
1 – манипулятор; 2 – концевой буй яруса

Ключевыми моментами в данной предложенной схеме является устройство накопления улова, контейнер с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной, а также манипулятор. Технологии устройств для накопления улова уже разработаны, в частности, имеется защитное устройство для рыбы [4] (рис. 4) и более эффективное устройство, разработанное совместно с РК «Восток-1» (рис. 5), которое прошло серию испытаний.

Следующим изделием является контейнер с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной. Эксперименты с предлагаемыми контейнерами проводились еще в конце 70-х гг. прошлого века и применялись для маломерных судов [2].

В контейнер подавался холодный воздух, и наживка там охлаждалась, для сохранения качества. В дальнейшем были разработаны машины фирм Мустад и Марко, позволяющие хорошо наживлять в морских условиях, и технология была забыта.

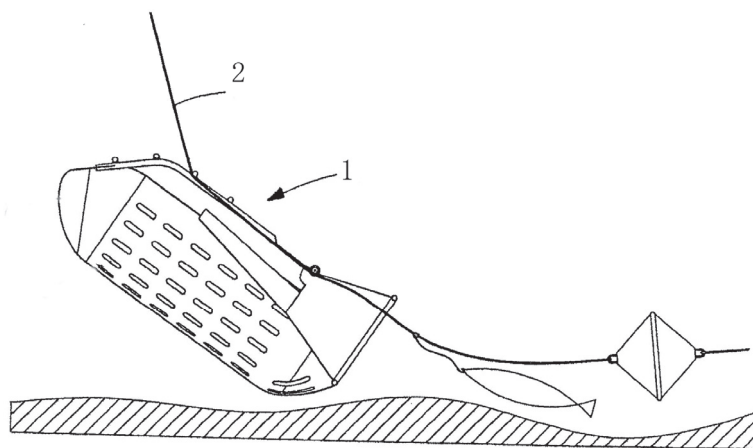


Рисунок 4 – Защитное устройство для рыбы: 1 – устройство; 2 – хребтина



Рисунок 5 – Устройство для накопления улова на судне РК «Восток-1»

Предлагаемый контейнер внутри имеет винтовой барабан с линией для оттяжки поводцов с наживкой, выходное отверстие перемещается с положением хребтины на барабане (рис. 6), длину хребтины на витке можно определить по формуле

$$l^2 = (\pi D)^2 + h^2, \quad (1)$$

где l – длина одного витка; D – диаметр винтового барабана; h – шаг витка.

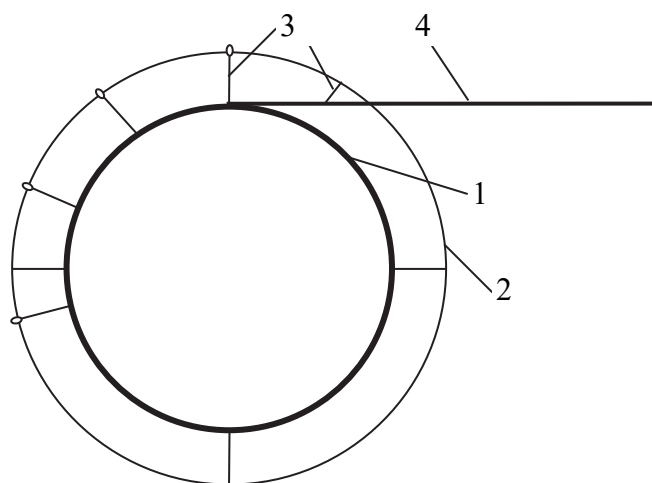


Рисунок 6 – Схема внутреннего строения контейнера с заряженной (с наживленными крючками) хребтиной: 1 – винтовой барабан; 2 – линия оттяжки поводцов; 3 – поводцы с наживкой; 4 – хребтина

Шаг витка зависит от диаметра хребтины и размера наживки, для компактности расположение наживки с крючком на хребтине, диаметр винтового барабана выбираем так, чтобы наживки с крючками располагались в отдаление и на разных шагах витка. Таким образом, высоту барабана найдем как

$$H = \frac{l_{яп}}{l} h. \quad (2)$$

Данные расчетов по формулам (1, 2) параметров винтового барабана показаны на рис. 7. При этом возможна комбинация нескольких винтовых барабанов, где барабаны меньшего диаметра вложены внутрь барабана большего диаметра, с нижней проводкой хребтины. В любом случае при выборе параметров комплектации контейнера надо учитывать уловистость яруса на соответствующих объектах лова и объемы аккумуляирования улова в устройстве для накопления улова (см. рис. 5).

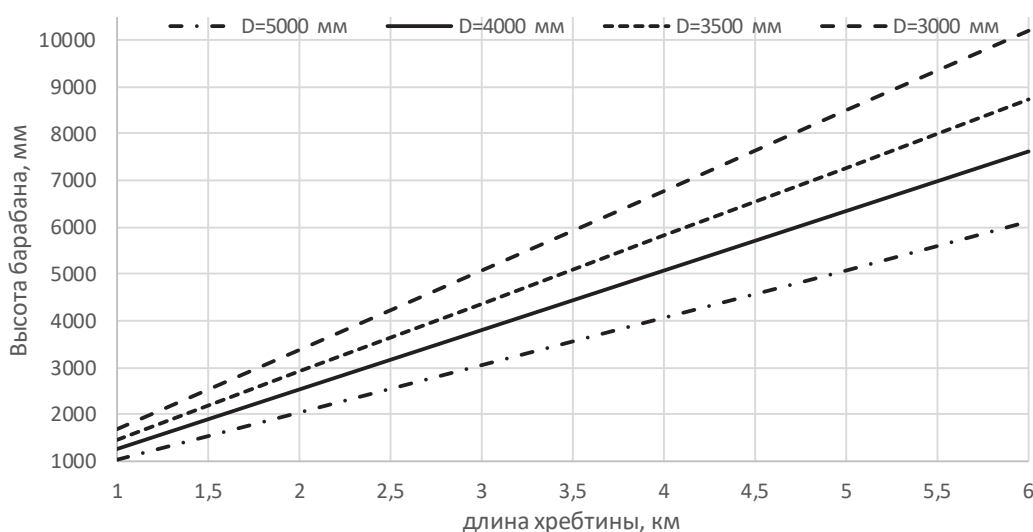


Рисунок 7 – Соотношение параметров винтового барабана

Манипулятор подобного типа (см. рис. 3) используются на ловушечном лове больших квадратных ловушек с одинарной постановкой, управление которым может осуществляться дистанционно, как и судном-дронном.

Таким образом, как и отмечалось в работе [1], «ключевые технологии для реализации концепции систем автономных и полуавтономных процессов промысла уже разработаны», в нашем случае технологии ярусного лова, которые требуют просто детального разграничения процессов, а не повторения автоматизации по принципу замены ручного труда.

Библиографический список

1. Зорченко Н.К., Еремин Ю.В., Осипов Е.В. Системы автономных и полуавтономных процессов промысла // Рыб. хоз-во. – 2017. – № 4. – С. 94–96.
2. Кокорин Н.В. Лов рыбы ярусами. – М.: ВНИРО, 1994. – 421 с.
3. Кулага В.Г., Осипов Е.В. Орудия рыболовства и механизация ярусного, ловушечно-го и дрифтерного промысла. – М.: ВНИИЦ, 2005. – № 50200500517.
4. Пат. РФ № 2531434. Защитное устройство для рыбы. Заявка № 2012110306/13, 20.08.2010.
5. Зорченко Н.К., Еремин Ю.В., Осипов Е.В. Судостроение 2050: не отдаленное будущее, а уже наступающее завтра // Рыб. хоз-во. – 2018. – № 5. – С. 12–13.

TECHNOLOGY OF FISHING IN LONGLINE FROM DRON VESSELS

Osipov E.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

A technology was proposed for longline fishing from drones, in which the process of making ridges takes place on a vessel-base, and the acquired ridge is placed in a container with screw drums. The catch is accumulated in the device for the accumulation of catch during the bulkhead haulage and is selected on the drone ship.

Keywords: *drone vessel, longline fishing, catch storage device.*

Сведения об авторе: Осипов Евгений Валериевич, канд. техн. наук, доцент, e-mail: oev@mail.ru

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СПЛОЧЕННОСТИ ЛЬДА В ЯПОНСКОМ МОРЕ

Плотников В.В.^{1,3}, Кислова С.И.^{1,2}, Дубина В.А.^{1,3}, Круглик И.А.¹

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

²Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт, Владивосток, Россия

³Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

На основе доступной информации о состоянии ледяного покрова Японского моря и характера атмосферной циркуляции над регионом реализована обобщенная физико-статистическая модель эволюции полей сплоченности льда и оценивается ее эффективность.

Ключевые слова: сплоченность, архив ледовой информации.

Японское море за счет своих минеральных и биологических ресурсов имеет громадное значение для экономики Дальневосточного региона.

Однако наличие сезонного ледяного покрова вносит свои коррективы в процессы эффективного развития региона. При этом состояние ледяного покрова в целом достаточно хорошо описывается распределением сплоченности льда. Все это подчеркивает необходимость пристального внимания к мониторингу и моделированию состояния ледяного покрова.

Моделирование и прогноз ледовых условий в Японском море до последнего времени носили фрагментарный характер и в основном включали выявление зависимостей для определения ледовых фаз по пунктам и ледовитостей для отдельных районов или для всего моря в целом [2–4, 6, 8].

В области гидродинамического моделирования можно отметить достаточно успешную реализацию динамической модели перераспределения льда в Татарском проливе [7]. Однако практическое использование подобных моделей затруднено, а при их возможном использовании требуется постоянная статистическая корректировка результатов.

Целью работы явилась реализация обобщенной модели эволюции ледяного покрова (распределение сплоченности льда) в Японском море и оценка возможности ее практического использования.

Данные и методы

Исходной информацией для создания архива данных о распределениях сплоченности льда на Японском море послужили:

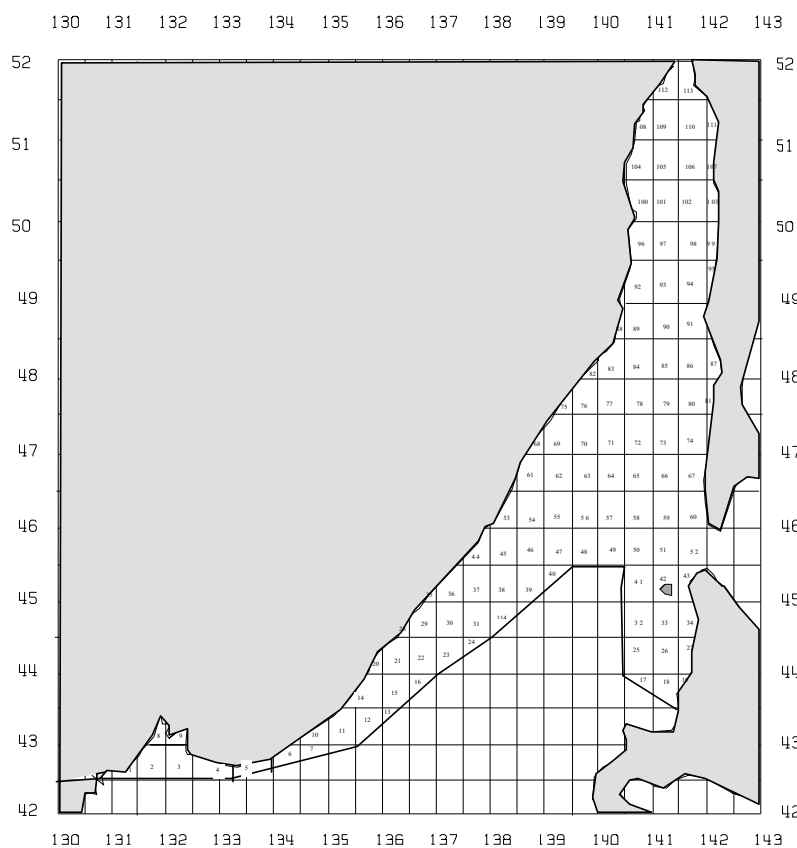
- база данных «Состояние ледяного покрова Японского моря» [5], содержащая сведения о полях сплоченности и возраста льда с 1960 по 2010 гг.;

- карты анализа ледовой обстановки в море: для периода 1972–2019 – с сайта: http://www.natice.noaa.gov/products/weekly_products.html, с периодичностью 3–4 дня.

Вся информация о состоянии ледяного покрова моря (поля сплоченности) осреднялась по 10-дневным периодам [3–5].

Численные значения сплоченности льда снимались в центрах районов, на которые разбивалось море (рисунок).

Как отмечалось в ряде исследований [1–4], изменчивость ледовых условий на период до трех декад в значительной мере определяется характером атмосферной циркуляции над морем. Поэтому в качестве предикторов, кроме предшествующего состояния ледяного покрова, использовались и метеорологические факторы: поля приземного давления и геопотенциала H_{500} , которые снимались в узлах двухградусной сетки по району 90° в. д.– 170° з. д.; 35° – 75° с. ш., также за период с 1960 по 2019 гг.



Расположение и нумерация районов для снятия значений ледовых характеристик на Японском море (непрерывная линия показывает границу предельного распространения льда)

Модель эволюции ледовых условий включает ряд последовательных алгоритмов:

- ранжирование полей предикторов и предиктантов по степени аналогичности;
- отбор заданного количества аналогичных полей;
- оценка уровня связности отобранных полей предикторов и предиктантов;
- формирование прогностического оператора с учетом показателя аналогичности и уровня связности;
- отбор из архива информации заданных выборок;
- прогноз.

Результаты и анализ

С целью проверки метода все исходные выборки с помощью генератора случайных чисел были разбиты в пропорции 3 : 1 на две части. Зависимая выборка, по которой рассчитывались параметры уравнений регрессии, а также оценивалась обеспеченность метода, и независимая выборка – для оценки эффективности функционирования модели.

При этом на каждом шаге расчетов используемые выборки обновлялись. В качестве предельной модельной погрешности использовалась величина, равная одному баллу [9].

В результате проведения модельных расчетов по всему спектру заблаговременностей (1–3 декады) в течение ледового сезона (декабрь–апрель) эффективность метода (средние обеспеченности рассчитываются на зависимой выборке) составили от 89 до 77 % соответственно. При этом оправдываемость метода (рассчитываются на независимой выборке) также достаточно велика – от 83 % при заблаговременности одна декада, для 71 % – при трехдекадной заблаговременности.

Заключение

Представленные результаты проверки функционирования модели отражают правильность модельных представлений о характере короткопериодной (1–3 декады) изменчивости ледовых условий в Японском море.

Увязанные в одну схему этапы обработки информации в совокупности с архивом ледовой и сопутствующей гидрометеорологической информацией после соответствующих корректировок, внесенных в результате многоаспектной проверки предлагаемых методик на независимом материале, позволят в первом приближении решить проблему мониторинга и моделирования ледовых условий на Японском море.

Библиографический список

1. Пестерева Н.М., Плотников В.В., Тарасова Е.В. О возможном механизме формирования крупномасштабных аномалий гидрометеорологических параметров на Дальневосточном регионе // Тр. ДВНИГМИ. – 1990. – Вып. 40. – С. 95–102.
2. Петров А.Г. Численное моделирование осенне-зимних гидрологических процессов на Охотском море // Ледовые прогнозы и расчеты: тез. докл. Всесоюз. совещания. – Л., 1984. – С. 9.
3. Плотников В.В. Состояние и перспективы развития методов ледовых прогнозов на морях Дальнего Востока // Метеорология и гидрология. – 1985. – № 10. – С. 114–118.
4. Плотников В.В. Аналого-статистическая модель прогноза положения кромки, сплоченности, возраста и форм льда на дальневосточных морях // Метеорология и гидрология. – 1997. – № 10.
5. Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей России и их прогноз: монография. – Владивосток: Дальнаука, 2002. – 172 с.
6. Свидетельство о государственной регистрации базы данных «Состояние ледяного покрова Японского моря» № 2011620558 / Плотников В.В., Шкорба С.П., Ростов И.Д., Дмитриева Е.В.; зарегистрировано 03.08. 2011.
7. Столярова Г.А. К вопросу о расчете сплоченности льдов в Татарском проливе // Тр. ДВНИГМИ. – 1975. – Вып. 50. – С. 33–37.
8. Фролов И.Е., Петров А.Г. Численная модель осенне-зимних ледовых явлений // Тр. ДВНИГМИ. – 1980. – Вып. 91. – С. 3–12.
9. Якунин Л.П. Ледовые исследования на дальневосточных морях // Тр. ДВНИГМИ. – 1979. – Вып. 77. – С. 102–107.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY JAPAN SEA ICE CONCENTRATION DISTRIBUTION MODELING

Plotnikov V.V.^{1,3}, Kislova S.^{1,2}, Dubina V.A.^{1,3}, Kruglik I.A.¹

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

²Far Eastern regional research hydrometeorological Institute, Vladivostok, Russia

³V.I. Ilichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia

The ice concentration fields evolution's generalized physical and statistical model is carried out on the basis of the available information of the Sea of Japan ice cover condition and the atmospheric circulation over the region, and its effectiveness is estimated.

Keywords: Concentration, time spectra, ice cover data.

Сведения об авторах:

Плотников Владимир Викторович, доктор геогр. наук, профессор, e-mail: vlad_plot@poi.dvo.ru;

Кислова Светлана Ивановна, научный сотрудник, e-mail: kislovasi@mail.ru;

Дубина Вячеслав Анатольевич, канд. геогр. наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией ледовых исследований, e-mail: dubina@poi.dvo.ru;

Круглик Ирина Алексеевна, канд. биол. наук.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГИДРОАКУСТИЧЕСКОГО ПОИСКА СКОПЛЕНИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОЙ САРДИНЫ И ЯПОНСКОЙ СКУМБРИИ В ПРИКУРИЛЬСКИХ ВОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА ОСЕНЬЮ 2019 г.

Поляничко В.И.

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), Владивосток, Россия

Представлена методика оценки плотности рыбных скоплений японской скумбрии и сардины иваси. На основе собранных акустических данных промыслового рыбопоискового эхолота «Furuno FCV-1200L» построены пространственные распределения дальневосточной сардины и японской скумбрии, а также показаны их характерные акустические изображения (эхограммы) в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана в октябре 2019 г.

Ключевые слова: *рыбопоисковый эхолот, японская скумбрия, дальневосточная сардина, акустические изображения, плотность скоплений, пространственное распределение.*

Введение

Акватория прикурильских вод северо-западной части Тихого океана (СЗТО) характеризуется высокой биологической и рыбопромысловой продуктивностью, а также имеет исключительное значение для нагула многих нектонных субтропических видов [1]. Обнаружение значительных концентраций дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* и японской скумбрии *Scomber japonicus* в ходе проведения комплексных научных съёмок 2015–2016 гг. в прикурильских водах СЗТО [2] открыло перспективу возобновления их массового промысла российскими рыбаками в летне-осенний период.

Использование современной гидроакустической аппаратуры в рыбохозяйственных исследованиях позволяет охватить большие акватории за относительно короткий период времени, а также получать оценки плотности рыб, их горизонтальное и вертикальное распределения.

Материалы и методы

Научно-исследовательские работы по обнаружению промысловых скоплений дальневосточной сардины и японской скумбрии в верхней эпипелагиали СЗТО проводились на НИС «Владимир Сафонов» с 8 по 29 октября. Поисковые работы основывались на акустических данных, получаемых с судового рыбопоискового эхолота «Furuno FCV-1200L». Данный эхолот не предназначен для проведения эхоинтеграционных оценок и не имеет цифрового выхода, т.е. нет возможности снятия и обработки акустических данных (RAW-файлов) с последующим вычислением акустической плотности объекта, в отличие от научного эхолота «ЕК-60 SIMRAD», используемого на научно-исследовательских судах «ТИНРО» и «Профессор Кагановский».

Используя опыт прошлых съёмок, акустический поиск скоплений скумбрии и сардины иваси осенью 2019 г. производился в тёмное время суток. Это связано с суточной активностью скумбрии и сардины: днем скопления, имеющие косячное состояние, регистрируются эхолотом значительно реже, чем ночью (особенно у скумбрии), что является следствием их более высокой подвижности и избегательной реакции на судно в светлое время суток [3].

Маршрут поисковых работ формировался на основе текущей гидрологической обстановки на момент проведения исследований. Эта информация включала в себя данные температуры поверхности воды (ТПО), снимаемые с факсимильных гидрологических карт То-

кийского гидрометцентра, а также данные ТПО, получаемые с судового комплекса непрерывного зондирования поверхностной температуры «Termotrak».

Идентификация объектов, регистрируемых судовым эхолотом на галсах акустического поиска, производится в ходе контрольных тралений. Местоположение тралений определялось необходимостью контроля видового и размерного состава объектов в местах смены характера акустических изображений скоплений.

Структура рабочей области экрана эхолота. В правой части рабочей области экрана эхолота расположена шкала глубин, измеряемая в метрах (рис. 1). На левой стороне – шкала раскраски акустического изображения. В верхней части экрана расположена шкала скорости протяжки эхограммы (чередующиеся синие и оранжевые горизонтальные временные интервалы, где 1 инт. = 30 с).

Визуальные наблюдения за акустическими записями скоплений скумбрии и сардины проводились непрерывно в течение темного времени суток (с 17:00 до 6:00). При этом с помощью фотофиксации и записи наблюдений в поисковый журнал регистрировались следующие показатели: координаты местонахождения скоплений (по данным с судового GPS); форма скоплений, диапазон глубины распространения, высота скопления (параметр H), горизонтальная протяженность (параметр L) фиксировались с рыбопоискового эхолота (рис. 1).

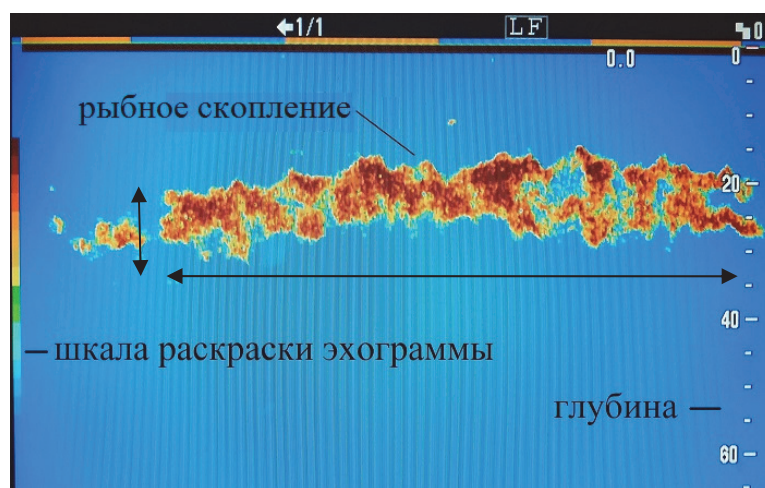


Рисунок 1 – Внешний вид интерфейса эхолота «Furuno FCV-1200L»

Далее проводилась обработка и анализ данных по каждому зарегистрированному скоплению. Как было сказано ранее, с помощью имеющегося на борту гидроакустического оборудования технически невозможно получить абсолютные значения акустической плотности гидробионтов (коэффициент обратного поверхностного рассеяния (s_A , м²миля⁻²), а также оценить численность и биомассу сардины и скумбрии эхоинтеграционным методом.

В результате анализа материалов наблюдений с помощью экспертной оценки были получены значения плотности рыбных скоплений. В общем виде применяемую методику можно отразить в следующей формуле:

$$P_f = H \times L \times K_p ,$$

где P_f – плотность рыбного скопления; H – высота скопления, м (определялась по шкале глубины); L – протяженность скопления, м. Данный параметр был рассчитан как произведение скорости судна (м/с) и времени протяжки скопления (с) – время за которое скопление полностью проходит определенную точку на экране (например, левый край экрана эхолота); K_p – коэффициент плотности рыбного скопления. В эхолоте на основе специ-

ального алгоритма осуществляется преобразование интенсивности акустического сигнала в соответствующие цвета шкалы раскраски эхограммы. Параметр K_p представляет собой цифровой индекс, который присвоен определенному цвету, чем выше интенсивность сигнала, тем больше значение индекса. Цветовая шкала эхолота включала в себя 11 цветов, где бирюзовому цвету соответствовало значение $K_p = 0,05$, а коричневому – 1.

Полученные значения плотности рыбных скоплений (P_f) сардины и скумбрии были разбиты по возрастанию на группы значений и приравнены к пятибалльной шкале, где 1-му баллу соответствовали скопления с минимальной плотностью, а 5 баллам – скопления с максимальной плотностью.

Результаты и их обсуждение

Во время гидроакустического поиска в верхней эпипелагиали прикурильских вод СЗТО осенью 2019 г. характерные акустические изображения дальневосточной сардины и японской скумбрии фиксировались на протяжении всего пути исследования (рис. 2).

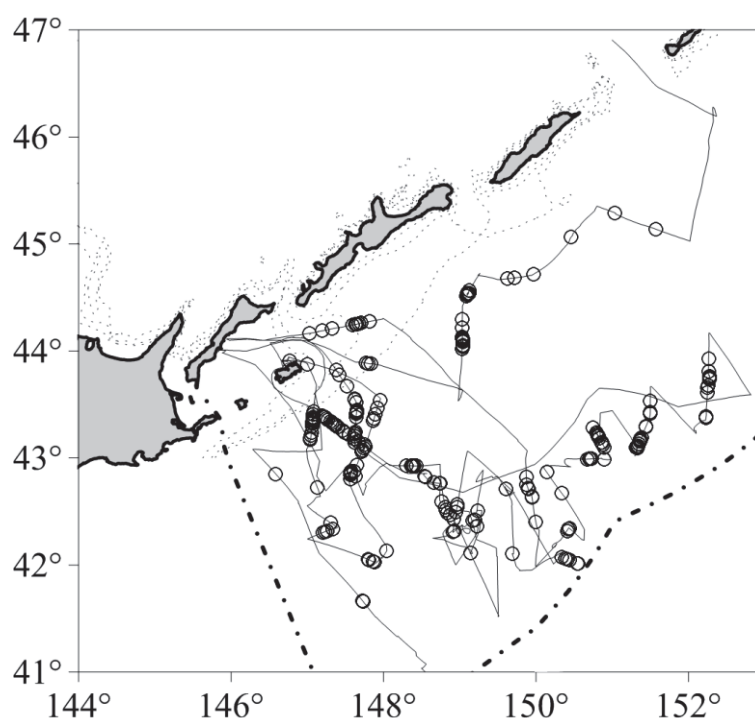


Рисунок 2 – Карта встречаемости скоплений дальневосточной сардины и японской скумбрии по данным рыбопоискового эхолота «Furuno FCV-1200L» (октябрь 2019 г.)

Японская скумбрия и дальневосточная сардина по своему поведению – стайные подвижные рыбы. Они способны в течение сумерек рассеиваться на больших акваториях и на рассвете быстро собираться в плотные косяки, обладая чувствительными органами слуховой рецепции. Анализ акустических данных и траловых уловов прошлых съемок (2015–2016 гг.) позволил идентифицировать характерные акустические изображения «чистых» и смешанных скоплений японской скумбрии и дальневосточной сардины [3].

Осенью 2019 г. японская скумбрия в темное время суток образовывала протяженные скопления средней и высокой плотности, которые отмечалась на экране эхолота в виде сплошных лент (часто в форме «коленвал») (рис. 3, А). Скопления наблюдались на глубинах от 10 до 40 м. Высота записей составляла от 5 до 20 м. Также скумбрия регистрировалась в виде разреженных скоплений малой и средней плотности шарообразной формы высотой до 5–7 м. Протяженность таких скоплений достигала 900 м (рис. 3, Б).

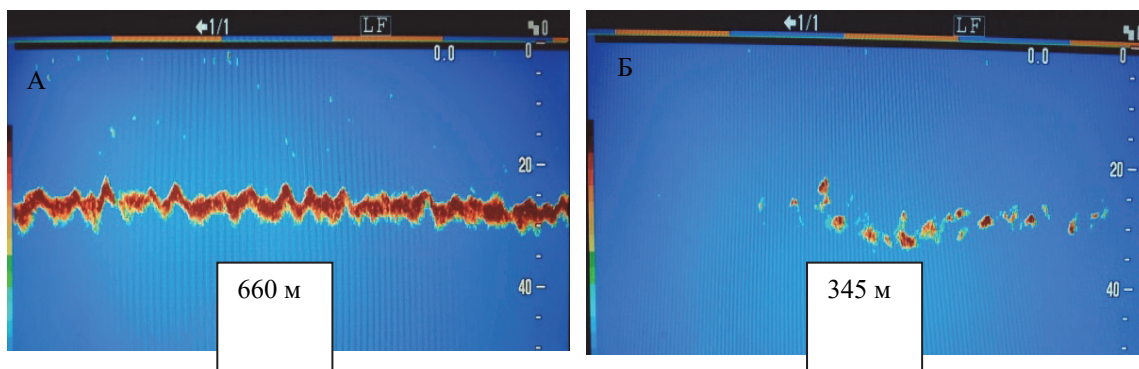


Рисунок 3 – Примеры акустических изображений скоплений японской скумбрии:
А – «коленвал»; Б – шарообразная форма, октябрь 2019 г.

Во время поисковых работ дальневосточная сардина начала встречаться при температуре поверхности воды (ТПО) от 9,3 °С в северо-восточном районе исследований (45°08' с.ш. и 151°34' в.д.). На судовом рыбопоисковом эхолоте скопления рыбы отмечались в виде косяков шарообразной формы на глубине от 10 до 40 м. Вертикальное развитие косяков достигало 20 м, а горизонтальная протяженность составляла от 15 м до 80 м (рис. 4, А). Другие характерные записи сардины иваси были представлены в виде протяженных скоплений средней и высокой плотности. Рыба держалась на глубине от 10 до 60 м. Высота скоплений достигала 45 м, а горизонтальная протяженность – от 60 до 525 м (рис. 4, Б).

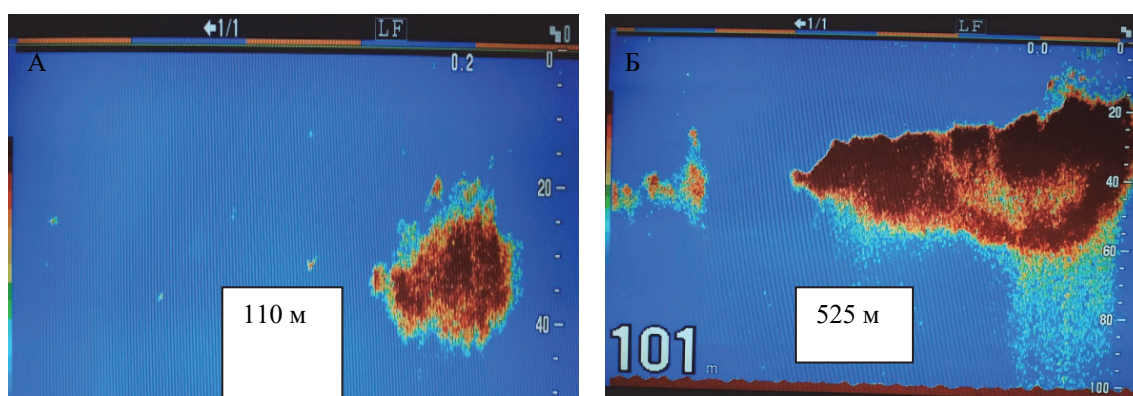


Рисунок 4 – Примеры акустических изображений скоплений дальневосточной сардины:
А – шарообразная форма; Б – протяженное скопление высокой плотности (октябрь 2019 г.)

Пространственное распределение дальневосточной сардины и японской скумбрии. По данным акустических наблюдений основные концентрации сардины иваси, плотность которых достигала максимального балла по 5-бальной шкале, располагались в районе между о. Итуруп и о. Шикотан (43°25'–44°25' с.ш. и 146°50'–147°30' в.д.). Скопления наименьшей плотности были зарегистрированы в северо-восточной части района исследований (1–2 балла). Скопления средней плотности (3 балла) были отмечены на протяжении всего маршрута съемки (рис. 5, А).

Максимальные концентрации японской скумбрии (5 баллов) были зарегистрированы в районе от 43 до 44° с.ш. между 147°20'–147°50' в.д. и 148°50'–149°15' в.д. (рис. 5, Б). Области меньшей концентрации располагались в северо-восточном секторе района исследований, а также у границы ИЭЗ между 150–152° в.д.

Стоит отметить, что скопления высокой плотности (4 и 5 баллов) были отмечены у 33 % сардины и 23 % скумбрии от всех скоплений, зарегистрированных эхолотом.

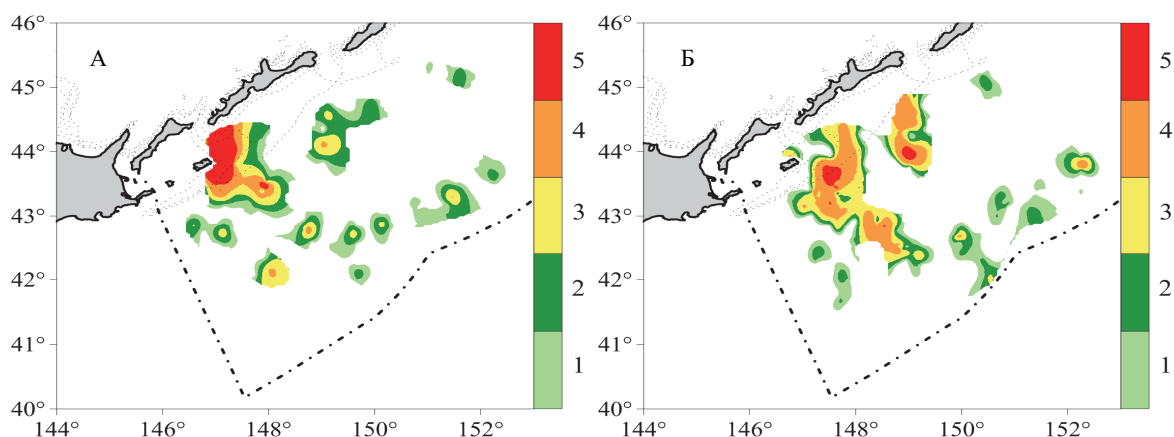


Рисунок 5 – Пространственное распределение дальневосточной сардины *Sardinops melanostictus* (А) и японской скумбрии *Scomber japonicus* (Б) в СЗТО в октябре 2019 г. по данным акустического поиска, баллы

Заключение

Используемая в исследовании методика оценки плотности рыбных скопления позволила получить представление об обилии и масштабах распространения сардины и скумбрии в СЗТО в осенний период 2019 г. По данным акустических записей можно сказать, что концентрации дальневосточной сардины и японской скумбрии остаются на высоком уровне. Диапазон глубин распространения сардины составил 60 м и был больше, чем у скумбрии – 40 м.

Библиографический список

1. Иванов О.А., Суханов В.В. Структура нектонных сообществ прикурильских вод. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. – 154 с.
2. Хоружий А.А., Сомов А.А., Старовойтов А.Н., Ванин Н.С. Появление высокоурожайных поколений японской скумбрии и дальневосточной сардины в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана // Рыб. хоз-во. – 2015. – № 6. – С. 74–77.
3. Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В., Шевцов В.И. Особенности пространственного распределения и поведения японской скумбрии и дальневосточной сардины в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана в летний период 2015–2016 гг. // Рыб. хоз-во. – 2017. – № 2. – С. 56–62.

RESULTS OF A HYDROACOUSTIC RESEARCH FOR JAPANESE SARDINE AGGREGATIONS AND CHUB MACKEREL AGGREGATIONS IN THE KURIL WATERS (NORTH-WESTERN PART OF THE PACIFIC OCEAN) IN AUTUMN OF 2019

Polyanichko V.I.

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO» («TINRO»)), Vladivostok, Russia

The methodology for estimation density of fish aggregations for Chub mackerel and Japanese sardine was described in this paper. Hydroacoustic data were used from “Furuno FCV-1200L” fisheries echosounder. The article provides representative acoustic images and spatial distribution of Chub mackerel and Japanese sardine in the north-western part of the Pacific Ocean in October, 2019.

Keywords: fisheries echosounder, Chub mackerel, Japanese sardine, acoustic images, density of aggregation, distribution.

Сведения об авторе:

Поляничко Владимир Ильич, ведущий специалист, e-mail: vladimir.polyanichko@tinro-center.ru

ВЛИЯНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СРЕДЫ НА СТРУКТУРУ ФИТОПЛАНКТОНА БУХТЫ ПАРИС (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ) В РАЙОНЕ СОДЕРЖАНИЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Пономарева А.А.¹, Шулькин В.М.², Тевс К.О.³, Шевченко О.Г.^{1,4}, Шульгина М.А.¹

¹Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

²Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

³Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

⁴Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

Представлены сведения о составе доминирующих видов микроводорослей и их взаимосвязь с гидрохимическими параметрами среды бухты Парис (залив Петра Великого) и Уссурийского залива. Идентифицировано 50 видов микроводорослей из 6 отделов. Анализ зависимости между доминирующими видами и параметрами биогенных элементов показал, что существовали отличия между годами.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, биогенные элементы, бухта Парис, залив Петра Великого, Уссурийский залив, Японское море.

Введение

Среди различных типов организмов, формирующих биотические компоненты прибрежных экосистем, фитопланктон является одним из наиболее чувствительных элементов, способных быстро реагировать на изменения, происходящие в водной среде [1].

В настоящее время детальное изучение фитопланктона имеет как теоретическое, так и практическое значение. Особенно это актуально для прибрежных экосистем, имеющих статус особо охраняемых акваторий. К данным акваториям относится бухта Парис, расположенная у северо-западного побережья о. Русский. На Базе изучения морских млекопитающих Научно-образовательного комплекса «Приморский океанариум» – филиала Национального научного центра морской биологии Дальневосточного отделения Российской академии наук на расстоянии в 30 м от берега в нескольких вольерах на открытой воде содержатся морские млекопитающие: китообразные и ластоногие. Проводимые исследования микроводорослей в данном районе позволят оценить как степень воздействия сообществ микроводорослей на животных, так и уровень влияния морских млекопитающих на окружающую среду.

Материалы и методы

Материалом исследования послужили количественные сборы фитопланктона, выполненные на трех станциях: в бухте Парис (станция в районе садков) – с декабря 2012 г. по ноябрь 2015 г., контрольной станции – в январе–ноябре 2013 г., июне–октябре 2014 г., феврале–декабре 2015 г. и станции в Уссурийском заливе (станция водозабор) – июле–октябре 2014 г., мае–октябре 2015 г.

Совместно с отбором проб микроводорослей осуществлялся сбор материала для гидрохимических исследований. Содержание и концентрацию биогенных элементов определяли в лаборатории геохимии Тихоокеанского института географии ДВО РАН.

Видовую идентификацию проводили под световым микроскопом Carl Zeiss Axio Lab. A1. Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20 % от общей плотности микроводорослей [2].

Результаты и их обсуждение

В период исследования на мониторинговых станциях в бухте Парис и Уссурийском заливе по плотности в планктоне доминировали 50 видов микроводорослей из 6 отделов:

Bacillariophyta (31 вид и внутривидовых таксонов), Dinoflagellata (12), Euglenophyta (2), Haptophyta (1), Ochrophyta (2) и Cryptophyta (1).

Проведенный анализ доминирующих видов фитопланктона в районе исследования выявил схожесть 2/3 видов для всех станций. В зимний и ранне-весенний периоды на всех станциях наблюдали доминирование диатомовых водорослей родов *Thalassiosira* и *Navicula* (56–98 % от общей плотности фитопланктона). В весенний период 2013 и 2015 гг. во время разрушения ледяного покрова и распреснения поверхностных вод наблюдали преобладание представителей отдела Euglenophyta – *Eutreptia lanowii* и *Eutreptia* sp. (31–80 %). Динофлагелляты преобладали в планктоне только в летний период.

В 2013 г. на двух станциях, в районе садков и контрольной, в планктоне доминировали клетки динофитовой водоросли *Dinophysis acuminata* (33–36 %); только на контрольной станции регистрировали массовое развитие видов *Prorocentrum triestinum* и *Prorocentrum micans* (51 и 29 % соответственно). В 2014 г. на всех станциях отмечали преобладание *Prorocentrum minimum* (55 %); на станции в районе садков – *Protoperdinium bipes*, *Scrippsiella trochoidea* и *Gonyaulax triacantha* (28, 44 и 22 % соответственно). В 2015 г. массовое «цветение» динофлагеллят было приурочено к теплomu периоду, состав доминирующих видов был аналогичен с составом, наблюдаемым в 2013 и 2014 гг. Также на всех станциях в период исследования в летний и осенний периоды наблюдали доминирования видов рода *Skeletonema*, плотность которых достигала 99 % от общей плотности микроводорослей.

Большинство доминирующих видов в нашем исследовании широко распространены и преобладают в планктоне умеренных широт Мирового океана [3, 4, 5].

Для понимания взаимосвязи гидрохимических параметров среды и преобладающими в районе исследования видами фитопланктона был произведен канонический анализ соответствий. При составлении графиков использовались выборки микроводорослей со станции в районе садков, плотность которых составляла 50 % и более от общей плотности фитопланктона, и средние значения гидрохимических параметров среды.

В 2013 г. у видов, расположенных в I и II четвертях – *Thalassiosira nordenskioldii*, *E. lanowii*, *Navicula directa*, *Gyrodinium spirale*, *Chaetoceros debilis*, *Licmophora abbreviata*, наблюдается положительная связь с высокой соленостью и отрицательная корреляция с низкой температурой воды. Виды, у которых наблюдается корреляция с положительной температурой и с пониженной соленостью, располагаются в III четверти – *Chaetoceros dentata*, *Skeletonema dohrnii*, *Skeletonema japonicum*, *Pseudo-nitzschia delicatissima*, *Thalassionema frauenfeldii*, *Prorocentrum micans* и *Chaetoceros* sp. (рис. 1). Виды, расположенные в центре графика – *Grammatophora marina*, *Chaetoceros didymus*, *Protoperdinium pellucidum*, *Pseudo-nitzschia pungens*, вегетируют на протяжении всего года и слабо зависят от изменения параметров среды. В IV четверти наблюдается сильная корреляция с высокими показателями основных биогенных элементов и химического потребления кислорода вида *Pseudohaptolina sorokinii*, что связано, скорее всего, с высвобождением питательных веществ в результате разрушения клеток *P. sorokinii* после «цветения».

При помощи канонического анализа соответствий мы наблюдаем присутствие зависимости между «цветением» *P. sorokinii* и высокими значениями биогенных элементов в водной среде. Имеет место четкая корреляция развития данного вида с пониженной соленостью.

В 2014 г. у видов, расположенных во II четверти – *T. nordenskioldii*, *E. Lanowii*, наблюдается положительная корреляция с высокими показателями солености. В IV четверти у видов *Cryptomonas* sp., *Oxytoxum sceptrum*, *Chattonella* sp. выявлена положительная корреляция с низкими значениями температуры воды. В III четверти расположены виды, развитие которых зависело от высоких значений температуры воды: *Thalassionema nitzschoides*, *S. dohrnii*, *C. didymus*, *P. minimum*, *P. triestinum*, *Rhizosolenia setigera* (рис. 2). Во второй год исследования отмечали зависимость между тепловодными видами, высокими значениями кремния (DSi) и растворенного неорганического азота (DIN).

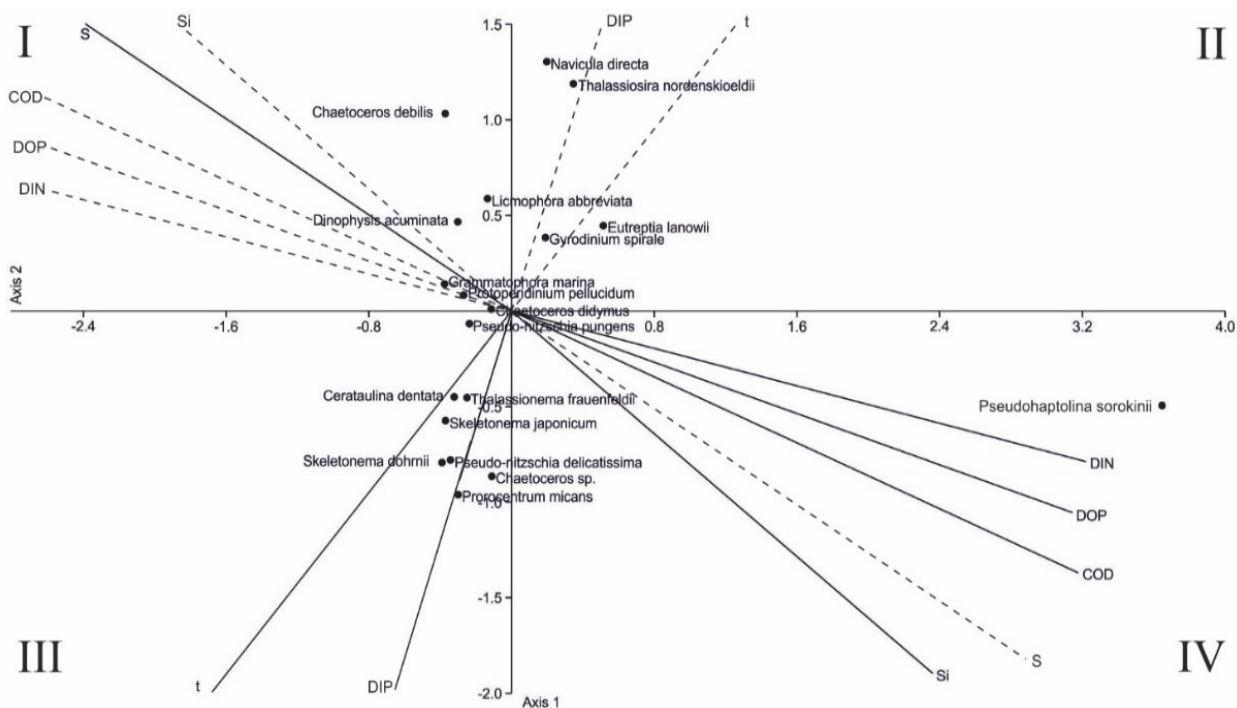


Рисунок 1 – Зависимость между гидрохимическими параметрами среды и доминирующими видами фитопланктона в бухте Парис в 2013 г.: t – температура; S – соленость; Si – кремний; COD – химическое потребление кислорода; DOP – растворенный органический фосфор; DIN – растворенный неорганический азот; DIP – растворенный неорганический фосфор

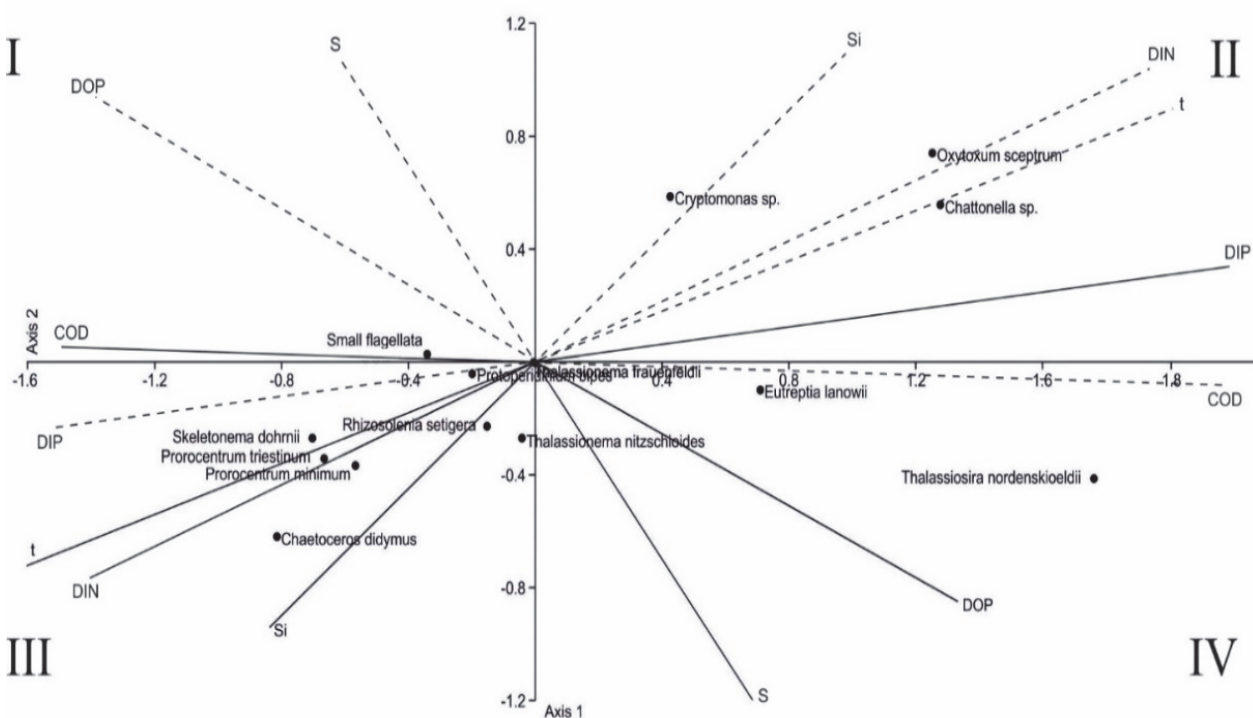


Рисунок 2 – Зависимость между гидрохимическими параметрами среды и доминирующими видами фитопланктона в бухте Парис в 2014 г. Условные обозначения аналогичны рис. 1

В 2015 г. у видов, относящихся к тепловодному комплексу и расположенных в I и II четвертях – *S. dohrnii*, *S. japonicum*, *P. delicatissima*, *P. triestinum*, *P. pellucidum*, отмечали зависимость между массовым «цветением» видов, высокими показателями температуры

поверхностного слоя воды, кремния и фосфатов. В IV четверти располагаются виды, которые коррелировали с отрицательной температурой и высокими значениями солености воды. К этой группе относятся *T. nordenskiöldii*, *E. Lanowii* и *L. abbreviata* (рис. 3).

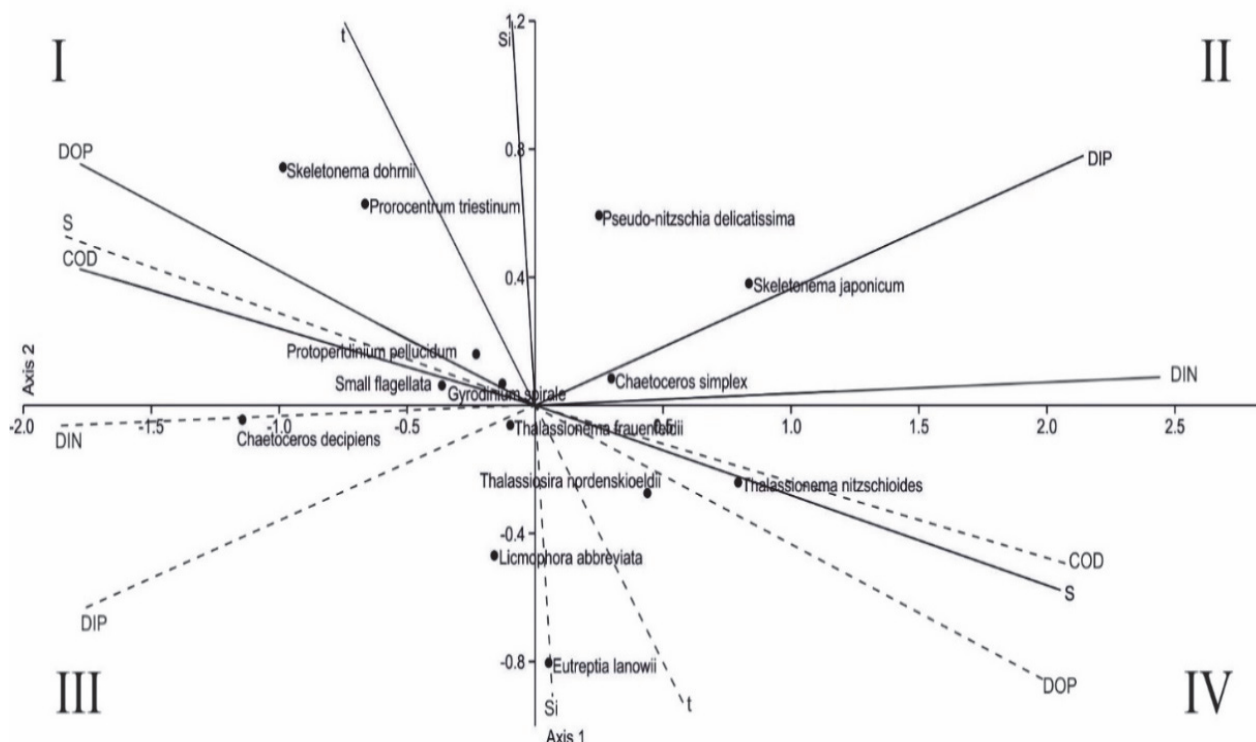


Рисунок 3 – Зависимость между гидрохимическими параметрами среды и доминирующими видами фитопланктона в бухте Парис в 2015 г. Условные обозначения аналогичны рис. 1

Заключение

В результате исследования фитопланктона бухты Парис и Уссурийского залива в 2013–2015 гг. было выявлено 50 доминирующих видов микроводорослей из 6 отделов. Состав доминирующих видов фитопланктона на две трети был схож между станциями. Анализ корреляции между составом доминирующих видов и параметрами биогенных элементов на протяжении всего периода исследования показал, что существовали отличия между годами.

Благодарности

Работы выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 19-04-00752. Исследования проведены на площадке ЦКП «Приморский океанариум».

Библиографический список

1. Алексанин А.И., Ким В., Орлова Т.Ю., Стоник И.В., Шевченко О.Г. Фитопланктон залива Петра Великого и задача его дистанционного зондирования // Океанология. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 239–250.
2. Паутова Л.А., Силкин В.А. Зимний фитопланктон северо-западной части Японского моря. Некоторые закономерности формирования структуры фитоценоза в прибрежном мелководье // Океанология. – 2000. – Т. 40, № 4. – С. 553–561.
3. Hernández-Becerril D.U., Bravo-Sierra E., Aké-Castillo J. Phytoplankton on the western coasts of Baja California in two different seasons in 1998 // Scientia Marina. – 2007. – Vol. 71(4). – P. 735–743.

4. Skaloud P., Rezacova M., Ellegaard M. Spatial distribution of phytoplankton in spring 2004 along a transect in the Eastern part of the North Sea // Journal of Oceanography. – 2006. – Vol. 62. – P. 717–729.

5. Trigueros J.M., Orive E. Seasonal variations of diatoms and dinoflagellates in a shallow, temperate estuary, with emphasis on neritic assemblages // Hydrobiologia. – 2001. – Vol. 444. – P. 119–133.

INFLUENCE OF HYDROCHEMICAL ENVIRONMENTAL PARAMETERS ON THE STRUCTURE OF PHYTOPLANKTON OF PARIS BAY (PETER GREAT BAY, SEA OF JAPAN) IN THE AREA OF CONTAINMENT OF MARINE MAMMALS

Ponomareva A.A.¹, Shulkin V.M.², Tevs K.O.³, Shevchenko O.G.^{1,4}, Shulgina M.A.¹

¹A. V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology,
Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

²Pacific Geographical Institute
Far-Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

³Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

⁴Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

The article gives data on composition of dominant species of microalgae and their relationship with hydrochemical parameters of the environment in Paris Bay (Peter the Great Bay) and Ussurian Bay are presented. A total of 50 species of microalgae from 6 classes have been identified. Analysis of the correlation between the composition of dominant species and the parameters of nutrients showed that there were differences between the years.

Keywords: *phytoplankton, species composition, nutrients, Paris Bay, Peter the Great Bay, Ussurian Bay.*

Сведения об авторах:

Пономарева Анна Андреевна, канд. биол. наук, младший научный сотрудник, e-mail: anna_andreevna7@mail.ru;

Шулькин Владимир Маркович, доктор геогр. наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории, e-mail: shulkin@tigdvo.ru;

Тевс Кирилл Олегович, аспирант, e-mail: tevs.kirill.95@yandex.ru;

Шевченко Ольга Геннадьевна, канд. биол. наук, научный сотрудник, доцент, e-mail: 713553@mail.ru;

Шульгина Мария Александровна, аспирант, младший научный сотрудник, e-mail: annekee@mail.ru

ВЛИЯНИЕ УГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ НА ПРИПОРТОВЫХ АКВАТОРИЯХ БУХТЫ ВРАНГЕЛЯ (ПРИМОРСКИЙ КРАЙ)

Раков В.А.^{1,2}, Еловская О.А.², Васильева Л.Е.², Косьяненко А.А.², Федорец Ю.В.²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

*В промысловых двустворчатых моллюсках (*Crenomytilus garyanus*, *Modiolus kurilensis*, *Mizuhopecten yessoensis* и др.) обнаружена угольная пыль в мантийной полости, под мантией, на жабрах, в пищеварительной системе, в фекалиях и псевдофекалиях, а также на поверхности раковин. На внутренней поверхности раковин моллюсков и у их края найдены блистеры и скопления паразитических брюхоногих моллюсков рода *Odostomia*.*

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, угольная пыль, фильтраторы, Японское море.

За последние 15–20 лет все порты юга Дальнего Востока переключились на перевалку каменного угля, поставляемого в страны АТР с месторождений Сибири по Транссибирской магистрали. В 2019 г. общие объемы экспортных поставок угля по морю превысили 60 млн т в год и продолжают нарастать. При этом уголь частично сортируется прямо на причалах и при разгрузке вагонов, перегрузке в трюмы судов, сильно пылит, и угольная пыль при сильном ветре разносится на многие километры от причалов, оседает как на суше, так и на водной поверхности. С выпадением атмосферных осадков, а также при орошении угольных буртов на причалах значительная часть угольной пыли смывается в море, где разносится течениями на дальние расстояния, отчасти оседая на дно и накапливаясь на пляжах. При этом теряется до 5 % угля, доставляемого в порты.

Уголь и угольная пыль относятся к 4-му и 3-му классам опасности в связи с тем, что при разложении на воздухе под влиянием атмосферных осадков из него выделяются ядовитые газы, которые могут нагреваться и самовозгораться, а также ряд радиоактивных элементов и соединений летучих и тяжелых углеводородов. Это опасно для здоровья людей, и санитарными нормами нашей страны вокруг портов обязательно должны быть широкие санитарно-защитные зоны. К сожалению, такие зоны никогда не устанавливаются в море со стороны угольных причалов, и частицы угля свободно попадают не только на поверхность воды, но и в ее толщу и на дно. При этом в зоне воздействия угольной пыли оказываются все гидробионты, обитающие на припортовых акваториях, прежде всего фильтраторы (двустворчатые моллюски, асцидии, губки, планктонные ракообразные и др.) и детритофаги (голотурии, офиуры и некоторые морские ежи, многощетинковые черви, рыбы и др.). Кроме того, угольная пыль попадает на жабры рыб, брюхоногих и головоногих моллюсков, десятиногих ракообразных, а также в их пищеварительную систему.

Влияние угольной пыли на большинство морских беспозвоночных и позвоночных животных совершенно не изучено. В связи с этим основной целью настоящей работы является изучение степени воздействия угольной пыли на некоторых крупных двустворчатых моллюсков, обитающих вблизи угольных терминалов порта «Восточный» в бухте Врангеля залива Находка. В задачи входило обнаружение частиц угля или угольной пыли в основных органах моллюсков (жабры, мантия, пищеварительная система и др.), а также в мантийной полости и на поверхности раковин. Изучали также частоту встречаемости или интенсивность накопления угольной пыли, их усвояемость или выведение из живых организмов, а также последствия, к которым приводит влияние угольной пыли.

Бухта Врангеля до начала 1970-х гг., когда появился порт «Восточный», была одним из основных районов обитания промысловых беспозвоночных и, прежде всего, примор-

ского гребешка. В настоящее время порт расширяется и увеличивает свою мощность, а также проводит регулярные дноуглубления. Поэтому двустворчатые моллюски в этой бухте испытывают постоянные воздействия.

В результате бентосной съемки 25 марта 2020 г. в бухте Врангеля на двух станциях было обнаружено 32 представителя донных беспозвоночных, относящихся к 4 типам: Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, из которых до вида были определены 27, до рода – 4, до семейства – 1. Найдены пустые трубки *Polychaeta* sp., *Pectinaria* sp., раковины брюхоногих *Littorina brevicula*, *Boreotrophon candelabrum*, двустворчатых моллюсков *Macoma* sp., *Crassostrea gigas*, *Peronidia venulosa*, *Felaniella usta*, *Prothocallithaca adamsi*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Swiftopecten swifti*, обрывки *Ophiuroidea* sp.

Двустворчатые моллюски обитают как на дне бухты, так и на причальных стенках и на других субстратах. Для мониторинга за состоянием бентосных животных в бухте Врангеля было выбрано не менее 3 водолазных станций, расположенных на удалении 100-500 м от причала порта «Восточный» на глубинах 10,5–13,5 м. Периодически (1 раз в сезон) на них водолазами были отобраны разноразмерные и разновозрастные особи приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis*. Их количество было разным – так, в октябре 2018 г. было собрано 28 экз. приморского гребешка, друза модиолюсов *Modioulus kurilensis* (17 экз.) и мидий *Mytilus trossulus* (6 экз.) с 2 экз. арки Боукарда *Arca boucardi*. Моллюсков в живом виде доставляли в лабораторию, где выполнялись анализы.

У всех особей штангенциркулем промеряли основные размеры (длина, ширина), особи на лабораторных весах взвешивались с точностью до 0,1 г. Проводился осмотр внешнего состояния раковины, регистрировалось наличие обрастателей, повреждение и деформация створок. Гидробионтов вскрывали скальпелем для регистрации в мантийной полости, на жабрах и на мантии частичек угля. Содержимое кишечника исследовали под стереомикроскопом МБС-10 с увеличением в 28 раз и под стереомикроскопом МИКМЕД-5 с увеличением в 400 раз, фотографии выполняли на стереомикроскопе, оснащенный камерой Axio-Cam Icc 3 модель Stemi 2000-C. Биологический материал из моллюсков (содержимое кишечника, грунт с поверхности раковины, содержимое полости тела, фекалии и псевдофекалии) был проанализирован методом комбинационного рассеивания с помощью романовского микроскопа-спектрометра (in Via Renishaw, UK) объединённого с микроскопом падающего света (Leica DM2500M, Leicamicrosystems, Germany). Для возбуждения использовали диодный лазер 532 нм при 1,0 мВт мощности на уровне объекта и времени экспозиции 0,1 С и 100 повторах. Лазерное пятно диаметром около 1,6 мкм на образце формировалось объективом (20x, NA=0.4, Leica).

У 4 взрослых особей и у одного молодого приморского гребешка, собранных в октябре 2018 г. в бухте Врангеля, на внутренней поверхности раковин были отмечены повреждения (деформация) в виде темных блистеров, заполненных черной или серо-зеленой массой. Внутри раковин некоторых особей с блистерами вблизи мантии обнаружены мелкие (до 6 мм) паразитические брюхоногие моллюски *Odostomia fujitani*. У одного гребешка внутри раковины найден также мелкий хитон *Tonicella marmoreal*, вероятно, попавший туда случайно.

Под микроскопом в пищеварительном тракте этих гребешков также обнаружены мелкие частицы угля и угольной пыли, которые хорошо видны на микрофотографиях. Наиболее крупные частицы угля в кишечнике приморского гребешка достигали размеров 15 и 120 мкм.

В нескольких образцах на жабрах гребешка также отмечены частички грунта, содержащего включения в виде угольной пыли. Их присутствие было подтверждено при спектральном анализе и сравнении с эталонными образцами угольной пыли.

В апреле 2019 г. у собранных в бухте Врангеля гребешков в раковинах были найдены многочисленные ходы от сверления раковин полихетами рода *Polydora*, отчего они становились хрупкими и легко ломались. При этом внутренняя поверхность раковины становится бугристой, а створки сильно утолщались. Степень общей пораженности раковин гре-

бешка полидорами на станции 1 превышала 32 % от общего числа собранных моллюсков. У 10 % моллюсков на станции 1 отмечены небольшие буро-зеленые утолщения в виде бугров с внутренней стороны раковины. Блистеры и утолщения раковин могут заметно уменьшать объем пространства между створками гребешка и сдавливать его тело. Стимулируемая деятельностью (продельывание ходов) полихет рода *Polydora* ускоренная секреция дополнительных слоев раковины требует и дополнительных энергетических затрат, что истощает и ослабляет моллюска.

В отдельных случаях на внутренней поверхности раковин, обычно на верхней створке, образуются блистеры – крупные вздутия из тонкого слоя с полостью, из которых одно или несколько отверстий выходят на наружную поверхность раковины и заполняются морской водой и детритом. На раковинах нескольких крупных особей гребешка со станции 1 встречены мелкие (до 8 мм) брюхоногие моллюски *Odostomia fujitani*, которые считаются эктопаразитами, они с помощью длинного хоботка, проникающего между створок гребешка, питаются его кровью. Содержимое кишечника гребешка, соскобы с жабр, мужские и женские гонады просматривали под стереомикроскопом. В них найдены мелкие частицы угля (пыли), а на жабрах – фрагменты угля с неровными краями.

На станции 2, расположенной на глубине 12,3 м на илистом грунте, мощностью 7–10 см с подстилающей фракцией мелкозернистого песка, в апреле 2019 г. собраны пробы приморского гребешка. На верхних створках гребешка не отмечено ходов полихет-сверлильщиков рода *Polydora*. Блистеров и серо-зеленых бугорков на внутренней поверхности раковин не было. В содержимом кишечника наблюдались мелкие частицы угля.

На станции 3, расположенной на глубине 13,4 м, была в апреле 2019 г. обследована площадь дна около 200 м². Здесь собрано 30 разноразмерных особей приморского гребешка массой 15–221 г в возрасте 2–6 лет. В среднем 34 % верхних створок гребешка были покрыты обрастателями *Hesperibalanus hesperius* и *Balanus rostratus*. Моллюсков без обрастаний было 13,3 % от выборки. На жабрах и в кишечниках зарегистрированы частицы угля.

В июне 2019 г. в бухте Врангеля на станциях 2 и 3 было отобрано по две особи приморского гребешка массой 26–168,9 г в возрасте 2–5 лет. Их верхние створки были покрыты обрастателями *Hesperibalanus hesperius*, степень покрытия достигала 20 %. В кишечниках гребешка со станции 2 зарегистрированы частицы угля, а у моллюсков на станции 3 они отсутствовали. На поверхности жабр частиц угля не выявлено.

В сентябре и октябре 2019 г. работы в бухте Врангеля были продолжены, и они также показали, что в мантийной полости, на жабрах и в пищеварительной системе приморского гребешка присутствуют частицы каменного угля, хотя и не у всех особей. Всего с трех участков было отобрано 75 особей приморского гребешка, одна *Neptunea bulbacea*, две особи морской звезды *Patiria pectinifera*. На станции 1 плотность поселения гребешка достигала 6 экз./м², молодые особи в возрасте 2+ составляли лишь 8 %, в отличие от предыдущего сезона (апрель 2019 г.), когда двухлетки составляли 28 % от выборки. Большая часть верхних створок гребешка с первого участка (92 %) была покрыта обрастаниями *Hesperibalanus hesperius* и *Balanus rostratus*. На верхней створке гребешка, наряду с обрастаниями усоногими раками, отмечаются ходы полихет-сверлильщиков рода *Polydora* из семейства Spionidae. Степень поражения многощетинковыми некоторых верхних створок достигала 20 %, однако количество пораженных раковин не превышало 10 % из выборки. Ходы полихет двойные, разветвляющиеся, открывающиеся двумя парами отверстий на наружную поверхность раковины.

В марте 2020 г. в бухте Врангеля проведен водолазный осмотр дна и на станции 1 (фоновая точка) отобраны 4 экз. приморского гребешка и 1 экз. – гребешка Свифта для поиска угольной пыли на их жабрах. Блистеров на раковинах моллюсков не отмечено. На жабрах и в мантийной полости трехлетних особей гребешка приморского и гребешка Свифта не было отмечено и следов угольной пыли. У крупного экземпляра *Mizuhopecten yessoensis* на жабрах присутствовали частички угольной пыли.

В апреле 2019 г. на станции 2 в бухте Врангеля у одной особи японского гребешка *Chlamys farreri nipponensis* с раковиной 80 мм, весом 64 г и в возрасте почти 4 лет на поверхности жабр и в кишечнике были обнаружены частицы угля.

В октябре 2018 г. в бухте Врангеля с большого камня в 50 м от угольного причала была собрана друза модиолусов *Modiolus kurilensis* и мидий *Mytilus trossulus*, с прикрепленной аркой *Arca bouchardi*. Всего было снято 17 живых особей модиолуса, 6 – мидий и 2 арки. Арки имели длину по 35 мм, ширину 22 и 19 мм и массу 6 и 4,3 г. У арки в мантийной полости и в кишечнике не обнаружено частиц угля.

Мидия тихоокеанская имела длину от 32 до 82 мм, ширина от 17 до 44 мм, массу от 3,45 до 10,3 г. В мантийной полости мидий также не найдено частиц грунта, однако в кишечниках под бинокляром выявлены частицы угля размером до 100 мкм.

Модиолусы имели длину в пределах 35–110 мм, ширину 19–67 мм и массу 4–100 г. В одной особи модиолуса обнаружен небольшой фрагмент угля. В содержимом кишечника и псевдофекалиях из мантийной полости обнаружены частички угля размерами до 100 мкм.

В апреле 2019 г. на станции 1 также собрана друза *Modiolus kurilensis* + *Mytilus trossulus*. В ней преобладали модиолусы (30 экз.) длиной от 50 до 125 мм, а мидии представлены в основном молодью (16–45 мм), а взрослых особей было около 40 %. В друзе найдены пустые раковины *Macoma sp.* и *Glycymeris yessoensis* и живые особи (4 экз.) *Arca bouchardi*.

В кишечнике мидий и модиолусов из бухты Врангеля (станция 1) также обнаружены частички угольной пыли. В жабрах моллюсков также найдены небольшие частицы угля. В препаратах гонад этих моллюсков не наблюдается следов угольной пыли.

Таким образом, выяснено, что угольная пыль или частицы угля в бухте Врангеля проникает практически во все виды двустворчатых моллюсков с током воды при дыхании и питании, попадает в мантийную полость, на жабры и органы пищеварения и выводится также током воды. Она также обнаружена на поверхности раковин, на которые оседает из толщи воды, а также проникает под края мантии и накапливается в блистерах, формируемых моллюсками с целью защиты от инородных частиц. Это дает возможность для формирования на поверхности раковин моллюсков скоплений эктопаразитов, таких как сверлящие многочетинковые черви рода *Polydora*, и скоплений кровососущих мелких паразитических брюхоногих моллюсков рода *Odostomia*.

INFLUENCE COAL DUST ON BIVALVES MOLLUSKS ON PRIPORT AQUASOFS OF THE VRANGEL BAY (PRYMORSKY KRAY)

Rakov V.A.^{1,2}, Yelovskaya O.A.², Vasilyeva L.E.², Kosyanenko A.A.², Fedorets J.V.²

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

²V.I. Ilchev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia

In commercial bivalve mollusks (Crenomytilus garyanus, Modiolus kurilensis, Mizopecten yessoensis, etc.) found coal dust in the mantle, under the mantle, on the gills, in the digestive systems, in feces and pseufeces, on the shells. On inside surface and edge shells discover blisters and gastropods genus Odostomia.

Keywords: bivalves mollusks, coal dust, filter mollusks, Japan Sea.

Сведения об авторах:

Раков Владимир Александрович, доктор биол. наук, профессор, главный научный сотрудник;

Федорец Юлия Владимировна, канд. биол. наук, старший научный сотрудник;

Еловская Олеся Александровна, научный сотрудник;

Васильева Лариса Евгеньевна, младший научный сотрудник;

Косьяненко Артур Александрович, младший научный сотрудник.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ПОЛНОГО МИТОХОНДРИАЛЬНОГО ГЕНОМА *OPISTHOCENTRUS OCELLATUS* (TILESIUS, 1811) И *O. TENUIS* BEAN & BEAN, 1897 (PERCIFORMES: ZOARCALES)

Рутенко О.А.,^{1,2} Туранов С.В.,^{2,3} Савельев П.А.²

¹Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, Россия

²Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» ДВО РАН, Владивосток, Россия

³Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

С помощью методов высокопроизводительного секвенирования впервые получены последовательности полного митохондриального генома двух видов опистоцентровых рыб *O. ocellatus* и *O. tenuis*. Проведенный сравнительный анализ показал, что длина последовательностей составляет 16515–16519 п.о., размер и расположение генов характерны для костистых рыб. Уровень дивергенции между видами составил 2,5 %, значение GC-skew и AT-skew – 0,04 и 0,21 соответственно, наиболее вариабельные гены – ND2 и ND5. Проведенные филогенетические реконструкции подтверждают близость представителей семейства *Opisthocentridae* к масляковым (*Zoarcales: Pholidae*) относительно других таксонов подотряда *Zoarcales*.

Ключевые слова: митохондриальный геном, структура митогенома, *Perciformes*, синтопные виды.

Глазчатый опистоцентр *Opisthocentrus ocellatus* и белоносый опистоцентр *O. tenuis* – небольшие демерсальные рыбы семейства *Opisthocentridae* (*Perciformes: Zoarcales*), обитающие на литорали дальневосточных морей [1–3]. Не имея коммерческой значимости, традиционно не привлекают внимания ихтиологов и остаются крайне малоизученным объектом. Известно, что они ведут придонный образ жизни, в летний период их молодь доминирует по численности в зарослях макрофитов и морских трав, являясь консументами 2-го порядка и важным компонентом пищевых цепей. Таксономические отношения по результатам морфологического и молекулярно-генетического анализа некоторых представителей семейства и их положение в системе подотряда бельдюговидных рыб достаточно подробно разобраны в ряде работ [4–7]. Синтопные виды рода *Opisthocentrus* образуют компактную группу, отделившуюся около 6 млн лет назад с образованием современных видовых таксонов в период 3,4–0,9 млн лет назад [8].

Молекулярно-генетические исследования в последнее время все чаще используются для определения модели видообразования. Синтопные глазчатый и белоносый опистоцентры являются удобным объектом для тестирования предположений о механизмах видообразования, в том числе возможности экологического видообразования. Детальное сравнение последовательностей митохондриального генома способствует накоплению дополнительных сведений для доказательной базы при разграничении типов видообразования. Поэтому целью работы было: 1 – получение последовательностей митогеномов двух видов рыб и 2 – их сравнительный анализ.

Последовательности митогеномов *O. tenuis* и *O. ocellatus* были получены с помощью высокопроизводительного секвенирования ампликонов 6 перекрывающихся фрагментов генома. Прочтения на платформах IonTorrent (*O. tenuis*) и Illumina (*O. ocellatus*) были сгенерированы на базе секвенатора ДВФУ и компании Novogene соответственно. Сборка геномов из полученных прочтений осуществлялась в программе NOVOPlasty [9]. В качестве затравки для инициации сборки выступал наиболее гомологичный опистоцентровым рыбам контиг с наибольшим покрытием от предварительной сборки в SPAdes [10] на основе 10 % прочтений. Аннотация геномов проведена на ресурсе MitoAnnotator [11].

Полный митогеном *O. tenuis* и *O. ocellatus* состоит из 16515 и 16519 пар нуклеотидов, соответственно, и содержит 13 белок кодирующих генов, два гена рРНК, 22 гена тРНК и 2 некодирующих региона, что соответствует типичной организации митогенома [12]. Большинство генов находятся в тяжелой цепи (Н-цепь) за исключением ND6 и восьми генов тРНК. Суммарный нуклеотидный состав равен 26,3 % (А), 28,4 % (Т), 27,3 % (С), and 18,0 % (G). Достаточно схоже расположение и количество межгенных спейсеров у обоих видов, варьирующих по длине от 1 до 12 п.о. Самая большая вставка 12 п.о. у глазчатого опистоцентра и 11 п.о. у тонкого расположены между tRNA-Asp и COII. Перекрывающиеся участки (общей длиной 24 п.о.) выявлены между белок кодирующими генами *ATF8* и *ATF6*, ND4L и ND4, ND5 и ND6 и между генами тРНК (tRNA-Ile tRNA-Gln, tRNA-Gln и tRNA-Met, tRNA-Thr и tRNA-Pro). Среднее соотношение GC-skew $(G\%-C\%)/(G\%+C\%)$ и AT-skew $(A\%-T\%)/(A\%+T\%)$ [13] для обоих видов по всему геному составило -0,04 и -0,21 соответственно.

Митогеномы исследуемых рыб включает 13 белок кодирующих генов, расположенных на тяжелой (Н-цепи) и составляющих 69 % (11428 пар оснований) от всей последовательности. Из них 12 начинаются с АТG кодона, а *COI* имеет стартовый кодон GTG. В 5 случаях используется стоп-кодон ТАА, за исключением ND5, оканчивающимся триплетом TAG. Неполные стоп-кодоны Т и ТА, зафиксированные в 7 случаях, были отмечены ранее для представителей бельдюговидных [14].

Анализ процентного соотношения нуклеотидов выявил тенденцию против использования G во втором (13,9 %) и третьем (11,8 %) и положении кодона и снижение А во второй позиции (18,1 %). Самыми часто используемыми основаниями в первом положении кодона был С (27 %) и G (26,7 %), а во втором – Т (40,1 %). В целом во второй позиции пиримидины превалируют над пуринами (С 27,9 % + Т 40,1 % = 68,0 %). Самые часто используемые триплеты CUA CUU кодируют лейцин и составляют 17 % от всех кодонов. Аланин (GCC) и Треонин (ACC) – 9 и 7 % соответственно.

Белок кодирующие последовательности исследуемых организмов насчитывают 337 полиморфных сайта, нуклеотидное разнообразие $P_i = 0,02949$. Соотношение синонимичных замен к несинонимичным K_a/K_s равно 0,01337, из них 6 генов являются более консервативными и не содержат несинонимичных замен вовсе. Самыми вариабельными являются ND2 и ND5, значения K_s составляют 0,21 и 0,18. Они же характеризуются и максимальным числом несинонимичных замен – по 4 случая на каждый. В целом ни один фрагмент не показывает наличие положительного отбора.

Как и у других позвоночных, митохондриальный геном глазчатого и тонкого опистоцентров кодирует 22 гена транспортной РНК, которые составляют длину от 66 до 74 п.о. и расположены обычным порядком, характерным для большинства окунеобразных [15]. Четырнадцать т-РНК транскрибируются с тяжелой цепи (Н), в то время как остальные 8 закодированы на легкой цепи (L).

Для оценки дивергенции между *O. ocellatus* и *O. tenuis* были рассчитаны генетические расстояния. Из 374 полиморфных локусов 90 % приходится на белок кодирующие фрагменты, и дивергенция составила 2,5 %.

На основе проведенного анализа можно сделать вывод, что митохондриальные геномы двух синтопных видов опистоцентровых рыб имеют размер 16515–16519 п.о., структура расположения всех фрагментов характерна для костистых рыб. Наиболее полиморфные гены ND2 и ND5, кодирующие субъединицы НАДН-дигидрогеназы I дыхательного комплекса, характеризуются и максимальным количеством несинонимичных замен. Проведенные филогенетические реконструкции подтверждают наибольшую близость представителей семейства Opisthocentridae к масляковым (Zoarciales: Pholidae) среди других таксонов подотряда Zoarciales. Полученные данные будут полезны как для дальнейших филогенетических построений, так и для тестирования предположений о механизмах видообразования данной группы рыб.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-305.2019.4) в части сборки и аннотации митохондриальных геномов. Материал для исследования получен при поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в экспедиции, проведенной на НИС «Академик Опарин» летом 2019 г.

Библиографический список

1. Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. Рыбы залива Петра Великого. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – 250 с.
2. Mecklenburg C.W., Sheiko B.A. Family Stichaeidae Gill 1864-pricklebacks. California Academy of Sciences // Annot. Check List Fishes. – 2004. – Vol. 35. – P. 1–36.
3. Fricke R., Eschmeyer W.N., W. N. & Van der Laan R. (eds). Species by family/subfamily // ESCHMEYER'S Cat. FISHES GENERA, SPECIES, Ref. (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>). Electron. version accessed 04 30 2020. 2020.
4. Макушок В.М. Морфологические основы системы стихеевых и близких к ним семейств рыб (Stichaeoidea, Blennioidei, Pisces) // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1958. – Т. 25. – С. 3–129.
5. Shiogaki M. A review of the genera Pholidapus and Opisthocentrus (Stichaeidae) // Jap. J. Ichthyol. – 1984. – Vol. 31, № 3. – P. 213–224.
6. Рутенко О.А., Иванков В.Н. Морфологический анализ и таксономический статус четырех видов рыб родов Opisthocentrus и Pholidapus (Perciformes: Stichaeidae) // Биол. моря. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская академия наук». – 2009. – Т. 35, № 5. – С. 329–336.
7. Черешнев И.А., Радченко О.А., Петровская А.В. Таксономический статус и родственные связи стихеевых рыб родов Opisthocentrus, Pholidapus и Askoldia (Perciformes: Stichaeidae) // Биол. моря. – 2011. – Т. 37, № 6. – С. 430–440.
8. Радченко О.А. Молекулярная систематика и филогения бельдюговидных рыб / отв. ред. Д.С. Павлов. – М.: ГЕОС, 2017. – 360 с.
9. Dierckxsens N., Mardulyn P., Smits G. NOVOPlasty: de novo assembly of organelle genomes from whole genome data // Nucleic Acids Res. Oxford University Press. – 2017. – Vol. 45, № 4.
10. Bankevich A. et al. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing // J. Comput. Biol. Mary Ann Liebert, Inc. 140 Huguenot Street, 3rd Floor New Rochelle, NY 10801 USA. – 2012. – Vol. 19, № 5. – P. 455–477.
11. Iwasaki W. et al. MitoFish and MitoAnnotator: A mitochondrial genome database of fish with an accurate and automatic annotation pipeline // Mol. Biol. Evol. Oxford University Press. – 2013. – Vol. 30, № 11. – P. 2531–2540.
12. Boore J.L. Animal mitochondrial genomes // Nucleic Acids Res. Oxford University Press. – 1999. – Vol. 27, № 8. – P. 1767–1780.
13. Perna N.T., Kocher T.D. Patterns of nucleotide composition at fourfold degenerate sites of animal mitochondrial genomes // J. Mol. Evol. Springer. – 1995. – Vol. 41, № 3. – P. 353–358.
14. Turanov S. V, Rutenko O.A., Kartavtsev Y.P. Complete mitochondrial genome of *Stichaeus grigorjewi* Herzenstein, 1890 (Zoarcales: Stichaeidae) // Mitochondrial DNA Part B. Taylor & Francis. – 2019. – Vol. 4, № 1. – P. 899–901.
15. Satoh T.P. et al. Structure and variation of the mitochondrial genome of fishes // BMC Genomics. BioMed Central. – 2016. – Vol. 17, № 1. – P. 719.

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE STRUCTURE OF THE COMPLETE MITOCHONDRIAL GENOME OF *OPISTHOCENTRUS OCELLATUS* (TILESIIUS, 1811) AND *O. TENUIS* BEAN ET BEAN (PERCIFORMES: ZOARCALES)

Rutenko O.A.^{1,2}, Turanov S.V.^{2,3}, Saveliev P.A.²

¹Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

²National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

³Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Using next generation sequencing methods, we have obtained for the first time the sequences of the complete mitochondrial genome of two species of Opisthocentridae: O. ocellatus and O. tenuis. A comparative analysis showed that the length of the sequences is 16515 - 16519, the size and arrangement of genes are according of bony fish. The divergence level was 2.5%, the values of GC-skew and AT-skew - 0.04 and 0.21, respectively; the most variabilities genes are ND 2 and ND 5. The phylogenetic reconstructions carried out confirm that Opisthocentridae family is more closely related to the gunnels gunnels (Zoarcales Pholidae) relative to other taxa of the suborder Zoarcales.

Keywords: *Mitochondrial genome, structure of mitogenome, Perciformes, syntopic species.*

Сведения об авторах:

Рутенко Олеся Александровна, ведущий инженер, младший научный сотрудник,
e-mail: orutenko@gmail.com;

Туранов Сергей Викторович, канд. биол. наук; доцент, старший научный сотрудник,
e-mail: sturcoal@mail.ru;

Савельев Павел Александрович, канд. биол. наук; старший научный сотрудник, e-mail:
tomthumb@mail.ru

НЕКОТОРЫЕ ЧЕРТЫ БИОЛОГИИ И РАЦИОН ПИТАНИЯ РЫБ ОЗЕРА НОЯН-ХОЛЬ (БАССЕЙН РЕКИ БОЛЬШОЙ ЕНИСЕЙ)

Сергеева М.М.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Рассмотрен вопрос биологии, проанализирован рацион питания некоторых видов рыб: щуки, хариуса и пеляди озера Ноян-Холь (бассейн реки Большой Енисей, Республика Тыва).

Ключевые слова: озеро Ноян-Холь, ихтиофауна рыб, щука обыкновенная, сибирский хариус, пелядь, питание рыб.

В Республике Тыва очень много озер, их насчитывается около 6720, общая площадь 1084 км². Особенно много озер в северо-восточной части территории, число их составляет 4890 (73 % от общего количества), суммарная площадь зеркала 720 км².

Озеро Ноян-Холь расположено на северо-востоке Республики Тыва. С тувинского языка переводится как Князь-озеро. Оно имеет серповидную форму, вытянуто с запада на восток. Ноян-Холь – крупнейшее озеро Тоджинской котловины. Его длина составляет около 30 км, глубина доходит до 200 м, площадь поверхности 52 км². В озере обитает много рыбы. Самые популярные виды рыб, обитающих в озере: ленок, хариус, сиг, щука, таймень, окунь, налим [1, 2].

Объём квот на 2019 г. по всем водным объектам Республики составил 852 т. Промысловые ценные рыбы – ленок, пелядь и сиг, их улов составляет 67 т. В остальные 785 т входят хариус, щука, плотва, окунь, налим, лещ, язь, елец, карась и др.

В работе были исследованы три вида рыб: щука, хариус и пелядь.

Щуки – это немногочисленная группа хищных рыб с сильно вытянутыми челюстями, вооруженными острыми зубами. Щука довольно крупная рыба, достигает 1,8 м в длину и 16 кг веса, иногда встречаются и более крупные экземпляры. Продолжительность жизни отдельных особей может доходить до 30 лет. Тело щуки имеет вытянутую форму и напоминает торпеду.

В озере Ноян-Холь обитает щука обыкновенная. Это крупная рыба, достигает длины 1 м. Вес рыбы – до 12–14 кг. Тело у щуки удлинённой стреловидной формы. Ее окраска – пятнистая, светлые полосы располагаются поперек и вдоль тела [3].

Для нормальной жизни небольшой 50 см щуке достаточна площадь 20–30 м², для крупной донной обитательницы – 50–70 м². Держится обычно среди зарослей водной растительности. Участок может быть заселен несколькими щуками. Которые охотятся по очереди, пока одна переваривает пищу, другие сидят в засаде. Более крупные экземпляры всегда вытесняют мелких собратьев с насиженного места.

Щука является хищной рыбой, которая питается самой разнообразной животной пищей. Основу рациона щуки составляет разнообразная рыба. Уже мальки щуки, размер которых едва достигает 1,5 см, хотя основу их рациона составляет зоопланктон, пробуют охотиться на личинок различных мелких рыб. Достигая размера 5 см, щуки полностью переходят на питание рыбой.

В питании щуки не особо разборчивы, едят все, что смогут поймать. Среди рыб щуки предпочитают: карася, плотву, окуня, бычка, сига, леща, плотву, ерша, пескаря, гольца, гольяна. Щука не очень любит налимов и линей, из-за их неприятной слизи. Поймав ерша или окуня, щука долго сжимает его своими челюстями, пока не почувствует, что ее жертва полностью перестала сопротивляться, и лишь затем глотает ее.

Щуки часто поедают других щук, если те мельче их размером. Рыболовы часто добывают крупных щук весом до 4 кг, с рваными ранами на боках. Такие раны, говорят о том,

что в водоеме водятся еще более крупные щуки, а пойманная щука стала жертвой их нападения. Щука весом в 15 кг, возраст которой 20–25 лет, может съесть другую щуку весом в 8 кг.

О прожорливости щуки говорит тот факт, что она способна проглотить пищу, достигающую размера в 50–65 % его собственного веса и размера.

Поймав добычу, щука переворачивает ее головой вперед и затем глотает, если щука не может проглотить свою добычу полностью, она ждет, пока не переварится проглоченная часть добычи и затем заглатывает остальную часть добычи.

Пища в желудке щук переваривается очень медленно, поэтому щуки такие прожорливые, им приходится забивать свой пищеварительный тракт полностью до отказа. Чешую и другие твердые непереваренные остатки пищи щука отрыгивает.

Щука кормится нерегулярно, наевшись, щука может несколько дней переваривать пищу и не охотиться все это время [2].

Крупная щука практически не имеет врагов, исключение составляет человек, более крупный сом и таймень. Поэтому в яме, где стоит сом или охотится таймень, щуку не встретишь.

Сибирский хариус относится к отряду Лососеобразные. Обитает в реках и озерах, водохранилищах бассейна Енисея и Оби.

Выделяют и несколько экологических форм по месту обитания, отличающихся сроком жизни. Хариус имеет плотную чешую и крупный лучистый плавник на спине с разноцветными пятнышками, напоминающий парус. Окрас хариуса пестрый – на серебристых боках до хвоста тянутся темно-бордовые полосы. Плавники – красные, желтоватые и в фиолетово-голубой гамме. Спинка украшена черными пятнами. В больших реках и озерах окрас особей светлее, в таежных ручьях – более темный. У сибирского хариуса, в отличие от европейского (типового вида этого рода), голова короче (около 20 % от длины тела), рот крупнее, зубы видны лучше. Окраска рыб зависит от характера грунта и освещенности в водоеме. Он требователен к высокому содержанию кислорода в воде. Мест с замедленным течением избегает.

Длина тела сибирского хариуса достигает 50 см. Его масса доходит до 1 кг. Средняя масса – 300–500 г, редко встречается хариус более двух килограммов. Продолжительность жизни – 8–10 лет. Нерест у хариуса проходит после таяния льда (май–июнь) в реках, когда температура воды достигает 6–11 °С. Икра может выпускаться в несколько заходов. Размножение происходит на глубине 50–60 см в зонах с галечным или песчаным дном. В основном хариус – оседлая рыба, он зимует в глубоких ямах. Питается хариус личинками, веснянками, моллюсками, червями, мелкими ракообразными и ручейниками. Не обходит вниманием водоросли, икру и мальков других рыб. Также по вкусу им падающие на водную гладь насекомые. Рыба проворна, повадками походит на форель. Крупные взрослые особи иногда нападают на мышей и других мелких млекопитающих [3].

В последние годы популяция хариуса в озере значительно сократилась. Это произошло из-за того, что происходит значительный вылов производителей в период нереста. Также происходит изменение гидрологических условий водоема.

Сибирский хариус является ценной промысловой рыбой. Но на него нет специализированного промысла. В основном он является объектом любительского рыболовства.

Сиги относятся к роду промысловых лучепёрых рыб семейства лососёвых.

Пелядь имеет конечный рот, что позволяет легко отличить её от других представителей семейства сиговых. Верхняя челюсть немного выступает вперёд. Количество жаберных тычинок составляет около 60 шт., что существенно больше, чем у других сородичей. Тело довольно высокое и имеет небольшую горбинку в передней части спины.

Мелкая чешуя плотно сидит на теле рыбы и надёжно защищает её от различных внешних воздействий и кровососущих водяных насекомых. Её окраска мало чем отличается от той, что присуща другим пелагическим породам. Брюшко и бока имеют светло-серебристый оттенок. Верхняя часть туловища и голова окрашены в более тёмные тона.

Такая расцветка позволяет рыбе оставаться незаметной для потенциальных кормовых объектов, на которых она охотится в верхних слоях воды.

На спинном плавнике и верхней части головы хорошо заметны тёмно-серые пятна, которые во время нереста становятся чёрными. Описание рыбы будет неполным, если не упомянуть о том, что в период икромёта на теле пеляди появляются бугорки белёсого цвета, получившие название «жемчужная сыпь». Эти наросты проходят сразу после завершения нерестовых процессов.

Голова у пеляди маленькая по сравнению с туловищем. Средний размер пеляди 40–55 см, достигает веса 2,5–3 кг. Предельный возраст рыб 9+ – 10+ лет.

Выделяют 3 основные формы пеляди: речную, озёрную и озёрно-речную.

Речная форма постоянно обитает в проточном водоёме и может заходить в пойменные озёра только для нагула. Озёрная разновидность живёт только в стоячей воде и в зависимости от качества кормовой базы может иметь медленный или быстрый темп роста. Озёрно-речная форма основную часть жизни проводит в водах озера и заходит в реки только для того, чтобы отложить икру. После нереста она сразу возвращается на привычные места обитания, где находится до следующего икромёта.

Питается пелядь моллюсками, ракообразными, яйцами и личинками насекомых и другими простейшими организмами – планктоном. Взрослые особи не брезгают и мальками других видов рыб. Во время нереста рыба практически не питается.

В некоторых северных озёрах сырок может образовывать карликовую форму. Размеры таких рыбок редко превышают 15 см, а максимальный вес составляет не более 100 г. В остальном карликовый вид выглядит так же, как и полноценные представители этого семейства. До недавнего времени многие ихтиологи полагали, что существует морская разновидность сырка, однако последние исследования доказали несостоятельность этого утверждения [6].

Были изучены желудки 3 видов рыб: хариуса сибирского (7 особей), щуки обыкновенной (8 особей) и пеляди (5 особей). Таким образом, были изъяты желудки 20 рыб. Все рыбы подвергались биологическому анализу. У них измеряли длину и ширину тела. Также определяли массу рыб, пол и стадию зрелости половых продуктов, была взята чешуя для определения возраста. Желудки, извлеченные у рыб, были зафиксированы в спиртовом растворе.

При определении состава пищи использовался бинокляр, лупа, а также определители беспозвоночных, которые были обнаружены в желудке рыб.

Материал для данной работы был собран в результате мониторинга озер Ноян-Холь в 2019 г.

Половой состав исследованных рыб показал, что в уловах присутствовало 19 самцов и 5 самок. По результатам годовых колец чешуи оказалось, что возраст от 3+ до 7+ лет: сибирский хариус (от 4+ до 5+ лет), пелядь (от 5+ до 7+ лет), обыкновенная щука (от 3+ до 7+ лет). Это говорит о том, что исследовалось питание только взрослых, половозрелых рыб. Питание молоди данных 3 видов рыб было изучено по литературным данным.

По значению видов пищи исследованных рыб определяли излюбленную пищу рыб (виды организмов, которые составляют 50–75 % пищевого комка). Заменяющую пищу, или второстепенную (виды, образующие 15–30 % содержимого пищеварительного тракта). А также обращали внимание на случайную пищу (виды пищевых объектов, которые не превышали 4–10 % от содержимого пищеварительного тракта).

Молодь всех изученных в данной работе рыб вначале питается зоопланктоном. Затем, по мере роста, пищевые потребности разных видов начинают расходиться. Однако пелядь остается планктоноядной на всю жизнь.

Были исследованы желудки 7 особей хариуса. Результаты вскрытия показали, что в желудке хариуса были обнаружены личинки ручейников, личинки бокоплавов, личинки водных жуков, личинки висянок и мелкие камни (табл. 1). Полученные данные говорят о том, что состав пищи, обнаруженной в желудках рыб, особо не отличался. Не обнаружено разделения на излюбленную, второстепенную и случайную виды пищи.

Таблица 1 – Состав пищевого рациона хариуса сибирского озера Ноян-Холь

Вид	Состав корма	Обнаружено особей, шт.	% к общему числу обнаруженных животных и предметов	В скольких желудках обнаружены	
				Количество	%
Хариус (7)	Личинки ручейников	24	38	3	27,3
	Личинки бокоплавов	3	4,8	2	18,2
	Личинки водных жуков	14	22,2	2	18,2
	Личинки поденок	2	3,2	1	9
	Личинки веснянок	2	3,2	1	9
	Мелкие камни	18	28,6	2	18,2

У пеляди в пище преобладали личинки ручейников, личинки водных жуков и икра рыб (табл. 2). У нее также не было выделено излюбленной пищи. Состав корма был практически одинаков.

Таблица 2 – Состав пищевого рациона пеляди озера Ноян-Холь

Вид	Состав корма	Обнаружено особей, шт.	% к общему числу обнаруженных животных и предметов	В скольких желудках обнаружены	
				Количество	%
Пелядь (5)	Личинки ручейников	97	53,6	3	37,5
	Личинки водных жуков	28	15,5	2	25
	Икра рыб	32	17,7	2	25
	Мелкие камни	24	13,3	1	12,5

Щука обыкновенная является хищником, в ее желудке были обнаружены рыбы. В пищевом рационе преобладали мальки рыб: щуки, сазана. Также излюбленным объектом питания являются водные жуки. Домики ручейников (обломки ракушек, древесина, водные растения) были обнаружены в желудках щук в достаточном количестве, табл. 3.

Таблица 3 – Состав пищевого рациона обыкновенной щуки озера Ноян-Холь

Вид	Состав корма	Обнаружено особей, шт.	% к общему числу обнаруженных животных и предметов	В скольких желудках обнаружены	
				Количество	%
Щука (8)	Мальки сазана	5	13,2	2	28,6
	Домики ручейников	20	52,6	3	42,9
	Водные жуки	3	7,9	1	14,3
	Мальки щуки	10	26,3	1	14,3

Были исследованы 20 рыб, относящиеся к 3 видам. Из 20 желудков 4 были практически пустые. Состав кормов показал, что у всех трех видов доминируют личинки ручейников – 38–53,6 %, мелкие камни – 13,3–28,6 %, мальки щуки – 26,3 %, личинки водных жуков – 7,9–22,2 %, икра рыб – 17,7 %, мальки сазана – 13,2 %, личинки бокоплавов – 4,8 % и личинки поденок и веснянок – 3,2 %.

Все исследованные виды рыб являлись хищниками, так как в составе пищи преобладали животные корма. Кормовая база озера Ноян-Холь достаточно богата. Состав корма также зависит и от сезона года.

Рыбное хозяйство в Республике Тыва является важнейшим сектором экономики, включающим широкий спектр видов деятельности – от прогнозирования сырьевой базы отрасли до организации торговли рыбной продукцией в республике и за ее пределами.

Огромный ущерб ценным видам рыб в Республике Тыва наносятся работами по добыче месторождений золота. В результате переработки русловых месторождений мощной землеройной техникой, гидромониторами нарушается естественный водообмен, также из-за этого резко увеличивается мутность воды, уничтожаются нерестилища, места нагула ценных видов рыб [10].

Библиографический список

1. Аракчаа Л.К., Курбатская С.С. Реки и озера Тувы. Экологические проблемы. – Кызыл, 2015. – 158 с.
2. Аракчаа Л.К., Шацких Н.Д. Рыбы Тувы: определитель-справ. – Кызыл, 2003. – 112 с.
3. Аракчаа Л.К., Шацких Н.Д. Рыбы Тувы: определитель-справ.; Тыв. гос. ун-т, Тув. ин-т комплексного освоения природных ресурсов СО РАН.
4. Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: материалы Всерос. конф. с междунар. участием, посвященной 85-летию со дня основания кафедры ихтиологии и гидробиологии ТГУ (Томск, 22–24 ноября 2016 г.). – Томск, 2016. – 136 с.
5. Курбатская С.С. Степные экосистемы Убсу-Нурской котловины – природной биосферной лаборатории. Метод функциональной экологии. – Кызыл: ТывГУ, 2001. – С. 20–33.
6. Пирожников П.Л. Особенности расселения сиговых в реках Сибири и их происхождение // Биол. сиговых рыб. – М., 1988. – С. 28–30.
7. Попков В.К. Результаты и последствия акклиматизации рыб в водоемах Алтае-Саянского нагорья // Рыболовство и рыб. хоз-во. – 2007. – № 8. – С. 14–16.
8. Попов П.А. Рыбы озер гор Южной Сибири // Изв. АО РГО. – 2016. – № 1(40).
9. Пузикова Е.Н. Распределение зообентоса озера Тере-Холь (Южная Тува) // Вестн. Томского гос. ун-та. – 2004. – № 11. – С. 80–81.
10. Сиделев Г.Н. Ихтиофауна крупных озер. Озера Северо-Запада Сибирской платформы. – Новосибирск, 1981. – С. 151–171.

SOME FEATURES OF THE BIOLOGY AND DIET OF FISH OF LAKE NOYON-KHOL (BIG YENISEI RIVER BASIN)

Sergeeva M.M.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

The question of biology is considered, the diet of some fish species is analyzed: pike, grayling and peladis of lake Noyon-Khol (the basin of the Bolshoy Yenisei river, Republic of Tyva).

Keywords: *Lake Noyan-Khol, the ichthyofauna of fish, pike common, siberian grayling, peled, food fish.*

Сведения об авторе:

Сергеева Марина Михайловна, старший преподаватель, e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru

**АНАЛИЗ ОСВОЕНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО ОБЪЕКТА – ТРЕСКА КАК
КОМПОНЕНТА РЕСУРСНОГО ПОТЕНЦИАЛА МНОГОВИДОВОЙ
ПРОМЫСЛОВОЙ СИСТЕМЫ – ЗОНА 05 – «ОХОТСКОЕ МОРЕ»
ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА
В ПЕРИОД 2014–2018 гг.**

Стрельникова В.Е., Лисиенко С.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Изложены результаты многоаспектного системного анализа промысловой деятельности судов по освоению промыслового объекта – треска – многовидовой промысловой системы – зона 05 – «Охотское море» в период 2014–2018 гг.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, многовидовая промысловая система, количественные и качественные показатели рыболовства, многофакторный системный анализ.

Процесс анализа показателей добычи водных биологических ресурсов в промысловой зоне «Охотское море» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна как многовидовой промысловой системы направлен на проведение многоаспектного системного анализа освоения промыслового ресурсного потенциала по следующим показателям промысловой активности: исследование одного из основных объектов добычи, анализ количественных и качественных показателей производственной деятельности добывающих судов в названном периоде (2014–2018 гг.). Под количественными показателями приняты объемы добычи, под качественными – степень освоения общего допустимого улова (далее – ОДУ) [1, 2].

Промысловая зона «Охотское море» состоит из четырех подзон, включая в себя Северо-Охотоморскую, Западно-Камчатскую, Восточно-Сахалинскую и Камчатско-Курильскую подзоны.

Процесс исследования направлен на анализ и сравнение количественных и качественных показателей промысловой деятельности добывающего флота в многовидовой промысловой системе зона «Охотское море» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна такого объекта, как треска. В Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах треска является объектом, на который устанавливается общий допустимый улов, в Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах данный объект является не одуемым.

В табл. 1, 2 представлены объемы ОДУ, вылов и степень освоения общего допустимого улова трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в 2014–2018 гг. [3, 4].

Таблица 1 – Объемы ОДУ, вылов, степень освоения ОДУ в Западно-Камчатской подзоне в Дальневосточном бассейне в период 2014–2018 гг.

Объекты	Год	ОДУ, т	Вылов, т	Степень освоения, %
Треска	2014	8 000	3 550	44,0
	2015	10 000	4 759	48,0
	2016	9 300	5 205	56,0
	2017	7 000	3 813	54,0
	2018	4 700	2 603	55,0

Таблица 2 – Объемы ОДУ, вылов, степень освоения ОДУ в Камчатско-Курильской подзоне в 2013–2017 гг., тыс. т

Объекты	Год	ОДУ, тыс. т	Вылов, тыс. т	Степень освоения, %
Треска	2014	11 900	8 335	70,0
	2015	14 800	10 488	70,0
	2016	16 400	12 283	74,0
	2017	16 400	12 902	77,0
	2018	11 100	9 048	80,0

Используя данные таблиц, создана возможность проведения исследования количественных показателей в зоне «Охотское море» и провести сравнение между подзонами в период 2014–2018 гг. по данному промысловому объекту.

Объемы вылова трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в период 2014–2018 гг. представлены на рис. 1.

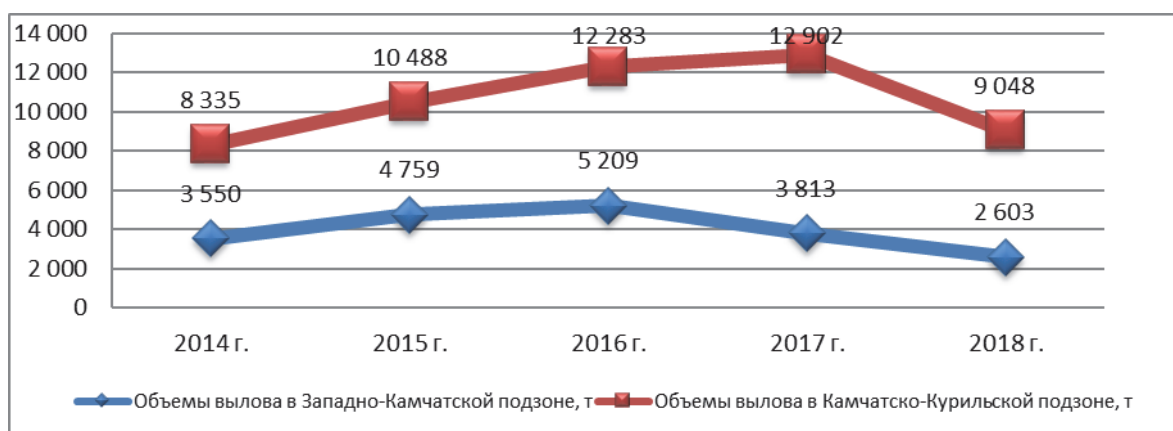


Рисунок 1 – Объемы вылова трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в период 2013–2017 гг., т

Анализ представленных на рис. 1 данных показывает, что в исследуемом периоде наблюдалась динамика подъема и спада объемов вылова. В Западно-Камчатской подзоне в 2015–2016 гг. вылов возрос на 25,4 % по сравнению с 2014 г. и достиг отметки в 2016 г. – 5 205 т, а в 2017–2018 гг. происходил спад вылова трески на 26,7 и 31,7 % соответственно. Аналогичная ситуация происходила в Камчатско-Курильской подзоне. Исключения составил 2017 г., так как в одной подзоне, а именно, в Западно-Камчатской, вылов трески снизился, а в Камчатско-Курильской подзоне вылов увеличился в 2016–2017 гг., но в 2018 г. упал, составив 9 048 т.

Степень освоения ОДУ трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в период 2014–2018 гг. представлена на рис. 2.

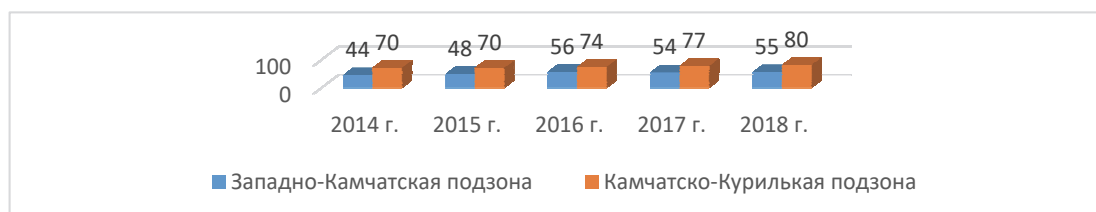


Рисунок 2 – Степень освоения ОДУ трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в период 2014–2018 гг., %

Из данной диаграммы следует, что в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах не происходило освоение трески в полном объеме. В Западно-Камчатской подзоне недоосвоение трески в среднем составило 50 %, а в Камчатско-Курильской подзоне степень освоения с каждым годом постепенно возрастала. Так, в 2014–2015 гг. степень освоения составляла – 70,0 %, а в 2016–2018 гг. возросла на 3 % и составила в 2018 г. 80,0 %.

Таким образом, детальный анализ объемов ОДУ, объемов выловов и степени освоения ОДУ только подтверждают, что треска является недоиспользуемым объектом.

Многофакторный системный анализ компонентов производственной деятельности добывающего флота по освоению трески в зоне Охотское море включает в себя исследование типового состава добывающих судов, количество промысловых единиц, сезонности ведения промысла, общие объемы вылова, объемы вылова, приходящиеся на одно промысловое судно.

Типовой и количественный состав добывающих судов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в исследуемый период представлен в табл. 3.

Таблица 3 – Типовой и количественный состав добывающих судов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в период 2014–2018 гг.

Год	Тип судна	Кол-во судов, ед.	Объемы вылова, т
1	2	3	
Западно-Камчатская подзона			
2014	БМРТ	1	16,931
	МРС	38	334,334
	СТР	9	370,65
	СЯМ	10	599,434
	СРТМ	7	607,674
2015	МРС	29	379,245
	Средни	1	3,827
	СЯМ	7	624,221
	СТР	10	594,831
	СРТМ	9	1259,13
2016	МРС	31	379,257
	СРТМ	10	1157,996
	СТР	11	597,93
	СЯМ	9	918,409
2017	МРС	31	280,393
	СЯМ	6	692,775
	СТР	4	279,594
	СРТМ	11	1061,811
2018	МРС	23	138,676
	РС	1	66,198
	СЯМ	9	794,217
	СТР	5	307,736
	СРТМ	7	596,202
Итого за период 2014–2018 гг.	БМРТ	1	16,931
	МРС	152	1511,905
	СТР	39	2150,741
	СЯМ	41	3629,057
	СРТМ	44	4682,813
	Средни	1	3,827
	РС	1	66,198

1	2	3	4
Камчатско-Курильская подзона			
2014	МРС	8	85,83
	РС	7	240,279
	СРТМ	9	354,715
	СРТР	1	5,559
	СЯМ	13	1202,307
	СТР	14	222,36
2015	МмДС	1	24,45
	МРС	62	4222,176
	РС	14	1515,931
	РТМ	1	2,952
	СРТМ	15	1306,56
	СТР	18	984,037
2016	СЯМ	12	1522,34
	МРС	48	4324,548
	РС	12	1742,993
	РТМ	1	2,542
	СРТМ	15	1602,61
	СТР	16	781,235
2017	СЯМ	19	2246,034
	МмДС	1	2,3
	МРС	42	2853,736
	РС	9	1301,312
	СРТМ	17	2230,304
	СТР	14	1340,409
2018	СЯМ	18	3871,293
	МКРТМ	1	1,006
	МмДС	1	8,4
	МРС	46	2596,674
	РС	11	980,895
	СРТМ	8	1191,311
Итого за период 2014–2018 гг.	СТР	15	898,192
	СЯМ	18	2034,057
	МКРТМ	1	1,006
	МмДС	3	35,15
	СРТР	1	5,559
	МРС	206	14082,964
	РС	53	5781,41
	РТМ	2	5,494
СРТМ	64	6685,5	
СТР	77	4226,233	
СЯМ	80	10876,031	

Таким образом, исходя из данных табл. 3, установлено, что промысловую деятельность в Западно-Камчатской подзоне в период 2014–2018 гг. вели суда типа БМРТ, МРС, СТР, СЯМ, СРТМ, Средние, РС. Общее количество добывающих судов в исследуемом периоде достигло 279 ед. В Камчатско-Курильской подзоне осуществляли работу такие же суда, как и в Западно-Камчатской подзоне, только к данной подзоне прибавились такие суда, как МКРТМ, МмДС, РТМ. Общее количество добывающих судов в исследуемом периоде достигло 481 ед. [5]. Структура работы флота за период 2014–2018 гг. изображена на рис. 3.

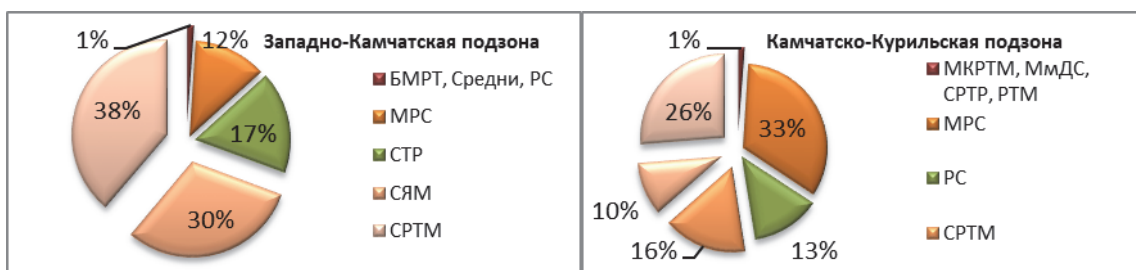


Рисунок 3 – Структура работы флота в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах за период 2014–2018 гг.

Наиболее эффективную работу по добычи трески в Западно-Камчатской подзоне в период 2014–2018 гг. вели суда типа СЯМ и СРТМ. За пятилетний период от общего вылова судами типа СЯМ освоено 38 %, СРТМ – 30, СТР – 17, МРС – 12 %. Судами типа БМРТ, Средние и РС в исследуемом периоде освоено 1 % от общего вылова трески. В Камчатско-Курильской подзоне 8 типов судов, из которых более эффективными были такие суда, как МРС, ими освоено 33 %, СЯМ – 26, СРТМ – 16, РС – 13, СТР – 10 %. В исследуемом периоде судами типами МКРТМ, МмДС, СРТР и РТМ был освоено 1 % [5].

Промысловая активность судов в исследуемых подзонах представлена на рис. 4.

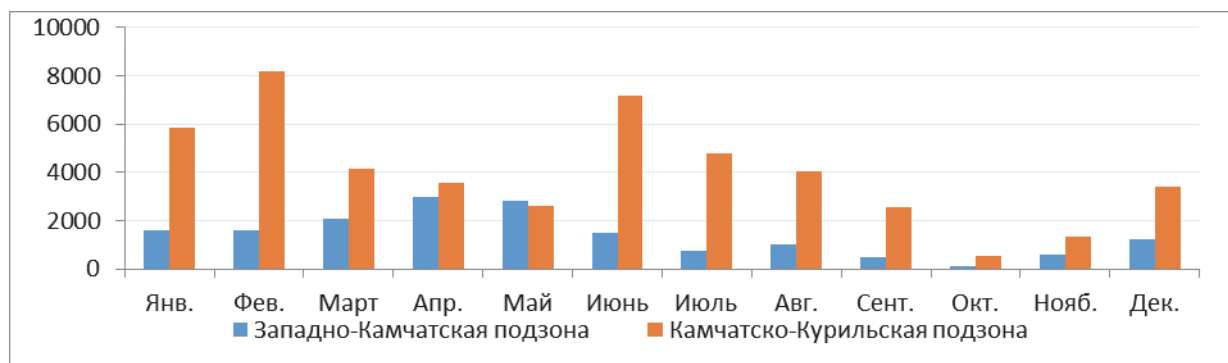


Рисунок 4 – Объемы вылова трески в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах по месяцам за период 2014–2018 гг.

Исходя из данных рис. 4, можно сделать вывод, что в Западно-Камчатской подзоне за период 2014–2018 гг. основной объем вылова трески приходился на март–май. Всего за три месяца было добыто 7 809,926 т трески, в другие месяца улов составлял гораздо меньшее количество. В Камчатско-Курильской подзоне вылов был максимальным в феврале, июне и январе, минимальный – в октябре. Максимальный вылов составлял 8 171,556 т, минимальный – 509,18 т [4].

На основании проведенного исследования многовидовой промысловой системы зона «Охотское море» можно сделать вывод, что треска является недоосваиваемым объектом, степень освоения данного объекта находилась в диапазоне 44–55 % в Западно-Камчатской подзоне и 70–80 %, соответственно, в Камчатско-Курильской подзоне. В Северо-Охотоморской и Восточно-Сахалинской подзонах треска является объектом, на который не устанавливается общий допустимый улов. Также большее предпочтение на промысле отдавалось среднетоннажному флоту, но исключением были суда типа МРС [1, 2].

Библиографический список

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 17–21.

2. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 4. – С. 34–41.
3. Общий допустимый улов ВБР во внутренних морских водах РФ, территориальном море РФ, на континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ, в Азовском и Каспийском морях на 2013–2018 гг. [Электронный ресурс]. 2020. – Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>.
4. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за 2013-2018 гг. [Электронный ресурс]. 2020. – Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>.
5. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи [Электронный ресурс]. 2020. – Режим доступа свободный. – URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 20.04.2020).

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF A FISHING FACILITY - COD AS A COMPONENT OF THE RESOURCE POTENTIAL OF A MULTI-SPECIES FISHING SYSTEM - ZONE 05 – «SEA OF OKHOTSK» OF THE FAR EASTERN FISHERIES BASIN IN THE PERIOD 2014–2018

Strelnikova V.E., Lisienko S.V.
Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

The article presents the results of a multi-aspect system analysis of fishing activities of vessels for the development of a fishing object for cod in a multi-species fishing system - zone 05 - Sea of Okhotsk in the period 2014–2018.

Keywords: *resource potential, multi-species fishing system, quantitative and qualitative indicators of fisheries, multivariate system analysis.*

Сведения об авторах:

Стрельникова Виктория Евгеньевна, аспирантка 1-го курса, e-mail: Vika.strelnikova.1994@bk.ru;

Лисиенко Светлана Владимировна, канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой, e-mail: lisienkosv@mail.ru

СТРУКТУРА ОБЛАСТИ ПРИЛИВНОГО ПЕРЕМЕШИВАНИЯ В РАЙОНЕ БАНКИ КАШЕВАРОВА (ОХОТСКОЕ МОРЕ) ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Тимошенко О.И.¹, Дубина В.А.^{1,2}, Плотников В.В.^{1,2}, Круглик И.А.¹

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

Исследована детальная структура и пространственно-временная изменчивость области приливного перемешивания в районе банки Кашеварова на основе спутниковых изображений среднего (250 м) и высокого (30 м) пространственного разрешения.

Ключевые слова: банка Кашеварова, приливные перемешивания, спутниковые изображения, распределение хлорофилла.

Банка Кашеварова (БК) – подводная возвышенность на северном материковом склоне Охотского моря. На морских картах банка очерчена изобатой 200 м (в её границах горизонтальный масштаб примерно 132 на 43 км) и имеет две вершины с минимальными глубинами 83 и 95 м (рис. 1). Доминирующим абиотическим фактором, определяющим особенности гидрофизических, гидрохимических и биологических процессов в этом районе, являются сильные приливные течения, скорости которых в 20–30 раз превышают фоновые значения. Результаты моделирования показывают, что интенсификация приливного потока происходит из-за резонанса суточных приливных волн K_1 и O_1 . В результате нелинейного взаимодействия этих гармоник возникают осцилляции большей (M_2 , M_4 и т.п.) и меньшей частоты (четырёхсуточные), а также остаточное (непериодическое) антициклоническое течение с максимумом горизонтальной скорости 0,326 м/с в промежуточном слое (Kowalik, Polyakov, 1999). Авторы отмечают важную роль бароклинности в модификации остаточной циркуляции. В результате приливного перемешивания над банкой образуется водная масса, однородная по своим гидрологическим характеристикам. В тёплый период года температура поверхности моря над банкой холоднее окружающих вод, а в зимний – теплее. От стратифицированной части моря область приливного перемешивания отделена резким фронтом.

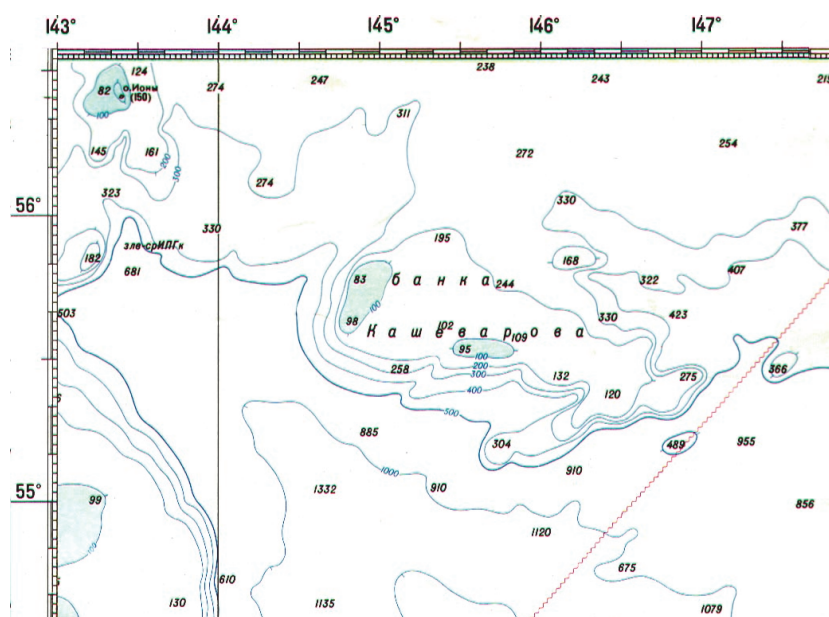


Рисунок 1 – Фрагмент морской навигационной карты 60102 ГУНиО МО СССР

Прямые измерения течений на банке подтвердили модельные расчёты и показали, что максимальная скорость приливного потока превышает 1,5 м/с, а размах двухнедельных колебаний достигает 0,8 м/с (Rogachev et al., 2001). Было выявлено остаточное течение на юг со скоростью 0,1 м/с. Биоакустическая съёмка показала, что зоопланктон аккумулируется либо во фронтальной зоне над склонами банки, либо распределяется в промежуточном слое над самой возвышенностью. Авторы связывают этот факт с двухнедельной модуляцией приливов: при минимальных скоростях течений, которые наблюдаются за 2–3 дня до достижения Луной максимального склонения, объём перемешанных вод минимальный и они не выходят на поверхность, а фитопланктон и зоопланктон рассеиваются в толще воды над банкой. Через 14 дней при максимальных приливах объём перемешанных вод достигает максимума, а фито- и зоопланктон аккумулируются вокруг этой области. Авторы процитированной работы высказывают предположение о непропорциональном влиянии приливного перемешивания на БК не только на всё Охотское море, но и на тихоокеанскую субарктику.

В той же статье (Rogachev et al., 2001) для иллюстрации особенностей гидрологических процессов приводятся спутниковые изображения, полученные радиометрами AVHRR со спутников NOAA в видимом и тепловом инфракрасном (ИК) диапазонах. Пространственное разрешение этих снимков составляет 1,1 км. В настоящее время существует доступ к обширным архивам спутниковой информации, которая позволяет более детально исследовать мезо- и мелкомасштабные процессы в океане, в том числе в Охотском море (Дубина и др., 2012; Mitnik, Dubina, 2018). К таким данным относятся измерения в видимом диапазоне электромагнитного спектра спектрометриями MODIS со спутников Terra и Aqua (с 2000 г. по настоящее время; разрешение 250 м) и результаты съёмки спутников серии Landsat (с 1982 по настоящее время; разрешение 15, 30, 60, 100 и 120 м). Космические аппараты (КА) Landsat предназначены для исследования суши, поэтому съёмка с них осуществляется в дневное время и захватывает только прибрежные районы Мирового океана, но полученные данные используются для исследования гидрологических процессов и верификации результатов моделирования.

В архиве последнего КА Landsat-8 нет ни одного изображения района банки Кашеварова, но есть измерения со спутников Landsat-5 и Landsat-7.

Целью данной работы являлась исследование детальной структуры и пространственно-временной изменчивости области приливного перемешивания в районе банки Кашеварова на основе спутниковых изображений среднего (250 м) и высокого (30 м) пространственного разрешения. Для выполнения этой цели были проанализированы архивы измерений со спутников Terra, Aqua и Landsat в июне–октябре, зафиксированы случаи спутниковой съёмки в безоблачных условиях, для этих сроков загружены данные уровня обработки L1 и соответствующим образом обработаны. В результате получен архив спутниковых снимков банки Кашеварова в видимом и ИК-диапазонах.

Анализ этого архива показывает, что горизонтальные размеры области приливного перемешивания в среднем в 1,5–2 раза превышают размеры банки Кашеварова. Минимальные температуры чаще всего наблюдаются над восточным склоном западной вершины БК. Масштаб этой области имеет порядок поперечного размера возвышенности – 40–50 м. Перемешанные воды на юге могут опускаться ниже 55°с.ш., на севере подниматься выше 56,5°с.ш., а в зональном направлении регистрируются от 144 до 147,5°в.д. Горизонтальные размеры области приливного перемешивания практически не изменяются с июня по октябрь.

Практически на всех ИК-изображениях наблюдается интенсивный водообмен между гомогенной зоной и стратифицированной частью моря. На рис. 2 приведены изображения, полученные спектрометрией MODIS со спутника Terra в сентябре 2001 г. Слева на рисунке показаны снимки в истинном цвете, скомбинированные из измерений на соответствующих каналах, а справа – изображения в тепловом ИК-диапазоне с центральной длиной волны 11,03 мкм. На видимых снимках контрасты цвета обусловлены вариацией концентрации фитопланктона (хлорофилла-*a*), а на инфракрасных видно пространственное распределение температуры поверхности моря (ТПМ). Тёплая вода (более светлая) поступает в область приливного перемешивания с северной стороны одной или несколькими струями шириной порядка 10 км по направлению к западной вершине, часто заметно закручиваясь по часовой стрелке. С южной стороны банки наблюдаются интрузии холодных вод на юг.

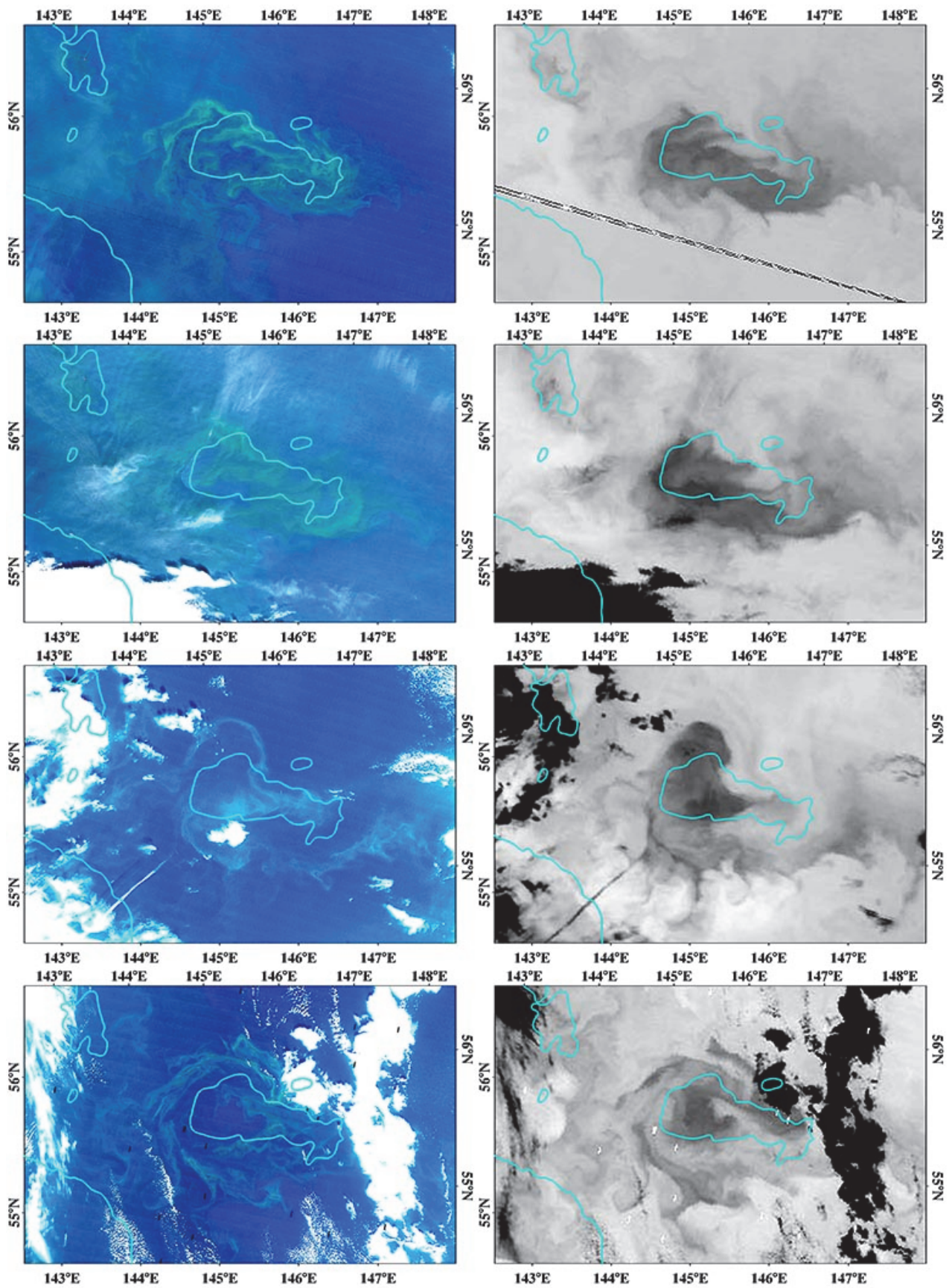


Рисунок 2 – Спутниковые изображения акватории Охотского моря в районе банки Кашеварова, полученные спектрометрическим прибором MODIS со спутника Terra 11, 13, 18 и 22 сентября 2001 г. (сверху вниз) в видимом (слева) и тепловом ИК диапазонах. На рисунках показана изобата 200 м

В период с 18 по 22 сентября 2001 г. произошла сильная деформация приливного фронта вокруг банки, в результате чего он первоначально «разорвался» (рис. 2, 18 сентября), а затем плотно «закрутился» вокруг области максимального перемешивания (рис. 2, 22 сентября). Изображения в видимом и ИК-диапазонах, полученные со спутника Landsat-7, позволяют более детально рассмотреть образовавшуюся динамическую структуру, которая представляет собой спиральный антициклонический вихрь диаметром 125 км. Как видно из рис. 3, спираль антициклона толщиной порядка 15 км имеет в свою очередь вихревую структуру, в которой различимы вихри разного знака диаметром 1–6 км. В центре области холодных вод концентрация хлорофилла-*a* (КХ) составляла $0,7 \text{ мг/м}^3$, в спирали возрастала до $3,5 \text{ мг/м}^3$ при фоновой менее 2 мг/м^3 . Вполне вероятно, что возникновение такой структуры связано с 2-недельным приливным циклом, но цикл назад (8 сентября) ничего похожего не наблюдалось (не показано).

Типичная картина распределения хлорофилла в исследуемом районе представляет собой ядро минимальных значений диаметром примерно 30–50 км ($0,5 \text{ мг/м}^3$), окружённое кольцом шириной 20–50 км, в котором значения КХ выше фоновых и варьируют в пределах $3,5\text{--}7,5 \text{ мг/м}^3$. Интенсивный кросс-фронтальный перенос и адвекция остаточным течением в южном и юго-восточном направлении приводит к перераспределению продуктивных вод на обширном участке северо-восточного шельфа Сахалина.

Кроме банки Кашеварова, приливное перемешивание наблюдается в районах Шантарских островов, к югу от полуострова Пьягина, в заливе Шелихова, вокруг острова Ионы и на банке Ионы, возле Курильских островов. В этих местах также происходит интенсивный водообмен с открытыми частями моря посредством бароклинных фронтальных вихрей (Жабин, Дубина, 2012; Жабин, Дубина, 2013), но отмеченная в данной работе структура области перемешивания на БК, регистрируемая на спутниковых изображениях, заметно отличается от других. Только в районе полуострова Пьягина также в поле концентрации хлорофилла-*a* прослеживается ядро с минимальными значениями, окружённое полосой с повышенным содержанием пигмента.

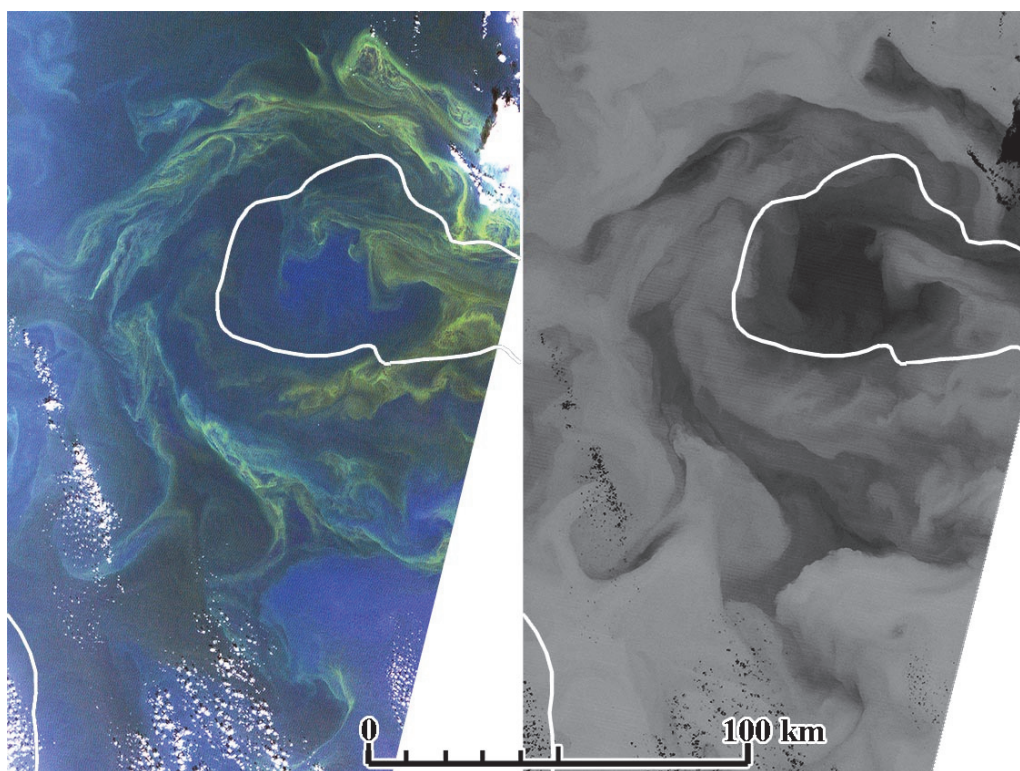


Рисунок 3– Фрагменты изображений в видимом (слева) и тепловом ИК-диапазонах (справа) спутника Landsat-7, принятые 22 сентября 2001 г.

Библиографический список

1. Дубина В.А., Файман П.А., Жабин И.А., Пономарёв В.И., Кузлякина Ю.А. Течения Охотского моря по спутниковым данным и результатам численного моделирования // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2012. – Т. 9, № 1. – С. 206–212.
2. Жабин И.А., Дубина В.А. Структура фронта приливного перемешивания в районе Шантарских островов (Охотское море) по данным спутниковых наблюдений // Исслед. Земли из космоса. – 2012. – № 2. – С. 83–89.
3. Жабин И.А., Дубина В.А. Особенности структуры и динамики вод северо-восточного шельфа Охотского моря // Вестн. Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. – 2013. – № 2. – С. 32–39.
4. Kowalik, Z., Polyakov, I. Diurnal tides over Kashevarov Bank, Okhotsk Sea // J. Geophys. Res. – 1999. – Vol. 104(C3). – P. 5361–5380.
5. Mitnik L.M., Dubina V.A. The Sea of Okhotsk: Scientific Applications of Remote Sensing / V. Barale and M. Gade (eds.) // Remote Sensing of the Asian Seas. Springer, Cham. – 2018. – P. 159–175. doi.org/10.1007/978-3-319-94067-0.
6. Nakamura T., Matthews J.P., Awaji T. and Mitsudera H. Submesoscale eddies near the Kuril Straits: Asymmetric generation of clockwise and counterclockwise eddies by barotropic tidal flow // Journal of geophysical research. – 2012. Vol. 117. – C12014, doi:10.1029/2011JC007754.
7. Rogachev K.A., Salomatin A.S., Alexanina M.G., Carmack E.C. Lunar fortnightly modulation of tidal mixing near Kashevarov Bank, Sea of Okhotsk, and its impacts on biota and sea ice // Progress in oceanography. – 2001. – Vol. 49, No 1–4. – P. 373–390.

TIDAL MIXING AREA STRUCTURE IN THE BANKS OF KASHEVAROV (OKHOTSK SEA) AREA BY SATELLITE DATA

Timoshenko O.I.¹, Dubina V.A.^{1,2}, Plotnikov V.V.^{1,2}, Kruglik I.A.¹

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

²V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Vladivostok, Russia

The article detailed structure and spatio-temporal variability of the tidal mixing region in the area of the Kashevarov bank was investigated based on satellite images of medium (250 m) and high (30 m) spatial resolution.

Keywords: Banks of Kashevarov, tidal mixing, satellite images, chlorophyll distribution.

Сведения об авторах:

Тимошенко Ольга Игоревна, гр. ЭПМ-212, e-mail: tim_oi@mail.ru;

Дубина Вячеслав Анатольевич, канд. геогр. наук, доцент; старший научный сотрудник, e-mail: vdubina@mail.ru;

Плотников Владимир Викторович, доктор геогр. наук, профессор, зав. лабораторией ТОИ ДВО РАН; e-mail: vlad_plot@poi.dvo.ru;

Круглик Ирина Алексеевна, канд. биол. наук, заместитель директора по учебной работе, и.о. зав. кафедрой; e-mail: irina-kruglik@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ СТРУКТУРЫ РАЗЛИЧНЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ОТРЯДА SCORPAENIFORMES ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД

Токранов А.М.

Камчатский филиал ТИГ ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

На основании анализа данных о размерах и возрасте 55 видов 6 различных семейств (*Cottidae*, *Hemitripteridae*, *Psychrolutidae*, *Agonidae*, *Liparidae* и *Sebastidae*) отряда *Scorpaeniformes*, собранных в прикамчатских водах в 1978–2007 гг., выделены три экологические группы рыб, различающиеся размерно-возрастной структурой – короткоцикловые, средне- и долгоживущие.

Из более чем 400 видов рыб, зарегистрированных в настоящее время в прибрежных водах Камчатки и сопредельных морских акваториях (Шейко, Федоров, 2000), около 40 % входят в состав отряда скорпенообразных *Scorpaeniformes*. Представители одних семейств этого отряда (например, терпуговые *Hexagrammidae* и морские окуни *Sebastidae*) в течение нескольких десятилетий в прибрежных водах Камчатки служат традиционными объектами промысла. Многие виды других семейств (рогатковые *Cottidae*, психролютотые *Psychrolutidae*, морские лисички *Agonidae* и липаровые *Liparidae*) обладают сравнительно высокой численностью и биомассой, являются важными компонентами шельфовых и верхнебатиальных ихтиоценов прикамчатских вод, могут быть объектами промысла и выступают как потенциальные конкуренты или объекты питания промысловых рыб, морских птиц и млекопитающих. Несмотря на целый ряд публикаций, в которых приводятся сведения о размерах и возрасте этих рыб (Токранов, 1995, 1998, 2000а, б, 2004а, 2017а, б, в; Токранов, Новиков, 1997; Токранов, Давыдов, 1998; Четвергов, 1998; Орлов, Абрамов, 2001; Токранов, Орлов, 2001, 2015 и др.), размерно-возрастная структура преобладающего большинства из них до последнего времени остаётся исследованной довольно слабо и фрагментарно. Обобщение материалов о размерах и возрасте 55 видов 6 различных семейств (*Cottidae*, *Hemitripteridae*, *Psychrolutidae*, *Agonidae*, *Liparidae* и *Sebastidae*) отряда *Scorpaeniformes*, собранных в 1978–2007 гг. (результаты биоанализов более 48 тыс. особей), даёт возможность получить представление об особенностях их размерно-возрастной структуры в прикамчатских водах.

В результате выполненного анализа среди исследованных видов можно выделить три экологические группы рыб, различающиеся размерно-возрастной структурой – короткоцикловые, средне- и долгоживущие. К первой из них относятся мелкие представители родов *Arteidiellichthys*, *Arteidiellus*, *Icelus*, *Microcottus*, *Stelgistrum*, *Rastrinus*, *Thyriscus*, *Triglops* (*Cottidae*), *Aspidophoroides*, *Bathyagonus*, *Hypsagonus*, *Ocella*, *Pallasina*, *Sarritor* (*Agonidae*), максимальные размеры которых, как правило, не превышают 15–25 см и 100–200 г, а предельный возраст – 8–10 лет (рис. 1). Основу их популяций (около 60–80 %) составляют особи всего двух-четырёх возрастных групп. К категории относительно короткоцикловых можно также отнести чешуехвостого получешуйника *Hemilepidotus zapus*, северную дальневосточную широколобку *Megalocottus platycephalus* (*Cottidae*), японскую *Percis japonicus*, осетровую *Podothecus accipenserinus* и дальневосточную *P. sturioides* лисичек (*Agonidae*), аллокарепрокта Джордена *Allocareproctus jordani*, перчаточника Беккера *Palmoliparis beckeri*, чернопалого *Careproctus zachirus* и чернохвостого *C. melanurus* карепрокт, морского слизня Коллетта *C. colletti* и длиннопёрого элассодиска *Elassodiscus obscurus* (*Liparidae*), продолжительность жизни которых не превышает 10 лет, хотя их размерно-весовые показатели заметно выше (до 30–40 см и 0,5–1 кг).

Целый ряд представителей родов *Gymnacanthus*, *Hemilepidotus*, *Myoxocephalus* (*Cottidae*), *Hemitripterus* (*Hemitripteridae*), *Dasycottus*, *Malacocottus* (*Psychrolutidae*), *Careproctus*,

Crystallichthys, *Elassodiccus*, *Liparis*, *Paraliparis*, *Polypera* (Liparidae) можно охарактеризовать как рыб со средней продолжительностью жизни (от 10 до 20 лет) и относительно крупными (или даже крупными) размерами (более 40–50 см и 1–2 кг, но у отдельных видов – свыше 70–80 см и 5–6 кг), рис. 2. Исключением является лишь нитчатый шлемоносец *Gymnacanthus pistilliger*, максимальные размеры которого не превышают 30 см и 0,3 кг. В отличие от короткоциклового вида, основу их популяций (более 70–80 %) составляют особи не менее четырех-пяти возрастных групп.

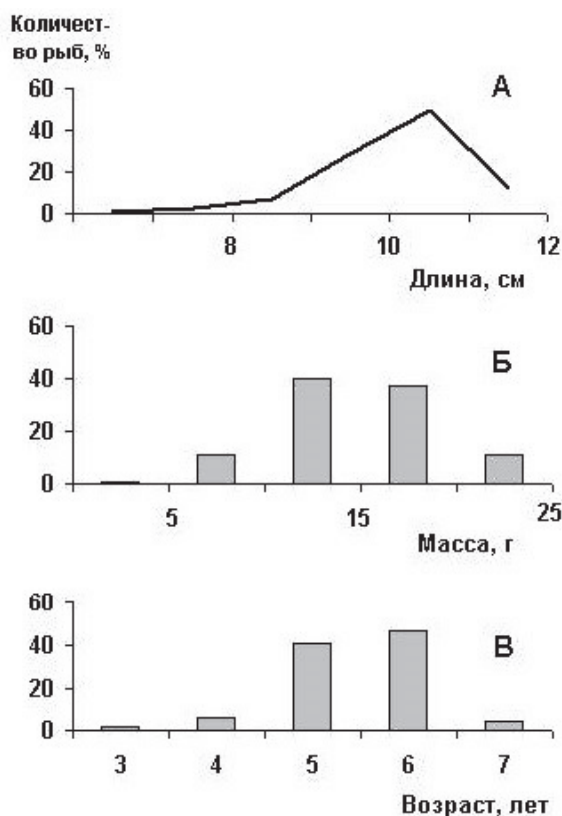


Рисунок 1 – Размерный (А), весовой (Б) и возрастной (В) составы губчатого бычка *Thyrisicus anoplus* – одного из короткоциклового вида отряда Scorpaeniformes прикамчатских вод

К долгоживущим видам относятся лишь морские окуни родов *Sebastes* и *Sebastolobus*, продолжительность жизни которых, несмотря на противоречивость имеющихся в настоящее время в литературе сведений (Новиков, 1974; Leman, Beamish, 1984; Токранов, Новиков, 1997; Beamish, McFarlane, 1987; Токранов, 1998а, 2000б; Токранов, Давыдов, 1998; Четвергов, 1998; Орлов, Абрамов, 2001 и др.), достигает не менее 25–45 лет, а максимальные размеры отдельных видов превышают 70–80 см и 8–10 кг (рис. 3). Для большинства из них характерна сложная размерно-возрастная структура, в связи с чем основу популяции (около 80–90 %), как правило, образуют особи 12–15 возрастных групп. И лишь у такого массового вида, как тихоокеанский клювач *Sebastes alutus* повсеместно в прикамчатских водах в популяции доминируют рыбы 4 возрастных групп (обычно особи 14–17 лет), доля которых в различные годы варьирует от 53 до 76 % (Токранов, 2004а). Поскольку все исследуемые виды морских окуней относятся к долгоживущим видам рыб с относительно поздним созреванием (в 9–15 лет) (Токранов, 1998б, 2004б и др.) и сложной возрастной структурой, у которых крупные половозрелые особи значительно преобладают над впервые вступающими в промысел молодыми рыбами и составляют основу промыслового запаса, они крайне уязвимы к чрезмерному воздействию рыболовства и при перелове могут на длительный период (в данном случае – на два–три десятилетия) выйти из разряда промысловых объектов.

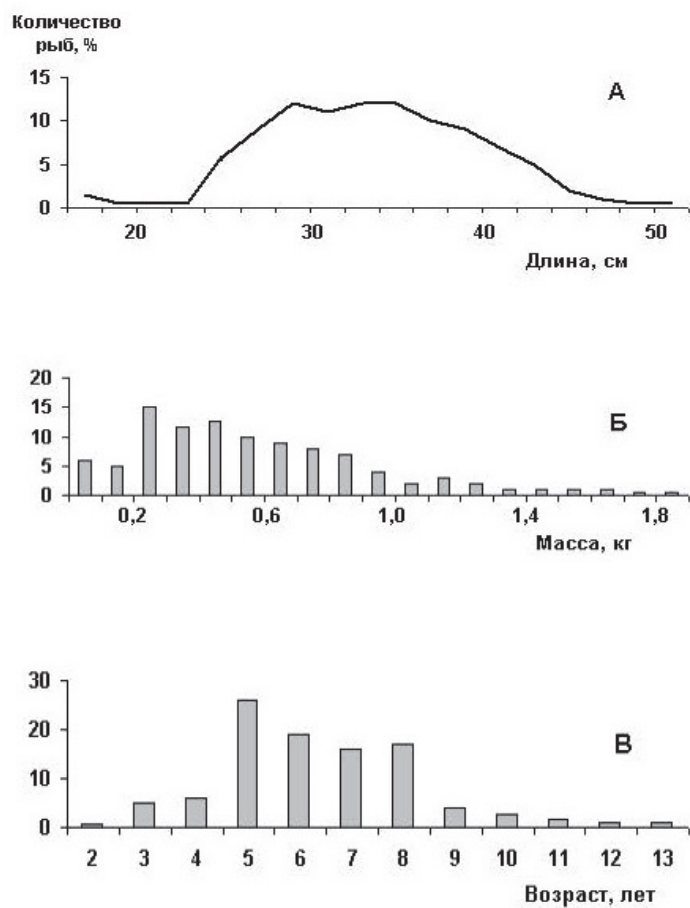


Рисунок 2 – Размерный (А), весовой (Б) и возрастной (В) составы белобрюхого получешуйника *Hemilepidotus jordani* – одного из среднеживущих видов отряда Scorpaeniformes в прикамчатских водах

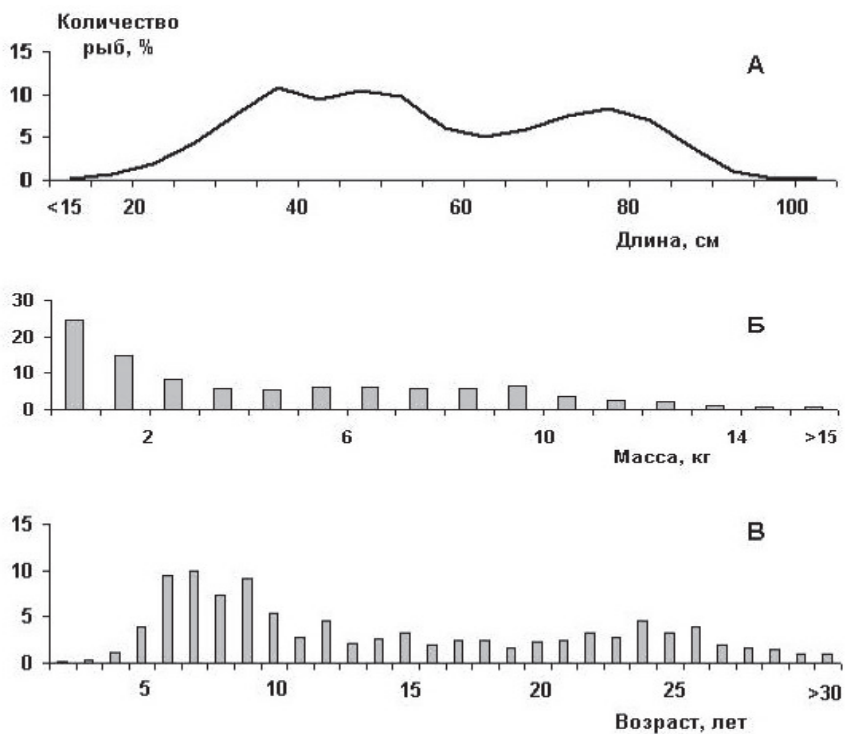


Рисунок 3 – Размерный (А), весовой (Б) и возрастной (В) составы северного морского окуня *Sebastes borealis* – одного из долгоживущих видов отряда Scorpaeniformes в прикамчатских водах

Исходя из этого, эксплуатация запасов морских окуней (особенно северного *Sebastes borealis*) в прикамчатских водах должна строго контролироваться, а промысловая нагрузка сравнительно равномерно распределяться по всему материковому склону западной части Берингова моря, а также тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов.

Библиографический список

1. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 308 с.
2. Орлов А.М., Абрамов А.А. Возраст, темп полового созревания и питание северного морского окуня *Sebastes borealis* (Scorpaenidae) в северо-западной части Тихого океана // Вопр. ихтиологии. – 2001. – Т.41, № 3. – С. 332–341.
3. Токранов А.М. Размерно-возрастная структура северной дальневосточной широколобки *Megalocottus platycephalus platycephalus* Pallas (Cottidae, Pisces) в эстуарии реки Большой (Западная Камчатка) // Бюл. МОИП. Отд. биол. – 1995. – Т. 100, вып. 3. – С. 40–47.
4. Токранов А.М. Распределение и размерно-возрастной состав алеутского окуня *Sebastes aleutianus* (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов, Восточной Камчатки и западной части Берингова моря // Вопр. ихтиологии. – 1998а. – Т. 38, № 6. – С. 787–793.
5. Токранов А.М. Размерно-половая структура и темп полового созревания северного морского окуня *Sebastes borealis* Barsukov (Scorpaenidae) в прикамчатских водах // Исслед. биол. и динамики числ. промысл. рыб камч. шельфа. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 1998б. – Вып. IV. – С. 39–42.
6. Токранов А.М. Размерно-возрастной состав липаровых рыб (Liparidae) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов // Вопр. ихтиол. – 2000а. – Т. 40, № 3. – С. 347–352.
7. Токранов А.М. Распределение и размерно-возрастной состав морских окуней рода *Sebastolobus* в верхней батииали Юго-Восточной Камчатки // Промыслово-биол. исслед. рыб в тихоок. водах Курильских о-вов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг.: сб. науч. трудов. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000б. – С. 90–96.
8. Токранов А.М. Распределение и размерно-возрастной состав окуня клювача *Sebastes alutus* (Sebastidae) в тихоокеанских водах северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки в конце XX – начале XXI веков // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004а. – Вып. 7. – С. 207–214.
9. Токранов А.М. Размерно-половая структура длинноперого шипошека *Sebastolobus macrochir* Gunter (Sebastidae) прикамчатских вод // Исслед. водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004б. – Вып. 7. – С. 218–223.
10. Токранов А.М. Рогатковые рыбы рода *Gymnacanthus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.): в 2 ч. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017а. – Ч. 1. – С. 176–180.
11. Токранов А.М. Рогатковые рыбы рода *Muchosephalus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов: V Междунар. Балтийский морск. форум: Всерос. науч. конф., тр. (Калининград, 23–24 мая 2017 г.). – Калининград: КГТУ, 2017б. – С. 75–80.
12. Токранов А.М. Рогатковые рыбы подсемейства Nemilepidotinae (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. сб. материалов Всерос. науч. конф. с между-

нар. участием, посвящ. 85-летию Камч. науч.-исслед. ин-та рыбн. хоз-ва и океанограф. (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский) [Электронный ресурс]. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017в. – С. 28–34.

13. Токранов А.М., Давыдов И.И. Некоторые вопросы биологии северного морского окуня *Sebastes borealis* (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря. 2. Размерно-возрастной состав // Вопр. ихтиол. – 1998. – Т. 38, № 1. – С. 42–46.

14. Токранов А.М., Новиков Р.Н. Распределение и размерно-возрастной состав аляскинского шипошека *Sebastes alascanus* (Scorpaenidae) в тихоокеанских водах Камчатки и западной части Берингова моря // Вопр. ихтиол. – 1997. – Т. 37, № 3. – С. 316–322.

15. Токранов А.М., Орлов А.М. Некоторые биологические особенности психролотовых рыб (Psychrolutidae) тихоокеанских вод юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов. 2. Размерно-возрастной, половой состав и питание // Вопр. ихтиол. – 2001. – Т. 41, № 5. – С. 605–614.

16. Токранов А.М., Орлов А.М. Рогатковидные рыбы семейств Hemitripterae и Psychrolutidae прикамчатских вод // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы VI Всерос. науч.-практ. конф. (Петропавловск-Камчатский, 24–26 марта 2015 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2015. – С. 145–150.

17. Четвергов А. Некоторые сведения по биологии голубого морского окуня *Sebastes glaucus* Hilgendorf (Scorpaenidae) прикамчатских вод // Исслед. биол. и динамики числ. промысл. рыб камч. шельфа. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 1998. – Вып. 4. – С. 43–45.

18. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. – С. 7–69.

19. Beamish R.J., McFarlane J.A. Current trends in age determination methodology // Age and growth of fishes // R.C. Summerfelt, G.E. Hall (eds.). Ames: The Iowa St. Univ. Press. – 1987. – P. 15–42.

20. Leman B.M., Beamish R.J. Ecological and management implications of longevity in some northeast Pacific groundfishes // Bull. Int. North. Pac. Comm. – 1984. – № 42. – P. 85–97.

PECULIARITY OF SIZE-AGE STRUCTURE OF DIFFERENT SPECIES OF SCORPAENIFORMES ORDER OF NEAR KAMCHATKA WATERS

Tokranov A.M.

Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Base on analysis of size-age data of 55 species of six different families (Cottidae, Hemitripterae, Psychrolutidae, Agonidae, Liparidae, Sebastidae) of Scorpaeniformes order, are collected in near Kamchatka waters in 1978-2007, three ecological groups of fishes (short cycle, middle and long living), differencing by size-age structure, are identified.

Сведения об авторе:

Токранов Алексей Михайлович, доктор биол. наук, директор, зав. лабораторией,
e-mail: tok_50@mail.ru

ОПЫТ ВЫРАЩИВАНИЯ УНДАРИИ В ЮЖНОЙ КОРЕЕ

Турабжанова И.С.

Тихоокеанский филиал «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия

Представлена информация о методах, применяемых в Южной Корее для выращивания ундарии. Ундария является важным промысловым видом и объектом культивирования.

Ключевые слова: ундария, жизненный цикл, выращивание.

В Южной Корее выращивается 3 вида ундарии: *Undaria pinnatifida*, *Undaria crenata*, *Undaria Peterseniana*. В жизненном цикле ундарии наблюдается две стадии: стадия спорофита и стадия гаметофита (микроскопическая стадия). Спорофит активно растет с января по апрель. В мае после выхода зооспор растение деградирует и погибает (однолетний цикл). Ундария является важным промысловым видом и объектом культивирования и активно выращивается в странах Юго-Восточной Азии. Она является традиционным деликатесным пищевым продуктом в Японии, Китае и Корее и характеризуется высоким содержанием ценных веществ, таких, как альгинаты и полиненасыщенные жирные кислоты [1;2]. На российском Дальнем Востоке ундария встречается только в заливе Петра Великого, не образуя зарослей, имеющих промысловое значение [3].

По данным ФАО, минимальное количество выращиваемой в Южной Корее ундарии отмечено в 2001 г. (232,487 тыс. т). В последующие годы объемы выращивания возрастали и достигли к 2005 г. показателя 2 439,737 тыс. т. С 2006 по 2009 гг. количество выращенной ундарии находилось в пределах от 1756,249 тыс. т до 2027,790 тыс. т. С 2010 по 2017 гг. объем выращивания увеличился с 1505,106 тыс. т до 2341,463 тыс. т.

На юге Корейского полуострова ундария находится в заводских условиях пять месяцев (с мая по сентябрь). В заводе она развивается на стадии гаметофита и раннего спорофита. Оспоривание может проходить в период с марта по май. Для оспоривания слоевища ундарии содержат 1–2 ч в фильтрованной морской воде. До этого слоевища подсушивают на воздухе в затемненном месте 1–2 ч. Споры оседают на рамки с намотанной на них нитью 1,5–2 мм в диаметре, на одной рамке 200 м нити. Субстраты располагаются в ряд через 10 см между рядами.

Когда зооспоры осели, они культивируются на субстратах при 20 °С температуры воды, 1000 люкс светового потока и 14 ч света. Первую неделю водообмен не проводится ввиду слабого прикрепления зооспор к субстрату, после этого заменяется половина объема инкубационной емкости в сутки. Зооспоры вырастают примерно на 2–5 клеток за 2 недели после прорастания. Через 3–4 недели они вырастают до размеров, при которых их можно различить под микроскопом. В этот период женские гаметофиты короткие и широкие, а мужские гаметофиты тоньше и длиннее.

В этот период температура воды должна быть около 17–20 °С, а интенсивность света поддерживается на уровне 5000–6000 люкс. При увеличении температуры до 19–20 °С интенсивность свете требуется снизить до 3000–4000 люкс. Когда температура воды достигает 21 °С, интенсивность света снижают до 2000–3000 люкс. Каждые 10 дней необходимо переворачивать субстраты для равномерного роста гаметофитов по всей поверхности рамки.

Очень важно контролировать температуру воды и интенсивность света, для того, чтобы летом могло выжить максимальное количество гаметофитов при высоких температурах. Во время покоя гаметофиты могут отпадать от субстрата, и это требует дополнительного внимания при перемещении рамки или замены воды. Когда температура воды достигает 23 °С, гаметофиты впадают в состояние покоя. При этих условиях уровень освещенности должен быть не выше 1000 люкс. При температуре 25 °С – не выше 200–500 люкс.

В следующий период, когда температура воды снижается до 24 °С, гаметофиты начинают расти снова. При понижении температуры до 20 °С образуются спорофиты. В этот период (сентябрь) контроль температуры воды и интенсивности света необходим для созревания гаметофитов, образования спорофитов и их роста. Когда температура воды уменьшается до 24 °С, необходимо медленно увеличивать интенсивность света до 1000 люкс.

При температуре воды 24 ~ 23 °С интенсивность света должна составлять от 2000 до 3000 люкс. Когда температура воды снижается до 20 °С, интенсивность света не должна превышать 5000 ~ 7 000 люкс.

Если заводской период заканчивается в конце октября, температура воды должна соответствовать температуре воды в море.

Если же заводской период выращивания заканчивается между серединой сентября и серединой октября, температура воды должна быть отрегулирована ниже 18 °С. В этот период интенсивность света поддерживается около 2000–3000 люкс.

Во время заводского периода выращивания биогены в емкости не добавляются. В период с сентября по октябрь рассада на рамках помещается в море на плантацию на 1 месяц для адаптации. Первоначально рамки с рассадой выставляются на глубину примерно в 4–5 м и постепенно поднимаются до 1 м глубины.

После этого субстраты с рассадой нарезаются на кусочки длиной 4–5 см и вставляются в поводец на расстоянии 20–30 см друг от друга. Товарная ундария собирается в марте–мае следующего года.

Библиографический список

1. Хотимченко С.В. Особенности состава жирных кислот глюкопротеидов морских макрофитов // Биол. моря. – 2003. – Т. 29, № 2. – С. 144–146.
2. Nisizawa K. Seaweeds Kaiso. Bountiful harvest from the seas // Japan. – Kochi. – 2002.
3. Кулепанов В.Н. Рост и развитие *Undaria pinnatifida* (*laminariaceae*) в заливе Петра Великого (Японское море) // Раст. ресурсы. – 2005. – Вып. 3. – С. 32–38.

EXPERIENCE OF GROWING UNDARIA IN SOUTH KOREA

Turabzhanova I.S.

Pacific branch of VNIRO («TINRO»), Vladivostok, Russia

The article provides information about the methods used in South Korea for Undaria growing. Undaria is an important commercial species and object of cultivation.

Keywords: *Undaria, life cycle, cultivation.*

Сведения об авторе:

Ирина Сергеевна Турабжанова, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: irina.turabzhanova@tinro-center.ru

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕЛЕНИЯ ГРЕБЕШКА ЯПОНСКОГО У СЕВЕРО-ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ О. ПОПОВА (В ПРОЛИВЕ СТАРКА)

Турабжанова И.С.

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия

Изучено состояние поселения японского гребешка в проливе Старка, количество и размерный состав осевшего на коллекторы спата этого вида. Японский гребешок отмечен на глубине 5–6 м на участках дна с твердыми грунтами с плотностью распределения 0,2 экз./м². Спат японского гребешка оседал на коллекторы со средней плотностью 17,5 экз. на коллектор.

Ключевые слова: японский гребешок, плотность распределения, спат, коллектор, размерный состав.

Введение

Гребешок японский *Chlamys farreri nipponensis* – теплолюбивый вид морских гребешков, обитает в хорошо прогреваемых в летний период закрытых и полузакрытых бухтах зал. Петра Великого на глубине от 1 до 24 м, в заливе Посьета – на глубине 1–5 м [1].

Важной отличительной особенностью биологии этого вида гребешка является мало-подвижный или неподвижный (прикрепленный) образ жизни. Японский гребешок имеет биссусную железу, вырабатывающую биссусные нити, которыми моллюск прикрепляется к твердому субстрату (подводные камни, ризоиды водорослей, устричные или мидийные банки, причальные стенки или якорные элементы гидробиотехнических сооружений). Длина раковины взрослых особей японского гребешка достигает 100–110 мм. Половозрелыми животные становятся на третьем году жизни. Нерестится японский гребешок при температуре морской воды 17–18 °С, в июле-августе, т.е. в те же сроки, что и трепанг и гигантская устрица [2]. По данным Афейчук [3], нерест этого вида в зал. Посьета начинается в третьей декаде июня, когда температура воды у поверхности достигает 18–20 °С, у дна (3 м) – 16 °С. В ходе нереста может быть до трех пиков. Успешно культивируется в Японии и Китае.

Особый интерес к изучению возможности рационального использования этого нетрадиционного для российской марикультуры объекта был предопределен отмечавшейся в последнее десятилетие беспрецедентно высокой интенсивностью оседания молоди (спата) этого моллюска на коллекторы для сбора спата приморского гребешка практически во всех марихозяйствах в зал. Посьета [1]. В бухте Воевода личинки этого вида гребешка появлялись в период с третьей декады июня по первую декаду июля при температуре воды у поверхности 16–20 °С. Температура воды у дна в этот период варьировала от 6 до 16 °С. Период нахождения личинок в планктоне длится по вторую декаду августа – первую декаду сентября. Оседали личинки на те же коллекторы, что и приморский гребешок, но не каждый год. Максимум оседания (119±27 экз. спата на коллектор) отмечен в 2005 г. [4].

Целью работ являлось изучение современного состояния поселения гребешка японского у северо-восточного побережья о. Попова (в проливе Старка).

Материал и методы исследования

Проведено обследование поселений гидробионтов в проливе Старка. Сбор материала осуществлялся общепринятым водолазным гидробиологическим методом, по стандартной методике, используемой при ресурсных исследованиях [5].

Расстояние между разрезами в зависимости от рельефа дна и характера распределения беспозвоночных и водорослей составляло от 100 до 300 м, расстояние между станциями на разрезе – не более 100 м. Позиционирование осуществлялось с помощью спутникового

навигатора «Garmin GPS 78», глубина определялась с помощью эхолота. Было выполнено 30 водолазных станций, расположенных на 8 разрезах (рис. 1). На каждой станции определялась глубина, тип грунта, плотность распределения гидробионтов, отбирались пробы макробентоса. На борту судна пробы разбирались по видам, фиксировались морфометрические параметры гидробионтов. Измерения гидробионтов производили с помощью штангенциркуля, с точностью до 1 мм, массу определяли с помощью электронных весов, с точностью до 1 г.

На этом участке были выставлены три коллектора для сбора спата беспозвоночных. Пробы разбирались по видам, у осевших животных измерялась высота раковины.

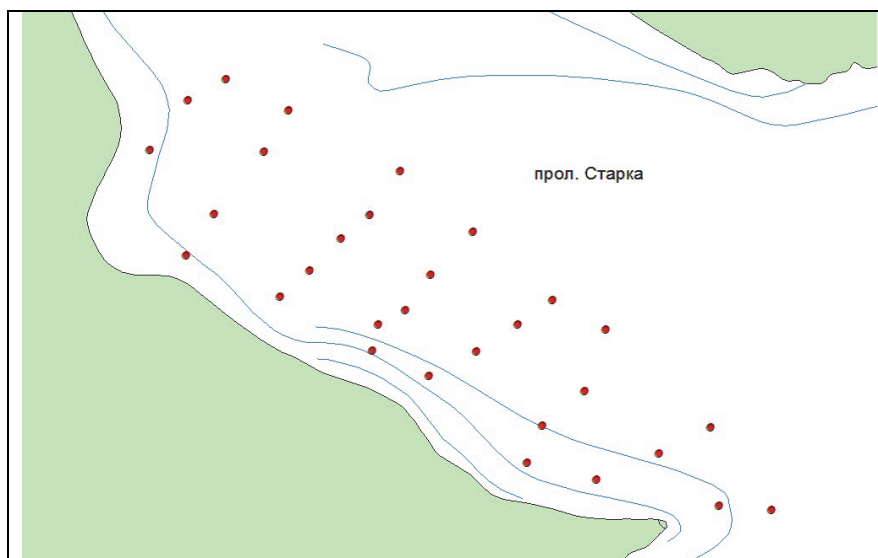


Рисунок 1 – Карта-схема водолазных разрезов у побережья о. Попова (в проливе Старка)

Полученные результаты и их обсуждение

В этом районе обнаружено поселение японского гребешка, особи обнаружены на глубине 5–6 м на участках дна с твердыми грунтами с плотностью распределения 0,2 экз./м². На илистом и илисто-песчаном грунте в центральной части участка японский гребешок не встречался.

Характеристики скоплений японского гребешка представлены в таблице.

Характеристика скопления японского гребешка у побережья о. Попова

Вид	Средняя плотность, экз./м ²	Средний высота раковины, мм	Средняя масса особи, г
Гребешок японский	0,2	69,25	65,5

В проливе Старка наиболее многочисленную размерную группу особей японского гребешка составляют животные размером 70–90 мм, на их долю приходится около 62 % от общего числа животных. Основу поселений составляют особи непромысловых размеров – доля особей с высотой раковины свыше 90 мм составляет 15 %. Минимальная высота раковины у обнаруженных животных не превышает 19 мм, максимальная – 93 мм.

Спат японского гребешка оседал на коллекторы с плотностью от 1 до 36 экз. на коллектор. Максимальное оседание отмечено на глубине 6–8 м. В среднем оседание составило 17,5 экз. на коллектор. Такое количество спата обеспечивает естественное воспроизводство поселения японского гребешка в проливе Старка, но недостаточно для культивирования этого вида, учитывая, что в зал. Посыта в отдельные годы плотность спата японского

гребешка достигала 500 экз. на 1 стандартный мешочный коллектор [1], в бухте Воевода – 119 экз. на коллектор [4].

Анализ размерной структуры спата японского гребешка в проливе Старка показал преобладание двух модальных групп животных, что может говорить о наличии двух пиков оседания. Наиболее многочисленную размерную группу японского гребешка составляют особи размером 1–1,2 мм, на их долю приходится около 41,8 % от общего числа животных. Вторую модальную группу составляют животные с высотой раковины 1,6–1,8 мм (34,6 %).



Рисунок 2 – Размерная структура японского гребешка в проливе Старка

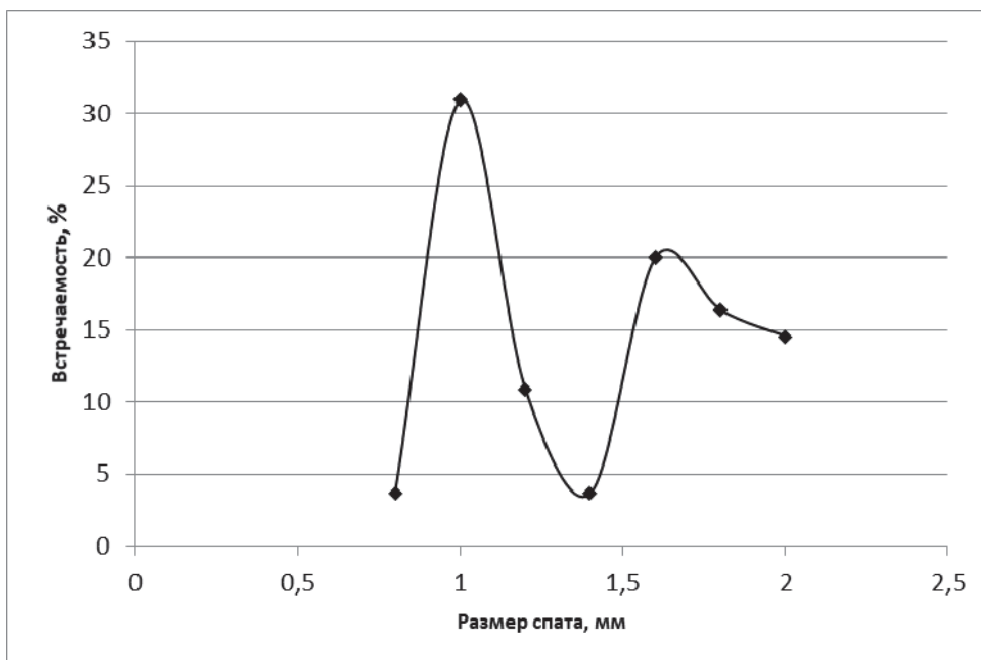


Рисунок 3 – Размерная структура спата японского гребешка у побережья о. Попова

Бимодальность размерной структуры спата японского гребешка может объясняться тем, что в пролив Старка возможен занос личинок как из Амурского, так и из Уссурийского заливов.

Библиографический список

1. Помоз А.С., Гришин А.С. Гребешок японский (*Chlamys farreri nipponensis*) – перспективный объект марикультуры и промышленной переработки // Вестн. АГТУ. Сер. Рыб. хоз-во. – 2014. – № 4. – С. 90–99.
2. Супрунович А.В. Культивируемые беспозвоночные. Пищевые беспозвоночные: мидии, устрицы, гребешки, раки, креветки / А.В. Супрунович, Ю.Н. Макаров; отв. ред. В.Н. Золотарев. – Киев: Наук. думка, 1990. – 264 с.
3. Афейчук Л.С. Размножение японского гребешка залива Посьета // Экология морских гидробионтов. Морские экосистемы: тез. докл. конф. молодых ученых. – Владивосток: ТИНРО, 1992. – С. 62–64.
4. Результаты исследований в области марикультуры беспозвоночных в 2006 году. // Комплексные исследования биологических ресурсов Тихого океана и дальневосточных морей в целях определения величины изъятия и разработка рекомендаций по рациональному ведению промысла: отчет о НИР / ТИНРО. Арх. № 25949. – Владивосток, 2006. – 235 с.
5. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А., Штрик В.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.

THE CURRENT STATUS OF THE SETTLEMENT OF THE JAPANESE SCALLOP AT THE NORTH-EAST COAST OF POPOV ISLAND (IN THE STARK STRAIT)

Turabzhanova I.S.

Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok, Russia

In this article the condition of the settlement of the Japanese scallop in the Stark Strait and the number, size composition of the spaths of this species settled on the collectors are studied. The Japanese scallop was recorded at a depth of 5-6 m in the areas of the bottom with hard soils with a distribution density of 0.2 ind./ m². Spat Japanese scallop settled on collectors with an average density of 17.5 ind. to the collector.

Keywords: *Japanese scallop, distribution density, spat, collector, dimensional composition.*

Сведения об авторе:

Турабжанова Ирина Сергеевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: irina.turabzhanova@tinro-center.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДНК ИЗ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЫБНОМ ХОЗЯЙСТВЕ ДЛЯ НЕИНВАЗИВНОГО МОНИТОРИНГА БИОЛОГИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ

Туранов С.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Национальный научный центр морской биологии ДВО РАН, Владивосток, Россия

На основе литературных данных рассмотрены основные направления применения ДНК из окружающей среды в целях использования для неинвазивного мониторинга биологического разнообразия в рыбном хозяйстве. Отмечены дополнительные возможности данного подхода относительно других наиболее известных неинвазивных методов (гидроакустика и идентификация изображений гидробионтов с помощью нейросетей), а также его преимущества и недостатки в сравнении с традиционными методами мониторинга при использовании разных орудий лова.

Ключевые слова: ДНК из окружающей среды, неинвазивный мониторинг, рыбное хозяйство, биологическое разнообразие.

Неинвазивные методы мониторинга биологического разнообразия в водной среде [1] (методы, которые не требуют непосредственного вылова гидробионтов) включают гидроакустический метод [2, 3], подход на основе распознавания изображения гидробионтов при содействии обученных нейросетей [4, 5], а также использование ДНК из окружающей среды [6, 7, 8].

Если первые 2 способа помогают проводить оценку в режиме реального времени, то ДНК из водной среды вводится в рыбохозяйственную практику по всему миру как дополнительный инструмент, способный давать оценку наличия гидробионтов в определённом месте даже при малой их численности и недоступности другим подходам [1, 9, 10]. Простейшая задача при применении ДНК из водной среды сводится к доказательству наличия определённого вида гидробионта в определённом месте посредством идентификации стандартизированного фрагмента его генетического материала [11]. Однако в реальности существует масса проблем, которые затрудняют сопоставимость данных традиционных методов учета биологического разнообразия в рыбном хозяйстве с данными неинвазивных подходов. В предлагаемом обзорном докладе рассматриваются и подробно обсуждаются преимущества использования ДНК из водной среды, такие как раннее обнаружение инвазивных видов, обнаружение новых для акватории или редких видов гидробионтов, возможность более широкого охвата акватории для мониторинга и более лёгкая доступность при сборе образцов, а также относительно низкая стоимость метода. В то же время отмечаются свойственные подходу недостатки, к которым можно отнести довольно ограниченные на данный момент возможности при оценке биомассы гидробионтов, наличие дополнительных в сравнении с традиционными методами источников как ложноположительных, так и ложноотрицательных результатов мониторинга и анализ их причин (отсутствие адекватной референсной базы последовательностей, деградация ДНК, естественная гибридизация гидробионтов, перекрёстная контаминация образцов и др.). Приводятся данные о собственном опыте сбора ДНК из водной среды и её очистки (выделения).

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации (МК-305.2019.4)

Библиографический список

1. I D., Hao Y., Duan Y. Nonintrusive methods for biomass estimation in aquaculture with emphasis on fish: a review // *Reviews in Aquaculture*. – 2019. – P. 1–22. doi: 10.1111/raq.12388.

2. Кузнецов М.Ю., Кузнецов Ю.А. Гидроакустические методы и средства оценки запасов рыб и их промысла. Ч. 2. Методы и средства промысловой биогидроакустики // Изв. ТИНРО. – 2016. – Т. 184. – С. 264–294.
3. Кузнецов М. Ю., Кузнецов Ю.А. Перспективные направления научных исследований и развития гидроакустической техники // Технические проблемы освоения Мирового океана. – 2017. – Т. 7. – С. 58–64.
4. Siddiqui S. A. et al. Automatic fish species classification in underwater videos: exploiting pre-trained deep neural network models to compensate for limited labelled data // ICES Journal of Marine Science. – 2018. – Vol. 75, № 1. – P. 374–389.
5. Jerde C. L. et al. «Sight unseen» detection of rare aquatic species using environmental DNA // Conservation Letters. – 2011. – Vol. 4, № 2. – P. 150–157.
6. Hering D. et al. Implementation options for DNA-based identification into ecological status assessment under the European Water Framework Directive // Water Research. – 2018. – Vol. 138. – P. 192–205.
7. Никифоров А.И. и др. Исследования с использованием выделенной из водной среды ДНК: состояние и перспективы // Успехи современной биологии. – 2018. – Т. 138, № 1. – С. 18–30.
8. Кирильчик С.В. и др. Апробация метода количественного анализа ДНК окружающей среды для оценки запасов и мониторинга популяций байкальского омуля // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2018. – № 6. – С. 98–102.
9. Rees H. C. et al. The detection of aquatic animal species using environmental DNA—a review of eDNA as a survey tool in ecology // Journal of Applied Ecology. – 2014. – Vol. 51, № 5. – P. 1450–1459.
10. Jerde C. L. Can we manage fisheries with the inherent uncertainty from eDNA? // Journal of fish biology. – 2019. – P. 1–44. doi:10.1111/jfb.14218.
11. Ficetola G. F. et al. Species detection using environmental DNA from water samples // Biology letters. – 2008. – Vol. 4, № 4. – P. 423–425.

PROSPECTS FOR THE USE OF ENVIRONMENTAL DNA IN FISHERIES FOR NON-INVASIVE MONITORING OF BIOLOGICAL DIVERSITY

Turanov S.V.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia
National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy
of Sciences, Vladivostok, Russia

Based on literature data, the main directions of the use of DNA from the environment for the use for non-invasive monitoring of biological diversity in fisheries are presented. Additional capabilities of this approach are noted relative to other most well-known non-invasive methods (hydroacoustics and identification of images of aquatic organisms using neural networks), as well as its advantages and disadvantages compared to traditional monitoring methods using different fishing gear.

Keywords: *Environmental DNA, non-invasive monitoring, fisheries, biological diversity.*

Сведения об авторе:

Туранов Сергей Викторович, канд. биол. наук, старший преподаватель.

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СОЕДИНИТЕЛЬНОТКАННЫЕ ОБРАЗОВАНИЯ У РЫБ ВОЛГО-КАСПИЙСКОГО БАССЕЙНА

Федорова Н.Н.¹, Володина В.В.², Грушко М.П.¹

¹ Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

² Волжско-Каспийский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КаспНИРХ»), Астрахань, Россия

*Проведен анализ обнаруженных поверхностных соединительнотканых образований (фибросарком) у рыб, выловленных в дельте Волги. Были применены ихтиологические и патоморфологические методы исследований. Были обнаружены соединительнотканые образования (фибросаркомы) у лещей (*Abramis brama*), сазанов (*Cyprinus carpio*), жереха (*Aspius aspius*), судака *Sander lucioperca*, сельди-черноспинки (*Alosa kessleri*), которые локализовались на хвостовом и спинном плавниках, на спинной, боковой, брюшной сторонах тела.*

Методом для выявления патологических нарушений структуры тканей на микроскопическом уровне различных органов у рыб, в том числе и в самом начале развития патологического процесса, является гистологический анализ. Данный метод позволяет выявить нарушения на начальных этапах развития болезни, когда внешних проявлений нарушения не отмечается и рыба выглядит здоровой и активной (Дороховских с соавт., 2007; Бугацкий с соавт., 2015). Своевременная диагностика различных нарушений способствует устранению негативных факторов, которые могли спровоцировать данный процесс (Наумова с соавт., 2015; Мельникова, 2015). С помощью гистологических методов исследователям удавалось выявить появление рыб, у которых регистрировались соединительнотканые образования (Минеев, 2011; Карасева с соавт., 2012; Заботина, Герасимов, 2015). К.А. Нуршин отмечает, что развитие заболевания (фибросаркомы) (Струков, Серов, 1995) могут быть вызваны особенностями водоема, его температурным режимом, продолжительностью зимнего периода и как следствие особенностью жизненных процессов у рыб. Данное заболевание, как правило, не приводит к сокращению численности популяции, но негативно отражается на товарном виде продукции из этой рыбы (Нуршин К.А., 2011; Заботкина, Герасимов, 2015).

Поверхностные опухолевые соединительнотканые новообразования, возникающие у рыб, являются одним из соответствующих и корректным индикатором загрязнения водоемов канцерогенными соединениями (Доровских с соавт., 2007).

В связи с вышесказанным был проведен анализ обнаруженных поверхностных соединительнотканых образований (фибросарком) у рыб, выловленных в Волго-Каспийском бассейне.

Материал и методы

В 2015–2018 гг. во время научных экспедиций в дельте Волги были выловлены рыбы с признаками поверхностных соединительнотканых разрастаний. У исследованных рыб новообразования обнаружены на спинном и хвостовом плавниках, на боковой, спинной и брюшной сторонах тела. Опухоли узловатой, полусферической, грибовидной формы выступали над поверхностью тела на высоту от 6 до 8 мм. Поверхность выявленных опухолей была лишена чешуи, а цвет был от светло-серого до черного (таблица). Обнаруженные патологии классифицировались согласно «Патологической анатомии» (Струков, Серов, 1995).

Были применены ихтиологические и патоморфологические методы исследования. При этом обнаруженные внешние патологии совмещали с общим биологическим анализом рыб. У рыб, которые имели поверхностные нарушения на коже, определяли вес, пол стадию зрелости, а также измеряли. Полученные данные заносили в журнал ихтиологическо-

го анализа. Далее подробно описывали внешний вид изучаемых объектов, обнаруженные патологии и все отклонения фотографировали. Образцы тканей с патологическими изменениями брали для гистологического анализа. Фрагменты отобранных кусочков тканей фиксировали в 12%-м нейтральном формалине.

При помощи микротомы в лаборатории кафедры «Гидробиология и общая экология» АГТУ из отобранных образцов изготавливали парафиновые срезы толщиной не более 3–5 мкм, которые затем окрашивали гематоксилин-эозином (Волкова, Елецкий, 1982). Изучение гистологических срезов проводили с помощью светового микроскопа «Микромед-2»; «Olympus BH-2», используя увеличение x40, x100, x400. Были изготовлены микрофотографии при помощи цифровой камеры SONY DSC-W7.

Результаты и их обсуждение

Фибросаркома – злокачественная опухоль с волокнистой (фиброзной) соединительной тканью. Данная опухоль в одних случаях была в виде одного узла, могла иметь вид нескольких узлов, а также в отдельных случаях границы этой опухоли плохо прослеживались, т.е. границы её были стерты, а сама опухоль глубоко проникала в мягкие нижележащие ткани. Сами соединительнотканые разрастания включали как незрелые фибробластоподобные клетки, так и коллагеновые волокна. Различают дифференцированные и низкодифференцированные фибросаркомы (Струков, Серов, 1995). В основу классификации положена степень зрелости клеток и волокнистых структур опухолей, а также их взаимоотношение. При этом у дифференцированной фибросаркомы, состоящей из клеточно-волокнистых структур, доминировали волокнистые компоненты. У низкодифференцированной фибросаркомы, наоборот, отмечались в основном полиморфные клетки, которые были незрелыми, с большим количеством митозов. Коллагеновые волокна в составе этих опухолей регистрировались редко (таблица).

Поверхностные соединительнотканые разрастания у рыб Волго-Каспийского бассейна

Вид рыб	Описание и локализация образования	Название соединительнотканного разрастания
1	2	3
Лещ	Множественные мелкие узлы на боковой поверхности тела	Низкодифференцированная фибросаркома
Жерех	Несколько узлов на брюшной стороне тела, узлы разной величины	Низкодифференцированная фибросаркома
Лещ	Несколько небольших узлов на спинной поверхности тела	Дифференцированная фибросаркома с некротическими изменениями
Судак	Напоминает узел, но края опухоли стерты, находится на боковой части тела	Дифференцированная фибросаркома с некротическими изменениями
Лещ	Крупный единичный узел на боковой поверхности тела	Низкодифференцированная фибросаркома
Сельдь-черноспинка	Крупный единичный узел на брюшной поверхности тела рыбы	Дифференцированная фибросаркома
Лещ	Множественные узлы на боковой поверхности тела	Дифференцированная фибросаркома
Лещ	Узел расположен на хвостовом плавнике	Низкодифференцированная фибросаркома
Лещ	Множественные мелкие узлы на брюшной стороне	Дифференцированная фибросаркома с воспалительными изменениями
Лещ	Крупный единичный узел на брюшной поверхности тела рыбы	Низкодифференцированная фибросаркома с некротическими изменениями

1	2	3
Лещ	Несколько узлов на боковой поверхности тела	Дифференцированная фибросаркома с воспалительными изменениями
Лещ	Крупный единичный узел на спинной части тела рыбы	Дифференцированная фибросаркома с воспалительными и некротическими изменениями
Сазан	Несколько узлов на брюшной поверхности тела	Низкодифференцированная фибросаркома
Сазан	Имеет вид узла, расположенного на спинном плавнике	Дифференцированная фибросаркома с воспалительными изменениями
Сазан	Несколько узлов на хвостовом плавнике	Дифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на жаберной крышке	Дифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на хвостовом плавнике	Дифференцированная фибросаркома с воспалительными изменениями
Сазан	Несколько узлов на спинном плавнике	Низкодифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на хвостовом плавнике	Дифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на жаберной крышке	Дифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на жаберной крышке	Дифференцированная фибросаркома
Сазан	Несколько узлов на брюшной поверхности тела	Дифференцированная фибросаркома

Микроскопические поверхностные соединительнотканые разрастания представлены фибробластоподобными клетками, нерегулярно расположенными, окруженными дезориентированными коллагеновыми волокнами, одиночными или собранными в пучки с незначительным количеством основного аморфного вещества. В случае если обнаруженные опухоли состояли из соединительнотканых волокон, причем волокна могли быть в виде волнообразных и лентовидных пучков, при этом иногда формировали либо «вихревые», либо концентрические структуры, а также включали фибробластоподобные клетки, то их относили к дифференцированным фибросаркомам. Очень часто между клетками образования отмечались сосуды. Характерным признаком данных опухолей было наличие очагов некроза ткани, которые сопровождались воспалительным процессом и наличием многочисленных клеток лимфоидного ряда. Низкодифференцированная фибросаркома, выявленная у исследованных рыб, состояла из полиморфных клеток вытянутой формы и высокой степенью анаплазии. Очень часто регистрировались атипичные митозы клеток.

Заключение

Таким образом, выявлено, что исследуемая ткань поверхностных соединительнотканых опухолей содержала незрелые фибробластоподобные клетки, неравномерно расположенные, окруженные дезориентированными коллагеновыми волокнами, одиночно или собранными в пучки с незначительным количеством основного аморфного вещества. Исследование показало, что у таких представителей Волго-Каспийского бассейна, как лещ (*Abramis brama*), сазан (*Cyprinus carpio*), жерех (*Aspius aspius*), судак *Sander lucioperca*, сельдь-черноспинка (*Alosa kessleri*) были обнаружены дифференцированные и низкодифференцированные фибросаркомы.

Библиографический список

1. Бучацкий Я.П., Матвиенко Н.И., Ващенко А.В. Ихтиопатологическая ситуация на водохранилищах Днепровского каскада // *Stita apricola*. – 2015. – № 1. – С. 125–128.
2. Волкова О.В., Елецкий Ю.К. Гистология с основами гистологической техники. – М.: Медицина, 1982. – 304 с.
3. Головина Н.А., Стремков Ю.А., Воронин В.Н. Ихтиопатология. – М.: Мир, 2007. – 448 с.
4. Доровских Г.Н., Тырдылева В.А., Вострикова А.В., Шергина Н.Н. Встречаемость опухолей у голяна *Phoxinus phoxinus* L. из бассейнов рек Северная Двина и Печера // *Биол. внутренних вод*. – 2007. – № 4. – С. 76–82.
5. Заботина Е.А., Герасимов Ю.В. Первое обнаружение дерматофибросаркомы у судака *Sander lucioperca* Рыбинского водохранилища // *Биол. внутренних вод*. – 2015. – № 3. – С. 67–71.
6. Карасева Т.А., Шамрай Т.В., Пестикова Л.И. Мониторинг внешних патологий у рыб Баренцева моря: методология и результаты // *Вестн. МГТУ*. – 2012. Т. 15, № 4. – С. 758–765.
7. Мельникова М.С. Гистопатологические методы в оценке состояния здоровья рыб при искусственном выращивании // *Проблемы патологии, иммунологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Междунар. конф.* – Борок; Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 331–336.
8. Минеев А.К. Гистологическая картина новообразований у молоди рыб Средней и Нижней Волги // *Изв. Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2011. – Т. 13, № 5. – С. 242–248.
9. Наумова А.М., Наумова А.Ю., Логинов А.С. Оценка состояния здоровья рыб по клиническим признакам // *Проблемы иммунологии, патологии и охраны здоровья рыб и других гидробионтов: расширенные материалы IV Междунар. конф.* – Ярославль: Филигрань, 2015. – С. 80–83.
10. Нуршин К.А. Дерматофибросаркома рыб: современная эпизоотическая ситуации, диагностика и меры борьбы. – Астана: КазахНИИ рыб. хоз-ва, 2011. – 15 с.
11. Струков А.И., Серов В.В. Патологическая анатомия. – М.: Медицина, 1995. – С. 224–225.

SURFACE CONNECTIVE FABRIC EDUCATION IN FISHES OF THE VOLGO-CASPIAN REGION

Fedorova N.N.¹, Volodina V.V.², Grushko M.P.¹

¹Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

²Volga-Caspian Branch of the Federal State Budgetary Institution «VNIRO»,
Astrakhan, Russia

*The analysis of detected surface connective tissue formations (fibrosarcomas) in fish caught in the Volga delta is carried out. Ichthyological and pathomorphological research methods were applied. Connective-educational formations (fibrosarcomas) were found in breams (*Abramis brama*), common carp (*Cyprinus carpio*), asp (*Aspius aspius*), pikeperch *Sander lucioperca*, black herring (*Alosa kessleri*), which are localized on the tail and dorsal swimming fins, on the back swimming fin, abdominal sides of the body.*

Сведения об авторах:

Федорова Надежда Николаевна, доктор мед. наук, профессор, e-mail: mgrushko@mail.ru;

Володина Виктория Викторовна, канд. биол. наук, зав. лабораторией, e-mail: kaspnrh@mail.ru;

Грушко Мария Павловна, доктор биол. наук, профессор, e-mail: mgrushko@mail.ru

**РАЗМЕРНО-ПОЛОВАЯ СТРУКТУРА, ВЕСОВОЙ РОСТ КРАБА
RHITHROPANOPEUS HARRISII (GOULD, 1841) (DECAPODA: BRACHYURA:
PANOPEIDAE) ИЗ ТАМАНСКОГО ЗАЛИВА ВЕСНОЙ–ЛЕТОМ 2014–2015 гг.**

Чаузова Д.В., Судник С.А.

Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

Описано соотношение полов, размеры (ширина и длина карапакса), масса и особенности весового роста у крабов Харриса с мелководья Таманского залива Азовского моря из трех весенних проб 2014–2015 гг. (исследовано 123 особей). Соотношение полов варьировалось, чаще преобладали самцы. Отмечен половой диморфизм по размерам и массе особей краба (в пользу самцов), достижение больших размеров крабами в новых частях ареала, по сравнению с естественным, положительная аллометрия массы тела крабов по отношению к их размерам.

Ключевые слова: *Rhithropanopeus harrisia*, Таманский залив, соотношение полов, размерная структура, весовой рост.

Краб Харриса *Rhithropanopeus harrisia* в Азово-Черноморском бассейне – инвазивный широко расселившийся вид, чему способствовали его высокая пластичность и способность приживаться в разных водоемах [1, 2]. Вид имеет широкий спектр питания [8, 12, 4, 3], его вселение в Азовское море, конкуренция за пищу и укрытия с нативным доминирующим крабом *B. sexdentatus* привела к выселению последнего в Таманском заливе [2]. Краб – пищевой объект восьми промысловых рыб в Черном и Азовском морях [4]. Он, будучи носителем вирулентных бакуловирусов, влияет на нативные виды ракообразных [9]. В Азовском и Черном морях исследование весового роста краба Харриса не проводилось. При изучении размеров крабов исследователи [2, 3] ограничивались только измерением ширины и длины карапакса. Соотношение полов и размера в Таманском заливе изучалось на основе проб, собранных в 2011–2014 гг. [2], данное исследование предоставляет новые данные по 2015 г., что позволит увидеть тенденцию численности краба. Цель работы: исследование размерно-половой структуры и весового роста краба *R. harrisia* из Таманского залива весной 2014–2015 гг.

Материал – три пробы краба собраны вручную студентом ФГБОУ ВО «КГТУ» А. Колесниченко и сотрудниками Института океанологии им. П.П. Ширшова (г. Москва) с Таманского залива на глубине до 1,5 м в апреле 2014 г. (2 пробы, 113 экз.) и мае 2015 г. (1 проба, 10 экз.) и переданы нам для изучения их биологии в рамках научной темы Рег. № 13.13.029.2 «Систематика, зоогеография и экология декапод Мирового океана». Использована методика лабораторного биологического анализа крабов [5], где среди прочего определяли пол крабов, массу тела с точностью 0,01 г у 56 из 123 особей (из-за потери крабами ряда конечностей), размеры тела (ширину и длину карапакса, ШК и ДК) измеряли с помощью окуляра-микрометра микроскопа с точностью 0,1 мм.

Результаты

В весенних пробах двух соседних лет соотношение полов крабов сильно различалось (табл. 1) – в более массовой апрельской пробе существенно преобладали самцы, а в малочисленной майской – абсолютно доминировали самки.

Таблица 1 – Соотношение полов краба Харриса, Таманский залив

Дата	Самки, %	Самцы, %	Соотношение самок и самцов
Апрель 2014 (2 пробы)	12,4	87,6	1 : 7
Май 2015	100	–	1 : 0

Серьезные вариации соотношения полов в разных поселениях краба Харриса в Азово-Черноморском бассейне наблюдали и ранее: в весенне-летний период 2011–2014 гг. и 1954–1955 гг. оно изменялось от почти равного до доминирования самцов в 3,5–15 раз [2, 4]. Это может быть связано с использованием разных методик сбора материала и с трудностями, связанными с тем, что самки предпочитают укрытия, что затрудняет их сбор. В Вислинском заливе Балтийского моря тоже отмечалось преобладание самцов (до 82 %) [3]. По ареалу *R. harrisii* в исследованиях, предполагающих, что собранный материал отражает реальное соотношение полов в поселении крабов, описано небольшое или существенное (72–100 %) преобладание самцов [2].

Диапазон размеров *R. harrisii* из весенних проб 2014–2015 гг. в Таманском заливе, их средние (ср) и модальные значения представлены в табл. 2 и на рис. 1.

Таблица 2 – Размеры *R. harrisii*, Таманский залив (со – стандартное отклонение)

Дата	Самки				Самцы			
	ШК, мм		ДК, мм		ШК, мм		ДК, мм	
	диапазон	ср±со	диапазон	ср±со	диапазон	ср±со	диапазон	ср±со
Апрель 2014	6,5–21,4	16,8±2,7	6,5–14,2	11,8±1,9	9,4–25,8	21,0±3,5	7,0–20,2	15,6±2,6
Май 2015	13,8–21,3	17,6±2,4	10,2–15,8	13,4±1,8	–	–	–	–

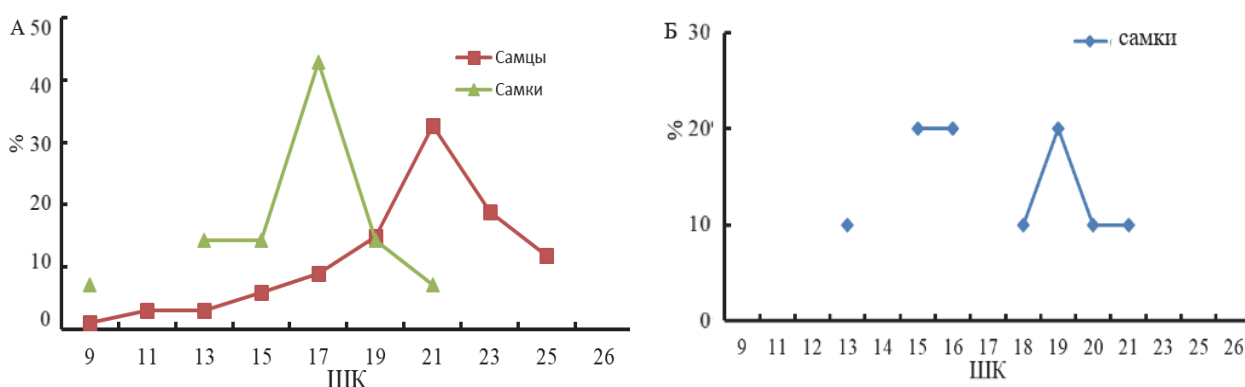


Рисунок 1 – Размеры тела (ШК) краба Харриса, Таманский залив: А – апрель, 2014 г.; Б – май 2015 г.

В апреле 2014 г. произошло пополнение поселения Таманского залива мелкоразмерными особями (самками с ШК от 6,5 мм, самцами с ШК от 9,4 мм), встречены крупные особи (до 25,8 мм, самцы); в майской пробе 2015 г. были особи только средних размеров. У краба выражен половой диморфизм по размерам: самцы крупнее самок (см. табл. 2), что подтверждается данными других авторов (табл. 3). Можно отметить, что краб Харриса достигает больших размеров (и самцы, и самки; их максимальные и средние размеры) во всех новых частях ареала, по сравнению с естественным ареалом – в Атлантике у берегов США (табл. 3).

По нашим данным, средние размеры особей (ШК как самок, так и самцов) в весенних пробах соседних лет не имели достоверных отличий (см. табл. 2). В 2014 г. доминировали самцы (52 %) с ШК 21–24 мм; доля мелких самцов (до 11 мм) не превысила 1 %, более крупных (11–20 мм) – 37 %; на долю самых крупных (25 мм) пришлось 10 % (см. рис. 1). Среди самок из проб 2014 г. доля мелких особей (до 15 мм) составила 21 %; доминировали особи средних размеров (15–18 мм, 58 %); доля крупных самок (более 19 мм) была немно-

гим меньше – 21 %. В пробе 2015 г. преобладали самки размерами 15–16 мм и 18–21,3 мм (суммарная доля – 90 %), оставшиеся 10 % составили мелкие особи (около 13 мм), см. рис. 1.

По другим данным [2], к июню 2014 г. в поселении краба Харриса на мелководье Таманского залива увеличилось доля самцов размерами 16,1 мм, 19,9 мм и 23,0 мм, что хорошо подтверждает наши данные (см. рис. 1).

Таблица 3 – Размеры тела (ширина карапакса) краба *R. harrisii* в разных частях ареала

Водоем	Диапазон, мм		ср±со, мм		Источник
	самки	самцы	самки	самцы	
Чесапикский залив (Атлантический океан)	4,4–12,6	4,1–14,6	7,2±1,3	8,0±2,3	[10]
Архипелаговое море (часть Балтики, у Финляндии)	До 20,2	–	–	–	[7]
Эстуарий р. Одра (Щецинский залив)	5,3–19,8	5,6–22,9	15,0±3,3	16,8±4,0	[6]
Р. Мертвая Висла (Гданьский залив)	4,4–19,0	4,4–26,1	10,8±2,4	11,3±3,5	[12]
Вислинский залив	8,5–10,4	5,6–11,5	9,2	9,6	[4]
	14,0–18,0	18,0–20,0	–	–	[13]
	1,9–16,1	2,9–21,9	9,2±3,1	11,3±4,4	[11]
	3,5–17,5	2,7–21,9	–	–	[3]
Аральское море	4,1–19,0	6,0–22,0	13,6±0,2	12,8±0,4	[1]
Черное море	6,0–15,0	8,0–23,0	–	–	[4]
Таманский залив Азовского моря	8,1–16,7	10–23,9	–	–	[2]
	10,2–21,4	9,4–25,8	17,1±2,5	21,0±3,5	Наши данные

Масса тела крабов с весенних проб 2014–2015 гг. составила 0,44–4,10 г (1,99±0,84 г) при ШК 13,4–25,8 мм (20,7±3,1 мм). Наибольшие и наименьшие значения массы тела отмечены для самцов, пойманных в апреле 2014 г., и соответствовали максимальным и минимальным среди всех исследованных особей размерам тела. Максимальная масса самок была меньше таковой у самцов, но и при меньших размерах тела (табл. 2, 3). Сравнение средних значений массы самок из весенних проб соседних лет не выявило достоверных различий (табл. 4).

Таблица 4 – Масса тела краба Харриса в Таманском заливе

Дата	Кол-во особей, шт.	Масса тела, г		Самки		Самцы	
		диапазон	ср±со	диапазон	ср±со	диапазон	ср±со
Апрель 2014	56	0,44–4,10	2,03±0,86	0,67–1,64	1,15±0,45	0,44–4,1	2,1±0,86
Май 2015	7	0,94–2,20	1,47±0,46	0,94–2,20	1,47±0,46	–	–

В Аральском море у самцов *R. harrisii* при ДК 6,0–22,0 мм масса тела составила 0,22–4,26 г; у самок при ДК 4,1–19,0 мм масса была 0,25–2,60 г [1]. Сравнение с нашими данными показало, что самцы в Таманском заливе, при схожих максимальных размерах тела (ДК до 20,2 мм) с таковыми у особей с Арала, достигали такой же массы (до 4,1 г); и у самок было всё закономерно: менее крупные особи с залива (ДК до 15,2 мм) имели, соответственно, и несколько меньшую массу (до 2,2 г), по сравнению с таковыми данными для

Арала. Есть мнение, что вес самцов краба Харриса значительно превышает вес его самок из-за их более крупной клешни, вес которой составляет до 64 % от веса их тела; у самок эти значения гораздо ниже (до 28 %) [12]. Изучение особенностей весового роста *R. harrisii* показало, что у крабов из всех проб отмечена сильная связь между параметрами ширина карапакса и масса тела (коэффициент корреляции 0,88–0,99). Обнаружена положительная аллометрия массы тела относительно его размеров – весовой рост особей краба Харриса опережал линейный (рис. 2).

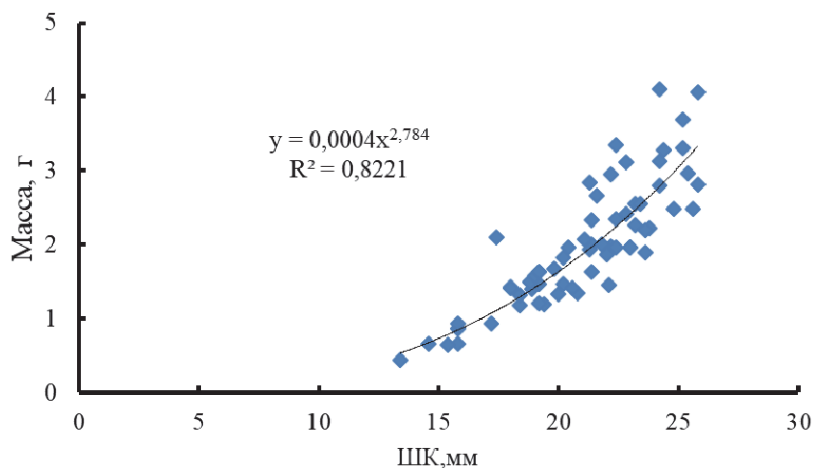


Рисунок 2 – Размерно-весовая зависимость у краба Харриса, Таманский залив 2014-2015 гг.

Библиографический список

1. Андреев Н.И., Андреева С.И. Краб *Rhithropanopeus harrisii* (Decapoda, Xanthidae) в Аральском море // Зоол. журн. – 1988. – Т. 67, вып. 1. – С. 135–136.
2. Залота А.К. Чужеродные виды десятиногих ракообразных (Crustacea Decapoda) в морях России и сопредельных водах: дис. ... канд. биол. наук. – М., 2017. – 255 с.
3. Колесниченко А.И., Буруковский Р.Н., Марин И.Н. Состав пищи краба-вселенца *Rhithropanopeus harrisii* (Panopeidae, Brachyura, Decapoda) в Вислинском заливе Балтийского моря // Поволжский эколог. журн. – 2014. – № 4. – С. 508–515.
4. Резниченко О.Г. Трансокеаническая аутоакклиматизация ритропанопеуса (*Rhithropanopeus harrisii*: Crustacea, Brachyura) // Тр. ин-та океанол. АН СССР. – 1967. – № 85. – С. 136–177.
5. Судник С.А., Поддужева Е.А. Биология крабов *Lyphira perplexa* Galil, 2009 (Crustacea: Brachyura: Leucosiidae) Южно-Китайского моря // Изв. КГТУ. – 2019. – № 52. – С. 43–59.
6. Czerniejewski P. Some aspects of population biology of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisii* (Gould, 1841) in the Odra estuary, Poland // Oceanological and Hydrobiological Studies. – 2009. – Vol. 38, № 4. – P. 49–62.
7. Fowler A. E., Forsström T., von Numers M., Vesakoski O. The North American mud crab *Rhithropanopeus harrisii* (Gould, 1841) in newly colonized Northern Baltic Sea: distribution and ecology // Aquatic Invasions. – 2013. – Vol. 8, № 1. – P. 89–96.
8. Kujawa S. Biologia i hodowla kraba z Zalewu Wislanego *Rhithropanopeus harrisii* (Gould) subsp. tridentata (Maitland) // Wszeghwiat. – 1957. – Vol. 2. – P. 57–59.
9. Payen G. G, Bonami J. R, Mise en evidence de particules d'allure virale associees aux noyaux des cellules mesodermiques de la zone germinative testiculaire du crabe *Rhithropanopeus harrisii* (Gould) (Brachyura, Xanthidae) // Revue des Travaux de l'Institut des Peches Maritimes. – 1979. – Vol. 43. – P. 361–365.
10. Ryan E. P. Observations on the life histories and the distribution of the Xanthidae (mud crabs) of Chesapeake Bay // American Midland Naturalist. – 1956. – Vol. 56, № 1. – P. 138–162.

11. Rychter A. Energy value and metabolism of the mud crab *Rhithropanopeus harrisi* tridentatus (Crustacea, Decapoda) in relation to ecological conditions. Ph. D. thesis. Univ. Gdańsk, Gdynia, 1999. – 108 p.

12. Turoboyski K. Biology and Ecology of the Crab *Rhithropanopeus harrisi* ssp. tridentatus // Marine Biology. – 1973. – Vol. 23. – P. 303–313.

13. Wiszniewska A., Rychter A., Szaniawska A. Energy value of the mud crab *Rhithropanopeus harrisi* ssp. tridentatus (Crustacea, Decapoda) in relation to season, sex and size // Oceanologia. – 1998. – Vol. 40, № 3. – P. 231–241.

SIZE-SEX STRUCTURE, WEIGHT GROWTH OF THE CRAB *RHITHROpanopeus HARRISII* (GOULD, 1841) (DECAPODA: BRACHYURA: PANOPEIDAE) FROM THE TAMAN BAY IN SPRING–SUMMER 2014–2015

Chauzova D.V., Sudnik S.A
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

The sex ratio, size (width and length of the carapace), weight and weight growth characteristics of Harris crabs from the shallow waters of the Taman Bay of the sea of Azov from three spring samples of 2014-2015 are described. (123 individuals were studied). The sex ratio varied, with males prevailing more often. Were noted sexual dimorphism in the size and mass of crab individuals (in favor of males), the achievement of large sizes by crabs in new parts of the range, compared with the natural one, and positive allometry of the body mass of crabs in relation to their size.

Keywords: *Rhithropanopeus harrisi*, the Taman Bay, sex ratio, size structure, weight growth.

Сведения об авторах:

Чаузова Дарья Викторовна, студентка, e-mail: Chaauz@icloud.com;

Судник Светлана Александровна, канд. биол. наук, e-mail: lanasudnik@mail.ru

СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ОХОТСКОГО МОРЯ В ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2019 г.

Шебанова М.А., Кузнецова Н.А., Пущина О.И.

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток, Россия

*В октябре 2019 г. в водах южной части Охотского моря был проведен мониторинг состояния планктонного сообщества в период нагула и миграций тихоокеанских лососей. Основу биомассы зоопланктона в этот период формировала крупная фракция – 53–87 %; мелкая и средняя фракции составляли 5–22 и 5–37 % соответственно. Доминирующими видами были копеподы *Metridia okhotensis*, *Neocalanus plumchrus* и *Eucalanus bungii*, щетинкочелюстные *Sagitta elegans*, гинерииды *Themisto pacifica*, эвфаузииды *Thysanoessa longipes*. Общй запас зоопланктона в районе исследования в слое 200–0 м в октябре 2019 г. оценен в 61827 тыс. т. Высокие биомассы зоопланктона на обследованной акватории свидетельствуют о благоприятных условиях нагула нектона.*

Ключевые слова: Охотское море, зоопланктон, фракции, биомасса, копеподы, сажитты, медузы.

Охотское море является одним из основных районов по воспроизводству и вылову морских гидробионтов в Дальневосточном регионе (Шунтов, 2001). Рациональное использование и морских ресурсов этого водоема невозможно без знания особенностей распределения основных групп планктона, которые являются основными компонентами в питании пелагических рыб и беспозвоночных на протяжении всей их жизни или ее части.

Цель настоящей работы – мониторинг состояния планктонного сообщества эпипелагиали Охотского моря в период нагула и миграций тихоокеанских лососей.

Материалом для исследования послужили сборы планктона (62 пробы), полученные в ходе комплексной съемки ТИНРО-Центра в Охотском море в октябре 2019 г. (рис. 1). Облов планктона производился сетью БСД (площадь входного отверстия 0,1 м², фильтрующее сито с ячейей 0,168 мм) тотальными ловами в слое 200–0 м. Обработка проб проведена по разработанной в ТИНРО-Центре единой фракционной количественной методике с применением поправок на уловистость (Волков, 1984, 2008; Борисов, Волков, Горбатенко и др. 2004).

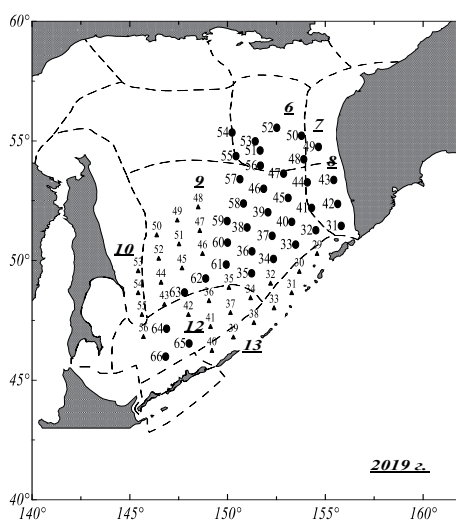


Рисунок 1 – Карта-схема районов осреднения данных в Охотском море в октябре 2019 г.:
6 – северный; 8 – западно-камчатский; 9 – глубоководный; 10 – присахалинский; 12 – южный;
13 – прикурильский

Кормовая база является одним из определяющих факторов, влияющих на формирование нагульных скоплений промысловых рыб и их пространственное распределение.

Состояние планктонного сообщества эпипелагиали Охотского моря в период наших исследований можно охарактеризовать как осеннее. В 2019 г. фитопланктон практически отсутствовал, встречались лишь единичные клетки диатомей рода *Coscinodiscus*. На поверхности моря в период исследований повсеместно наблюдались низкие концентрации биогенных элементов при насыщении воды кислородом в среднем $\approx 100 \pm 5$ %, что свидетельствует о прошедшем интенсивном фотосинтезе, который находился в стадии «затухания». Период проведения работ совпал с периодом перестройки полей гидрохимических элементов с летнего типа на зимний. Повышенные концентрации фитопланктона были отмечены в прикурильском 13 и южном 12 районах (рис. 2). Образованы они в основном представителями р. *Coscinodiscus*, единично встречались *Thalassiothrix* и *Thalassiosira*. Запас фитопланктона в октябре 2019 г. в районах 12, 13 и 9 был оценен 38,8; 54,2 и 28 тыс. т соответственно.

Основу планктонного сообщества в Охотском море осенью 2019 г. формировали крупные формы зоопланктона, в основном эвфаузииды и копеподы, а также гиперииды.

В октябре 2019 г. средняя биомасса зоопланктона, рассчитанная для всей эпипелагиали (200–0 м) в исследованных районах изменялась от 295 до 1313 мг/м³, доля крупной фракции достигала 53–87 %, а относительное количество мелкой и средней фракций было 5–22 и 5–37 % соответственно.

Мелкая фракция. В период съемки в 2019 г. биомасса мелкой фракции в эпипелагиали изменялась от 31 до 144 мг/м³, основу ее составляли копеподы р. *Pseudocalanus* и *Oithona similis* (рис. 2). Повышенная концентрация планктеров была зарегистрирована в западно-камчатском (8) и глубоководном (9) районах – 144 и 105 мг/м³. Доминировали *O. similis* и *Pseudocalanus newmani*. В районах 6, 8 и 9 заметную часть биомассы составляли простейшие *Globigerina bulloides*.

Средняя фракция. Биомасса среднеразмерного зоопланктона изменялась от 16,4 до 341 мг/м³ (рис. 2). Повышенное количество средней фракции зоопланктона, как и мелкого, отмечалось в западно-камчатском (8) районе, а также в присахалинском (10) за счет копепод, причем значительно преобладали копеподиты *Metridia okhotensis*. Минимальные биомассы этой фракции наблюдались на юге моря в 12 и прикурильском 13 районах, копеподиты *M. okhotensis* в них отсутствовали.

Крупная фракция. Биомасса крупной фракции варьировала от 198 до 855 мг/м³ (рис. 2). Максимальные концентрации крупного зоопланктона наблюдались в районах 6 и 8 – 855 и 602 мг/м³, доминировали в этих районах копеподы (412 и 457 мг/м³) и сагитты (321 и 64 мг/м³), заметным было количество эвфаузиид (49 и 57 мг/м³) и гипериид (38 и 17 мг/м³).

После ранжирования планктеров по биомассе в каждом районе было выделено по 10 доминирующих видов, суммарная доля которых составила 85–94 %. В число доминирующих видов входили в основном копеподы крупной фракции и мелкой: *M. okhotensis*, *N. plumchrus*, *P. newmani*, *O. similis*, гиперииды *T. pacifica*, *P. macropa*, эвфаузииды *Th. longipes* и *Th. raschii* и щетинкочелюстные *S. elegans*.

В западно-камчатских (8) и присахалинских (10) водах доминировала *M. okhotensis* 41–39 %, в северном районе 6 она была второй, а доминировал *N. plumchrus*. В глубоководном (9) и прикурильском (13) районах преобладала *S. elegans*, в глубоководном (12) районе *S. elegans* была второй по значимости, а доминировала *Th. longipes*.

Осенью 2019 г. геострофическая циркуляция, рассчитанная по термохалинным параметрам, характеризовалась обилием вихревых образований, в пределах которых были отмечены максимальные скорости течений. Поток Западно-Камчатского течения, прослеживаемого от Четвёртого Курильского пролива, на 54⁰ с.ш. разделялся на две ветви. Восточная ветвь разворачивалась на юг вдоль камчатского побережья, а западная ветвь имела северо-западное направление. Распределение поверхностной температуры носило зональный характер, и температура понижалась с юга на север. Наличие тёплых солёных вод в южной

части полигона очевидно связано с поступлением вод с течением Соя. Пониженная солёность в западной части полигона связана с поступлением вод с Сахалинским течением. Средняя по полигону температура поверхности составила 8,3 °С, а её пределы – 6,3–12,3 °С. Солёность находилась в пределах 31,7–33,5 е.п.с. при её среднем значении 32,6 е.п.с.

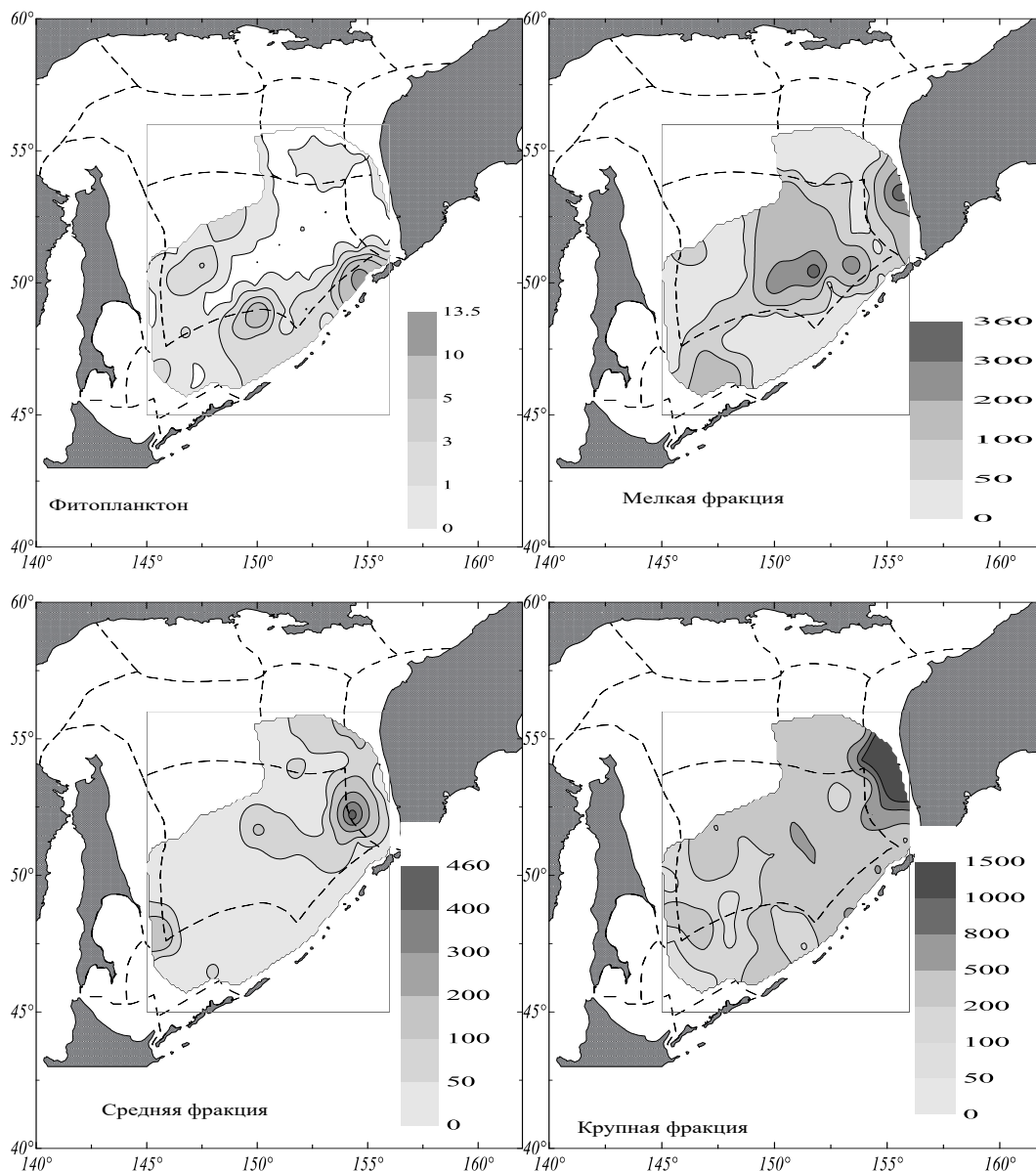


Рисунок 2 – Распределение фитопланктона и зоопланктона мелкой, средней и крупной фракций в эпипелагиали Охотского моря (октябрь 2019 г.)

По сравнению со средними многолетними значениями температура поверхностных вод в юго-западной части полигона была выше нормы, а в северо-восточной части воды по сравнению с нормой воды были холоднее.

Типичная («классическая») субарктическая структура нарушалась в динамически активных районах моря (это район около проливов Курильской гряды, стрежень Западно-Камчатского течения, течение Соя и вихревые образования разной направленности) обусловлены приливным, турбулентным перемешиванием и адвекцией тепла (рейс. отчет, 2019).

Перечисленные особенности гидрологии отразились, по-видимому, на распределении планктона. На обследованной акватории все основные скопления зоопланктона были зарегистрированы в восточной и в глубоководной части моря с максимумом на западной Камчатке (см. рис. 2).

Для оценки кормности исследованной акватории был рассчитан валовой запас планктона (тыс. т) по районам. В табл. 1 приведены результаты количественной оценки зоопланктона в эпипелагиали по размерным фракциям и отдельным группам животных крупной фракции. По нашим расчетам, осенью 2019 г. общий запас крупного планктона в исследованных районах моря в слое 200–0 м составил 44781 тыс. т., общий запас планктона – 61827 тыс. т.

Таблица 1 – Запас зоопланктона в эпипелагиали Охотского моря (октябрь 2019 г.), тыс. т

Район	6	8	10	12	13	9
Площадь, тыс. км ²	65,5	45,2	24,8	106,8	75,0	292,5
Слой, м	214,1	151,8	200,0	203,4	200,0	208,4
Объем тыс. км ³ (200–0 м)	14,0	6,9	5,0	21,7	15,0	61,0
Фитопланктон	0,0	0,1	0,0	38,7	54,2	28,0
Весь зоопланктон	9973	9010	1871	6416	5817	28740
Мелкая фракция	501	988	190	1394	471	6421
Средняя фракция	1031	2155	699	355	280	2552
Крупная фракция	8441	5867	983	4667	5066	19767
Copepoda	6418	2829	242	682	1185	6724
Euphausiacea	803	333	211	1595	313	1646
Hyperiidae	238	264	348	1102	1074	4078
Chaetognatha	893	2202	134	1139	2312	6628
Coelenterata	49,8	208,4	11,0	37,2	57,3	347,8
Pteropoda	0,3	20,3	1,9	3,8	3,7	19,1
Mysidacea	27,9	8,1	31,7	72,8	80,4	193,1
Прочие	9,7	2,0	2,6	34,8	41,3	130,9

Полученные данные по запасам массовых видов планктона позволяют оценить состояние кормовой базы планктофагов по районам как стабильное и удовлетворительное. Общее количество кормового зоопланктона во много раз превосходило количество нектона, и в целом дефицита кормового зоопланктона не отмечалось (табл. 2).

Таблица 2 – Количественное соотношение между крупным кормовым зоопланктоном и нектоном в эпипелагиали Охотского моря осенью 2019 г.

Район	6–7	8	9	10	12	13	Всего
Запас крупного кормового зоопланктона, в октябре 2019 г., тыс. т, в слое 200–0 м	8441	5867	19757	983	4667	5066	44781
Весь нектон + медузы, тыс. т	73,85	39,85	259,23	172,60	83,25	80,01	708,79
Соотношение планктон/нектон + медузы	114	147	76	6	56	63	63

Библиографический список

1. Стандартные таблицы сырого веса и некоторых характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей / Б.М. Борисов, А.Ф. Волков, К.М. Горбатенко, М.В. Коваль, В.И. Шершнева // Изв. ТИНРО. – 2004. – Т. 138. – С. 355–367.

2. Волков А.Ф. Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море. – Владивосток: ТИНРО, 1984. – 31 с.

3. Волков А.Ф. Методика сбора и обработки планктона и проб по питанию nektona (пошаговые инструкции) // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 154. – С. 405–416.

4. Шевляков В.А. Рейсовый отчет о научно-исследовательских работах на НИС «ТИНРО» и «Пр. Кагановский» в Беринговом и Охотском морях 19 сентября – 25 октября 2019 г. нач. рейса. – Владивосток: ТИНРО-Центр. Архив ТИНРО, 2019. – № 28306. – 258 с.

5. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. – Т. 1. – 588 с.

THE STATE OF THE PLANKTON COMMUNITY OF OKHOTSK SEA IN AUTUMN 2019

Shebanova M.A., Kuznetsova N.A., Pushchina O.I.
Pacific Branch FSBSI «VNIRO» («TINRO»), Vladivostok, Russia

In October 2019, the condition of the plankton community was monitored in the southern part Okhotsk Sea in connection with the resumption of mass feeding migrations of salmonidae. The basis of biomass of zooplankton in the period of research was a large fraction of 53-87 %, small fraction – 5-22 %, average – 5-37 %. The dominant groups in the large fraction of zooplankton were copepods (Metridia okhotensis, Neocalanus plumchrus and Eucalanus bungii), chaetognatha (Sagitta elegans) and hyperiida (Themisto pacifica), euphausiida (Thysanoessa longipes). The total stock of plankton October 2019 in layer 200-0 m 61827 thousand tons. The high biomass of zooplankton in the investigated area indicates favorable conditions for feeding nekton.

Keywords: Okhotsk Sea, zooplankton, fractions, biomass, copepoda, chaetognatha, coelenterates.

Сведения об авторах:

Шебанова Марина Анатольевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: bamf59@mail.ru;

Кузнецова Наталья Алексеевна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: natalya.kuznetsova@tinro-center.ru;

Пущина Ольга Игоревна, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник, e-mail: triotrof@yandex.ru

УДК 629.1

ОСОБЕННОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ НАГРУЗОК ПАЛУБНОГО ГРУЗОПОДЪЕМНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА

Ивановская А.В.

Керченский государственный морской технологический университет, Керчь, Россия

Сформулированы классификации нагрузок и их комбинаций, которые действуют на палубное грузоподъемное оборудование промыслового судна. Представлены примеры моделирования эксплуатационных нагрузок при воздействии различных факторов в зависимости от группы нагрузки, обеспечивающие различные критерии работоспособности оборудования.

Ключевые слова: палубное грузоподъемное оборудование, эксплуатационные нагрузки, моделирование нагрузки, неводовыборочный комплекс.

Согласно прогнозу, разработанному Министерством экономического развития, касающемуся социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 г., объем добычи водных биологических ресурсов к 2024 г. увеличится на 5,3 % по сравнению с 2018 г. Меры, обеспечивающие такие показатели, заложены в «Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года», утвержденные распоряжением Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. №2798-р. Ключевыми видами деятельности, кроме прочих, в них признаны «строительство, техническое обслуживание, модернизация, ремонт и утилизация судов рыбопромыслового флота, а также научно-исследовательская деятельность» [1].

За период с 2000 по 2018 г. состав российских судов рыбопромыслового флота в количественном отношении сократился на 25 % [1]. В связи с этим уже наблюдается острая нехватка мощностей для наращивания объема добычи гидробионтов. При строительстве нового рыбопромыслового флота должно быть предусмотрено использование «более производительных судовых промысловых комплексов» [1]. При создании нового конкурентоспособного промыслового оборудования необходимо наиболее точно подходить к прогнозированию эксплуатационных нагрузок, действующих на грузоподъемные устройства, которые могут возникнуть на промысле.

Промысловые лебедки, палубные промысловые комплексы можно отнести к грузоподъемному оборудованию. В 2015 г. введен в действие межгосударственный стандарт ГОСТ 32579.1-2013 «Краны грузоподъемные. Принципы формирования расчетных нагрузок и комбинаций нагрузок». В данном стандарте определена методика расчета нагрузок и их комбинаций на все виды грузоподъемных кранов, в том числе и лебедки, тали и их элементы. Однако, действие этого стандарта не распространяется на грузоподъемные устройства, которые установлены на судах [2]. Нагрузки на палубное рыбопромысловое оборудование также не рассматриваются в «Правилах по грузоподъемным устройствам морских судов» Российского морского регистра судоходства [3]. Поэтому исследования в этом направлении являются актуальными и перспективными.

Целью исследований является разработка методики моделирования эксплуатационных нагрузок на палубное грузоподъемное оборудование рыбопромыслового судна. Особенности работы такого оборудования являются переменность нагружения (изменение параметров груза), влияние сложных гидрометеорологических факторов, оказывающих иногда негативное влияние как на процесс добычи, подъема груза, так и на надежность и работоспособность оборудования. Такие условия можно описать как «особые» условия.

Согласно ГОСТ 3579.1-2013, работоспособность грузоподъемного оборудования оценивается по трем группам критериев (таблица).

Классификация критериев работоспособности

Группа	Описание	Критерии
Группа I	Ограничение долговечности элементов оборудования	износ; усталостное повреждение
Группа II	Нарушение работоспособности	потеря равновесного устойчивого положения оборудования и его элементов; потеря общего или местного постоянства формы деформирования; пластическая деформация; разрушение; превышение максимального момента тормозов и передачи
Группа III	Нарушение нормальной эксплуатации	повышенные упругие деформации; превышение нормального температурного режима тормозов и передачи; превышение по амплитуде или времени затухания колебаний

При расчете эксплуатационных нагрузок следует учитывать режим работы грузоподъемного оборудования и изменяемые параметры. Так, при нормальной работе необходимо принять во внимание изменение размеров, формы, массы, гидродинамического сопротивления поднимаемого груза и троса; прерывистый режим работы оборудования для корректировки положения поднимаемого орудия лова с уловом относительно судна. Такие нагрузки являются регулярными (Р) и рассчитываются по I и II группам критериев работоспособности.

При работе грузоподъемного промыслового оборудования под влиянием сложных гидрометеорологических факторов следует учесть ветровую и волновую нагрузку, воздействие осадков, льда, высоких температур и т.п. Такие нагрузки являются нерегулярными (НР) и рассчитываются по II группе критериев работоспособности.

Исключительные нагрузки (И) возникают при аварийных и тому подобных ситуациях. Особые нагрузки (О) подразумевают монтаж/демонтаж или транспортировку оборудования. Таким образом, классификация палубного грузоподъемного оборудования по частоте появления включает: регулярные, нерегулярные, исключительные и особые нагрузки.

Такие нагрузки могут действовать как самостоятельно, так и в комбинации друг с другом. Поэтому такие комбинации нагрузок следует тоже разделить по группам и подгруппам.

В группу А включены регулярные нагрузки, которые имеют место при стационарном режиме работы оборудования с учетом допустимых гидрометеорологических условий. Целесообразно такую группу разделить на подгруппы в зависимости от условий работы:

нагрузки подгруппы А1 возникают при подъеме или спуске системы «орудие лова-объект добычи»;

нагрузки подгруппы А2 возникают при резком торможении, которое может возникнуть в результате зацепа орудия лова о неровности поверхности морского дна или при внезапном сбросе поднимаемого груза;

нагрузки подгруппы А3 возникают в процессе разгона или торможения за счет знакопеременного изменения нагружения или действующего момента.

В группу Б включены регулярные и нерегулярные нагрузки, которые имеют место при нестационарном режиме работы оборудования с учетом превышающих допустимые гидрометеорологических условий.

Нагрузки подгруппы Б1 возникают при подъеме или спуске системы «орудие лова-объект добычи», при этом должны быть учтены силы инерции всех элементов привода, а динамические процессы совпадают с движением подъемного механизма.

Нагрузки подгруппы Б2 возникают во время резкого торможения за счет внезапного сброса поднимаемого груза или за счет зацепа орудия лова о неровности поверхности морского дна, при этом должны учитываться силы инерции всех элементов привода, а динамические процессы совпадают с движением подъемного механизма.

Нагрузки группы Б3 аналогичны нагрузкам А3, но только возникают под действием сложных гидрометеорологических условий.

В группу В входят исключительные и особые нагрузки, которые возникают в нерабочем состоянии промыслового грузоподъемного оборудования.

Нагрузки подгруппы В1 могут возникнуть под воздействием на грузоподъемное устройство собственного веса, ветровой нагрузки, осадков, штормовой погоды, перепада температуры и при отсутствии груза и неподвижных механизмов.

Нагрузки подгруппы В2 могут возникнуть при статических и динамических испытаниях, при этом должны быть учтены сочетания инерционных сил от работы элементов привода.

Нагрузки подгруппы В3 могут возникнуть при аварийном отключении привода оборудования.

Нагрузки подгруппы В4 могут возникнуть при отказе механизма подъема.

Нагрузки подгруппы В5 могут возникнуть при активации системы защиты от перегрузок.

Нагрузки подгруппы В6 могут возникнуть при монтаже/демонтаже или транспортировке оборудования.

Рассмотрим особенности математического моделирования палубных грузоподъемных устройств на примере работы неводовыборочного комплекса на этапе выборки кошелькового невода с уловом [4, 5].

Процесс выборки невода характеризуется значительным изменением массы вследствие уменьшения действия выталкивающей силы. Также значительное влияние оказывают гидрометеорологические факторы.

Тогда первый вариант моделирования – это при допустимых гидрометеорологических условиях (спокойное море, без ощутимых ветра и осадков), при постоянном вращающем моменте на барабане, но с учетом переменной в процессе подъема массы всей системы «неводовыборочный комплекс-орудие лова с уловом». Таким образом, получаем регулярные нагрузки подгруппы Б1, оказывающие влияние на работоспособность и долговечность элементов оборудования. Уравнение движения такого комплекса будет

$$[m_0(1+kt) + m_2 + 2m_3] \cdot \frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{1}{2}m_0k \frac{d\phi}{dt} + \frac{2k_1m_3g}{R} \phi = \frac{2M_0}{R^2} - \frac{2F_c}{R}.$$

Сила натяжения ветви жгута невода отсюда

$$T_1 = F_c + k_1m_3g \left\{ K_{11} \sin \left(\frac{2}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1m_3g[m_0(1+kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \right. \\ \left. + K_{21} \cos \left(\frac{2}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1m_3g[m_0(1+kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \frac{M_0}{Rk_1m_3g} - \frac{F_c}{k_1m_3g} \right\}$$

При втором варианте моделирования можно дополнительно учесть влияние волнения моря, получив уже нерегулярные нагрузки подгруппы В1, также оказывающие влияние на работоспособность и долговечность элементов оборудования. Уравнение движения такого комплекса будет

$$\frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{2k_1 m_3 g}{R} \cdot \phi = \frac{2M_0}{R^2} - \frac{2F_c}{R} + \frac{2H}{R} \sin p \left(\frac{km_0}{4} z^2 - \frac{m_2}{km_0} - \frac{2m_3}{km_0} - \frac{1}{k} \right).$$

Сила натяжения ветви жгута невода отсюда

$$T_1 = F_c + k_1 m_3 g \left\{ K_{12} \sin \left(\frac{z}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1 m_3 g [m_0 (1 + kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \right. \\ \left. + K_{22} \cos \left(\frac{z}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1 m_3 g [m_0 (1 + kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \frac{M_0}{R k_1 m_3 g} - \frac{F_c}{k_1 m_3 g} + \right. \\ \left. + K_3(t) \sin pt + K_4(t) \cos pt \right\}.$$

При моделировании динамики исследуемой системы интересен также случай попадания в резонансную зону, который может привести к аварийному состоянию. Это уже относится к нагрузкам подгруппы В1. Иллюстрация такого случая представлена на рис. 1.

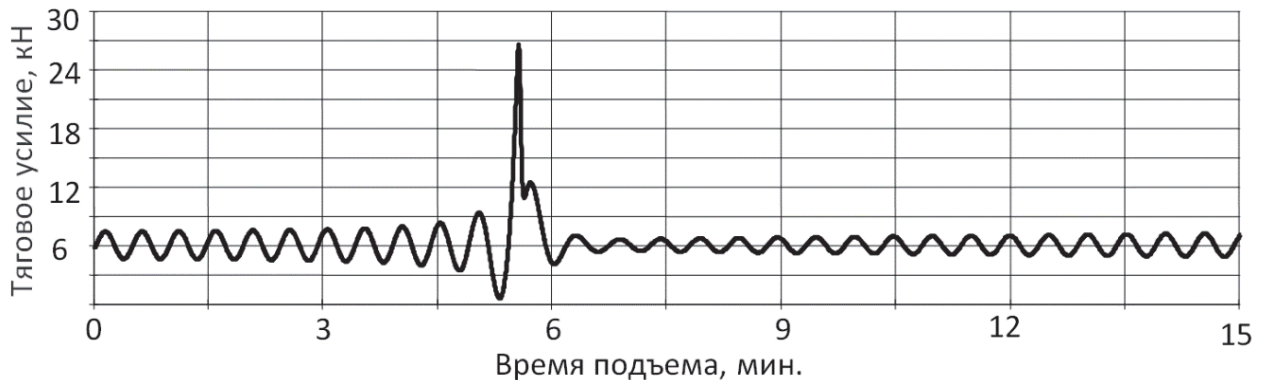


Рисунок 1 – График изменения тягового усилия с учетом колебаний нагрузки при резонансе

И еще один вариант моделирования – это знакопеременный режим работы неводоыборочной машины, но при нормальных гидрометеорологических условиях. Это регулярные нагрузки подгруппы В3. Уравнение движения такого комплекса будет

$$[m_0(1 + kt) + m_2 + 2m_3] \cdot \frac{d^2\phi}{dt^2} + \frac{1}{2} m_0 k \frac{d\phi}{dt} + \frac{2k_1 m_3 g}{R} \phi = \frac{M_0 + M_1}{R^2} + \\ + \frac{2(M_1 - M_0)}{\pi R^2} \sum_{n=1}^m \frac{(-1)^n - 1}{n} \sin \left(\frac{n\pi}{l} t \right) - \frac{2F_c}{R} + \frac{2H}{R} \sin pt.$$

Сила натяжения ветви жгута невода отсюда

$$T_1 = F_c + k_1 m_3 g \left\{ K_{13} \sin \left(\frac{2}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1 m_3 g [m_0(1+kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \right. \\ \left. + K_{23} \cos \left(\frac{2}{m_0 \cdot k} \sqrt{\frac{2k_1 m_3 g [m_0(1+kt) + m_2 + 2m_3]}{R}} \right) + \frac{M_0 + M_1}{2Rk_1 m_3 g} - \frac{F_c}{k_1 m_3 g} + \right. \\ \left. + K_3(t) \sin pt + K_4(t) \cos pt + \sum_{n=1}^m \left(L_{1n} \sin \left(\frac{n\pi}{l} t \right) + L_{2n} \cos \left(\frac{n\pi}{l} t \right) \right) \right\}.$$

На рис. 2 проиллюстрирован такой случай.

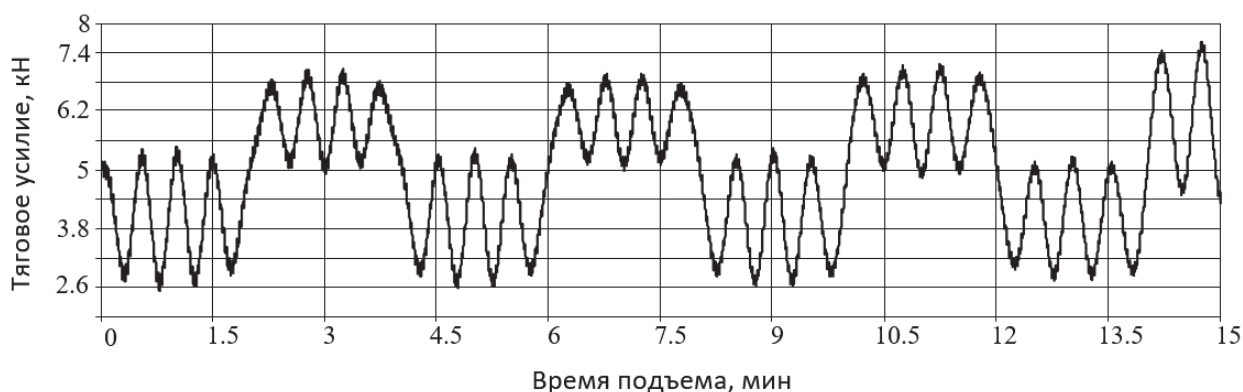


Рисунок 2 – Имитационное моделирование изменения тягового усилия с учетом знакопеременного режима работы в MathCad

Вывод: моделирование и расчет эксплуатационной нагрузки палубного грузоподъемного оборудования промышленного судна заключаются в научно-обоснованном выборе основных параметров работы устройства в зависимости от различных факторов. Высокая точность расчетов позволит избежать перегрузки привода такого оборудования, приводящей к их быстрому износу, частым поломкам и выводу из строя, а также к нежелательному нерациональному использованию.

Библиографический список

1. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2024 года. – М.: Министерство экономического развития РФ, 2019. – 101 с.
2. ГОСТ 32579-2013. Межгосударственный стандарт. Краны грузоподъемные. Принципы формирования расчетных нагрузок и комбинаций нагрузок. Ч. 1–5.– Введ. 2015-06-01. – М.: Стандартинформ, 2015.
3. Российский морской регистр судоходства. Правила по грузоподъемным устройствам морских судов. – СПб.: Российский морской регистр судоходства, 2016. – 79 с.
4. Ивановская, А.В. Исследование динамических процессов при работе неводовыборочного комплекса / А.В. Ивановская, Е.В. Богатырева // Инновационные технологии в науке и образовании ИТНО-2015 // Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 85-летию ДГТУ. – Ростов н/Д; п. Дивноморское, 7–10 сентября 2015. – С. 198–203.
5. Ивановская, А.В. Основные аспекты расчета силового привода с учетом переменности нагружения / А.В. Ивановская, Е.В. Богатырева // Современные фундаментальные и прикладные исследования. – 2017. – № 2(25), ч. 1 – С. 22–29.

FEATURES OF MATHEMATICAL MODELING OF OPERATIONAL LOADS OF DECK LIFTING EQUIPMENT OF A FISHING VESSEL

Ivanovskaia A.V.

Kerch State Maritime Technological University, Kerch, Russia

In this paper, the classification of loads and their combinations that affect the deck lifting equipment of a fishing vessel is formulated. Examples of modeling operational loads under the influence of various factors, depending on the load group, providing different criteria for equipment performance are presented.

Keywords: *deck lifting equipment, operational loads, load modeling, seine selection complex.*

Сведения об авторе:

Ивановская Александра Витальевна, доцент, e-mail: invkerch@yandex.ru

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ДОСТАВКИ МОРЕПРОДУКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ХАБОВ

Копьёв Д.С.

Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского,
Владивосток, Россия

Появление на Дальнем Востоке России новых распределительных центров создаст дополнительные маршруты доставки рыбопродукции в центральные регионы России. Представлены методологические подходы к выбору маршрутов с использованием модификации сетевой задачи.

Ключевые слова: плечо поставки, издержки транспортировки, выбор маршрута, региональный распределительный центр рыбопродукции.

Крупные инфраструктурные проекты, осуществление которых планируется в ближайшие годы, существенно изменят параметры транспортной системы Дальнего Востока. Особенно это повлияет на логистические операции по доставке рыбопродукции и морепродуктов в Сибирский, Уральский федеральные округа и некоторые районы центральной России.

Исторически транспортная система Дальнего Востока развивалась вокруг Транссибирской железнодорожной магистрали. И как следствие – появление больших холодильных мощностей на терминалах Приморского края. Это привело к формированию на этой территории крупных распределительных хабов, подобных Владивостокскому морскому рыбному порту. Это обусловило прохождение основной части грузопотока с рыбопродукцией через порты Приморского края. Однако уже в ближайшие пять лет следует ожидать появления мощных конкурирующих хабов на территориях, приближенных к местам промысла.

Прежде всего создание в Петропавловске-Камчатском в рамках режима Свободного порта Владивосток транспортно-логистического центра. Проект реализует компания «Терминал Сероглазка», которая активно сотрудничает с мировым лидером в сфере контейнерных перевозок – датской компанией Maersk Line.

Терминал станет базовым портом для атомного контейнеровоза-лихтеровоза «Севморпуть», модернизация которого завершилась в 2019 г. [2]. Судно будет использоваться для доставки рыбной продукции в контейнерах в порты Архангельск и Усть-Луга. Эксплуатация лихтеровоза создаст альтернативу Транссибирской магистрали. А использование сибирских рек для доставки контейнеров с лихтеровоза в районы Сибири может сделать этот маршрут более привлекательным по сравнению с маршрутом через Приморье.

Третьим на Дальнем Востоке крупным хабом может стать один из портов Сахалинской области после завершения строительства моста между материковой частью и островом Сахалин. Строительство моста подкреплено планами развития Байкало-Амурской железнодорожной магистрали и Транссиба. Таким образом, возникнет третий маршрут в центральную часть России.

Появление альтернативных маршрутов доставки делает актуальным возврат к решению оптимизационных задач выбора маршрута. Разработка простых алгоритмов для искусственного интеллекта делает задачу востребованной для крупных поставщиков рыбопродукции и для владельцев складских емкостей в хабах при принятии решений по совершенствованию бизнес-процессов.

Использование для данной цели существующих алгоритмов линейного программирования, в частности транспортной задачи с промежуточными пунктами, наталкивается на

ряд препятствий, которые делают процедуры расчета громоздкими и неудобными при текущем планировании. В частности, существуют ограничения на наличие рефрижераторных контейнеров, недостаток мест хранения в пиковые периоды поставки, дискретность отправки в адрес одного получателя и ряд более несущественных факторов. Вместе с тем данную задачу можно свести к сетевой задаче после некоторой модификации. А в последующем перейти к аппарату динамического программирования.

Суть задачи состоит в нахождении связанных между собой перемещений по транспортной сети, которые в совокупности дают минимальные издержки на перемещение и временное хранение партии рыбопродукции от района промысла до склада потребителя (сетевая задача о кратчайшем пути).

Сеть выстраивается из узлов и дуг, соединяющих узлы. Узел соответствует месту перегрузки рыбопродукции с одного вида транспорта на другой, либо в складские площади терминалов. Дуга – отрезок пути между двумя узлами, совпадающий с какой-либо транспортной магистралью региона и оцениваемый величиной издержек на прохождение данного отрезка.

Величина издержек на каждом отрезке пути зависит от сроков хранения рыбопродукции на промежуточных распределительных холодильниках (или складах и площадках), тарифов на погрузочно-разгрузочные работы, затрат на транспортировку по морской и сухопутной составляющим. Таким образом, сеть составят дуги нескольких типов, отличные друг от друга способами формирования издержек. Первый тип дуг – дуги, включающие в себя затраты на перевозку судном рыбопродукции от точки приема в море до причала морского терминала. Второй тип – дуги с издержками на перевозку железнодорожным транспортом от одного складского комплекса (либо терминала) к любому другому. Третий тип – дуги с издержками на перевозку автомобильным транспортом от одного складского комплекса (либо терминала) к любому другому. Четвертый тип – дуги с издержками на погрузочно-разгрузочные работы, оформление и хранение рыбопродукции в складских емкостях одного терминала. На схеме сети такую дугу обозначают отрезком Пункт X(T)–Пункт X(T).

Для сокращения издержек на хранение возможен ввод в сеть региональных распределительных хабов, приближенных к складам конечных получателей рыбопродукции. Целесообразность связана с существенной разницей в тарифах на хранение грузов в дальневосточных складах и складских комплексах сибирских и центральных областей. На выбор географического района расположения распределительного хаба влияют: величина грузопотока на близлежащие территории, частота поставок рыбопродукции, наличие складской ёмкости. Критерием для выбора является минимум затрат на хранение и транспортировку рыбопродукции в прилежащие регионы.

$$Z = S_{ck\ i} * (Q - Q_i) + \sum S_{T\ ij} * Q_j * L_{ij} \longrightarrow \min , \quad (1)$$

где $S_{ck\ i}$ – на хранение условной тонны рыбопродукции в пункте i , руб./т; Q – грузопоток в выбранный федеральный округ, т; Q_i – грузопоток в географический район федерального округа с предполагаемым распределительным центром, т; $S_{T\ ij}$ – тариф на перевозку 1 т из пункта i в пункт j , руб./т-км; $Q_j * L_{ij}$ – объем транспортной работы при перевозке груза из пункта i в пункт j , т-км.

Моделирование, выполненное автором для Сибирского и Уральского федеральных округов, привело к выбору города Новосибирска в качестве распределительного хаба для упомянутых округов, а город Владивосток – для Дальневосточного федерального округа. Для сформированной таким образом сети используют алгоритм нахождения кратчайшего пути [1], производя выбор маршрута по формуле (2)

$$u_j = \min_i \{u_i + s_{ij}\} , \quad (2)$$

где c_j – менее затратный маршрут от точки приема рыбопродукции в море до узла j ; s_{ij} – издержки нахождения груза на дуге, соединяющей узлы i и j .

На каждом шаге выбирают наименее затратный маршрут до предыдущего узла i плюс издержки нахождения груза на дуге, соединяющей узлы i и j . Итерации повторяют до достижения в расчетах конечного узла, соответствующего складу потребителя.

Минимизация издержек цепи поставок за счет регулирования плеча поставки и аренды распределительных терминалов хранения отразится на стратегии управления поставками морепродуктов. Это, в свою очередь, уменьшит величину оборотного капитала и повысит рентабельность использования капитала.

Библиографический список

1. Hamdy A. Taha. Operations research. London: Collier macmillan publishers, 1982. – P. 479.
2. Официальный сайт Федерального агентства по рыболовству. – URL: <http://fish.gov.ru>.

METHODOLOGICAL ASPECTS OF OPTIMIZING THE SEAFOOD DELIVERY IN THE FAR EASTERN BASIN IN THE EVENT OF ALTERNATIVE TRANSPORT HUBS INTRODUCTION

Kopyev D.S.

Maritime State University named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok, Russia

The introduction of new distribution centers in the Russian Far East will create additional fish products delivery routes to the central regions of Russia. The paper presents methodological approaches to the routes choice using a network problem modification.

Keywords: *transport leg, shipment charges, route choice, fish products distribution center.*

Сведения об авторе:

Копьёв Дмитрий Сергеевич, канд. техн. наук, доцент, e-mail: kopyev@msun.ru

СРАВНЕНИЕ ТЕЧЕНИЯ ПОТОКА В СТУПЕНЯХ МАЛОРАСХОДНЫХ ЦЕНТРОСТРЕМИТЕЛЬНЫХ ПАРЦИАЛЬНЫХ ТУРБИН

Крюков А.А., Чехранов С.В.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Проведен численный эксперимент с двумя парциальными малорасходными центро-стремительными турбинами с использованием программного комплекса ANSYS CFX. Разработаны геометрические модели традиционной парциальной турбины и турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса. Создана расчетная сетка, заданы граничные условия. Выбран нестационарный способ сопряжения нестационарного Transient Rotor Stator. Проведено описание течения рабочего тела в проточной части парциальных турбин. Построены поля скоростей и трехмерные модели течения потока.

Ключевые слова: малорасходные турбины, сопловой аппарат, ANSYS CFX, численный эксперимент, расчетная сетка.

Введение

Ступени диаметром до 100 мм и мощностью до нескольких киловатт обычно называют малорасходными и широко используют в качестве приводных двигателей в силовых агрегатах космических и подводных аппаратов, в гелиевых и водородных турбодетандерах, в наддувочных агрегатах двигателей внутреннего сгорания и в других высокоскоростных механизмах. Большинство ступеней турбины выполняются с подачей газа на часть дуги окружности рабочего колеса, при этом доля потерь энергии от частичной подачи может быть очень значительной. Эксперименты с парциальными турбинами проводились в ведущих отечественных и зарубежных лабораториях, физические явления в них достаточно изучены, но известные методы расчета вентиляционных и краевых потерь дают результаты, которые могут отличаться и приводят к некоторым погрешностям в расчете турбин.

Цель работы

Желание уменьшить потери от парциальности привело к появлению различных конструкций малорасходных турбин, одной из которых являются турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса [1]. Такая ступень будет обладать рядом отличительных свойств по сравнению с традиционными парциальными турбинами. Сравнение течения потока позволило бы подчеркнуть особенности таких турбин. В связи с этим возникает необходимость изучения особенностей газодинамических процессов для выработки рекомендаций по последующему проектированию центростремительных турбин с частичным облопачиванием рабочего колеса.

Использование программного комплекса ANSYS CFX для проведения численного эксперимента позволит заменить физический эксперимент, что позволяет применять его в качестве виртуального стенда для исследования турбинных ступеней и визуализировать процессы, протекающие в них [2].

Постановка задачи

Для численного эксперимента используется две модели: традиционная парциальная ступень и ступень с частичным облопачиванием рабочего колеса. Основные общие геометрические характеристики приведены в таблице.

В численном эксперименте известны следующие исходные данные: давление рабочего тела на входе в сопло $P_0^*=200$ кПа, температура рабочего тела на входе в сопло $T_0^*=293$ К,

давление рабочего тела на выходе из колеса $P_2=100$ кПа, рабочее тело – воздух, частота вращения рабочего колеса – 16000 мин^{-1} [3].

В качестве модели турбулентности выбрана SST (Shear Stress Transport). Модель SST представляет собой набор моделей турбулентности $k-\epsilon$ и $k-\Omega$. Свободное течение рассчитывается по уравнению $k-\epsilon$, а в области вблизи стенок – по уравнению $k-\Omega$ модели [4].

Таблица 1 – Геометрические характеристики центростремительной турбины

Характеристика	Значение	Характеристика	Значение
Угол наклона сопел, α_1	$16,31^\circ$	Максимальное количество лопаток рабочего колеса, z_1	34
Высота сопла, l_1	2,53 мм	Высота лопатки РК вход, l_1	3,29 мм
Шаг сопел, t_{CA}	5,88 мм	Высота лопатки РК выход, l_1	4,3 мм
Ширина горла, a_1	1,45 мм	Ширина горла, a_2	1,5 мм
Максимальное количество сопловых лопаток, z_1	27	Шаг лопаток РК, t_{RK}	2,54 мм
Угол входа потока в РК	90°	Наружный диаметр РК, D_H	50 мм
Угол выхода потока в РК	42°	Внутренний диаметр РК, D_{BH}	27,5 мм

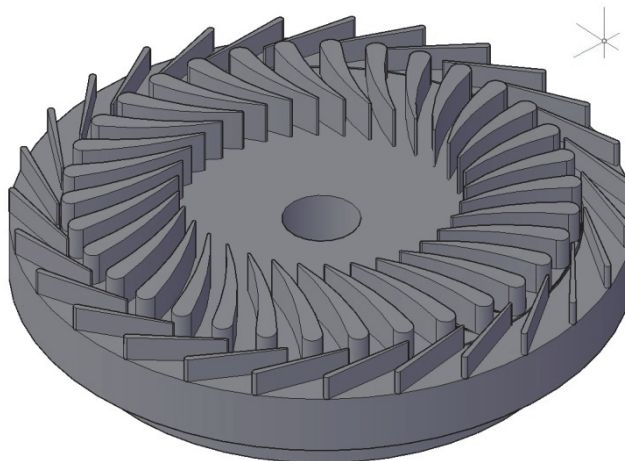


Рисунок 1 – Трехмерная модель полноподводной турбинной ступени

Расчетная сетка традиционной парциальной турбины содержит более 1,63 млн элементов и 583,7 тыс. уз. Расчетная сетка турбинной ступени с частичным облопачиванием рабочего колеса – более 2,57 млн элементов и 704,8 тыс. уз. Расчетная сетка, сгенерированная для исследуемых турбинных ступеней, соответствует всем основным требованиям по обеспечению требуемой достоверности результатов расчёта.

Способ решения – нестационарная задача Transient Rotor-Stator. Расчет способом Transient Rotor Stator проводился с 10 взаимным положениям сопловой и рабочей решеток за цикл смещения рабочей лопатки на величину шага сопловой решетки [3].

Результаты расчета

В численном эксперименте с турбинной ступенью с частичным облопачиванием рабочего колеса задействованы четыре сопловых канала, при этом работа крайних каналов отличается от каналов в ядре потока. В крайнем левом канале имеются застойные зоны (зоны рециркуляции), которые уменьшаются по мере отрывания этого канала вслед за увеличением скорости газа. Процесс перетекания газа из этого канала сопровождается дросселированием. В крайнем правом канале подобные зоны не наблюдаются, но присутствует скачок скорости в горле канала.

На рис. 3 видны линии тока ступени, показывающие подсос рабочего тела из крайних, неактивных сопловых каналов активную дугу. Движения потока в рабочих каналах зависит от работы сопловых каналов. Скачок скорости на выходе из рабочего канала также наблюдается в крайнем правом канале. На входной кромке рабочих лопаток, вследствие потерь от угла атаки, происходит понижение скорости потока, а на спинке лопатки присутствует отрыв пограничного слоя.

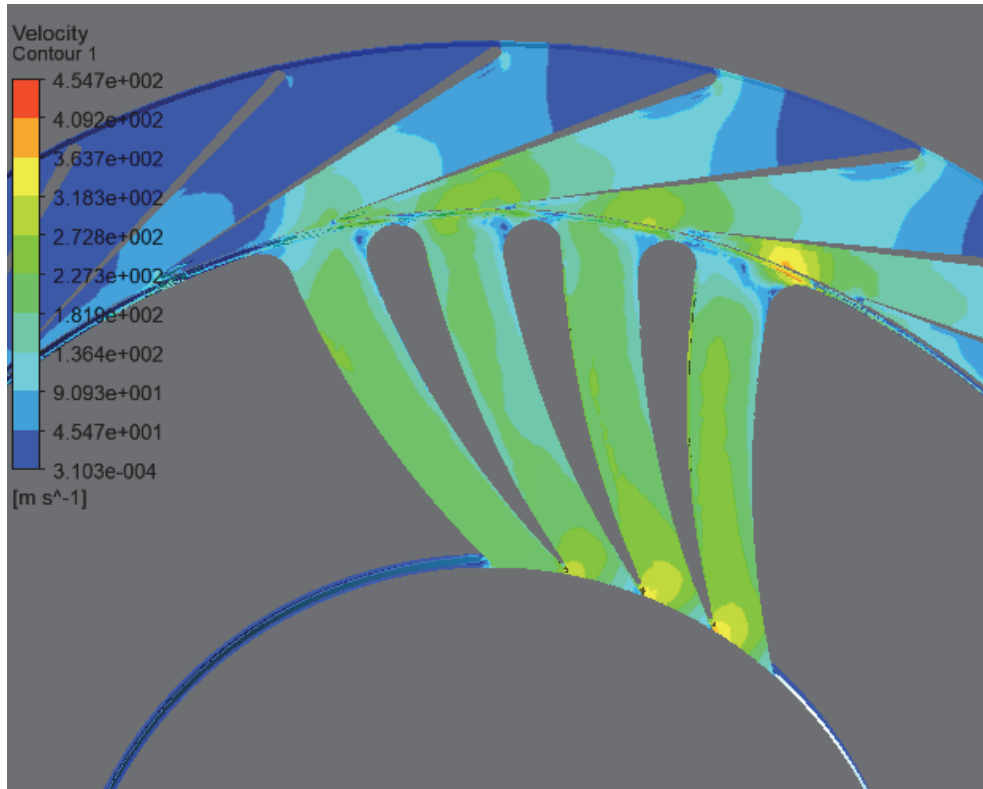


Рисунок 2 – Поле скоростей в сопловом аппарате и рабочем колесе в турбинной ступени с частичным облопачиванием рабочего колеса

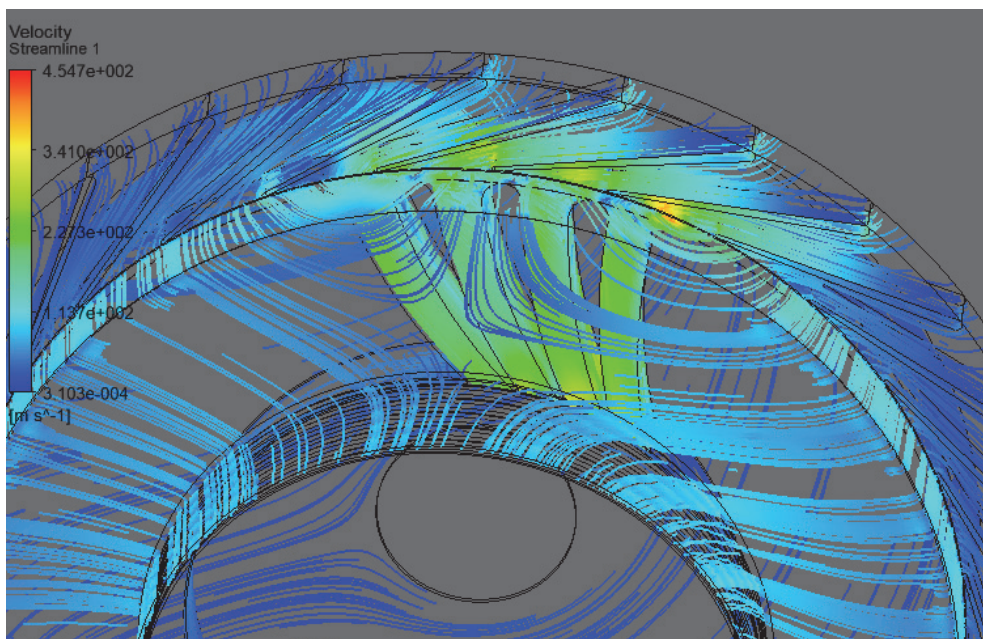


Рисунок 3 – Линии тока в турбинной ступени с частичным облопачиванием рабочего колеса

В численном эксперименте с традиционной парциальной турбинной ступенью задействованы также четыре сопловых канала, при этом работа крайних каналов существенно не отличается от каналов в ядре потока. На рис. 4, видно, что во всех соплах наблюдается скачок скорости в горле канала, как в самом узком месте канала. На выходе из сопел возникает разрыв потока по ободу диска рабочего колеса. При открывании крайнего левого рабочего канала происходит выталкивание застойной среды. На рис. 5 показано возникновение перекачивания в неактивных рабочих каналах неактивной среды и вихреобразование вследствие вентиляционных потерь. Движение потока в активных рабочих каналах аналогично движению в турбинной ступени с частичным облопачиванием рабочего колеса.

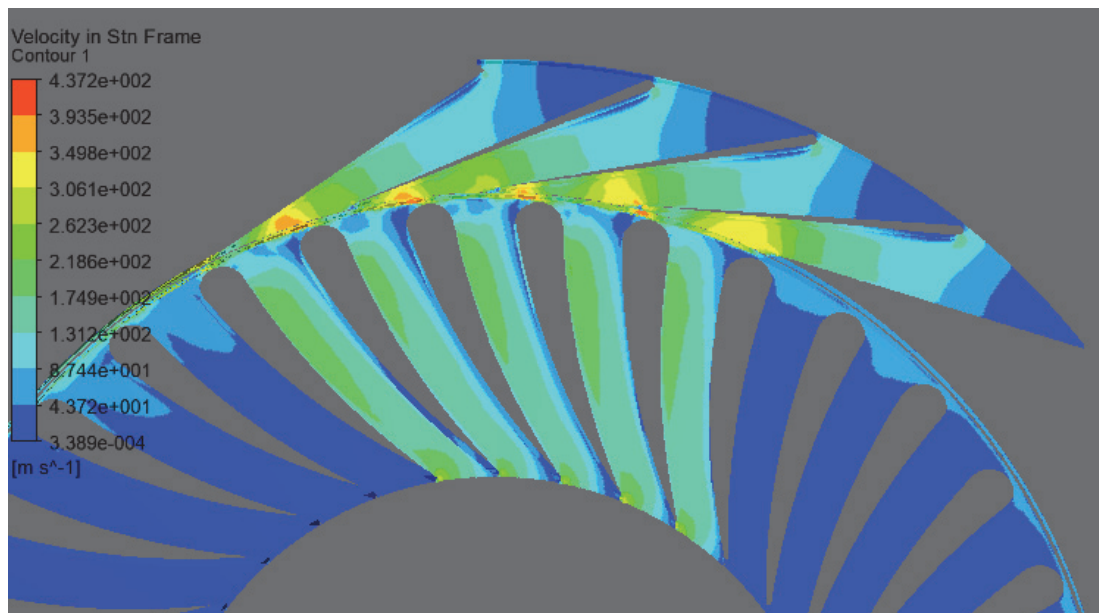


Рисунок 4 – Поле скоростей в сопловом аппарате и рабочем колесе в традиционной парциальной турбинной ступени

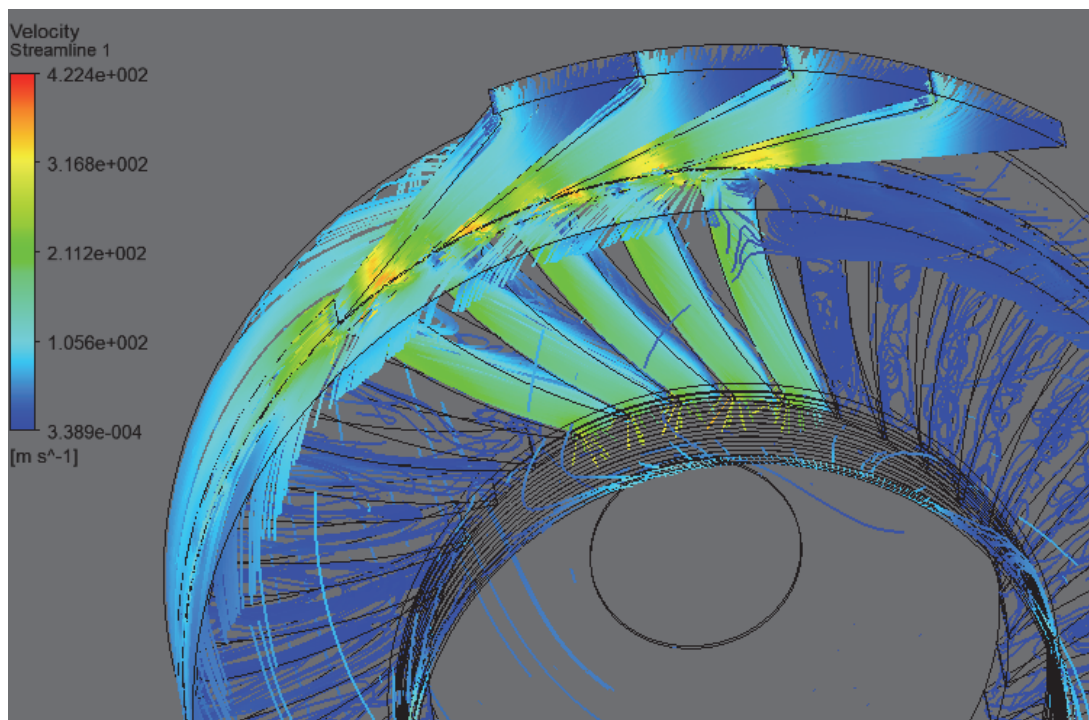


Рисунок 5 – Линии тока в традиционной парциальной турбинной ступени

В рассмотренных результатах численного эксперимента приходим к следующим выводам:

- применение программного комплекса ANSYS CFX позволяет визуализировать газодинамические процессы, протекающие в парциальных ступенях малорасходных турбин, что позволяет его рассматривать в качестве виртуального стенда;
- традиционная парциальная турбинная ступень имеет все сопутствующие потери кинетической энергии: вентиляционные потери в неактивных рабочих каналах, потери на выталкивание неактивной среды из крайних каналов РК, потери от утечек и подсоса рабочего вещества на краях дуги подвода и др.;
- турбинная ступень с частичным облопачиванием рабочего колеса имеет свои особенности в проектировании и расчете, что свидетельствуют о различиях в газодинамических процессах, протекающих в ступенях.

Библиографический список

1. Чехранов С.В. Экспериментальное исследование радиальных турбин с частичным облопачиванием рабочего колеса // ТДР. – 2015. – № 6.
2. Крюков А.А. Трехмерный газодинамический расчет соплового аппарата малорасходной центростремительной турбины // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Морская техника и технология. – 2019 – № 4. – С. 89–95.
3. Крюков А.А., Чехранов С.В. Численное исследование течения потока в соплах центростремительной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса с различной степенью парциальности // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы III Нац. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. – С. 225–231.
4. Крюков А.А. Анализ применения программного комплекса ANSYS CFX для модели малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы V Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – С. 263–267.

COMPARISON OF FLOW IN THE STAGES OF AN INFLOW LOW-CONSUMPTION PARTIAL TURBINE

Kriukov A.A., Chekhranov S.V.
Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

A numerical experiment was performed with two of an inflow low-consumption partial turbine using the ANSYS CFX software package. Geometric models of a traditional partial turbine and a turbine with fractional blading of the rotor wheel. The calculation grid was created and boundary conditions were set. A non-stationary method of coupling the non-stationary Transient Rotor Stator is selected. The description of the working fluid flow in the flow part of partial turbines is carried out. Velocity fields and three-dimensional flow models are constructed.

Keywords: low-consumption turbines, nozzle diaphragm, ANSYS CFX, numerical experiment, computational mesh.

Сведения об авторах:

Крюков Алексей Алексеевич, аспирант, e-mail: aleksey902@mail.ru;

Чехранов Сергей Валентинович, доктор техн. наук, профессор, e-mail: turboroom@yandex.ru

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА В ПОДГОТОВКЕ МОРЯКОВ С УЧЕТОМ РАЗВИТИЯ УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МОРСКИХ СУДОВ

Москаленко М.А.¹, Друзь И.Б.¹, Субботина Г.Н.¹, Захарина Л.В.²

¹Морской государственный университет имени адмирала Г.И. Невельского,
Владивосток, Россия

²Сахалинское высшее морское училище имени Т.Б. Гуженко – филиал Морского
государственного университета имени адмирала Г.И. Невельского, Холмск, Россия

Рассматриваются актуальные проблемы подготовки моряков при внедрении в вузах компетентностного подхода (определенного в требованиях международной конвенции ПДНВ78/95) с учетом введения в практику судоходства судов с высокой степенью автоматизации, полуавтономных и автономных судов. В связи с этим рассматриваются системные проблемы морского образования и сужение значимости «морского английского» языка до уровня номинативной и аккумулятивной функций. Оцениваются федеральные образовательные стандарты, обеспечивающие формирование профессиональных компетенций и парадокс неопределенности в соответствии со старыми и новыми российскими специальностями высшего образования. Современный уровень развития технологического прогресса при ежегодном обновлении опережает трудовые навыки выпускников вуза в несколько раз (соизмеримо со временем обучения – по годам). Большинство выпускников становятся перед выбором: переучиваться или оказаться в «кадровой яме» (несоответствия предложения квалифицированного труда для промышленности сегодняшнему и будущему спросу). Парадоксальное ускорение устаревания навыков на рынке труда в результате применения образования эпохи 2,0 в контексте индустрии 3,0–4,0 наиболее остро проявляется в морской индустрии, увеличивая уровень автоматизации судов с целью уменьшения нагрузки на экипаж, повышения уровня безопасности и исключения человеческих ошибок на флоте. Отражение данных процессов в морском образовании в работе исследуется на адекватных математических моделях.

Ключевые слова: компетенции, система морского образования, знания, автономное судно, морской английский язык.

Российская система высшего образования стремится интегрироваться с мировым образовательным пространством в рамках основополагающих элементов «Болонской системы», берущих свое начало в 1988 г. Предложенное реформирование является самым мощным за последние 100 лет, откликом мирового сообщества на кризис образовательной системы, переставшей отвечать (в связи с резким развитием и внедрением передовых технологий в промышленности) потребностям быстрорастущего рынка труда.

Основополагающим принципом реформирования образовательной системы является дополнение знаниевой составляющей образовательного процесса – компетентностной парадигмой. Поэтому современная образовательная модель носит название «компетентностной модели». Считается, что компетентностный подход зародился в послевоенные годы в США на базе военных учебных заведений, готовивших летчиков. Дж. Флэнэгэном были выявлены особенные качества, которыми должны были обладать успешные пилоты, и составлен список требований для осуществления профессиональной деятельности [1]. Дальнейшее развитие компетентностного подхода было неразрывно связано с развитием общества в сфере производства и бизнеса. Впервые понятие «компетентностной модели» для достижения успеха в выполнении конкретной работы было введено в работе Л. Спенсер и С. Спенсер «Компетенции на работе» [2]. На сегодня компетентностное моделирование рассматривается как инструмент для достижения конкурентных преимуществ организации

за счет развития ее кадрового потенциала. Поэтому все классификации компетенций структурно ориентированы. В США, например, существует «Национальная база компетенций» (NCB), отражающая контекстные, технические и поведенческие компетенции в форме предложенной Международной организацией управления проектами (IPMA).

С 2014 г. в Российской Федерации формируется национальная система квалификаций – инновационная платформа управления кадровыми ресурсами на федеральном, региональном и корпоративном уровнях.

Данная проблематика начала активно разрабатываться в Российской Федерации с создания Совета при Президенте Российской Федерации по профессиональным квалификациям (Указ Президента РФ № 249 от 16 апреля 2014 г.). Создано национальное агентство развития квалификаций, на базе Российской палаты судоходства создан Совет по профессиональным квалификациям на морском и внутреннем водном транспорте, на который возложена обязанность мониторинга рынка труда. Как было отмечено 24 июля 2019 г. на совещании Президента РФ с членами Правительства: «На данный момент работодателями создано 34 отраслевых совета, сформировано около 1300 профессиональных стандартов, около 80 % занятых работают уже по современным профессиональным стандартам. И эта работа ведется постоянно – с учетом анализа рынка труда формируются новые профессиональные стандарты».

Компетенция, прежде всего, – категория, отражающая требования работодателя к выполнению конкретной работы, и она должна включать в себя все необходимые для этого знания, умения и навыки. Компетентность, в этом процессе, представляет собой набор знаний, умений и навыков, которыми владеет работник, чтобы выполнять конкретные работы с допустимым качеством.

Компетентностная модель в образовательной системе Российской Федерации формируется на основе Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОСов) третьего и четвертого поколений, на реализацию которых ориентированы образовательные программы (ООП) вузов. Суть компетентностной модели состоит в переходе к новой парадигме образования – к личностно-деятельной, основным продуктом которой становятся соответствующие компетенции. Здесь сразу возникает неопределенность между ФГОС, профессиональным стандартом и отраслевыми квалификационными требованиями к специалисту. Например, относительно перечня специальностей высшего образования в письме Минобрнауки от 22.02.2019 № МН-2.1/729 разъясняется, что: «Установить соответствие между перечнями, действующими в настоящее время и перечнями, действующими в период до 2000 г., не представляется возможным в связи с отсутствием нормативных правовых актов, устанавливающих подобные соответствия». Поэтому новые профессиональные стандарты должны стать фундаментальной основой ФГОСов и ООП для подготовки специалистов водного транспорта. При этом надо понимать, что компетенции в ФГОС выражают минимально необходимую и достаточную совокупность знаний, умений и навыков для выполнения конкретной работы соответствующей направлению подготовки.

С подготовкой морских специалистов дело обстоит несколько проще, так как компетенции по соответствующей должности закреплены конвенционным образом на международном уровне.

Для целей подготовки моряков выработка компетенций прошла путь от конвенции МОТ № 53 1936 г., до Международной конвенции ПДНВ-74, Кодекса по подготовке и дипломированию моряков и несению вахты 1995 г. и Манильских поправок 2010 г. (с введением которых завершился процесс пересмотра конвенционных стандартов компетентности моряков). В связи с этим нужно учитывать то обстоятельство, что для целей конвенционной подготовки определены только минимально необходимые и достаточные компетенции по должности в составе экипажа морского судна. При этом каждая администрация может разрабатывать и внедрять свои стандарты подготовки, но не ниже конвенционных. Остается несколько серьезных вопросов к разработке системы оценивания подготовки моряков, так как минимальные стандарты подготовки должны соответствовать минимальному за-

четному баллу, что предполагает априори для морских вузов поднять требования к стандартам подготовки моряков. Данный очевидный вывод, тем не менее, вступает в противоречие с общемировыми тенденциями образования в рамках компетентностной модели, которая в значительной степени унифицирует систему морского образования, отрывая ее от конкретного учебного заведения (института морских традиций и наставничества). За унификацию компетенций выступают и морские профсоюзы, требуя уравнивать высшее и среднее морское образование до уровня минимальных стандартов, что, безусловно, приведет к ухудшению качества подготовки и, как следствие, – к увеличению аварийности на флоте.

Унификация компетентностной модели подготовки переводит образовательную организацию (вуз) в «систему массового обслуживания». За последние 8 лет внедрения компетентностного подхода, закрепленного в образовательном процессе введением Закона «Об образовании в РФ» № 273-903 от 29.12.2012 г., в значительной степени упростились процессы подготовки и получения высшего образования. Прием абитуриентов с минимальными баллами ЕГЭ привел к «высасыванию» молодежи из регионов, которая стремится получить доступное высшее образование, отличающееся минимальными стандартами компетенций. Для целей унификации предлагалось, например, разделить все вузы и ООП на три уровня госакредитации, где большинство курсов слушатели будут проходить в сетевой форме на базе Национальной платформы открытого образования, подготовленной «ведущими университетами третьего уровня» [3]. Данный подход к переводу очного морского образования в разряд дистанционного способен очень быстро разрушить все базовые принципы, на которых годами выстраивались морские учебные заведения.

Многие вузы уже отчетливо осознали, что образовательные услуги в современном «обществе потребления» являются товаром, а продажи стандартных компетенций, с точки зрения теории массового обслуживания, мало чем отличаются от продаж в сетевых магазинах или сетях общественного питания. Компетентностная модель выпускника представляет сегодня соглашение между потребителями услуги (работодателями и обучающимися) и вузом относительно целей и результатов освоения ООП.

Доступность образования и снижение стандартов подготовки значительно изменили приоритеты в обществе. Согласно исследованиям ВЦИОМ, почти три четверти (72 %) молодых людей в РФ (в возрасте от 18 до 24 лет) считают, что высшее образование не является обязательным для успешной карьеры [4]. Россия постепенно приближается к всеобщему (осредненному и адаптированному к рынку труда) высшему образованию. Среди людей 25–34 лет уже 60 % имеют диплом о высшем образовании. Но сегодня прямой связи между полученным образованием и уровнем заработка практически нет. Молодежь рассматривает траты на образование как инвестицию, от которой ожидает результат. Следует отметить и тот факт, что бесплатное образование (оплаченное государством) не меняет принципиально ситуацию с инвестицией обучающегося, так как, последний на 4–5 лет отказывается от продажи своей рабочей силы на рынке труда в пользу получения образовательной услуги (иными словами, обучающийся терпит на протяжении всего времени обучения убытки в надежде компенсировать их более высоко оплачиваемой работой в будущем).

По оценкам BCG (Boston Consulting Group), технологический прогресс опережает трудовые навыки с запасом в 50 %, около 36 % рабочих и служащих в мире занимают позиции, не соответствующие их квалификации [5]. Потери экономики от дисбалансов компетенций оцениваются в \$ 4 трлн, а к 2030 г. показатель перерастет отметку в \$ 6 трлн в год, что связано с ростом ежегодных затрат на повышение квалификации сотрудников и инвестиций в технологии переподготовки. По мнению BCG, речь идет о «результате применения образования эпохи 2,0 в контексте индустрии 3,0–4,0», т.е. о нарастающем устаревании навыков на рынке труда, не компенсируемым архаичными системами образования, ФГОСами и ООП [5]. В России число сотрудников, столкнувшихся с проблемой «квалификационной ямы», затрагивает 34 млн чел. [5]. Ситуация, когда выпускники и профессионалы не могут найти работу по специальности, обостряется с каждым годом. С сентября 2020 г. планируется исключить почти 100 позиций из перечня специальностей профобра-

зования, из-за четвертой промышленной революции (массового внедрения киберфизических систем в производство) порядка 15 млн россиян могут потерять работу [5]. В морской отрасли, например, с развитием связи и спутниковой навигации почти исчезла должность радиооператора, сокращаются судовые экипажи и береговые подразделения судоходных компаний.

Крупные корпорации (такие, как Гугл, Хилтон, Эппл и пр.) уже заявляют, что необязательно иметь диплом, чтобы работать у них. Все больше становится сторонников идеи морских профсоюзов – уравнивать высшее и среднее морское образование в РФ. Разумеется, подобная тенденция резко отличается от целей и задач по улучшению качества в области образования, определенных в Указе Президента Российской Федерации № 204 от 7 мая 2018 г.

В области морского образования описанные негативные тенденции уже привели к подготовке так называемых «моряков-субстандартников», не обладающих в достаточной степени необходимыми компетенциями для выполнения своих обязанностей с точки зрения безопасности мореплавания. В современных условиях известная парадигма «мы придем на флот, и нас научат» перестала работать. По данным крупнейшей немецкой страховой компании AGCS, в результате человеческой ошибки, по вине экипажа происходит до 96 % аварий и несчастных случаев на морском флоте в результате усталости или некомпетентности [6]. Человеческий фактор в последние 5 лет стал носить определяющий характер в причинах аварийности. Нехватка квалифицированных кадров для морских судов оценивается сегодня в 147 тысяч офицеров командного состава [7], что для морской отрасли снимает проблему с трудоустройством выпускников (которые трудоустроены на 95 %), с одной стороны, а с другой стороны, – стимулирует резкий рост автоматизации с одновременным сокращением минимального состава экипажа и береговых подразделений судоходных компаний. В практику судоходства ускоренными темпами началось внедрение судов больших размерений (с целью уменьшения эксплуатационных издержек на эффекте масштаба), автономных и полуавтономных судов типа MASS («морское автономное надводное судно» по классификации ИМО).

Для понимания изменений, связанных с ростом автоматизации судов, с точки зрения профессиональной подготовки моряков, рассмотрим сначала классическую компетентностную модель на фазовом образовательном пространстве (рис. 1).

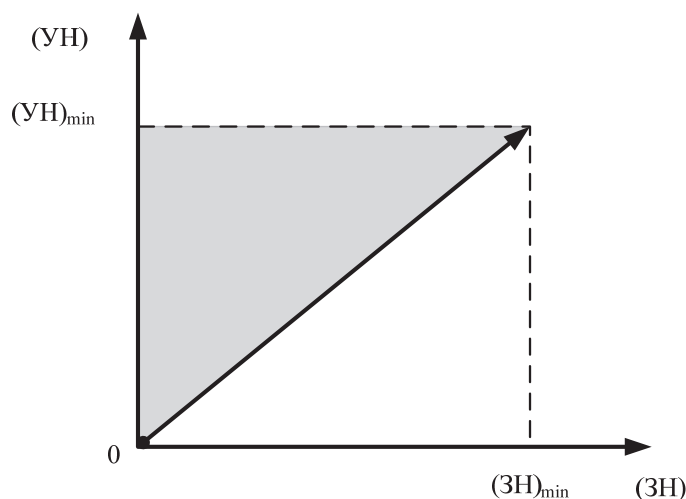


Рисунок 1 – Классическая компетентностная модель образовательного процесса:

- – – – – приобретенные минимальные компетенции;
- (ЗН) – знания, полученные обучающимся;
- (УН) – умения и навыки, приобретенные обучающимся

Данная модель хорошо описывается уравнением прямой:

$$(УН) = (ЗН). \quad (1)$$

С приобретением знаний происходит овладение умениями и навыками, т.е. обучающийся получает минимальные конвенционные компетенции $(УН)_{\min}$ и $(ЗН)_{\min}$, на рис. 1 они отнесены к конвенционным требованиям) для выполнения конкретной работы по должности в составе экипажа морского судна (здесь усилия по обучению пропорциональны результату, который легко может быть трансформирован в абсолютную шкалу оценивания).

Простейший анализ показывает, что развитие судоходного рынка и создание новых типов судов всегда сопровождалось непрерывным совершенствованием систем автоматизации – от центробежных механических регуляторов до современных компьютерных систем управления и активной защиты судового оборудования. Отличительной особенностью новейших систем управления на морском флоте эпохи четвертой промышленной революции является возможность работы с большими массивами информации (большими данными). В обиход вошел термин «data-driven» – «движимое данными», что предполагает выработку управленческих решений, основываясь на сборе и обобщении входящих данных, а не на интуиции или личном опыте старших офицеров (их компетентности в работе, т.е. хорошей морской практике).

Возникает вопрос, как данное обстоятельство должно изменить компетентностную модель образовательного процесса в морском образовании? Сужающееся поле компетенций (за счет делегирования их части компьютерным приложениям) смещает вдоль оси абсцисс и поворачивает против часовой стрелки прямую образовательного процесса (рис. 2).

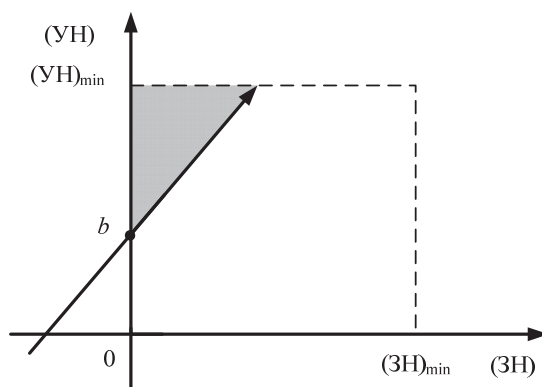


Рисунок 2 – Видоизмененная компетентностная модель образовательного процесса:

- — — — приобретенные минимальные компетенции;
- b – делегированные компетенции;
- $(ЗН)$ – знания, полученные обучающимся;
- $(УН)$ – умения и навыки, приобретенные обучающимся

Эволюция компетентностной модели на фазовом пространстве образовательного процесса будет происходить вдоль прямой заданной уравнением

$$(УН) = k(ЗН) + b. \quad (2)$$

Из анализа (2) нетрудно видеть, что коэффициент наклона прямой $k = d(УН)/d(ЗН)$ представляет собой градиент умений и навыков (обеспеченный уровнем автоматизации), при положительном значении которого функция образовательного процесса возрастает, и при знаниях даже ниже минимального уровня $(ЗН)_{\min}$, установленного конвенционными

требованиями), процесс обучения может быть закончен с достижением минимально необходимых конвенционных компетенций $(УН)_{\min}$, необходимых для выполнения конкретной работы). При этом свободный коэффициент b характеризует делегированный уровень умений и навыков, который берут на себя технические средства.

Применяя пятибалльную шкалу оценивания, нетрудно видеть, что линейная функция образовательного процесса переводит арифметическую прогрессию знаний в арифметическую прогрессию умений и навыков. При пяти балльной шкале оценивания минимальный уровень знаний (необходимый для достижения целей обучения), как следует из (2), является в отличие от (1) функцией уровня автоматизации технических средств

$$(ЗН)_{\min} = (5 - b)/k. \quad (3)$$

Из (3) нетрудно видеть, что при достаточно высоких значениях b можно получить уже полностью автономное судно (без экипажа на борту).

Видоизмененная компетентностная модель образовательного процесса (см. рис. 2) является, своего рода, универсальной (для любой специальной дисциплины), что хорошо прослеживается на примере языковой подготовки моряков.

В современном информационном обществе основная нагрузка информационно-коммуникативного плана падает на английский язык, который является языком международной коммуникации (всеобщим *lingua franca*), посредником для общения представителей различных языковых сообществ, совершенно независимо от любой формы социального контроля. Общение предполагает конкретного адресата и вписано в деятельный контекст (общение всегда диалогично). Одним из факторов расширения значения английского языка является его использование для целей международной безопасности и, в частности, в управлении международными транспортными сообщениями. В связи с этим с 1980 г. осуществляется проект создания международного морского английского языка (языка с ограниченным специальным словарным запасом) как средства специального набора стандартных приложений для целей единообразной связи и коммуникации в морской отрасли (изучаемого в морских учебных заведениях).

Если проанализировать необходимость в специальной коммуникации с позиции модели образовательного процесса изображенной на (см. рис. 2), нетрудно видеть, что с развитием технических средств необходимость в обширном познании языка сужается до уровня в несколько раз ниже минимально необходимых познаний $(ЗН)_{\min}$, перемещая прямую образовательного процесса вдоль оси абсцисс. Это связано с тем обстоятельством, что необходимость в коммуникации с развитием цифровых технологий начинает исчезать вместе с конкретным адресатом, с которым можно будет вести диалог (постепенно с развитием степени автоматизации морских судов, развитием полуавтономного и автономного судоходства будет утрачиваться коммуникативная функция морского английского языка). Например, с внедрением в практику судоходства системы АИС и ускоренно внедряемого интернета вещей коммуникацию и отслеживание между собой начинает осуществлять само оборудование связи и цифровой навигации (освобождая от этой работы экипаж судна), установленное на морских судах, грузе и береговых станциях. Говоря о когнитивной функции языка, следует отметить недостаточность словарного запаса и уровня подготовки экипажей морских судов, чтобы использовать морской английский язык как орудие мышления (как правило, процесс мышления человек всегда осуществляет на родном языке). Данное обстоятельство сегодня является препятствием для развития культуры безопасности на флоте и эффективного использования международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнений (МКУБ), учитывая, что система безопасности судоходной компании (SMS) изложена на английском языке. Необходимость мышления при осуществлении судовых процедур с позиций безопасности мореплавания (классификации судовых задач по функциям и уровням ответственности), осознали например, в компании Совкомфлот, переведя все SMS компании на русский язык

(с целью обучения экипажа) [8]. Таким образом, с развитием цифровых технологий и управлением движением судов интеллектуальными системами в режиме реального времени в морском английском языке будет преобладать номинативная функция, реализованная посредством описания технического оборудования и SMS, и аккумулятивная функция, связанная со сбором и хранением информации.

Заключение

1. Переход на компетентностную модель в образовательном процессе по существу меняет цели и задачи морского образования, учитывая конвенционные требования, определенные в ПДНВ-78/95.

2. С развитием индустрии 4,0 и внедрением в судоходный бизнес технических средств с высокой степенью автоматизации, систем и алгоритмов обмена большими объемами информации, интернета вещей и киберфизических систем, существующие конвенционные компетенции стали резко отставать от нового уровня технологии и организации перевозок грузов морем. В связи с этим трендом, председатель Международной палаты судоходства (ISC) г-н Э. Паульссон призвал к всеобъемлющему пересмотру Международной конвенции ПДНВ-78/95, учитывая, что общие принципы, заложенные в конвенцию, были определены еще 25 лет назад, тогда как «новая технология уже меняет функции моряка на борту, требования к навыкам и подготовке» [9].

3. Следует отметить и то обстоятельство, что Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты ПДНВ-78/95 применяется исключительно к морякам, работающим на морских судах, имеющих право плавания под флагом. При этом в конвенции не определено само понятие «моряк», возникает неопределенность относительно персонала, занимающегося эксплуатацией автономных и полуавтономных судов, находясь вне борта судна (берегового персонала фактически участвующего в управлении судном). Пересмотр конвенционных требований с введением новых должностей (например, капитан удаленного доступа и т.п.) обещает настоящую революцию не только на судоходном рынке (с вхождением в него новых участников процессов обслуживания доставки грузов морем), но и в области подготовки специалистов, как новых профессий, так и членов экипажей морских судов с целым пакетом абсолютно новых компетенций.

При этом, как нам представляется, следует строить подготовку в морских вузах, учитывая классическую высокую базовую составляющую ФГОСов и ООП (строить подготовку моряков по классической образовательной модели см. рис. 1), наделяя обучающихся компетенциями, позволяющими им в практической работе самостоятельно принимать осознанные решения в области безопасной эксплуатации судна (полностью не доверившись технике в опасных ситуациях). С развитием техники и технологии на флоте можно совершенствовать исключительно вариативную часть дисциплин (модулей) в ФГОСах высшего образования.

Библиографический список

1. Flanagan, J. C. (1954), The critical incident technique // Psychological Bulletin. – № 51(4). – P. 327–358.
2. Spencer, L. and Spencer, S. (1993), Competency at Work: Models for Superior Performance. – New York: John Wiley and Sons, Inc.
3. У транспортных вузов своя миссия // Газ. «Транспорт России» от 01.11.2018. – (http://morflot.ru/news/publikatsii_i_intervyu/f3081.html).
4. Социологи выяснили отношение молодых россиян к высшему образованию // news.rambler.ru: ежедн. интернет-изд., 2018. 02 авг. – URL: <http://news.rambler.ru/sociology/40462629> (дата обращения: 02.08.2018).
5. Экономисты подсчитали число россиян, попавших в «кадровую яму». – РИА Новости. 27.08.2019.

6. gCaptain, June 13, 2017 (Austral).
7. Hong Kong Shipping Gazette, August 19, 2017.
8. Вместе развиваем Safety Culture // SCFNewsletter, корпоративное издание группы СКФ июнь–июль 2019. – № 03(63). – С. 5.
9. Safety at Sea. Jan. – 2019. – P. 12.

PROBLEMS COMPETENCE APPROACH IN THE TRAINING OF SEAFARERS, TAKING IN TO ACCOUNT THE DEVELOPMENT LEVEL OF AUTOMATION SHIPS

Moskalenko M.A.¹, Druz I.B.¹, Subbotina G.N.¹, Zakharina L.V.²
Admiral G.I. Nevelsky Maritime state University, Vladivostok, Russia
Sakhalin higher Maritime school named after T. B. Guzhenko – branch of the Marine
Admiral G. I. Nevelsky state University, Kholmsk, Russia

The article highlights actual problems seafarers training in the implementation of Universities competence approach (defined in the requirements international Convention STCW 78/95) with introduction of the practice navigation ships, with a high degree of automation, semi-autonomous and autonomous vessels. The article deals with systemic problems of Marine education, in the regard, and narrowing of the importance «Marine English» to the level of nominative and accumulative functions. Federal educational standards providing formation of professional competences and paradox of uncertainty according to old and new Russian specialties of higher education are estimated. The current level of technological progress, with annual updates, ahead of the work skills of University graduates several times (commensurate with the time of training by year). Most graduates are faced with a choice to retrain or to be in the «skills mismatch» (mismatch supply of skilled labor for industry today and future demand). The paradoxical acceleration of skills obsolescence in the labor market as a result of the application of education area 2,0 in the context of industry 3,0–4,0 is most acutely manifested in the Maritime industry, increasing the level of automation ships in order to reduce the load on the crew, improve safety and eliminate human errors in the fleet. The reflection of these processes in marine education in the work is investigated on adequate mathematical models.

Keywords: *competence, marine education system, knowledge, autonomous vessel, Marine English.*

Сведения об авторах:

Москаленко Михаил Анатольевич, доктор техн. наук, профессор, e-mail: asmsh@rambler.ru;

Друзь Иван Борисович, доктор техн. наук, профессор, e-mail: druz_i_b@mail.ru;

Субботина Галина Николаевна, доцент, e-mail: vasubbotin@gmail.com;

Захарина Любовь Васильевна, e-mail: zakharina_l@mail.ru

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ КОМПЬЮТЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ

Недбайлов А.А.

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

Рассмотрена работа с компьютерными моделями в электронных таблицах и на языке программирования С на ранних этапах обучения в вузе и в школе. Предложены названия методов исследования, связанные с тем, как эти методы реализуются. Разработка применима и в школах. Разработан метод быстрого перехода от расчётов в электронных таблицах к расчётам на языке С и дополнительные материалы для его реализации.

Ключевые слова: компьютерная модель, исследование модели, метод подстановок, электронные таблицы, язык С, прогнозирование.

Дисциплины, связанные с информационными технологиями, которые читаются на младших курсах вуза, предоставляют хорошие возможности для формирования профессиональных компетенций студентов технических и технологических направлений подготовки. В частности, это относится к электроэнергетикам (направление подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»). Особенно это касается навыков применения средств вычислительной техники для решения профессиональных задач. Понятно, что математический аппарат, позволяющий решать именно профессиональные задачи, обучающимся ещё не известен (или известен, но в небольшой степени). Однако освоить и применять универсальные методы работы с числовой информацией они вполне способны.

Цель работы: разработать технологическое обеспечение для повышения уровня подготовки студентов к выполнению профессиональных расчётов в выбранной ими среде.

Решаемые задачи:

- предложить технологии подготовки расчётных документов в разных средах при создании компьютерной модели объекта (процесса);
- предложить технологии быстрого перехода от расчётов в среде электронных таблиц к выполнению расчётов с помощью языка программирования;
- предложить универсальные технологии исследования компьютерной модели.

Как показал анализ анкет студентов первого курса в части, касающейся выполнения расчётов в среде электронных таблиц, 31,8 % из них оценили свои знания на уровне «умею», чаще всего подразумевая приложение Excel из пакета Microsoft Office. 43,5 % изучали язык Pascal, оценивая свой уровень подготовки как начальный.

Следовательно, необходим универсальный подход к подготовке расчётов, который мог бы успешно применяться и в электронных таблицах, и в ходе решения задач на языке С (его выбор обусловлен предстоящей работой с микроконтроллерами).

Есть большое количество учебников, учебных пособий, методических указаний, в которых в той или иной мере рассматриваются вопросы, связанные с моделями и их исследованиями. Для моделирования объектов и процессов в учебных заведениях применяются, например, программные средства Electronics Workbench и Multisim [1], Crocodile Physics[2], MathCad [3].

Уделяется внимание вопросам преподавания моделирования в школе [4, 5, 6].

Однако необходимо отметить, что недостаточно внимания уделяется технологиям моделирования, которые были бы понятны как студентам, так и школьникам. Следовательно, целесообразно разработать и предложить такие технологии, которые:

- были бы понятны обучаемым и основывались бы на уже имеющемся у них опыте;
- были бы легко реализуемы в разных средах, в частности, в электронных таблицах и на языке программирования С;
- могли бы использоваться на ранних этапах обучения (т.е. как в вузе, так и в школе).

В процессе разработки предложены следующие технологии (названные методами) и учебные материалы.

Метод «Транзит расчётов» был применён для перехода от расчёта, выполненного в электронных таблицах, к расчёту, выполненному на языке С, среда программирования Code:Blocks. Основан на результатах предыдущих исследований, ранее успешно применённых в курсе «Информатика» [7].

Для реализации метода разработаны и предоставлены студентам раздаточные материалы:

- выполнение расчётов на основе линейного алгоритма;
 - выполнение расчётов на основе линейного алгоритма с применением математических функций;
 - выполнение расчётов на основе разветвляющегося алгоритма;
 - выполнение расчётов на основе циклического алгоритма (операторы `for` и `while...do`),
- которые позволили студентам:

- поэтапно освоить базовые понятия и навыки языка программирования С при создании программы на основе линейного алгоритма (репродукция);
- применить эти навыки для создания программы на языке С для задачи, ранее решённой в среде электронных таблиц;
- создать новую программу на языке С.

Результаты для группы электроэнергетиков (первый курс) – дополнительно к практическим заданиям на выполнение расчётов в среде электронных таблиц аналогичные программы на языке С подготовили:

- полностью 37,5 % студентов;
- частично 12,5 %.

Следует отметить, что раздаточные материалы фактически соответствовали предложенным методам создания и исследования компьютерной модели. Кроме этого, они позволили бы решать задачи, связанные с объектно-ориентированным программированием для платформы Андроид.

Для готовой компьютерной модели были разработаны методы исследования (проведения компьютерных экспериментов), которые обучаемые могли бы реализовать как в среде электронных таблиц, так и на языке С, с учётом полученных ими навыков.

Метод 1 – однократное изменение одного из исходных параметров (метод «Случайное воздействие»).

Цель применения – проверка реакции модели на изменение одной из исходных величин. Получаемые результаты:

- оценка правильности работы компьютерной модели;
- оценка изменения одной из вычисляемых (измеряемых) величин.

Метод 2 – многократное изменение одного из исходных параметров (метод «Метод подстановок»).

Цель применения – проверка реакции модели на многократное изменение одной из исходных величин с фиксацией результатов. Получаемые результаты:

- набор экспериментальных данных «аргумент – функция» (изменяемая величина – измеряемая величина);
- диаграмма выбранного типа;
- уравнение аппроксимации (на языке С при наличии соответствующего математического аппарата);
- прогнозирование с использованием уравнения аппроксимации.

Метод 3 – оценка возможности получения иного результата и получение числового значения одной из исходных величин, которое его обеспечит (метод «От обратного»).

Цель применения – оценка возможности получения результата, заданного числом, отличным от уже имеющегося. Получаемые результаты:

- заданный результат с указанной точностью (для электронных таблиц может быть значение по умолчанию);
- иное численное значение одной (выбранной) исходной величины.

Эксперимент проведён с моделированием цепей постоянного тока из 5 элементов. При этом дополнительно была предложена технология построения математической модели цепи постоянного тока с одним источником питания, названная «К питанию и обратно».

Полученные результаты*:

- время создания и исследования компьютерной модели в среднем сократилось на 14 (в одном случае в 2 раза) по сравнению с 2019 г.;
- время прогнозирования сократилось в среднем на 21 %;
- методы исследования модели реализуемы на языке С.

Кроме вуза, эксперимент был проведён в одной из школ города. Как показала практика, сложностей в создании и исследовании моделей у учеников не возникло.

Выводы:

- предложенные технологии (методы) оказались простыми для понимания и использования;
- названия методов соответствует их содержанию и выполнению;
- методы исследования модели реализуемы как в электронных таблицах, так и на языке программирования (в данном случае С).

*Продолжение исследований проблематично из-за перехода на дистанционное обучение.

Библиографический список

1. Алиев И.И. Моделирование электротехнических устройств / И.И. Алиев, И.А. Гурина. – Черкесск: БИЦ СевКавГГТА, 2013. – 103 с. (Electronics Workbench, Multisim MS-01).
2. Ким В.С. Моделирование электрических цепей: учеб. пособие. – Уссурийск: ДВФУ, 2013. – 125 с.
3. Регеда О.Н. Расчёт и моделирование электрических цепей: учеб. пособие. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. – 170 с.
4. Богданова, М.В. Особенности преподавания компьютерного моделирования в средней школе / М.В. Богданова, Е. В. Рощупкина // Молодой ученый. – 2017. – № 44(178). – С. 152–155. – URL: <https://moluch.ru/archive/178/46259/> (дата обращения: 27.04.2020).
5. Мохова Л.А., Итпекова Г.С. Обучение старшеклассников моделированию физических процессов в курсе информатики // МНКО. – 2018. – № 4(71). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-starsheklassnikov-modelirovaniyu-fizicheskikh-protsessov-v-kurse-informatiki> (дата обращения: 27.04.2020).
6. Садулаева Б.С. О решении задач компьютерного моделирования // МНКО. – 2017. – № 3(64). – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/o-reshenii-zadach-kompyuternogo-modelirovaniya> (дата обращения: 27.04.2020).
7. Недбайлов А.А. Структурирование информации при решении задач в электронных таблицах // Информатика и образование. – № 2. – 2019. – С. 43–46.

RESEARCH METHODS IN COMPUTER MODELING

Nedbaylov A.A.

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

The study looks into utilizing spreadsheet computer models and the C programming language in the early stages of university (and, possibly, school) education. The names for research methods are suggested based on the implementation of these methods. The development work is applicable in schools. A method (along with complementary materials for its implementation) has been devised to quickly transition from spreadsheet calculations to calculations written in the C programming language.

Keywords: *computer modeling, model studies, imputation method, spreadsheets, C programming language, forecasting.*

Сведения об авторе:

Недбайлов Александр Андреевич, старший преподаватель, доцент, e-mail: teach_it@mail.ru

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО, ЭКОЛОГИЯ И АКВАКУЛЬТУРА 5

Бадаев О.З., Болдырев В.З., Солодовников С.А. Современное состояние и освоение водных биологических ресурсов в Южно-Курильской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна	5
Бровкина Е.П., Костина Е.А. Наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при выращивании в хозяйствах марикультуры	9
Бусарова О.Ю. Третий случай трофической дифференциации бентосоядной мальмы (<i>Salvelinus malma</i>) в литорали озер Камчатки: озеро Азабачье.....	14
Буторина Т.Е. Влияние типа водоема на паразитофауну манчжурского гольяна.....	19
Вальков В.Е., Бойцов А.Н., Лисиенко С.В. Совершенствование схем организации тралового промысла дальневосточной сардины (иваси).....	23
Грибова К.А., Лисиенко С.В. Анализ освоения объекта промысла – терпуги – в зоне 02 – «Восточно-Камчатская зона» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2014-2018 гг.	27
Долотов С.И. Состояние воспроизводства атлантического лосося <i>Salmo salar</i> L. р. Иоканьга (бассейн Баренцева моря).....	32
Донец М.М., Цыганков В.Ю., Боярова М.Д., Гумовская Ю.П., Гумовский А.Н., Кульшова В.И., Христофорова Н.К., Литвиненко А.В., Ковальчук М.В. Нормируемые хлорорганические соединения в тихоокеанских лососях о. Сахалин	36
Жадько Е.А., Чусовитина С.В., Стеблевская Н.И., Полякова Н.В. Микроэлементы в тунике и мантии некоторых видов асцидий залива Петра Великого (Японское море)	40
Зеленников О.В., Вараксин И.А. Особенности выращивания молоди кеты <i>Oncorhynchus keta</i> на рыбоводном заводе прудового типа	44
Зеленников О.В., Мосягина М.В. Состояние стероидсекреторных клеток у молоди симы <i>Oncorhynchus masou</i> , получавшей корм с добавлением эстрадиола	49
Зеленников О.В., Мякишев М.С. Опыт выращивания молоди симы <i>Oncorhynchus masou</i> на рыбоводном заводе в системе с оборотным водоснабжением.....	54
Зинов А.А., Стоник И.И. Влияние фильтратов лабораторных культур диатомовых водорослей рода <i>Pseudo-nitzschia</i> на развитие серого морского ежа <i>Strongylocentrotus intermedius</i> , Agassiz, 1863	59
Измятинский Д.В., Болдырев В.З., Кравченко Д.Г., Бадаев О.З., Шабельский Д.Л. Методы промыслового прогнозирования водных биологических ресурсов (ВБР) на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне	62
Казаченко В.Н., Матросова И.В. Зараженность рыб личинками изопод семейства Gnathiidae (Crustacea: Isopoda).....	67
Ким А.Ч. Проблема рационального использования ресурсов устрицы тихоокеанской <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) в бухте Лососей (залив Анива).....	71
Климова А.В., Позолотина Л.А. Содержание свинца и кадмия в бурых водорослях восточной Камчатки в 2019 г.	75
Климова А.В., Каишутин А.Н. Динамика состояния популяции <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>evanescens</i> в северо-восточной части Авачинской губы в 2016-2019 гг	80

Кудакаев В.В. Online-обучение с использованием видеоконференции как вынужденная мера на примере предмета «Компьютерная графика в промышленном рыболовстве»	85
Лескова С.Е. Опыт получения молоди тихоокеанской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> в контролируемых условиях	89
Мальцева И.С., Авдеева Е.В. Микрофлора судака (<i>Sander lucioperca</i>) и микробиоценоз воды Вислинского залива, Калининградская область	93
Матросова И.В., Ильющенко В.В. Размерно-весовые характеристики кеты реки Черной (Приморский край) в 2017, 2018 гг.	96
Матросова И.В., Калинина Г.Г., Рыбникова И.Г. Некоторые биологические характеристики сибирского осетра р. Лена	101
Наумов В.А. Статистический анализ данных зависимости площади нерестово-выростных участков от гидрологических параметров	106
Недоступ А.А., Ражев А.О. Масштабы динамического подобия траловых лебедок с электрическим приводом	113
Недоступ А.А., Ражев А.О. Масштабы динамического подобия траловых лебедок с гидравлическим приводом	117
Недоступ А.А., Ражев А.О. Масштабы динамического подобия искусственных источников света для лова гидробионов	122
Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В. Анализ нагрузений и формоизменений крученых рыболовных ниток и веревок	127
Огнистая А.В. Воздействие экстрактов микроводорослей Японского моря на патогенные микроорганизмы, вызывающие заболевания у человека и животных	131
Осипов Е.В., Пилипчук Д.А. Мобильные конструкции ставных неводов при работе на течениях в реке и лимане	135
Осипов Е.В. Технология промысла ярусами с судов-дронов	139
Плотников В.В., Кислова С.И., Дубина В.А., Круглик И.А. Оценка возможности моделирования распределения сплоченности льда в Японском море	144
Поляничко В.И. Результаты гидроакустического поиска скоплений дальневосточной сардины и японской скумбрии в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана осенью 2019 г.	147
Пономарева А.А., Шулькин В.М., Тевс К.О., Шевченко О.Г., Шульгина М.А. Влияние гидрохимических параметров среды на структуру фитопланктона бухты Парис (залив Петра Великого, Японское море) в районе содержания морских млекопитающих	152
Раков В.А., Еловская О.А., Васильева Л.Е., Косьяненко А.А., Федорец Ю.В. Влияние угольной пыли на двустворчатых моллюсков на припортовых акваториях бухты Врангеля (Приморский край)	157
Рутенко О.А., Туранов С.В., Савельев П.А. Сравнительный анализ структуры полного митохондриального генома <i>Opisthocentrus ocellatus</i> (Tilesius, 1811) и <i>O. tenuis</i> Bean & Bean, 1897 (Perciformes: Zoarcales)	161
Сергеева М.М. Некоторые черты биологии и рацион питания рыб озера Нойон-Холь (бассейн реки Большой Енисей)	165
Стрельникова В.Е., Лисиенко С.В. Анализ освоения промыслового объекта – треска как компонента ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы – зона 05 – «Охотское море» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2014–2018 гг.	170
Тимошенко О.И., Дубина В.А., Плотников В.В., Круглик И.А. Структура области приливного перемешивания в районе банки Кашеварова (Охотское море) по спутниковым данным	176
Токранов А.М. Особенности размерно-возрастной структуры различных представителей отряда Scorpaeniformes прикамчатских вод	181

<i>Турабжанова И.С.</i> Опыт выращивания ундарии в Южной Корее.....	186
<i>Турабжанова И.С.</i> Современное состояние поселения гребешка японского у северо-восточного побережья о. Попова (в проливе Старка).....	188
<i>Туранов С.В.</i> Перспективы применения ДНК из окружающей среды в рыбном хозяйстве для неинвазивного мониторинга биологического разнообразия	192
<i>Федорова Н.Н., Володина В.В., Грушко М.П.</i> Поверхностные соединительнотканые образования у рыб Волго-Каспийского бассейна	194
<i>Чаузова Д.В., Судник С.А.</i> Размерно-половая структура, весовой рост краба <i>Rhithropanopeus harrisi</i> (Gould, 1841) (Decapoda: Brachyura: Panopeidae) из Таманского залива весной–летом 2014–2015 гг.....	198
<i>Шебанова М.А., Кузнецова Н.А., Пуцина О.И.</i> Состояние планктонного сообщества Охотского моря в осенний период 2019 г.....	203
Секция 2. ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ СУДОХОДСТВА И ТРАНСПОРТА.....	208
<i>Ивановская А.В.</i> Особенности математического моделирования эксплуатационных нагрузок палубного грузоподъемного оборудования промыслового судна	208
<i>Копьёв Д.С.</i> Методологические аспекты оптимизации доставки морепродуктов Дальневосточного бассейна при возникновении альтернативных транспортных хабов	214
<i>Крюков А.А., Чехранов С.В.</i> Сравнение течения потока в ступенях малорасходных центростремительных парциальных турбин	217
<i>Москаленко М.А., Друзь И.Б., Субботина Г.Н., Захарина Л.В.</i> Проблемы применения компетентностного подхода в подготовке моряков с учетом развития уровня автоматизации морских судов	222
<i>Недбайлов А.А.</i> Методы исследования компьютерных моделей.....	230

Электронное научное издание

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МИРОВОГО ОКЕАНА**

**Материалы VI Международной
научно-технической конференции**

Часть I

Подписано в печать 25.06.2020. Формат 60x84/8.
Усл. печ. л. 27,43. Уч.-изд. л. 22,35. Заказ 0772.
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б