

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ



Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА

Материалы Национальной
научно-технической конференции

(Владивосток, 27–28 октября 2022 г.)

Электронное издание

Владивосток
Дальрыбвтуз
2022

УДК 639.2+338
ББК 65.35(2Р55)
НЗ4

Редакционная коллегия:

Председатель – Бойцов А.Н., канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры (ИР иА) ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

Зам. председателя – Матросова И.В., канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура», зам. директора ИРиА по научной работе.

Секретарь – Сергеева М.М., ст. преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Баринов В.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство».

Беспалова Т.В., канд. физ.-мат. наук, доцент, зав. кафедрой «Высшая математика».

Буторина Т.Е., доктор биол. наук, профессор кафедры «Экология и природопользование».

Казаченко В.Н., доктор биол. наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Колесникова Е.В., зав. методическим кабинетом кафедры «Прикладная математика и информатика».

Круглик И.А., канд. биол. наук, доцент, и.о. зав. кафедрой «Экология и природопользование».

Лисиенко С.В., канд. экон. наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное рыболовство».

Осипов Е.В., канд. техн. наук, доцент кафедры «Промышленное рыболовство».

Пилипчук Д.А., ст. преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство».

Сергеева М.М., ст. преподаватель кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Смирнова Е.В., канд. биол. наук, доцент кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура».

Ющик Е.В., канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика».

Яценко Е.Н., ст. преподаватель, доцент кафедры «Прикладная математика и информатика».

Харитонов Л.А., директор Центра публикационной деятельности «Издательство Дальрыбвтуза»

Адрес оргкомитета конференции:

690087, г. Владивосток

ул. Луговая, 52б, каб. 112 «Б»

Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет

Телефон: (423) 290-46-46; (423) 244-11-76

[http:// www.dalrybvtuz.ru](http://www.dalrybvtuz.ru)

E-mail: ingavladm@mail.ru

НЗ4 Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Нац. науч.-техн. конф. [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. (38,1 Mb). – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2022. – 240 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 978-5-88871-762-2

Представлены результаты научно-исследовательских работ в области рационального использования водных биологических ресурсов, искусственного воспроизводства гидробионтов, а также освещены вопросы состояния и тенденции развития рыбохозяйственного образования.

УДК 639.2+338
ББК 65.35(2Р55)

ISBN 978-5-88871-762-2

© Дальневосточный государственный
технический рыбохозяйственный
университет, 2022

Секция 1. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА

УДК 639.2.053

Василий Владимирович Баринов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: fishery_conf@mail.ru

Евгений Валериевич Осипов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: oev@mail.ru

Герман Станиславович Павлов

ООО «АНТЕЙ», канд. техн. наук, начальник отдела добычи рыбы, Россия, Владивосток, e-mail: gstp@mail.ru

Александр Евгеньевич Грибов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, аспирант кафедры «Промышленное рыболовство», Россия, Владивосток, e-mail: lexvl94@mail.ru

Исследование процессов промысла тихоокеанского кальмара в решении задач его поиска и обнаружения

Аннотация. Проведен анализ результатов промысла тихоокеанского кальмара с учетом его поведения и распределения. Обобщены данные по районам промысла и выявлены новые факторы распределения кальмара, которые определяют решение задач его поиска и обнаружения, связанные с поднятиями до глубин 100–120 м, а также благоприятными температурами по глубине в районе данных глубин, по аналогии с банкой Кито-Ямато. При этом основным фактором направлений перемещений остаются течения.

Ключевые слова: тихоокеанский кальмар, районы промысла, поиск и обнаружение скоплений

Vasily V. Barinov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: fishery_conf@mail.ru

Evgeny V. Osipov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: oev@mail.ru

German S. Pavlov

ANTEY LLC, PhD in Engineering Sciences, Head of Fish Production Department, Russia, Vladivostok, e-mail: gstp@mail.ru

Alexander E. Gribov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Russia, Vladivostok, e-mail: lexvl94@mail.ru

Investigation of the processes of fishing for the Pacific squid in solving the problems of its search and detection

Abstract. The paper analyzes the results of the Pacific squid fishery, taking into account its behavior and distribution. Data on fishing areas are summarized and new factors of squid distribution are identified, which determine the solution of the problems of its search and detection associated with elevations to depths of 100–120 m, as well as favorable temperatures in depth in the region of these depths, by analogy with the Kito-Yamato Bank. At the same time, currents remain the main factor in the direction of movement.

Keywords: Pacific squid, fishing areas, search and detection of aggregations

В последние несколько лет промысел тихоокеанского кальмара изменился, основным орудием рыболовства стал трал. Однако время и районы были понятны и ранее: в районе острова Монерон, далее в 2020, 2021 гг. в районе острова Шикотан, в 2021 и 2022 гг. от мыса Золотого вдоль побережья Приморья на север, включая Татарский пролив, и в 2021 году южная часть побережья Приморского края и как отдельный район добычи банка Кито-Ямато.

Основной задачей является определение районов промысла, ранее в работе [1] нами была предложена схема расчета выбора района промысла тихоокеанского кальмара, которая показала большое совпадение с реальными результатами промысла, изложенными в работах [2, 3]. Однако для решения задач основным фактором оказались направления течений, температура. Но появился и другой важный фактор, связанный с поднятиями 70–120 м, где кальмар скапливался и мог быть обловлен тралом до 40 тонн за траление [3]. Соответственно те же процессы действуют на кальмара и в районе Кито-Ямато, в районе острова Монерон, а также в районе острова Шикотан.

В районе острова Шикотан промысел велся в утренние часы, когда кальмар опускался на глубину (30–120 м) и создавал плотные скопления, затем он распределялся, и эффективность тралового промысла падала, уловы в среднем составляли от 10 до 30 т за траление. Сам промысел велся на глубинах 70–120 м, поскольку на малых глубинах промысел запрещен. Скорости траления составляют 3,5–3,7 узл, против течения – до 2,2 узл. При подходе трала кальмар уплотнялся у дна, такое же поведение при подходе трала наблюдалось и в районе острова Манерон, и в других местах. Это показывает экосистемное положение тихоокеанского кальмара как пелагического вида, и в случае опасности он уходит на дно. Промысел тихоокеанского кальмара в Приморье велся в дневное время, и крупные скопления образовывались над возвышенностями, а в других местах по ходу направления течений попадались небольшие скопления. Поэтому в модель [1] необходимо внести области с поднятиями по ходу направления течений. Здесь процесс лова аналогичен со всеми другими пелагическими объектами, которые осваивались в отдаленных частях Мирового океана, чем богат отечественный опыт рыболовства. Тихоокеанский кальмар ведет себя так же, как и другие пелагические объекты промысла, скумбрия и сардина иваси, в ночное время распределяется в толще, а в дневное время образует плотные скопления.

Важным фактором образования скоплений над возвышенностями является температурный режим по глубине, поскольку температура может быть барьером для опускания кальмара на определенную глубину, где он может определить поднятия (изменения гидро-

логии). По данным [4], кальмар образует малые скопления при температурах 6–27 °С, промысловые скопления – при 14–25 °С, температурном градиенте 0,2 °С/м и биомассой планктона более 0,6 г/м³. Уловы тралами показали, что плотные скопления кальмара облавливаются при температурах до 10–12 °С. Поэтому рассмотрим распределение температуры по глубинам за 2016, 2020, 2021, 2022 гг. на 10 сентября (рис. 1, 2). Как можно заметить, в Японском море происходит равномерное потепление вод, если в 2016 г. область в районе от мыса Золотого и севернее и залив Петра Великого имели узкую полосу нужных температур на глубине уже 50 м, то с каждым годом область становится шире, но, как указывают данные [5], южная часть Японского моря охлаждается, а северная – теплеет. Это видно по температурам на глубине 100 м (рис. 2), область благоприятных температур становится шире с каждым годом. Поэтому в модели [1] необходимо учитывать градиент температур до глубин 100 м.

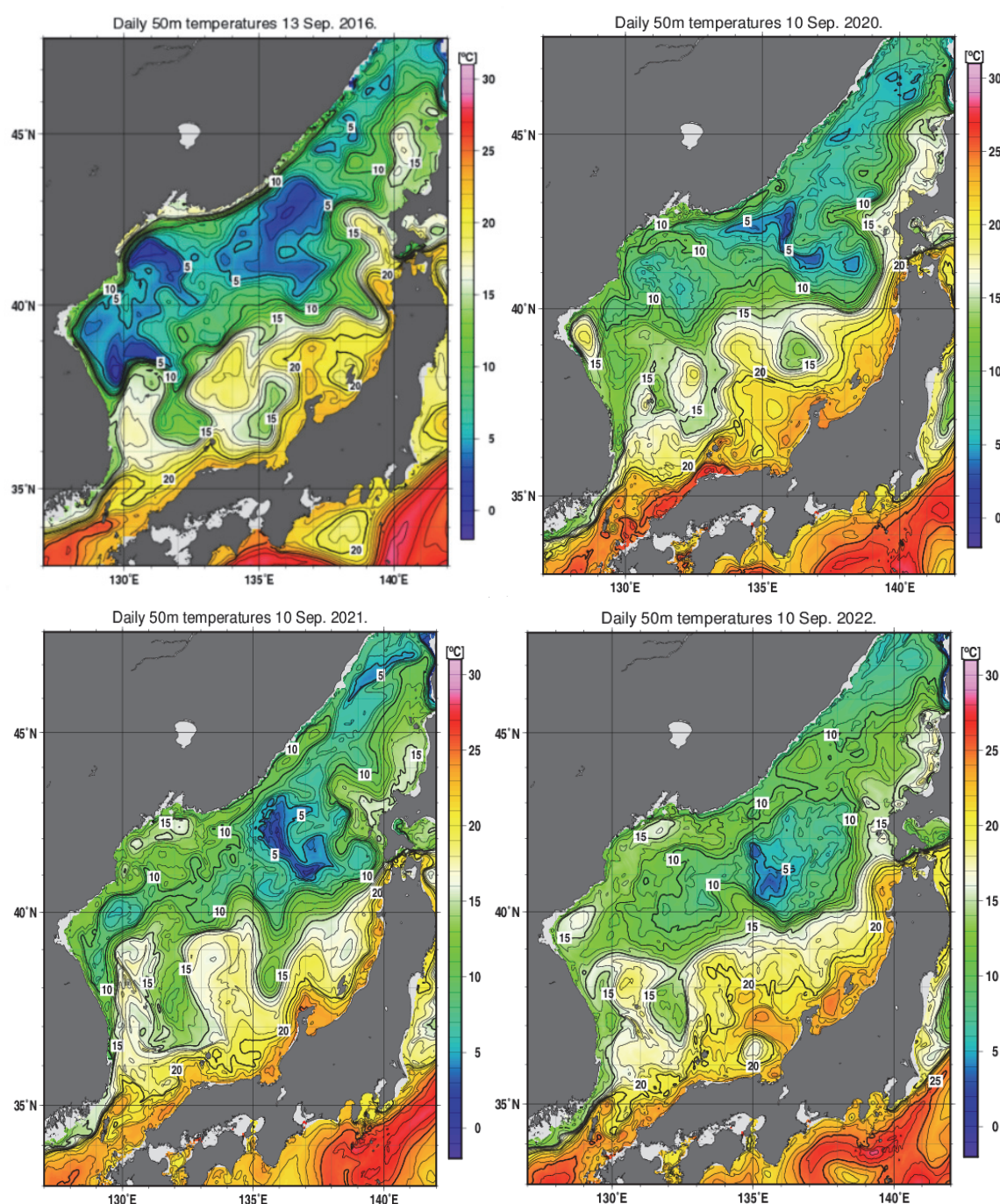


Рисунок 1 – Температура воды на глубине 50 м по годам, данные [5]

В биологии тихоокеанского кальмара известно, что днем он может опускаться на глубины 200 м и при этом облавливаясь при помощи подводных источников света на джиггеры. Работа джиггерных судов в районе острова Шикотан показали низкие уловы, в то время как суда тралового промысла имели хорошие уловы, производя облов тралами в придонном слое, суда компании АО Р/К «Восток 1», ведущие промысел вертикальными ярусами, имели среднесуточный вылов порядка 100 кг. Эхограммы показывают, что реакция на световое поле судна была в это время положительной. В ночное время скопления образовывались в приповерхностном слое на глубинах 20–50 м с плотностью, достаточной для получения хороших уловов. Рыбаки это объясняют наличием большой концентрации объектов питания тихоокеанского кальмара. Но причина может заключаться и в другом. В этот период времени года кальмар может уже перейти в преднерестовое состояние, когда его трофическая активность снижается [6], такая же ситуация наблюдается и в подзоне Приморья. При этом в этот же период уловы сетями судами из КНДР присутствовали, а на джиггер были невелики.

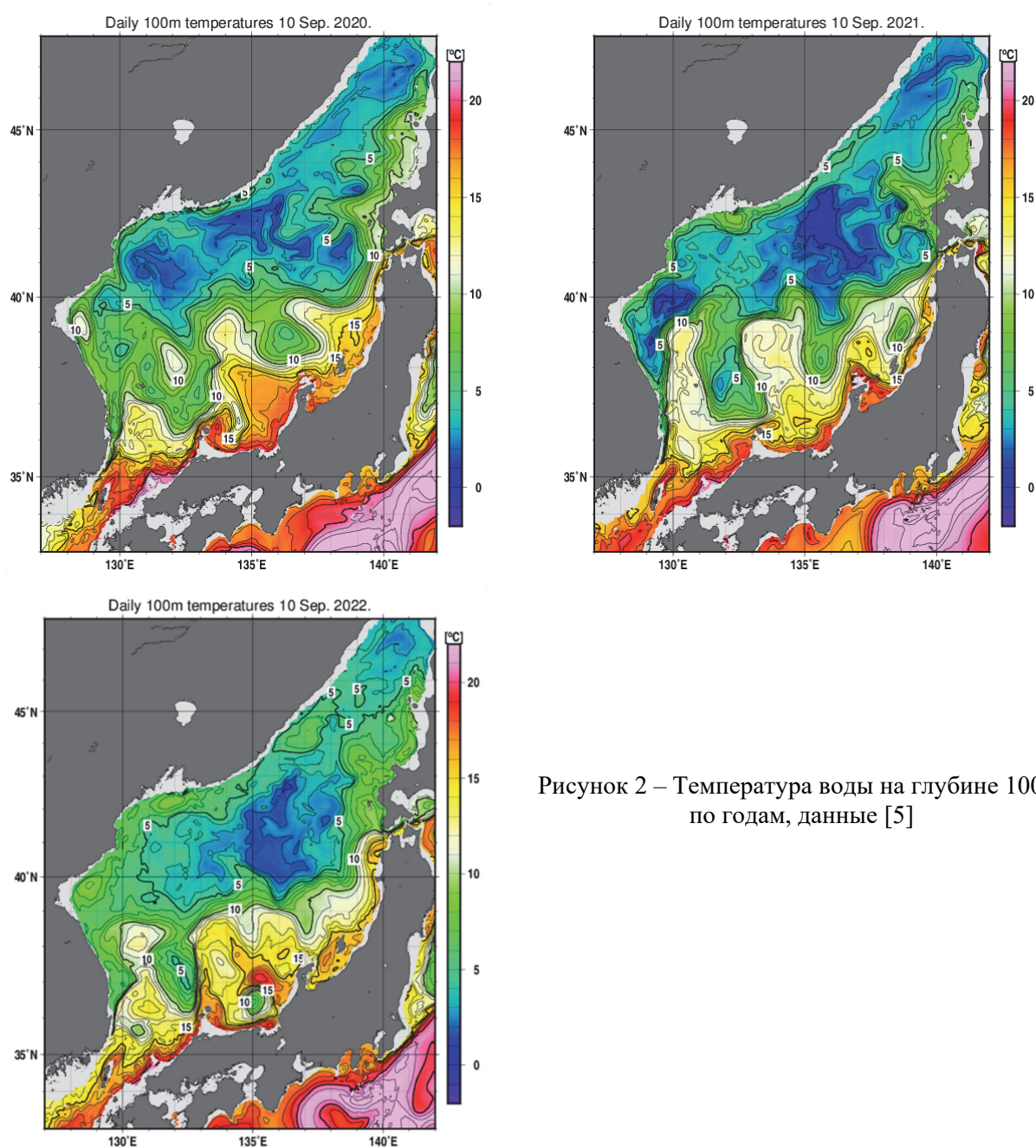


Рисунок 2 – Температура воды на глубине 100 м по годам, данные [5]

Поэтому действуют два фактора – обилие питания в дневное и ночное время и дальнейший переход в преднерестовое состояние. Ранее традиционный лов кальмара на свет был связан с биологическим циклом кальмара. Фактически большая часть районов промысла в Японском море и Курильских островов экономической зоны России связаны с возвратными процессами тихоокеанского кальмара в районы нереста, и активность реакции на джигер падает. В связи с этим возникает вопрос о применении на промысле кальмара в основном сетных орудий рыболовства. Таким образом, наличие кальмара и величина улова связаны только с использованием соответствующих технологий.

Библиографический список

1. Баринов В.В., Осипов Е.В. Разработка концепции управления процессами промысла тихоокеанского кальмара // Рыб. хоз-во. 2018. № 6. С. 48–51.
2. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Технология тралового промысла тихоокеанского кальмара // Рыб. хоз-во. 2021. № 3. С. 108–111.
3. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Исследование процессов промысла Тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в российских водах Японского моря // Рыб. хоз-во. 2022. № 3. С. 40–45.
4. Мокрин, Н.М. Экология и перспективы промысла тихоокеанского кальмара *Todarodes pacificus* в Японском море // дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16 / Мокрин Николай Михайлович; ТИНРО-Центр. Владивосток, 2006. 186 с.
5. Японское метеорологическое агентство. Режим доступа: <https://www.jma-net.go.jp/jsmarine/>.
6. Баринов В.В., Осипов Е.В. Технология промысла пелагических кальмаров с помощью конусных подхватов // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 3–7.

Василий Владимирович Кудакеев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: kudakaev.vv@dgtru.ru

**Параметрическое моделирование пластины крепления ваера
к траловой доске пр. 2490 в «Компас 3D»**

Аннотация. В связи с уходом из РФ известных мировых компаний, производящих САД программы, таких как AutoDesk и SolidWorks, перед отечественными инженерами и дизайнерами встал серьезный вопрос – чем можно заменить зарубежные аналоги? Достаточно долгое время в нашей стране работают несколько компаний, которые серьёзно занимаются разработкой САД программ, однако до тех пор, пока с российского рынка не ушли мировые гиганты, большинство пользователей не задумывалось о переходе на отечественное ПО. Представлен пример создания параметрической 3D-детали «Пластина» с использованием отечественного ПО «Компас 3D».

Ключевые слова: траловая доска, 3D-моделирование, параметрическая 3D-деталь

Vasilii V. Kudakaev

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: kudakaev.vv@dgtru.ru

Parametric designing of the plate for warp fastening to trawl door in Compass 3D

Abstract. In view of departure from the Russian Federation of well-known world companies which are producing CAD programs, such as AutoDesk and SolidWorks, domestic engineers and designers were confronted with a question «What can replace foreign analogues?». For quite a long time in our country there are several companies that are seriously engaged in the development of CAD programs, but until the world giants left our market, many users did not think about switching to domestic software. The article will present an example of creating a parametric 3D part «Plate» using the domestic software «Compass 3D».




Keywords: trawl door, 3D-model, parametric parts

В предыдущих работах [1], [2] было описано, как создавать обычные и параметрические 3D-детали траловой доски с использованием AutoDesk Inventor. Рассмотрим принцип построения параметрической детали в «Компас 3D».

На рис. 1 представлена деталь «Пластина» траловой доски пр. 2490.

Пластина представлена в 2 проекциях, и в нижней части рисунка находится таблица, которая говорит о том, что пластина имеет несколько исполнений. В соответствии с таблицей размеры L, B, R, S – параметрические и изменяются в зависимости от исполнения детали. В данном случае исполнений у нас 3.

Построение детали в «Компас 3D» начинается с того, что на экране приветствия нужно

нажать кнопку  либо раскрыть в левом верхнем углу экрана меню , в котором выбрать пункт  Деталь. После выполненных действий откроется пространство модели с обозначенным рабочими плоскостями XY, ZY, ZX. С левой стороны экрана расположится

дерево модели. В дереве модели можно сразу задать свойства, кликнув правой кнопкой мышки по **Деталь (Тел-0)** и выбрав из контекстного меню «Свойства модели». В свойствах сразу указывается обозначение «2490.025», наименование «Пластина» и материал «Сталь 08 ГОСТ 1050-2013». Следующий шаг построения – задание параметрических размеров. Для этого в левой стороне экрана следует в дереве нажать кнопку **f_x** , после чего откроется таблица с переменными. Затем вводятся переменные первого исполнения детали, как показано на рис. 2.

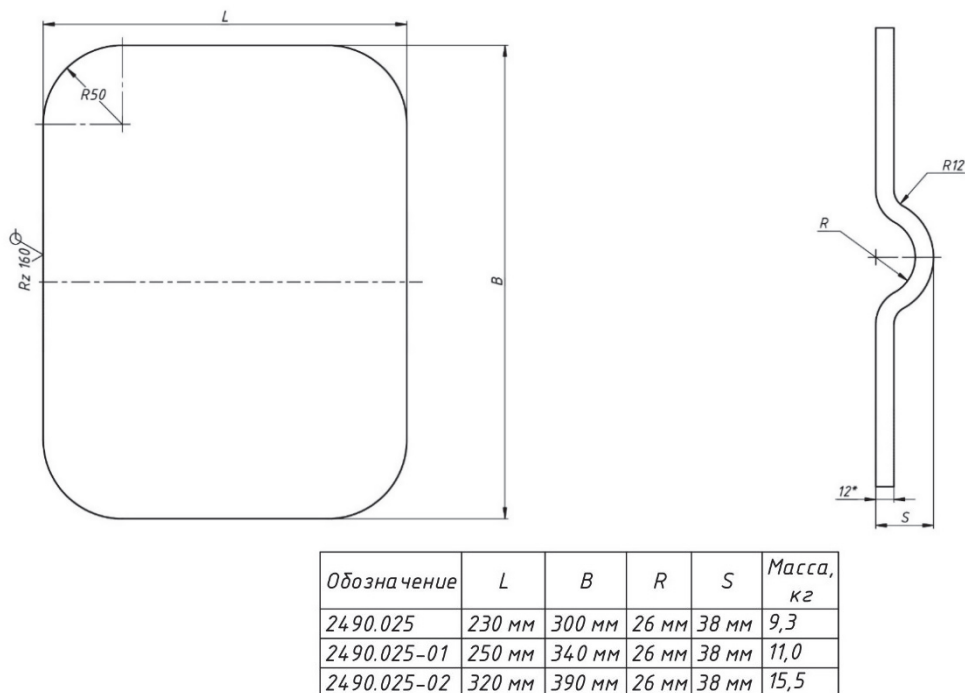


Рисунок 1 – Пластина для крепления ваера к траловой доске

Переменные				
f_x				
f_x				
	Имя	Выражение	Значение	Параметр
▼ 2490.025 Пластина (Тел-0)				
	L	230	230	
	B	300	300	
	R	26	26	
	S	38	38	
▶ Начало координат				

Рисунок 2 – Переменные детали

Перед тем как создавать 3D-деталь, необходимо внимательно её изучить, чтобы понять, каким из методов её проще построить и какой формы должен быть первоначальный эскиз. Если посмотреть на чертёж, можно заметить, что деталь изготовлена из стального листа, который имеет толщину 12 мм. На этом этапе становится понятно, что 3D-модель

можно изготовить из эскиза либо выдавливанием, либо созданием поверхности с последующим приданием ей толщины, либо созданием листового тела. Вид сбоку на рис 1 подходит для построения 3D-детали при помощи выдавливания. Но проще будет сделать по этому виду свой эскиз для создания листовой детали либо детали из поверхности. Наилучшей плоскостью для создания эскиза будет XY, с точки зрения дальнейшей сборки траловой доски. Кликом выбирается нужная для построения эскиза, затем, кликнув по плоскости правой кнопкой мышки, выбирается из контекстного меню «Создать эскиз». Так как у нас будет листовое тело, то на открывшейся плоскости построим эскиз не целого вида с боку, а только левую часть вида сбоку. При построении примитивов эскиза, используя инструмент «Зеркало», можно сократить время работы. Затем наложим размерные ограничения на деталь по первому исполнению, чтобы получилось, как на рис. 3. При наложении размерных ограничений необходимо использовать переменные из рис. 2 и, если необходимо, вводить корректировку в эскизе.

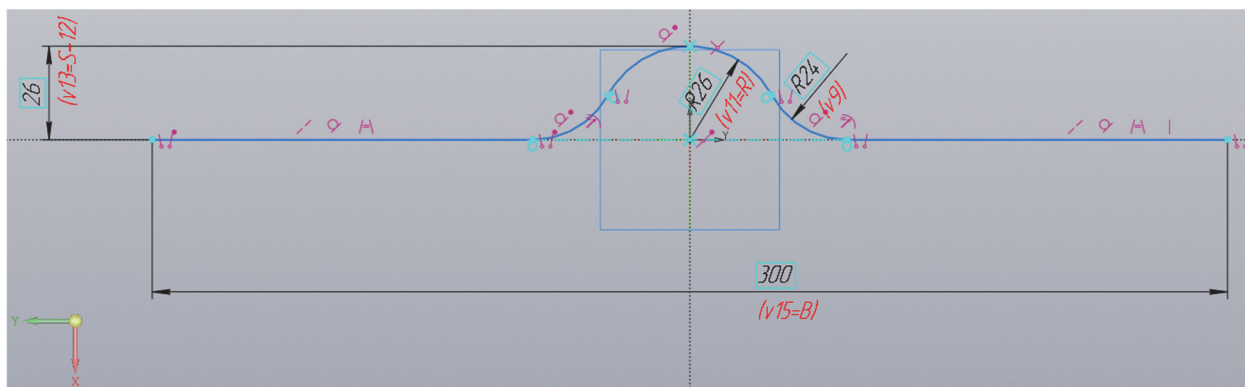


Рисунок 3 – Эскиз детали «Пластина»

Если эскиз полностью определён и не имеет степеней подвижности относительно осей координат, то в дереве детали у эскиза должен появиться знак «+» «Эскиз:1». Если эскиз не определён, то будет знак «-», что означает, что необходимо добавить ограничения.

По умолчанию при моделировании деталей включено твердотельное моделирование, это отображено в верхнем левом углу ленты меню: «Твердотельное моделирование». Чтобы сделать листовую деталь, необходимо переключиться на листовое моделирование «Листовое моделирование». Затем создать листовое тело, нажав соответствующую кнопку «Листовое тело». При создании листового тела также необходимо использовать переменные детали (рис. 2), указать направление и значение толщины листа, задать симметричное построение детали, в результате получится деталь «Пластина». Затем в соответствии с видом сверху (см. рис. 1) создаются скругления углов (рис. 4).

Для того чтобы создать несколько исполнений детали, необходимо нажать значок исполнения , откроется дерево «Исполнения» в котором будет отображаться первое исполнение детали «2490.025 Пластина (Тел-1)», после клика правой клавишей мышки по нему откроется контекстное меню, в котором можно выбрать «+ Создать исполнение». Таким образом, добавляются два зависимых от первого исполнения. Понятие «Зависимые» здесь означает, что они будут зависеть от первого, и при изменении первого исполнения будут меняться и последующие. Чтобы сделать переменные изменяемыми при переключении исполнений, в этом же контекстном меню нужно выбрать «Управление исполнениями». В окне открывшегося менеджера документа необходимо поочерёдно добавлять переменные при помощи кнопки , и изменить их значения, указанные в таблице на рис. 1, в результате получится таблица, рис. 5.

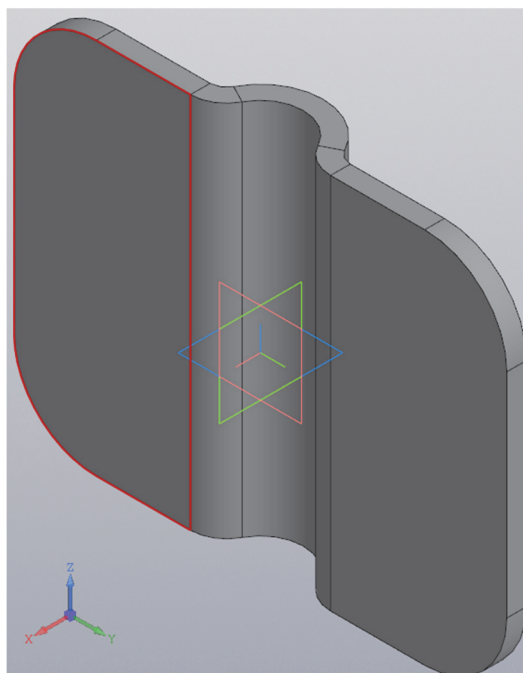


Рисунок 4 – Первое исполнение детали «Пластина»

Менеджер документа

2490.025-02 Пластина (Тел-1)

Слои

Исполнения


Дополнительные номера



Пересчет размеров 2490.0

Исполнение	Материал	Масса...	L	B	R	S
5	Сталь 08 ГОСТ 10...	6.743890	230.0	300.0	26.0	38.0
5-01	Сталь 08 ГОСТ 10...	6.743890	250.0	340.0	26.0	38.0
5-02	Сталь 08 ГОСТ 10...	6.743890	290.0	390.0	26.0	38.0

OK Применить Отмена Справка

Рисунок 5 – Значения переменных для разных исполнений детали

После нажатия кнопки «ОК» откроется дерево «Исполнения». Кликая по каждому из исполнений, можно переключаться между ними, и деталь в окне будет перестраиваться. Чтобы деталь отображалась на дальнейших чертежах в нужном виде, можно задать свой вид при помощи кнопки «Ориентация»  и далее через меню «Настройки».

Для проверки и создания чертежа с исполнениями необходимо сохранить деталь (можно не закрывать документ). Затем, раскрыв меню в левом верхнем углу , выбрать «Чертёж». По умолчанию откроется рамка чертежа в формате А4 Книжная, через дерево документа её можно изменить на А3 Альбомная. Затем в ленте на панели «Виды» нажать кнопку  Стандартные виды с модели..., после чего выставляется масштаб и вид на модель. Расставляются размеры при помощи инструментов на панели «Размеры». Чтобы вставить таблицу исполнений, достаточно войти в меню Управление → Отчёты → Создать таблицу исполнений. При этом пользователю предлагается выбрать, какие элементы должны быть в таблице, какие размеры столбцов должны быть и сколько должно быть знаков после размерных единиц. Чтобы вставить технические требования, необходимо пройти через меню Оформление → Технические требования. Для того чтобы поставить в углу экрана неуказанную шероховатость, также предусмотрена автоматизация этого процесса, для этого необходимо пройти через меню Оформление → Не указанная шероховатость и далее, вы-

брав её тип, в верхнем правом углу будут вставлены нужные значки. Для расстановки шероховатости на детали в ленте на панели «Обозначения» расположен специальный инструмент, который позволяет быстро расставить нужный способ обработки детали. Окончательный чертёж детали «Пластина» представлен на рис. 6.

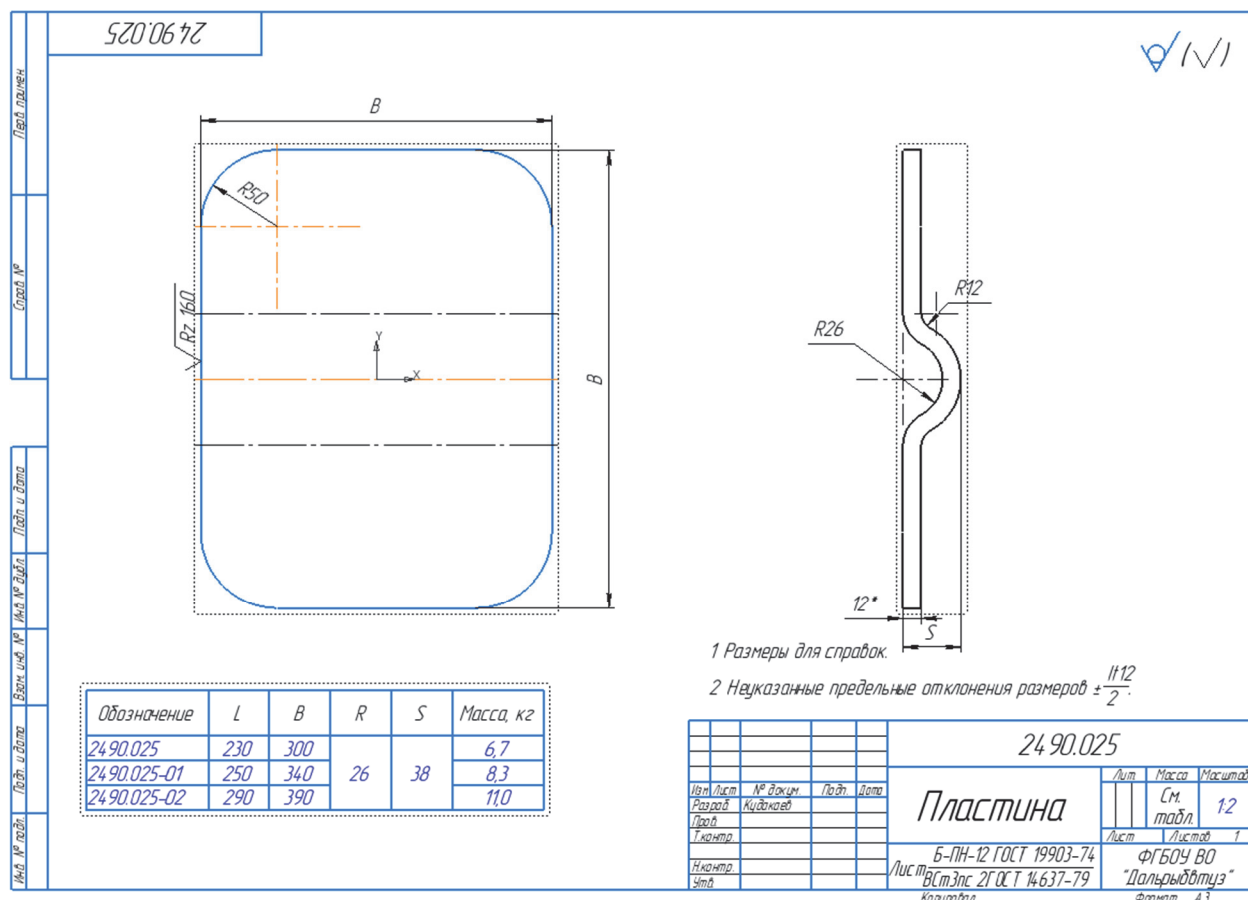


Рисунок 6 – Чертёж детали «Пластина» в нескольких исполнениях

В данной статье показано, как создать 3D-параметрическую деталь «Пластина», а также оформление её в виде чертежа с использованием отечественного программного обеспечения для проектирования. Если сравнивать процесс моделирования параметрических деталей в «Компас 3D» с процессом моделирования в Autodesk Inventor, то можно сделать следующие выводы:

- цветное отображение 3D-деталей в «Компас 3D» немного скромнее;
- процесс построения деталей практически одинаковый;
- «Компас 3D» рассчитан в основном на отечественные ГОСТы.

Отечественное ПО имеет весь необходимый минимальный инструментарий для 3D-моделирования и может быть эффективно использовано в промышленности РФ.

Библиографический список

1. Кудакеев В.В. Параметрическое моделирование деталей траловых досок в системе Autodesk Inventor // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Междунар. науч.-техн. конф. 2021. С. 13–17.
2. Кудакеев В.В. 3D-моделирование сложных элементов траловых досок с целью дальнейшего исследования их гидродинамических характеристик // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы Нац. науч.-техн. конф. 2020. С. 55–60.

УДК 639.2 (265.53)

Артур Айварович Майсс

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство»; ООО «Гидробионик», генеральный директор, Россия, Владивосток, e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

Владимир Григорович Сиренко

НОК «Приморский океанариум», филиал ННЦМБ ДВО РАН, Россия, Владивосток

Олег Валентинович Телятник

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток

Дмитрий Геннадьевич Наумов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, аспирант кафедры «Промышленное рыболовство», Россия, Владивосток

**Интенсификация промысла тихоокеанских лососей
путем щадящего отвода морских млекопитающих
из зоны действия ставного невода**

Памяти профессора Ю.А. Кузнецова посвящается

Аннотация. Описывается опыт применения природоподобной технологии щадящего отвода нерп из зоны действия ставного невода с применением гидробионического макета косатки. Работы проводились в июне–июле 2022 г. на рыболовном участке на промысле горбуши и симы на северо-западном побережье Японского моря.

Ключевые слова: промысел, ларга, тихоокеанские лососи, косатка, биоакустика, гидробионика

Artur A. Maiss

Far Eastern State Technical Fisheries University, Senior Lecturer of the Department of Industrial Fisheries; Hidrobionika LLC, General Director, Russia, Vladivostok, e-mail: mayss.aa@dgtru.ru

Vladimir G. Sirenko

Scientific and Educational Complex «Primorsky Aquarium», Far Eastern Branch of RAS, Russia, Vladivostok

Oleg V. Telyatnik

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Science, Russia, Vladivostok

Dmitriy G. Naumov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Russia, Vladivostok

Intensification of the fishery for Pacific salmon in mitigating interactions between seals and stationary seine

Abstract. The article describes the experience of using a nature-like technology to mitigate the interaction of seals with a stationary seine net using a hydrobionic model of a killer whale. The work was carried out in June-July 2022 at a fishing area for pink salmon and masu salmon on the northwestern coast of the Sea of Japan.

Keywords: fishing, seal, Pacific salmon, killer whale, bioacoustics, hydrobionics

Введение

Проблема конкуренции между рыбаками и морскими млекопитающими за водные биологические ресурсы во всем мире рассматривается в двух аспектах: 1) экологический – уменьшение случайной смертности морских млекопитающих, попадающих в орудия лова, считающейся приловом; 2) экономический – уменьшение экономических издержек от действий морских млекопитающих, так называемого «нахлебничества». Для решения вышеуказанных задач в мировой практике применяют акустические «сигнализаторы». Для снижения прилова применяют устройства, которые излучают относительно низкую интенсивность звука (<150 дБ относительно 1 мкПа на 1 м²); они известны как пингеры, или устройства акустического отпугивания (acoustic deterrent devices (ADDs)). Для снижения хищничества применяют излучатели с высокой выходной мощностью (> 185 дБ), часто называемые устройствами акустического воздействия (acoustic harassment devices (AHD)). И ADDs, и AHD крепятся на орудия лова и работают в автоматическом режиме, излучая сигналы с определенной периодичностью вне зависимости от того, есть рядом морские млекопитающие или их нет [1]. Такой подход дает определенные результаты, но не решает проблемы, так как морские млекопитающие (ММ) быстро адаптируются к данным звукам и идут за пищей, которая находится в орудии рыболовства.

Предлагаемая авторами природоподобная технология основана на применении методов и средств промысловой биоакустики, основы которой разрабатывались специалистами ТИНРО и Дальрыбвтуза с начала 1970-х гг. под руководством профессора Ю.А. Кузнецова [2], принцип ее действия заключается в имитации звуков, издаваемых косатками, для щадящего отвода нерпа из зоны действия ставного невода. Технология предъявления нерпам гидробионического макета косатки прошла успешные промысловые испытания в 2021 г. на промысле тихоокеанских лососей на Западной Камчатке [3]. В 2022 г. данная технология была модернизирована и, в отличие от зарубежных аналогов, дает возможность дистанционно включать сигналы воздействия только при появлении морского млекопитающего в зоне действия орудия лова. Помимо этого макет косатки был оснащён гибридным гидроакустическим устройством, позволяющим генерировать различные надводные и подводные низкочастотные сигналы.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили протоколы промысловых испытаний гидроакустических систем на промыслах тихоокеанских лососей, проведенных в 2014, 2016, 2021 гг. с применением методов и средств промысловой биоакустики [2, 3, 4].

Эффективность применяемой технологии оценивалась в результате сравнительного анализа уловов двух рядом стоящих, на расстоянии 2 км, неводов, на одном из которых применялась технология щадящего отвода нерпа, а на другом – не использовалась. Оба невода принадлежали одной компании и обслуживались одной рыболовецкой бригадой. Конструкции неводов практически не отличались друг от друга. Невода имели следующие параметры: крыло длиной в 180 м, одна ловушка длиной 110 м, которая состояла из двора, двух накопительных садков и двух глухих садков.

Во время промысловых испытаний в светлое время суток велся непрерывный визуальный мониторинг с наблюдательного поста, расположенного у уреза воды в 10 м от цен-

трального троса невода. Наблюдатели фиксировали время и место появления нерп в зоне действия ставного невода, после чего давали команду с берегового пульта управления на плавучую платформу, которая располагалась в зоне ловушки невода (рис. 1) и была оснащена гибридным гидроакустическим устройством, которое по команде генерировало надводные или подводные сигналы, имитирующие звуки косаток, кроме сигналов косаток были опробованы и иные сигналы, вызывающие беспокойство морских млекопитающих, в том числе в инфразвуковом спектре.

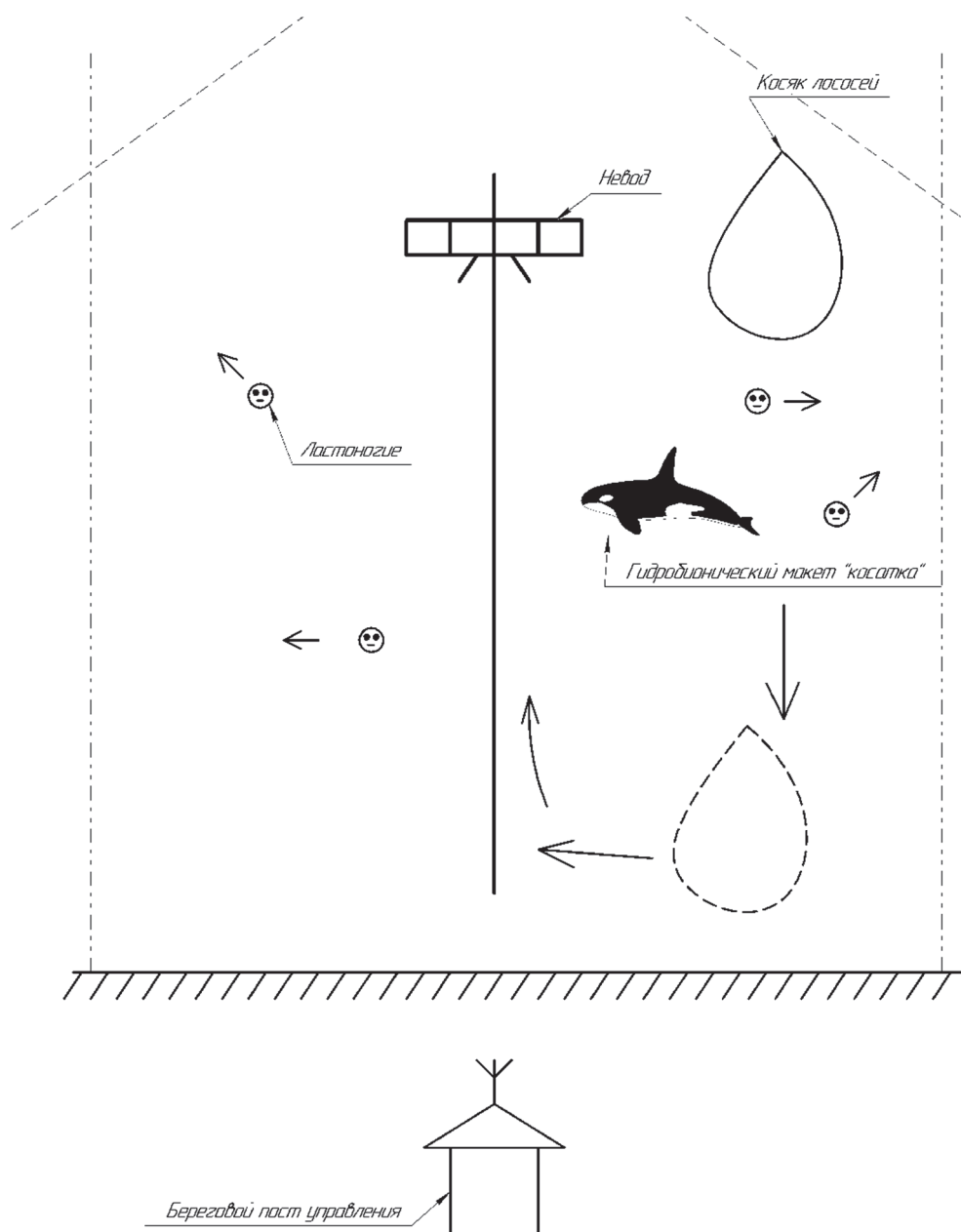


Рисунок 1 – Схема размещения гидробионического макета косатки в зоне действия ставного невода

Результаты исследования

За время проведения промысловых испытаний в период с 5 июня по 10 июля 2022 г. было зафиксировано более 700 подходов нерп и других морских млекопитающих в зону действия ставного невода (рис. 2).

В результате применения на неводе 1 гидробионического макета косатки и щадящего отвода нерп уловы данного невода превысили уловы соседнего, невода 2, в 2 раза (рис. 3).

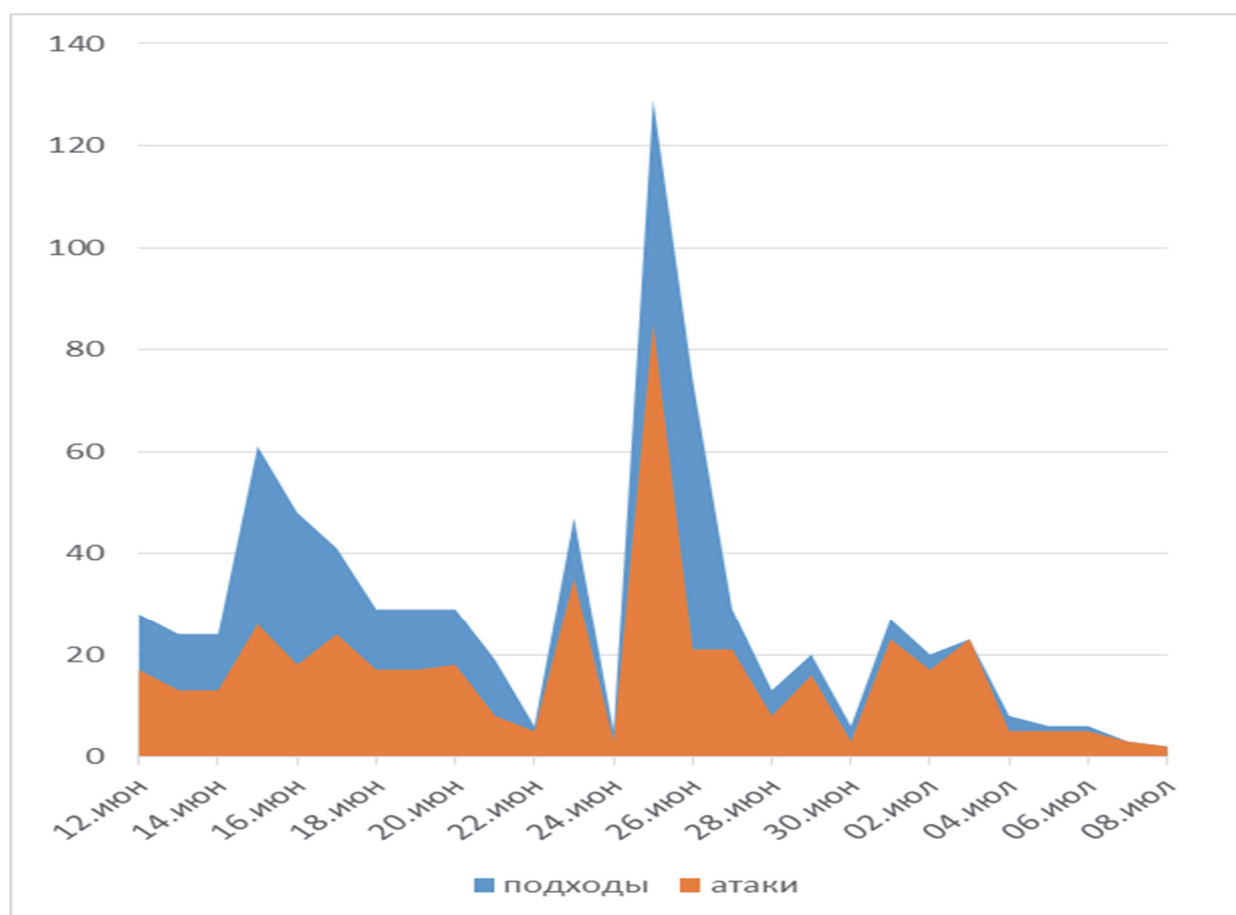


Рисунок 2 – Суточная динамика подходов нерп в зону действия ставного невода в период с 12 июня по 10 июля 2022 г.

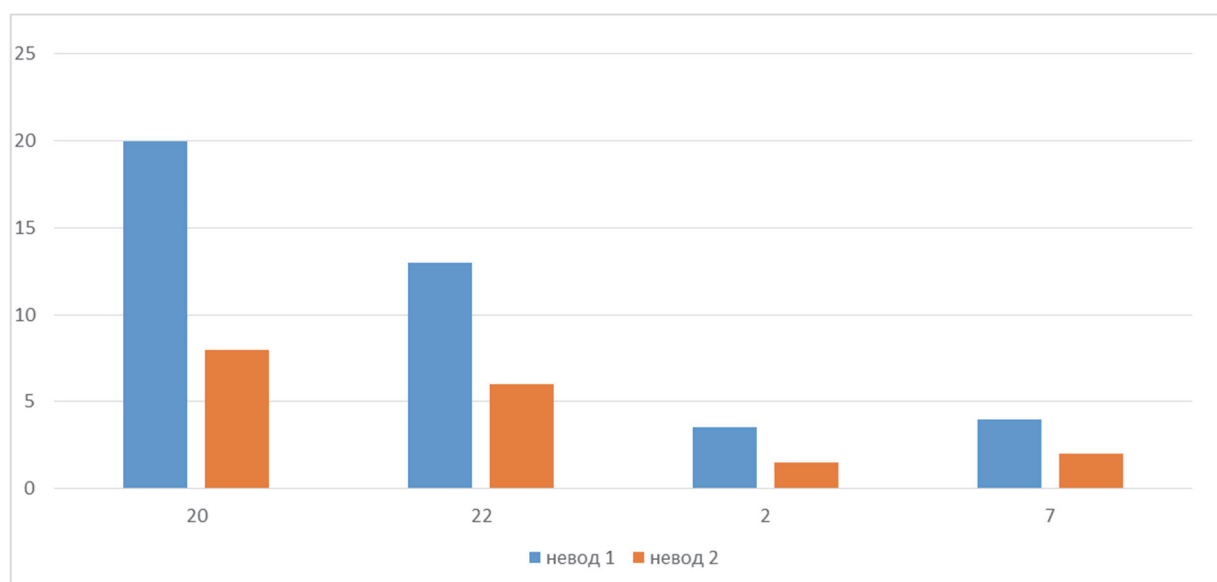


Рисунок 3 – Сравнительный анализ уловов невода 1, где применялась технология щадящего отвода нерп, и невода 2, где оборудование не применялось (по оси Y – тонны, по оси X – даты сдачи уловов)

Заклучение

Применяемая технология интенсификации добычи лососевых показала свою эффективность, особенно в период массового хода горбуши и симы, что подтверждается сравни-

тельным анализом уловов с невода, где применялось оборудование для интенсификации добычи, и контрольного невода (не оснащенного средствами отвода морских млекопитающих) (см. рис. 3).

Вылов с невода, оснащённого гидробионическим макетом косатки, превысил вылов контрольного невода более чем в 2 раза.

Библиографический список

1. Dawson, S., Northridge, S., Waples, D., & Read, A. (2013). To ping or not to ping: the use of active acoustic devices in mitigating interactions between small cetaceans and gillnet fisheries. *Endangered Species Research*, 19(3), 201–221. URL: <https://doi.org/10.3354/esr00464>.

2. Кузнецов Ю.А., Кузнецов М.Ю. Обоснование и разработка методов и средств промысловой биоакустики: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. 339 с.

3. Майсс А.А. Воздействие промысла тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) ставными неводами на ларг (*Phoca largha*) в прибрежных экосистемах дальневосточных морей России: проблема и пути решения // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы V Нац. науч.-техн. конф. Владивосток, 2022. С. 45–51.

4. Кузнецов Ю.А., Казаков Д.В. Исследование уловистости ставных неводов с учетом кинематического и ориентационного поведения лососей // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. 2016. Вып. 42. С. 55–71.

Сергей Геннадьевич Михалап

Псковский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ПсковНИРО), руководитель филиала, ORCID: 0000-0001-9153-7046, Россия, Псков, e-mail: mikhailap_vniro@mail.ru

Владимир Владиславович Тараканов

Псковский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ПсковНИРО), старший специалист, Россия, Псков, e-mail: pskovniro@vniro.ru

**Состояние любительского рыболовства на Чудско-Псковском озере
(российская часть акватории) в зимний период**

Аннотация. Трансграничное Чудско-Псковское озеро – третий по величине водоем в европейской части России, на котором хорошо развиты не только промышленное, но и любительское рыболовство. В работе проанализированы и обобщены данные по уловам рыболовов-любителей на Чудско-Псковском озере в зимний период 2022 г. Выявлено, что в зимний период любительское рыболовство характеризуется наибольшей интенсивностью, в целом оставаясь стабильным на протяжении последнего десятилетия. Доминирующими видами в любительских уловах, на долю которых приходится более 85 %, являются плотва и окунь.

Ключевые слова: любительское рыболовство, спортивное рыболовство, Псковская область, Чудско-Псковское озеро

Sergey G. Mikhailap

Pskov Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (PskovNIRO), Head, Russia, Pskov, e-mail: mikhailap_vniro@mail.ru

Vladimir V. Tarakanov

Pskov Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (PskovNIRO), Senior Specialist, Russia, Pskov, e-mail: pskovniro@vniro.ru

Recreational fishing on Lake Peipus (Russian part of the water area) in winter

Abstract. The transboundary Lake Peipus is the third largest water body in the European part of Russia, subjected to pressure not only from industrial, but also from recreational fishing. The paper analyzes and summarizes data on the catches of recreational fishermen in Lake Peipus in the winter period of 2022. It was revealed that the load of recreational fishing on the reservoir during the winter period can be compared with the load of commercial fishing, generally remaining stable over the past decade. The dominant species in amateur catches (up to 90 % of catch) are roach and perch.

Keywords: recreational fishing, sport fishing, Pskov region, Lake Peipus, Pskov Lake

На территории Псковской области расположено более 3700 водоемов. Кроме промышленного в регионе издавна широко развито любительское и спортивное рыболовство, ведущееся в настоящее время по двум направлениям: 1) платное любительское рыболовство на водоёмах площадью до 10 га, организуемое в рамках развития рекреационной аквакульту-

ры; 2) неорганизованный лов рыболовов-любителей. Первое направление развито на незначительном количестве малых водоемов. Неорганизованный любительский лов распространен повсеместно.

Основная нагрузка как промышленного, так и любительского лова приходится на трансграничное Чудско-Псковское озеро. Это один из крупнейших водоёмов Европы, занимающий по площади третье место в европейской части России и четвёртое – в Европе. Площадь его водного зеркала при среднем уровне воды равна 3555 кв. км (1985 кв. км располагается на территории Российской Федерации и 1570 кв. км – Эстонской Республики) [1].

Составными частями водоёма являются:

- Чудское озеро (2613 кв. км; средняя глубина – 8,3 м) – северная часть;
- Псковское озеро (709 кв. км; средняя глубина – 3,8 м) – южная часть;
- Тёплое озеро (236 кв. км; средняя глубина – 2,5 м) – соединяющий их пролив (рис. 1).

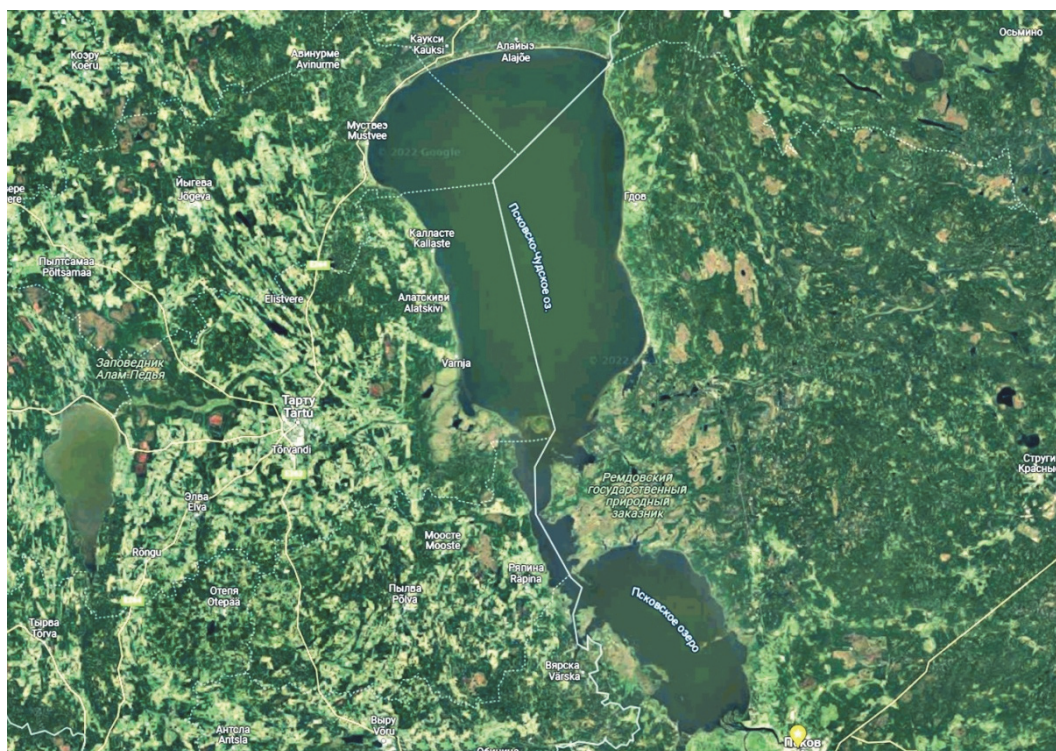


Рисунок 1 – Спутниковый снимок Чудско-Псковского водоёма

Обитателями этого высококормного мелководного водоема являются тридцать шесть видов рыб, из которых около десяти имеют промысловое значение. К ним можно отнести снетка, судака, леща, щуку, окуня, плотву. Второстепенное промысловое значение в связи с низкой численностью имеют ряпушка, сиг, налим. Специализированный лов таких видов, как густера, красноперка, линь, уклея, язь, ерш и пр., не производится, но эти виды имеют значение для любительского рыболовства. Рыбные запасы озера относительно стабильны, однако состав доминирующих промысловых видов меняется под влиянием процессов, происходящих в экосистеме водоема. Так, в XIX–XX вв. главным объектом промысла в водоёме был снеток: его доля в отдельные годы составляла до 58 % от суммарного улова. В 80-е годы XX в. одним из основных промысловых видов являлась ряпушка, которой в 1988 г. было добыто рекордное количество – 3271 т (33 % от общего улова). В первые десятилетия XXI в. на ведущее место в качестве основных промысловых видов в Чудско-Псковском озере вышли судак и лещ [2, с. 343–345].

Анализ динамики популяций восьми промысловых рыб Чудско-Псковского озера, формирующих основной объём (до 80 %) годового вылова, на основе данных начала 1950-х гг. – 2006 г. позволил реконструировать динамику его рыбных запасов. Выявилось, что популя-

ции пяти видов (ряпушки, сига, окуня, плотвы, ерша) демонстрировали тенденцию к снижению биомассы, в то время как запасы двух видов (леща и судака) начиная с 1980-х гг. значительно выросли [3].

Общеизвестно, что одним из факторов воздействия на водные биоресурсы, лимитирующим их современную численность является рыболовство, в том числе любительское [4, 5].

На Чудско-Псковском озере хорошо развито не только промышленное, но и активное любительское рыболовство. Особенно велико количество рыболовов-любителей в зимние месяцы: в выходные дни на льду Чудского озера скопления рыболовов-любителей насчитывают 5–8 тыс. человек, включая жителей смежных областей, а на территории Эстонии – и рыболовов-любителей из других стран Евросоюза. Количество рыболовов-любителей на льду Псковского озера, как правило, составляет 300–500 человек в будние дни, достигая 1,5–2 тыс. в выходные [6].

Одной из актуальных проблем рационального использования рыбных запасов остается степень соотношения объемов вылова рыбы в рамках промысла и рыбаками-любителями, обусловленная в первую очередь сложностью определения как количества самих рыболовов, так и совокупного объема выловленной ими рыбы. Ситуация осложняется и тем, что любительское рыболовство на внутренних водоемах европейской части России в последнее время меняется под влиянием развития науки и технологий. В частности, это выражается в уровне технической оснащенности рыболовов, которая значительно повышает доступность отдаленных мест для лова рыбы и эффективность ее поиска [7], а значит, потенциально может означать значительное увеличение количества изымаемых водных биоресурсов.

В последние годы Псковский филиал ФГБНУ «ВНИРО» проводит мониторинг любительского рыболовства на главном промысловом водоеме региона – Чудско-Псковском озере с целью определения роли и влияния любительского и спортивного рыболовства на состояние запасов водных биоресурсов.

Объектом настоящего исследования является любительское рыболовство в подледный период. Предмет исследования – соотношение степени изымаемых рыбных ресурсов любительским и промышленным рыболовством. Главной целью работы является анализ данных о количестве рыболовов-любителей, величине и видовом составе изымаемых ими водных биоресурсов на Чудско-Псковском озере в зимний период 2022 г.

Материалы и методы

При выборе методов исследования вслед за С.С. Мосияшем [8] мы исходили из того, что одним из основных показателей при оценке любительского лова рыбы является численность рыболовов, присутствующих на изучаемом водоеме в течение определенного времени. Вторым параметром стала величина любительских уловов.

Анализ посещаемости озера произведен на основе полевых данных сотрудников Псковского филиала ФГБНУ «ВНИРО», собранных в январе–марте 2022 г. (рис. 2), а также информации, полученной от рыболовов-любителей путем устных опросов. Кроме того, была проведена косвенная оценка посещаемости водоема на основе анализа 297 сообщений со специализированных сайтов: Псковский рыболовный форум, Pkovfishing.ru и др. В качестве основного метода учета посещаемости водоема использовался метод экстраполяции (выборочные подсчеты рыболовов на береговой линии и в прибрежной зоне). Для определения численности рыболовов-любителей на водоёме акватория озёр условно делилась на участки. На основе анализа сообщений рыболовов-любителей и собственных наблюдений определялась численность для каждого из районов. При отсутствии показателей в течение какого-либо промежутка времени для конкретного района использовалась усреднённая экстраполяция численности на основе учета количества рыболовов-любителей в других районах.

В качестве основного количественного показателя при оценке любительских уловов использовался относительный улов на единицу рыболовного усилия.

Изучение видового состава и величины изымаемых водных биологических ресурсов проводилось в ходе полевых выездов и камеральной обработки полученных материалов. Для расчёта возможных дней лова использовались архивные данные о погоде из сети Интернет по силе ветра, температуре воздуха и осадкам.

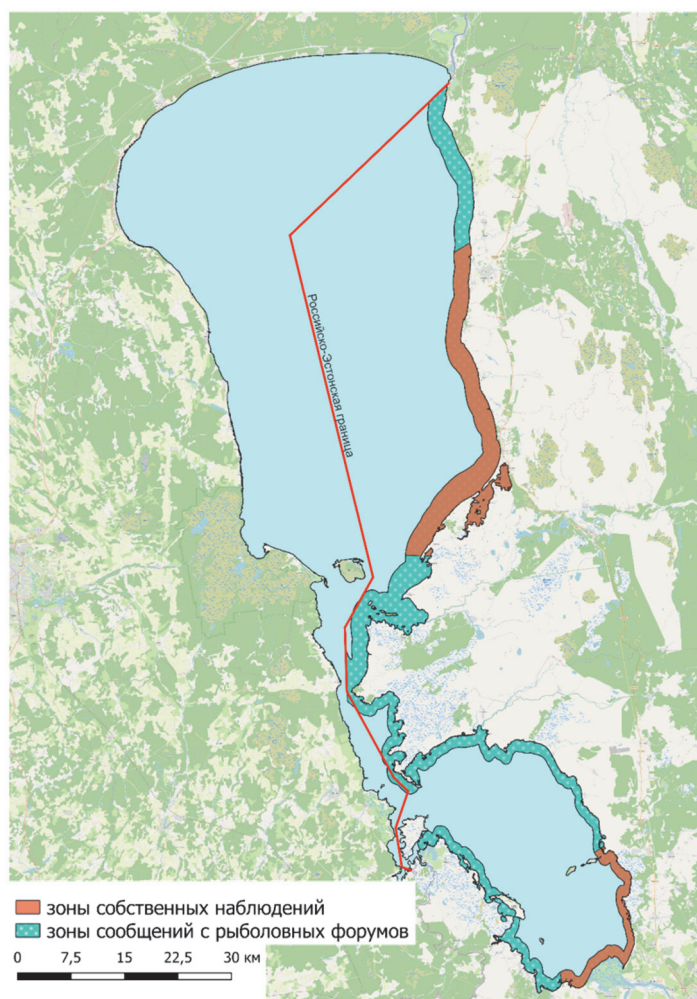


Рисунок 2 – Карта районов обследования любительского рыболовства на территории Псковской области

Результаты и обсуждение

Анализ данных за январь–март 2022 г. показал, что благодаря устойчивому и стабильному ледовому покрову, образовавшемуся в начале декабря 2021 г., любительский лов на Чудско-Псковском озере проходил практически по всему водоему в течение всех дней зимнего периода. Продолжительные морозные дни (с отсутствием аномально низких температур), сменяющиеся кратковременными оттепелями, способствовали сохранению устойчивого ледового покрова на протяжении всего периода наблюдения, вплоть до момента начала распада льда. Подлёдный любительский лов рыбы на Псковском озере в 2022 г. окончательно завершился 3 апреля, на Чудском – 10 апреля, что соответствовало началу распада льда на водоеме.

Рыболовы-любители осуществляли вылов рыбы в течение всех календарных дней рассматриваемого периода. В выходные количество рыбаков даже при неблагоприятных погодных условиях (сильный мороз и ветер) превышало численность рыболовов-любителей в будние дни. Так, на Псковском озере количество рыболовов-любителей могло достигать до 900 человек в день, в рабочие дни данный показатель варьировал от 253 до 347 человек соответственно. Аналогичная ситуация наблюдалась и на Чудском озере: среднее количе-

ство рыболовов-любителей составляло 692 человека в день (максимум 1007 человек) в выходные и праздничные даты и 227 человек (максимум 800 человек) в рабочие дни (рис. 3).

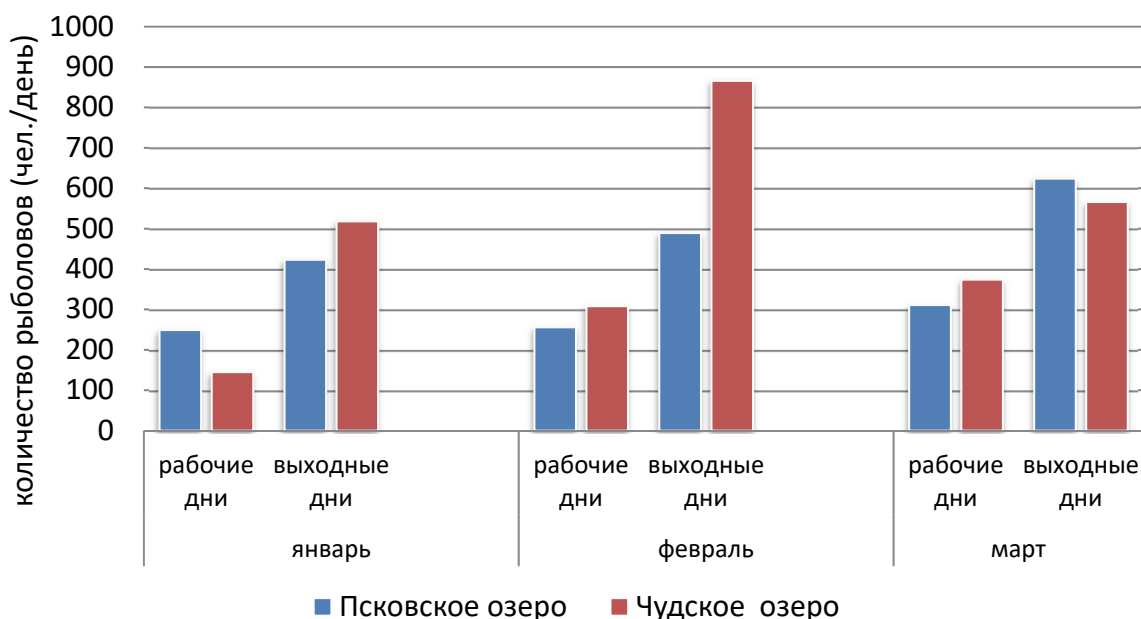


Рисунок 3 – Количество рыболовов-любителей в день на Чудском и Псковском озерах в январе–марте 2022 г.

В зимние месяцы рыболовы-любители на Чудско-Псковском озере использовали в основном мормышечные и доночные снасти с животной насадкой и отвесным блеснением.

Было подтверждено, что рыбаки-любители, использующие мормышечные снасти (как одиночные, так и двух-, трехмормышечные), поплавочные удочки и донки различной конструкции, обычно осваивают небольшое пространство облова и даже при отсутствии клева редко перемещаются более, чем на 1–2 км. Базовыми видами в уловах данной группы явились окунь и плотва. В качестве прилова попадался ерш, а в определенных районах – лещ и густера. Очень редко в уловах присутствовали налим, щука, судак, красноперка и язь.

Группа рыбаков, использующих снасти с отвесным блеснением, куда входит разнообразный ассортимент блесен и балансиров в различных модификациях, перемещалась на значительные расстояния (до 10–15 км от начальной точки лова, а при наличии транспорта – еще дальше). Основной ассортимент уловов этой группы составил окунь. Ближе к концу зимы в течение кратковременного периода в уловах любителей зимнего лова изредка появлялся судак.

На озере единично присутствовали рыбаки, ловящие на жерлицы, для которых характерными видами можно считать щуку, а в начале января – налима.

Анализ данных по уловам на усилие выявил, что средний вылов на одного рыбака в день составил в Псковском озере 6,1 кг рыбы, в Чудском – 7,1. Основной видовой состав уловов рыболовов-любителей состоял из представителей 6 видов: окуня, плотвы, ерша, густеры, щуки и судака. Первые 5 видов присутствовали повсеместно, уловы судака фиксировались только в Псковском озере, уловы леща – только в Чудском. Ерш, густера, а также единичные поимки налима, красноперки и язя попадались в качестве прилова. Доминирующими видами были плотва и окунь. При этом уловы окуня в Псковском озере составили 57 %, уловы плотвы в Чудском – 79,6 %. Расчетный вылов любителей в подледный период в январе-марте 2022 г. по Чудско-Псковскому озеру в российской части акватории составил: плотвы – 308 т, окуня – 168,5 т; ерша – 20 т, судака – 7 т.

Сравнение полученных данных с результатами 2021 г. показывает, что уловы на усилие в Псковском озере выросли (6,1 кг против 4,7 кг), тогда как в Чудском средние показатели уловов на усилие практически не изменились (7,1 кг против 7,0 кг). Как правило, именно в период окончания ледостава отмечаются наибольшие посещаемость и уловы рыболовов-любителей.

Общий объем промышленного лова за этот период 2022 г. составил 222,3 т, т.е. объем совокупного улова любителей превысил промышленный более чем в 2 раза. Такие достаточно высокие цифры объясняются определенными причинами. Структура рыболовства в Чудско-Псковском озере в зимний (подледный) период характеризуется некоторыми особенностями: пресс любительского рыболовства в это время значительно увеличивается по сравнению с периодом открытой воды. По данным Псковского филиала ФГБНУ «ВНИРО» за 2009–2018 гг., средняя нагрузка любительского рыболовства по Псковской области (в 100–150 км зоне вокруг Чудско-Псковского озера) при «нормальной» продолжительности ледостава составляет не менее 0,5 млн человекодней [9]. Ежегодный вылов рыбы рыбаками-любителями по России и Эстонии, по экспертным оценкам, как правило, колеблется в пределах 1,1–1,3 тыс. т, в том числе, окуня и плотвы не менее 70 % от общего объема [10]. В среднем ежегодно вылавливается по 300–400 т плотвы и окуня [11].

Кроме того, рыболовный сезон 2022 г. оказался достаточно длительным и благоприятным для подледного лова.

В то же время промышленное рыболовство в зимние месяцы отличается наименьшими масштабами, поскольку лов в Чудско-Псковском озере ориентирован обычно на орудия, используемые в открытых акваториях, такие как ставные сети, невода, механизированные мутники, заводы, и регламентируется в значительной степени продолжительностью ледостава. Не случайно промышленный вылов рыбы за первый квартал года, как правило, оставляет 6–7 % от годового улова. Так, за в 2021 г. совокупный улов по Чудско-Псковскому озеру (российская часть акватории) составил 2654 т, при этом за первый квартал было выловлено 150 т, что составило 5,6 % от годового улова [12]. Кроме того, промышленный лов в подледный период практически не изымает мелкого частика, являющегося основой промысла рыболовов-любителей. В целом следует отметить, что суммарный объем изымаемой в ходе любительского рыболовства ихтиомассы не превышает 10–12 % от ежегодного промышленного вылова.

Заключение

Суммарный вылов рыбы в первом квартале 2022 г. характеризовался высокими показателями, что отчасти обуславливалось благоприятными условиями для рыболовства, длительностью ледостава и состоянием промысловых популяций. Тем не менее можно констатировать, что пресс любительского рыболовства на водоеме относительно стабилен, при незначительных колебаниях от года к году.

Размещение рыболовов-любителей на водоеме характеризовалось большими скоплениями вдоль побережья, на расстоянии не более 3–4 км от берега, вместе с тем значительная часть рыбаков, обладающая транспортными средствами, перемещалась по всему озеру.

Видовой состав любительских и промышленных уловов существенно различался. В уловах рыболовов-любителей на Чудско-Псковском озере доминировали такие виды, как плотва, окунь и ерш.

Библиографический список

1. Румянцев В.А., Дробкова В. Г., Измайлова А. В. Озера европейской части. СПб.: ЛЕМА, 2015. 392 с.
2. Псковско-Чудское озеро / науч. ред. Т. Тимм, А. Раукас, Ю. Хаберман, А. Яани. Тарту: Eesti Loodustfoto, 2012. 490 с.

3. Состояние запасов и современные тенденции в динамике популяций промысловых рыб Псковско-Чудского водоёма / А.Е. Бобырев, Е.А. Криксунов, Н.Н. Мурзов, М.Б. Данилов, М.М. Мельник, Н.Я. Концевая, С.О. Северин, В.В. Тараканов // *Вопр. ихтиол.* 2013. Т. 53, № 1. С. 44–56.
4. Барабанов В.В., Чехомов С.П. Создание правил любительского рыболовства // *Вопросы рыболовства.* 2021. Т. 22, № 1. С. 110–115.
5. Вандышева В.В., Минин А.Е., Постнов Д.И., Катаев Р.К. Влияние любительского рыболовства на рыбные ресурсы Чебоксарского водохранилища // *Рыбохозяйственные исследования на водных объектах европейской части России: сб. науч. работ, посв. 100-летию ГосНИОРХ.* СПб. : [б.и.], 2014. С. 105–115.
6. Биологическое обоснование к прогнозу вылова на 2015 год в Чудско-Псковском озере (заключительный): отчет о выполнении НИОКР по теме № 45 / Псковское отд. ФГБУ «ГосНИОРХ» ; рук. раздела С.О. Северин. Псков, 2014. 133 с.
7. Северов Ю.А., Удачин С.А., Львов Д.В., Шакиров И.Р. Современное состояние любительского рыболовства на Куйбышевском водохранилище // *Современное состояние биоресурсов внутренних вод: материалы докл. II Всерос. конф. с междунар. участием, 6–9 ноября 2014 г., Борок, Россия. М. : Полиграф-Плюс, 2014. Т. 2. С. 521–527.*
8. Мосияш С.С. Еще раз о рыбке и рыбке: очерк о любительском рыболовстве. СПб. : [б.и.], 2014. 227 с.
9. Биологическое обоснование к прогнозу вылова на 2013 год в Чудско-Псковском озере: отчет о НИР по теме: Оценить состояние запасов водных биологических ресурсов, разработать рекомендации по их рациональному использованию, прогнозы ОДУ и возможного вылова на 2013 г. в пресноводных водных объектах зоны ответственности ФГБУ «ГосНИОРХ» / Псковское отд. ФГБУ «ГосНИОРХ» ; рук. раздела С.О. Северин. Псков, 2012. 121 с.
10. Материалы, обосновывающие общие допустимые уловы водных биологических ресурсов в Чудско-Псковском озере и малых водоемах Псковской области на 2020 год (с оценкой воздействия на окружающую среду): отчет о НИР / Псковское отд. ФГБУ «ГосНИОРХ»; рук. темы М.М. Мельник. Псков, 2019. 140 с.
11. Материалы, обосновывающие общий допустимый улов водных биологических ресурсов в Чудско-Псковском озере и малых водоемах Псковской области на 2016 год (с оценкой воздействия на окружающую среду): отчет о НИР / Псковское отд. ФГБУ «ГосНИОРХ». Псков, 2015. 136 с.
12. Материалы, обосновывающие общий допустимый улов водных биологических ресурсов в Чудско-Псковском озере и малых водоемах Псковской области на 2023 год (с оценкой воздействия на окружающую среду): отчет о НИР / Псковское отд. ФГБУ «ГосНИОРХ». Псков, 2022. 171 с.

Евгений Валериевич Осипов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: oev@mail.ru

Владимир Витальевич Чипизубов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, магистр, кафедра «Промышленное рыболовство», Россия, Владивосток, e-mail: vladimirchipizubov2000@gmail.com

Роман Олегович Шкуратов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, магистр, кафедра «Промышленное рыболовство», Россия, Владивосток, e-mail: romanshkuratov123@gmail.com

**Разработка концепции траловой комплексной лебедки для схемы
со снижением или исключением ручного труда**

Аннотация. Рассмотрена концепция траловой лебедки с комбинированными ваерными барабанами и кабельно-сетной для траловой системы, где вместо досок использованы гибкие распорные устройства. Предложена принципиальная конструкция такой лебедки с убирающимися канатоукладчиками и схема ее управления.

Ключевые слова: комплексная траловая лебедка, схема управления, принципиальная конструкция лебедки

Evgeny V. Osipov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: oev@mail.ru

Vladimir V. Chipizubov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Master's degree student, Department of Industrial Fisheries, Russia, Vladivostok, e-mail: vladimirchipizubov2000@gmail.com

Roman O. Shkuratov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Master's degree student, Department of Industrial Fisheries, Russia, Vladivostok, e-mail: romanshkuratov123@gmail.com

**Development of the concept of a trawl complex winch for a scheme with a reduction
or elimination of manual labor**

Abstract. The concept of a trawl winch with combined warp drums and a cable-net winch is considered for the trawl system, where flexible spacers are used instead of planks. The principal design of such a winch with retractable rope-layers and its control scheme are proposed.

Keywords: integrated trawl winch, control scheme, basic design of the winch

В настоящее время на траловом промысле используются лебедки с выполнением различных функций: ваерные, вытяжные, кабельно-сетные. Однако в прошлом в отечественном рыболовстве использовались комбинированные лебедки. Применение всех этих типов подходов к проектированию отдельных или комбинированных лебедок было продиктовано компоновкой промысловой палубы и промысловой схемы с учетом снижения аварийных случаев. Предлагаемый подход и концепция лебедки также связана с таким подходом, в частности – использования ее с траловой системой, оснащённой гибкими распорными устройствами (ГРУ) [1], что позволяет наматывать их на кабельно-сетной барабан. Поэтому концепция траловой лебедки должна совмещать два ваерных барабана и кабельно-сетной [2]. Использование такой лебедки с данной траловой системой позволяет использовать ее для рыболовных судов-дронов [3, 4], управляемых дистанционно.

Особое значение имеет выбор привода лебедки. В настоящее время применяются гидравлические и электрические системы. Гидравлические системы имеют свои достоинства и недостатки. Ключевым недостатком является соединение элементов гидравлической системы, но на сегодняшний день они малопригодны, это связано с тем, что при использовании на судах-дронах для гидравлической системы понадобится место. Применение электрической системы позволит уменьшить размеры дрона. В последнее время все больше производителей отдают предпочтение электрическим системам приводов, что связано с активным развитием электрических систем, удобством компоновки на судне приводов данного вида и сложностью обслуживания гидравлических систем по сравнению с ними. На рис. 1 показана новая лебедка фирмы Rolls-Royce с электродвигателем с постоянным магнитом.

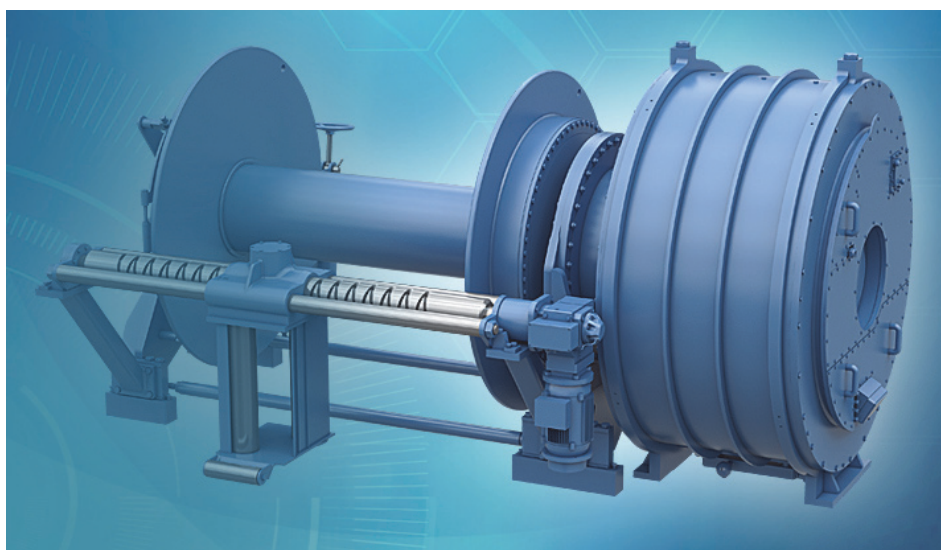


Рисунок 1 – Траловая лебедка BRE XT140

Траловые лебедки с новым электродвигателем с постоянным магнитом РМ могут использоваться на судах различной длины с номинальной тягой от 20 до 115 т. Прямой привод (без редуктора) имеет высокий крутящий момент, обеспечивает аналогичный гидравлическим системам уровень отклика и тягу до 51 т, ваероукладчик имеет отдельный привод. Конструкция с низкой инерцией минимизирует пики напряжения в проводе и снижает риск повреждения сети при движении траловой системы и ее зацепах. Особенностью РМ является возможность регенерации энергии в систему.

Для хранения и выборки крыльев и мотенной части трала используются кабельно-сетные барабаны (рис. 2). Активные кабельно-сетные барабаны предназначены для эффективного использования трала на борту с тяговыми усилиями от 20 до 115 т и одиночными или сплит-версиями с частотной регуляцией электроприводов или с постоянными магнитами РМ.

Как можно заметить, тяговые усилия ваерных лебедок и кабельно-сетных барабанов согласуются, что позволяет предложить конструкцию траловой комплексной лебедки, показанной на рис. 3.

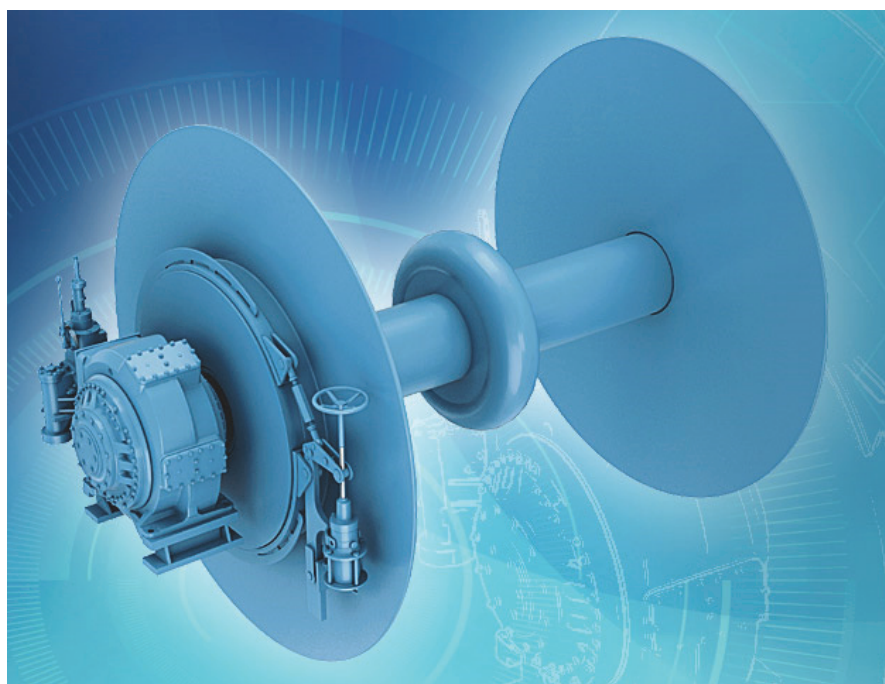


Рисунок 2 – Кабельно-сетной барабан

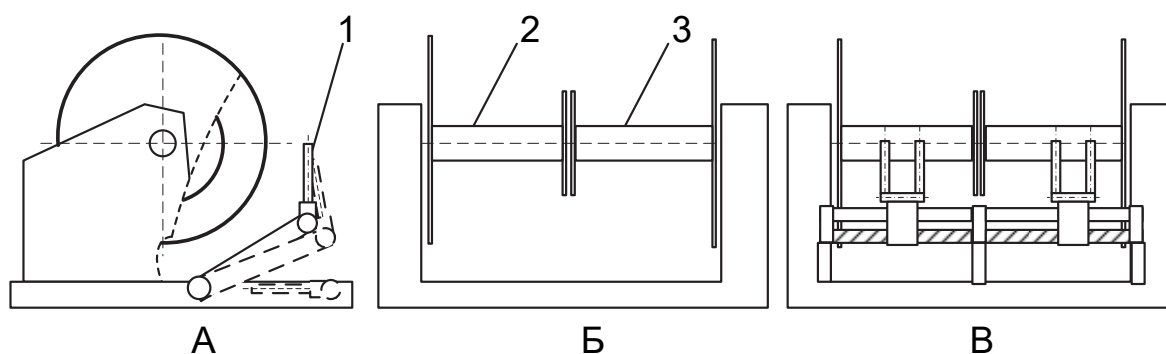


Рисунок 3 – Конструкция комплексной лебедки для схемы со снижением или исключением ручного труда:

А – вид сбоку; Б – вид лебедки с убраным канатоукладчиком; В – вид лебедки с канатоукладчиком в рабочем положении; 1 – положения канатоукладчика; 2 – правый барабан ваера

Комплексная лебедка имеет отдельные приводы на каждый ваерный барабан, отдельный привод на канатоукладчик, а также на механизм выдвижения/убирания канатоукладчика. До наматывания кабельной части трала канатоукладчики убираются, а при сходе канатно-сетной части трала – поднимаются и подстраиваются под каждый сходящий с барабана ваер. При выборке и сходе канатно-сетной части трала управление левым и правым ваерным барабаном лебедки происходит синхронно. Рассмотрим алгоритмы работы лебедки.

Постановка трала:

1. Включается синхронизация двух ваерных барабанов.
2. Включается лебедка на выметку трала: осуществляется контроль повышения силы тока (возникает при сопротивлении траловой системы при ее выметке), выравнивание его,

снижение силы тока при подаче в системе, доведя его до нуля, далее энергия возвращается в систему (регенерация).

3. При сходе кабельно-сетной части трала, ГРУ при подходе ваера включается привод постановки канатаукладчика.

4. Включаются приводы канатоукладчиков.

При выборке система работает в обратном порядке, отличие заключается в том, что в данном случае отсутствует возможность регенерации. Дополнительно система может выравнивать натяжения на барабане и учитывать качку судна, а также производить более плавно поворот судна с тралом.

Библиографический список

1. Бойцов А.Н., Осипов Е.В., Лисиенко С.В., Вальков В.Е., Шевченко А.И. Development of the trawl controlled system with flexible spreading devices // Journal of mechanics of continua and mathematical sciences, Special Is-sue, No. 10, June (2020). P. 619–636.

2. Осипов Е.В., Карпелев Т.П. Модель оптимизации параметров траловой системы при нахождении тралового мешка с уловом в приемном бункере судна-дрона // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 110–115.

3. Blueprint 2050, the maritime world beyond the horizon / NISS, 17.04.2016. Rotterdam. 60 p.

4. Зорченко Н.К., Еремин Ю.В., Осипов Е.В. Системы автономных и полуавтономных процессов промысла // Рыб. хоз-во. 2017. № 4. С. 94–96.

5. Габрюк В.И. Механизация и автоматизация процессов промышленного рыболовства : методические указания к курсовому и дипломному проектированию по теме: «Проект ваерной лебедки для механизации тралового лова» для студентов специальности 3115 АТИ. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1986. 89 с.

Олег Валентинович Телятник

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: oleg.telyatnik@yandex.ru

Японские невода в отечественном промысле лососей

Аннотация. Автор изучил опыт использования японских технологий в отечественном рыболовстве, находясь на промысле кеты на о. Кунашир в бригаде прибрежного лова Южно-Курильского рыбокомбината.

Ключевые слова: лососи, промысел кеты, японский ставной невод

Oleg V. Telyatnik

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok

Japanese seines in the domestic salmon fishery

Abstract. The author studied the experience of using Japanese technologies in domestic fishing while on the chum salmon fishery on Kunashir Island in the coastal fishing brigade of the South Kuril Fish Processing Plant.

Keywords: salmon, chum salmon fishery, Japanese set seine

Целью работы является анализ конструктивных особенностей японских ставных лососёвых неводов, применяемых в условиях отечественного промысла кеты на о. Кунашир.

На Южных Курилах сложилась довольно сложная ситуация на промысле лососей [2]. Большая доля добываемых горбуши и кеты приходится на о. Итуруп, на о. Кунашир прибрежный промысел базируется на транзитной популяции кеты о. Хоккайдо [1].

В связи с этим Южно-Курильский рыбокомбинат заключил договор с японскими рыбопромышленниками о сотрудничестве в области прибрежного рыболовства, и с 2018 по 2020 гг. промысел одной из ведущих бригад осуществлялся под руководством японского бригадира по предложенным японской стороной технологиям.

На промысле применялись японские невода, конструкция которых показана на рис. 1. Японские ставные невода имеют ряд отличий, которые мы рассмотрим.

Во-первых, их шьют из полиэстера, покрытого латексом (рис. 2). На данном рисунке показана кручено-плетеная дель с шагом ячеи 90 мм и толщиной нитки 2,5 мм. Следует добавить, что в России торговое название полиэстера – лавсан, в Японии – теторон.

Во-вторых, ловушки неводов сшиты из дели со следующим шагом ячеи: двор – 100–120 мм, подъёмная дорога – 60–80 мм, садок – 40–50 мм (рис. 1).

В-третьих, оснастка неводов имеет оригинальную конструкцию (рис. 3).

В-четвёртых, в качестве элементов оснастки, предназначенных для амортизации канатов во время динамических рывков, применяются специальные амортизационные гужики (рис. 4).

Японская технология имеет ряд отличительных особенностей: многократное использование постановочного материала, применение механизированных ботов – кавасак.

В качестве постановочного материала используют полипропиленовые мешки из плотного материала, в которые засыпают песок массой 200 кг (рис. 5).

Мешки по 10 и более штук формируют в т.н. пикули и сбрасывают их со шхуны для якорного крепления ловушек и крыльев ставных неводов.

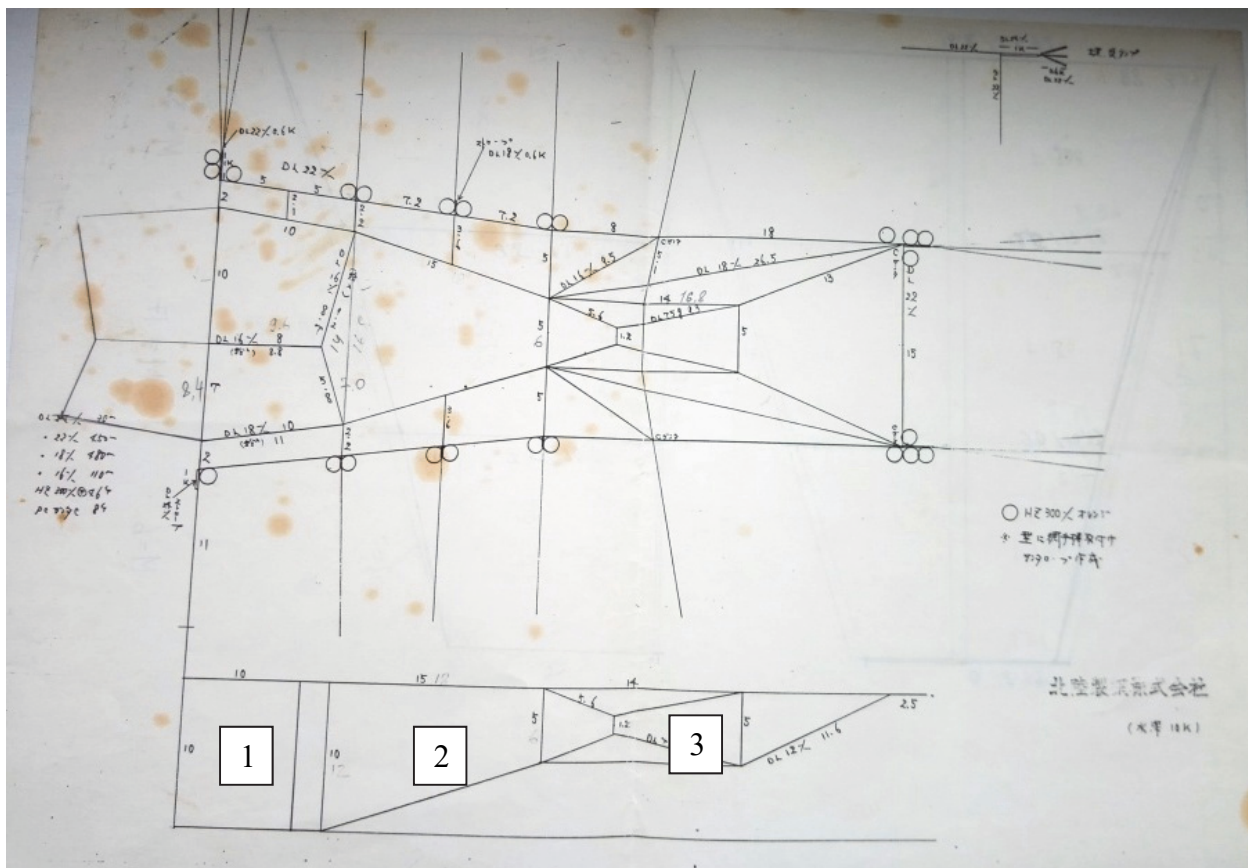


Рисунок 1 – Конструкция японского ставного невода: 1 – двор; 2 – подъёмная дорога; 3 – садок

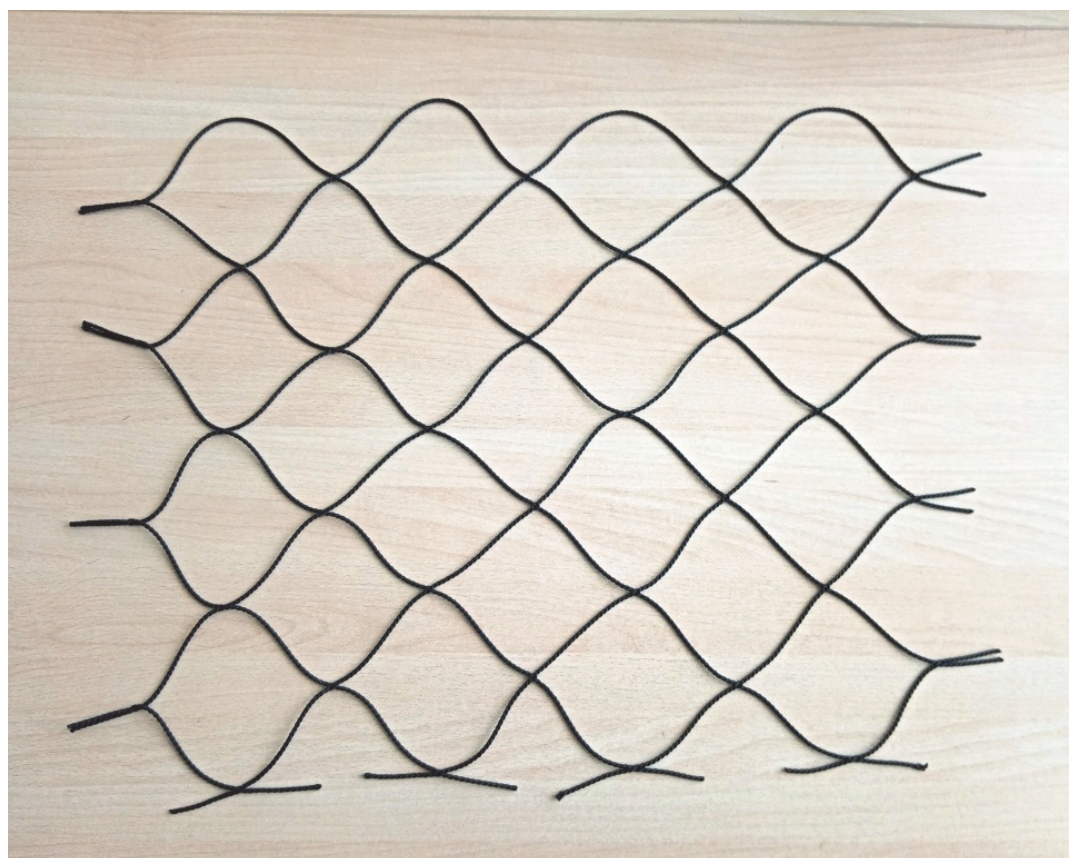


Рисунок 2 – Безузловая латексированная дель из полиэстера

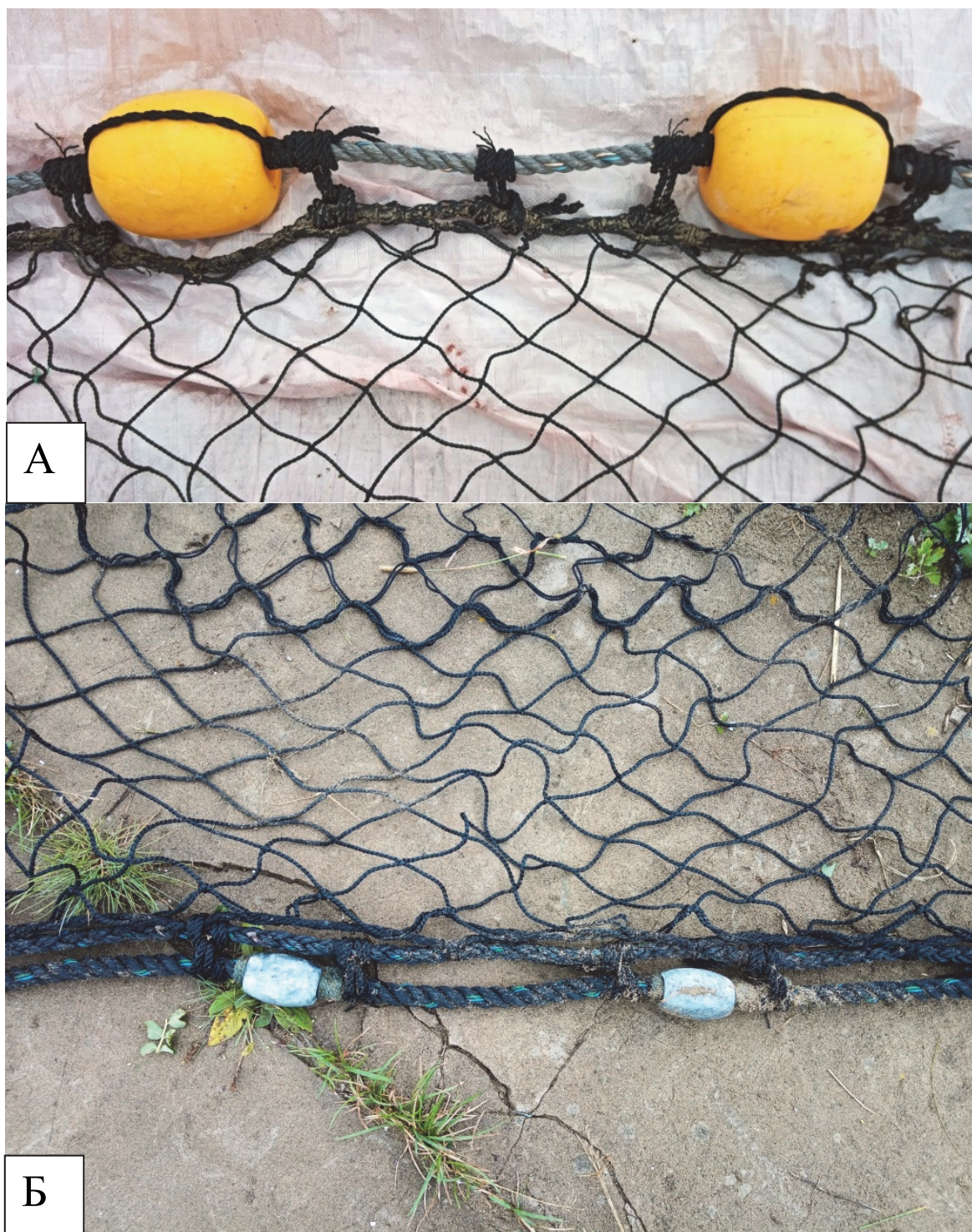


Рисунок 3 – Оснастка японских неводов:
А – верхняя подбора ловушки; Б – нижняя подбора ловушки

Кавасаки имеют механизацию в виде турачек, предназначенных для выборки канатов (рис. 6, А), или переборочных машин (рис. 6, Б), предназначенных для переборки сетной части ловушки.

Подытоживая вышеизложенное, можно добавить, что японские невода – это так называемые «кетовые» невода, в отличие от отечественных, которые в большей степени являются неводами «горбушёвыми», первые выставляются на большем удалении от берега, вторые – ближе [3]. Соответственно японские «кетовые» невода – это крупноячейные орудия лова, а «горбушёвые отечественные» – мелкоячейные.



Рисунок 4 – Амортизационный гужик



Рисунок 5 – Полипропиленовые мешки с песком



Рисунок 6 – Японские боты (кавасаки): А – турачка; Б – переборочная машина

Заключение

1. На Кунашире с 2018 г. рыбаки Южно-Курильского рыбокомбината совместно с японцами впервые начали широко использовать японские ставные невода.
2. Японские невода имеют ряд отличий от неводов отечественных: их шьют из безузловой латексированной дели, изготовленной из полиэстера, применяют крупноячеиную дель, оснастка неводов имеет тоже определённые отличия.
3. Так как на Кунашире ведут прибрежный промысел в основном японской кеты, идущей на большом удалении от берега в осенний период штормовой погоды, то более прогрессивные японские технологии позволят совершенствовать отечественный промысел.

Библиографический список

1. Каев А.М., Ромасенко Л.В. Горбуша и кета острова Кунашир (структура популяций, воспроизводство, промысел): монография. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2017. 124 с.
2. Телятник О.В. Обзор промысла на Сахалине и Курилах // Водные биоресурсы: рациональное освоение и искусственное воспроизводство: материалы Междунар. науч.-практ. конф., Дальрыбвтуз, 28–29 октября 2021. С. 71–78.
3. Телятник О.В. Технология промысла лосося ставными неводами. Republic of Moldova: LAP LAMBERT Academic Publishing RU, 2022. 180 p.

Андрей Васильевич Якимов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, аспирант, Россия, Владивосток, e-mail: applo_o@mail.ru

Прилов молоди минтая и проблемы контроля

Аннотация. Высокая нагрузка на ценные запасы водных биологических ресурсов в настоящее время требует особого внимания, научное обоснование изъятия является очень важным. Приводится пример работы судна на промысле с фактической статистикой прилова молоди минтая.

Ключевые слова: минтай, прилов молоди, Охотское море, контроль

Andrei V. Iakimov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Postgraduate student, Russia, Vladivostok, e-mail: applo_o@mail.ru

By-catch of pollock juveniles and control problems

Abstract. The high load on valuable stocks of aquatic biological resources currently requires special attention. The scientific justification of the withdrawal is very important. This article provides an example of the vessel's operation in the fishery with the actual statistics of by-catch of Pollock juveniles.

Keywords: Pollock, juvenile by-catch, Sea of Okhotsk, control

Введение

Вылов минтая в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне регламентируется федеральным агентством по рыболовству и местными территориальными управлениями. При промысле на рыболовное судно 1–2 раза в месяц или реже может прибыть досмотровая группа береговой охраны Федеральной службы безопасности, которая осматривает и измеряет орудия лова, проверяет необходимые документы и разрешения на вылов. Контролировать в полной мере процессы промысла, следить, какие объёмы ВБР вылавливаются на самом деле и имеются ли какие-либо нарушения, в настоящее время не удаётся. Существующие проблемы затрагивают в своих работах различные авторы [1–5], на современном этапе сохраняется актуальность данной темы, особенно важно получать данные не из открытых источников, а непосредственно на судне.

Материалы и методы исследования

Материалы собирались автором на различных судах и компаниях при работе в основных районах добывающего флота в Охотском море. Длительное время наблюдается уменьшение популяции минтая, даже не связанное с его флюктуирующей структурой или биологией. Запасы не успевают восстанавливаться, минтай не успевает вырастать. Компании приобретают квоты на вылов, однако их реальное освоение достоверно не известно, поскольку данные по вылову фиксируются в промысловом журнале (указать недостоверные цифры не составляет труда), подсчет или контроль ведомствами фактического улова отсутствует, данные среднесуточных донесений могут быть искажены.

Результаты и обсуждение

Прилов молоди. Согласно Правилам рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, прилов молоди устанавливается в количестве не более 20 % от улова.

При этом размер ячеи селективной ставки должен иметь размеры 110 мм на 110 мм [6]. Фактические уловы, согласно данным исследования, значительно выше допустимых. Селективная вставка соответствует разрешённым, однако при эксплуатации трала происходит деформация и, соответственно, размер ячеи хоть и сохраняется, но при этом приобретает другую форму, что значительно уменьшает селективность.

Данные исследования показывают, что прилов молоди в обеих подзонах был достаточно большим, но в Северо-Охотоморской подзоне отмечался практически повсеместно, превышал допустимые пределы на 20 % и нарушал действующие Правила рыболовства.

В Западно-Камчатской подзоне в 1-й половине марта прилов молоди изменялся от 4,4 до 60,4 %. За весь период исследований здесь встретился максимальный прилов молоди (60,4 %) в трале номер 21 с координатами 56°14'6 N – 154°15'5 E (рис. 2). Во 2-й половине марта прилов молоди составил от 4,5 до 35 %. Максимальный процент рыбы меньше промыслового размера в улове (35 %) – в координатах 54°29'6 N – 153°37'3 E.

В Северо-Охотоморской подзоне прилов молоди в 1-й половине марта (трал 33–49) изменялся от 9 до 42 %. Максимальный улов (42 %) – в координатах 54°34'7 N – 153°12'4 E. Во 2-й половине марта (трал 50–68) прилов молоди изменялся от 1,5 до 53,4 %. Максимальный процент рыбы меньше промыслового размера в улове (53,4 %) отмечался в координатах 54°44'6 N – 151°02'8 E (трал 55), минимальный (1,5 %) – в координатах 56°56'1 N – 150°17'4 E (рис. 2).

Согласно полученным данным, прилов молоди присутствует практически повсеместно и зачастую превышает 20 % (рис. 1). При этом стоит отметить, что данные о непромысловой рыбе в трале зачастую утаиваются, либо процент значительно занижается и указывается цифра, близкая к 20 %.

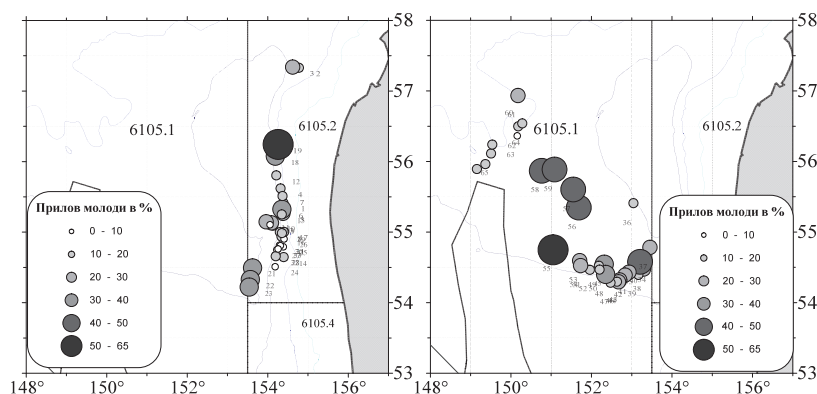


Рисунок 1 – Прилов молоди минтая в Западно-Камчатской (слева) и Северо-Охотоморской (справа) подзонах (1-я половина марта)

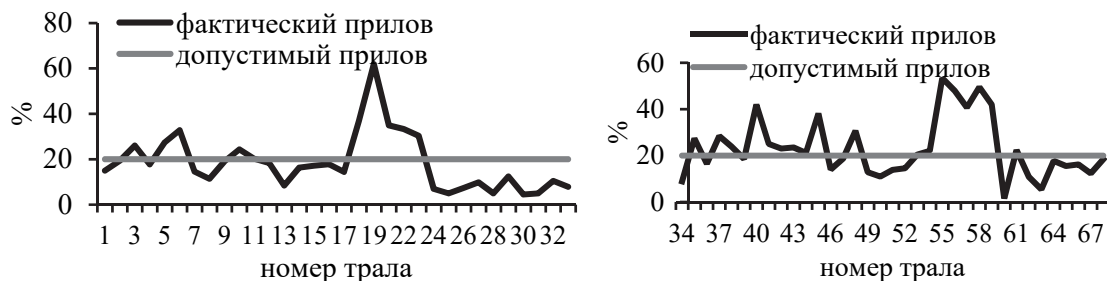


Рисунок 2 – Прилов молоди минтая в Западно-Камчатской (слева) и Северо-Охотоморской (справа) подзонах (2-я половина марта)

Выход икры. Помимо прилова молоди важно обращать внимание и на добычу икры минтая. Правилами рыболовства устанавливаются разрешенные сроки для вылова и количество продукции, которое может выпускаться судном за определенный период времени. Так, в Западно-Камчатской, Камчатско-Курильской и Северо-Охотоморской подзонах вы-

ход икры-сырца за полный календарный месяц не должен превышать: в ноябре 1,0 %, в декабре – 2,0 %, в январе – 2,7 %, в феврале – 4,0 %, в марте – 5,0 %, в апреле – 7,0 %.

Допустимое отклонение фактического выхода икры-сырца минтая к массе рыбы-сырца, поступившей на разделку, от нормативного за полный календарный месяц: в случае увеличения – не более 0,1 %; в случае уменьшения – без ограничения [20].

Согласно полученным данным, процент изредка превышал допустимый, и это неразрывно связано с приловом молоди. В первой половине марта биологический выход икры в Западно-Камчатской подзоне изменялся от 2,3 до 6,2 %. Во второй половине был практически идентичен и изменялся от 2,3 до 6,01 % (рис. 3).

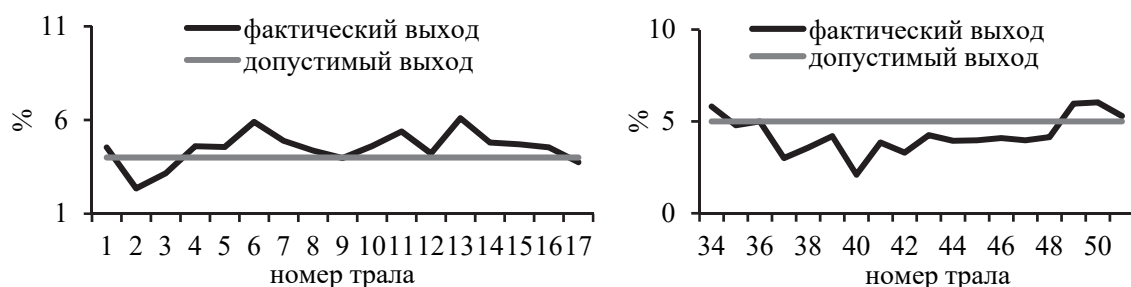


Рисунок 3 – Биологический выход икры минтая в Западно-Камчатской подзоне

В первой половине марта в Северо-Охотморской подзоне биологический выход икры варьировал от 2,08 до 6,9 %. При этом во второй половине процент значительно увеличился и изменялся от 2,1 до 8,8 % (рис. 4).

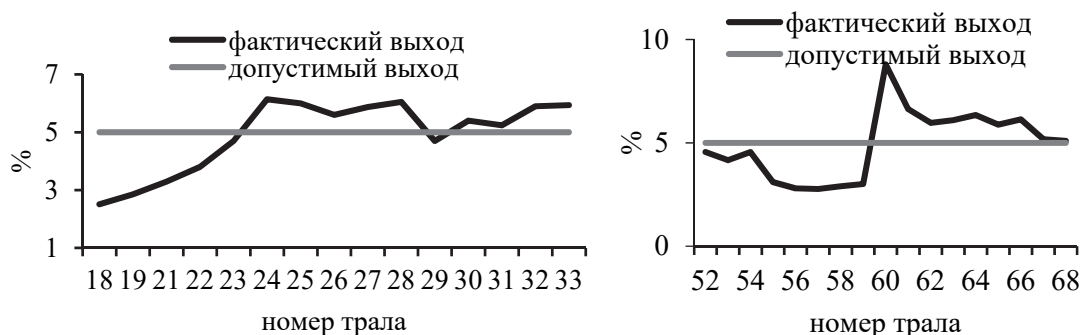


Рисунок 4 – Биологический выход икры минтая в Северо-Охотморской подзоне

Выход икры превышал в некоторых тралениях разрешенный процент по подзонам (в феврале – 4 %, в марте – 5 %), но всё же находился в пределах нормы и суммарно за март составил 4,6 % благодаря большому проценту прилова молоди.

Соответствие стандартам MSC. Стоит отметить, что в настоящее время промысел минтая в Охотском море соответствует стандартам Морского попечительского совета (Marine Stewardship Council, MSC). Он является глобальным стандартом, подтверждающим устойчивость и хорошее управление промыслами дикой рыбы [8].

Под «устойчивым рыболовством» понимается неистощительное использование ВБР, при добыче которых необходимо следить, чтобы не происходило перелова или падения численности популяций, а запасы объекта могли бы восстанавливаться. Научная методология в основе стандарта MSC оценивает промысел по 31 показателю. Они сгруппированы по трём принципам.

В основе первого принципа лежит оценка состояния сертифицируемого запаса, научные подходы к определению объёмов допустимого улова, предосторожность в управлении запасом и эффективность мониторинга промысла, что заложено и в Правилах рыболовства, однако на деле практически не соблюдается.

Влияние промысла на исчезающие виды животных и птиц, донную экосистему и учёт прилова – второй принцип.

Оценка эффективности системы управления промыслом: нормативная база, административное регулирование, контрольные функции составляют третий принцип [9].

Согласно полученным данным промысел ведётся с нарушениями стандартов Морского попечительского совета.

Заключение

Добывающие компании, входящие в состав Ассоциации добытчиков минтая, получают право на экологическую сертификацию своей продукции Международным попечительским советом MSC, что подтверждает соблюдения принципов о рациональном рыболовстве и сохранении ВБР. Однако эти правила грубо нарушаются промышленниками. Тысячи тонн рыбы остаются не учтенными и выбрасываются за борт, что подрывает право российских добытчиков на экологическую сертификацию промысла.

Нарушения замечены в сверхнормативном прилове молоди, сокрытии этой информации от территориального управления Росрыболовства и внесении неточных данных об уловах в ССД.

Квота на вылов составляется на основе данных за предыдущие периоды путин, оценках материалов, полученных от научных наблюдателей, прогнозирования. В последние годы наблюдается тенденция сокращения полноценных минтаевых съёмок научными судами, а в зимнее время они не проводятся вовсе по причине отсутствия современного научного флота с ледовым классом. Получается, что состав популяции рассчитывается, исходя в основном из данных ССД, которые в большинстве случаев не достоверны, и научной съёмки в весенне-летний, осенний периоды, ведущейся на судах возрастом более 40 лет, по старым методикам, когда при подсчётах допускается большой процент погрешностей и неточностей.

Библиографический список

1. Смирнов А.В., Мельников И.В., Байталюк А.А. Промысел минтая в России: успехи и проблемы // Рыб. хоз-во. 2011. № 6. С. 52–54.
2. Балыкин П.А., Бонк А.А., Буслов А.В., Варкентин А.И., Золотов А.О., Терентьев Д.А. 2004. Потери улова на промыслах Дальнего Востока и возможности их уменьшения // Экономические проблемы развития рыбн. промышленности и хоз-ва России в свете реализации Концепции развития рыбн. хоз-ва РФ до 2020 г. М.: ВНИЭРХ. С. 78–86.
3. Буслов А.В., Варкентин А.И. Как усовершенствовать учет вылова минтая // Рыб. хоз-во. 2000. № 6. С. 33–34.
4. Буслов А.В., Бонк А.А., Варкентин А.И., Золотов А.О. Определение недоучета вылова минтая и сельди: методические подходы и результаты // Методические аспекты исследований рыб морей Дальнего Востока / Тр. ВНИРО. Т CXLVI. М. : Изд-во ВНИРО, 2006. С. 322–328.
5. Крайний А.А., Бякишев К.А. Правовое обеспечение интересов Российской Федерации при реализации Международного плана ФАО по борьбе с ННН-промыслом // Рыб. хоз-во. 2011. № 6. С. 40–44.
6. Приказ Минсельхоза России от 23.05.2019 № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (Зарегистрировано в Минюсте России 05.06.2019 N 54842). Режим доступа: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online> (дата обращения: 20.10.2022).
7. Ассоциация Добытчиков Минтая. Режим доступа: <http://pollock.ru/press> (дата обращения: 20.10.2022).
8. Экологическая сертификация по стандарту MSC. Режим доступа: <http://fishnet.ru> (дата обращения: 20.10.2022).

Секция 2. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ

УДК 597.2.5

Наталья Михайловна Аминина

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, зав. лаб. безопасности и качества морского растительного сырья, канд. биол. наук, Россия, Владивосток, e-mail: natalya.aminina@tinro-center.ru

Маргарита Александровна Гапеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-412, Россия, Владивосток, e-mail: puma4ka__94@mail.ru

Макрофиты как индикаторы загрязнения бухты Рудной (Японское море, Приморский край)

Аннотация. Выполнено исследование содержания свинца, ртути, кадмия, мышьяка в водорослях-макрофитах (сахарина японская, саргассум Миябе, пtilота папоротниковидная) и в морских травах (зостера морская, зостера азиатская), собранных в прибрежье Японского моря (Приморский край). Установлены отличия по составу водорослей и морских трав в двух районах: бухте Рудной и соседней акватории открытого побережья Японского моря. Показано преимущественное накопление исследованных элементов в образцах растений, произрастающих в бухте Рудной.

Ключевые слова: сахарина японская, саргассум Миябе, пtilота папоротниковидная, зостера морская, зостера азиатская, бухта Рудная, биоиндикация, свинец, ртуть, кадмий, мышьяк

Natalya M. Aminina

Pacific Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Head of laboratory of safety and quality of marine plant raw materials, PhD in Biological Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: natalya.aminina@tinro-center.ru

Margarita A. Gapeeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-412, Russia, Vladivostok, e-mail: puma4ka__94@mail.ru

Algae-macrophyts as bioindicators of pollutions of Rudnaya Bay (Sea of Japan, Primorsky Krai)

Abstract. The paper researched of content Pb, Hg, Cd, As in macrophyte algae (Saccharina japonica Aresch, Sargassum miyabei Yendo, Ptilota filicina J.Agardh.) and in sea grasses (Zostera marina L.), Zostera asiatica Miki) collected in the coastal area of the Sea of Japan. Differences in the composition of algae and sea grasses have been established in two areas: Rudnaya Bay and the neighboring water area of the open coast of the Sea of Japan. The predominant accumulation of the studied elements in plant samples growing in the Rudnaya Bay is shown.

Keywords: Saccharina japonica Aresch, Sargassum miyabei Yendo, Ptilota filicina J.Agardh, Zostera marina L., Zostera asiatica Miki, Rudnaya Bay, bioindication, Pb, Hg, Cd, As

Морские водоросли и травы широко применяются в пищевой и фармакологической промышленности, в косметологии. Биологическая ценность водорослей обусловлена высоким содержанием в них полисахаридов, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), полифенолов, минеральных элементов, йода в виде минеральных и органических соединений. Практически все виды водорослей съедобны и могут служить сырьем для получения широкого спектра лечебно-профилактических продуктов и БАДов [1]. При этом важным аспектом исследований морских растений является определение их безопасности с точки зрения накопления токсичных веществ, в частности тяжелых металлов.

Метод определения макро- и микроэлементного состава применяют также при биологическом мониторинге загрязнения прибрежно-морских вод, основанного на использовании живых организмов в качестве «отражателей» состояния среды. Среди биологических методов с начала 1970-х гг. широкое распространение получила биоиндикация с использованием водорослей и морских трав. Преимущество использования морских макрофитов в качестве биоиндикатора связано с тем, что они не мигрируют и поэтому адекватно отражают состояние окружающих вод. Использование морского растительного сырья для индикации и мониторинга загрязнения морских прибрежных вод тяжелыми металлами основано на концентрационной способности полисахаридов. В Приморском крае первое исследование минерального состава макрофитов было проведено в связи с химической ситуацией в бухте Рудной в момент расцвета горнодобывающих и перерабатывающих предприятий в Дальнегорском районе [2].

В Японском море бухта Рудная отличается высоким содержанием тяжелых металлов, которые находятся в воде в растворенной минеральной и органической формах, а также во взвеси и в грунте. Построенный в 1930 г. свинцовоплавильный завод в пос. Рудная Пристань, располагающийся примерно в 1,5 км от устья р. Рудной, до конца 1990-х гг. был единственным предприятием в России, перерабатывающим сульфидное сырье (свинцовый концентрат, получаемый на горно-обогатительном комбинате в Дальнегорске), содержавшее, помимо свинца, благородные металлы, серу и ряд примесей. Все виды водорослей в бухте Рудной содержали свинец в значимых концентрациях [3]. Несмотря на остановку промышленного производства, вызвавшую сокращение количества поступающих загрязняющих веществ, высокое содержание металлов в воде сохраняется и в настоящее время [3]. Это подтверждается и результатами мониторинга растительности бухты Рудной в разные сезоны с 1976 по 1980 гг., периодических наблюдений в летнее время с 1990 по 2000 гг., а также в 2012 г. [3]. Поэтому использование водорослей-макрофитов и морских трав как биоиндикаторов загрязнения остается актуальным.

В качестве объектов исследования были выбраны: сахарина японская (*Saccharina japonica* Aresch.), саргассум Миябе (*Sargassum miyabei* Yendo), птилота папоротниковидная (*Ptilota filicina* J. Ag.), zostера морская (*Zostera marina* L.), zostера азиатская (*Zostera asiatica* Miki). Образцы растений были собраны в бухте Рудной и у побережья открытой части акватории Японского моря (пляж «Два брата») 01.07.2021 г. Сбор материала производился с берега, с одной станции.

Перед началом работы было осмотрено побережье, определен характер грунтов, визуально оценивалось проективное покрытие штормовыми выбросами водорослей-макрофитов и морских трав. Свежесобранные водоросли и растения были очищены от эпифитов, промыты морской водой с места их сбора, разделены по полиэтиленовым пакетам, пронумерованным в соответствии с номером станции и местом сбора, и доставлены к месту дальнейшей обработки.

Образцы подсушили на фильтровальной бумаге, затем досушивали в сушильном шкафу при температуре 85 °С в течение 2 сут. Высушенные водоросли и травы измельчали, перемешивали и отбирали аликвоту массой 0,3 г. Навески помещали в стеклянные колбы объемом 50 мл и заливали 10 мл концентрированной HNO₃. Для контроля возможного загрязнения в ходе анализа включили холостую пробу. Залитые кислотой навески выдерживали при комнатной температуре в течение 12–14 ч, после чего минерализацию образцов продолжали при нагревании на электроплитках с асбестовыми прокладками для полного

разложения образцов и упаривания кислоты. После этого добавляли воду и фильтровали через бумажный фильтр в стеклянную колбу объёмом 25 мл. Содержание микроэлементов Hg, Pb, As, Cd в образцах определяли в графитовой кювете на атомно-абсорбционном спектрофотометре Shimadzu AA-6800. Оформление и статистическая обработка данных выполнены с помощью персонального компьютера и программ Word и Excel.

Результаты анализа ртути, свинца, кадмия, мышьяка в талломах водорослей-макрофитов и морских травах, собранных в бухте Рудной и соседней акватории открытого побережья Японского моря, представлены в табл. 1–4.

Количество микроэлементов в морских растениях зависит от видоспецифических и экологических факторов. В первую очередь их накопление определяется морфологическими особенностями и химическим составом вида. Считается, что максимальное количество металлов связывают полисахариды, особенно альгиновые кислоты бурых водорослей. Важным фактором обмена со средой является и удельная поверхность морских растений [4]. Например, среди исследованных бурых водорослей более развитой удельной поверхностью обладает саргассум по сравнению с ламинарией. Достаточно хорошо развитой удельной поверхностью обладает и красная водоросль птилота.

Эти выводы хорошо иллюстрируются данными по содержанию ртути в макрофитах. Максимальное количество ее определено в саргассуме и птилоте, в меньшей степени – в zostере и ламинарии (табл. 1). В сахарине японской чаще всего обнаруживается и минимальное количество свинца и кадмия по сравнению с другими макрофитами (табл. 2, 3).

Таблица 1 – Содержание ртути в образцах водорослей и морских трав (мкг/г сухой массы)

№ п/п	Вид	Место сбора	
		Японское море, бухта Рудная	Японское море, смежная акватория («Два брата»)
1	Сахарина японская	0,1047	0,0621
2	Саргассум Миябе	0,1692	0,1557
3	Птилота папоротниковидная	0,1520	0,1598
4	Зостера морская	0,1402	0,1321
5	Зостера азиатская	0,1009	0,1022

Таблица 2 – Содержание свинца в образцах водорослей и морских трав (мкг/г сухой массы)

№ п/п	Вид	Место сбора	
		Японское море, бухта Рудная	Японское море, смежная акватория («Два брата»)
1	Сахарина японская	12,70	19,63
2	Саргассум Миябе	19,45	24,45
3	Птилота папоротниковидная	30,98	9,71
4	Зостера морская	88,48	20,81
5	Зостера азиатская	31,86	18,35

Таблица 3 – Содержание кадмия в образцах водорослей и морских трав (мкг/г сухой массы)

№ п/п	Вид	Место сбора	
		Японское море, бухта Рудная	Японское море, открытая часть акватории (пляж «Два брата»)
1	Сахарина японская	0,60	0,43
2	Саргассум Миябе	1,10	1,38
3	Птилота папоротниковидная	0,55	0,38
4	Зостера морская	1,40	1,38
5	Зостера азиатская	1,03	1,08

Таблица 4 – Содержание мышьяка в образцах водорослей и морских трав (мкг/г сухой массы)

№ п/п	Вид	Место сбора	
		Японское море, бухта Рудная	Японское море, открытая часть акватории («Два брата»)
1	Сахарина японская	17,17	26,17
2	Саргассум Миябе	137,30	107,66
3	Птилота папоротниковидная	37,00	12,58
4	Зостера морская	39,91	19,00
5	Зостера азиатская	25,58	21,67

Присутствие в образцах макрофитов повышенного количества тяжелых металлов, таких как Pb, Cd может быть связано с присутствием в бухте остатков свинцовой продукции, а также с поступлением вод реки Рудной, которая дренирует горнорудный район и продолжает поставлять свинец и сопутствующие элементы в прибрежно-морские воды. Для сравнения степени загрязнения бухты Рудной был определен элементный состав морских растений из близлежащей к бухте акватории рядом (пляж «Два брата»).

Наиболее загрязненной бухта Рудная считается по свинцу. Максимальное количество этого элемента определено в морской траве, особенно в зостере морской (88,48 мг/кг), в меньшей степени – в бурых водорослях. Известно, что заросли зостеры морской располагаются большей частью на мелководьях или на глубине 1–4 м (редко 10 м и более) [5]. Ранее на побережье бухты Рудной располагалась эстакада, с которой проводилась погрузка свинцового и цинкового концентратов и свинцовых слитков. При погрузке материала были и его потери [4]. Свинец в водной толще находится преимущественно во взвешенном состоянии, его перемещение в южные районы минимально [3]. Поэтому макрофиты из акватории «Два брата» накапливают значительно меньше свинца, чем исследованные растения из бухты Рудной.

Кадмий также сопутствует свинцовому месторождению в долине реки Рудной, но в незначительных количествах, и в основном он улетал с отходящими газами при выплавке свинца. Значимой концентрации кадмия в бухте Рудной не наблюдается, но содержание этого элемента в сахарине и птилоте из бухты значительно выше, чем в водорослях из акватории «Два брата».

Необходимо отметить также повышенные концентрации ртути в сахарине, саргассуме и зостере морской из бухты Рудной. В птилоте и зостере азиатской из разных акваторий количество ртути практически не отличалось.

Особое место в анализе макрофитов как индикаторов загрязнения бухты Рудной занимает определение мышьяка. Этот элемент относят к токсичным веществам при исследовании безопасности пищевого сырья. В морских организмах мышьяк содержится в основном в виде органических соединений. Его накопление является также видоспецифичным, а содержание в морских растениях зависит от условий произрастания и, соответственно, от их физиологического состояния. Максимальное количество мышьяка определяют обычно в фукусовых водорослях, что подтверждают и эти исследования. В образце цистозир толстоногой выявлено наибольшее содержание мышьяка – 137,3 мкг/г. При этом содержание мышьяка во всех исследованных макрофитах, за исключением ламинарии, выше у растений, произрастающих в бухте Рудной. Это свидетельствует о значимо отличающихся условиях произрастания макрофитов в бухте Рудной.

При анализе макрофитов как пищевого сырья используют нормы, определенные техническим регламентом по безопасности [6]. Как видно из табл. 5, содержание всех элементов (за небольшим исключением по кадмию) превышает установленные нормы в исследованных видах водорослей и трав. Высокие концентрации свинца в растениях однозначно

свидетельствуют еще о значительном загрязнении бухты Рудной, несмотря на остановку металлоперерабатывающего предприятия более десяти лет назад.

Таблица 5 – Элементный состав водорослей и морских трав бухты Рудной (мг/кг)

Наименование	Pb	Cd	As	Hg
	Содержание, мг/кг			
Сахарина японская	12,70	0,60	17,17	0,1047
Саргассум Миябе	19,45	1,10	137,30	0,1692
Зостера морская	88,48	1,40	39,91	0,1402
Зостера азиатская	31,86	1,03	25,58	0,1009
Птилота папоротниковидная	30,98	0,55	37,00	0,1520
ПДУ (ТР ТС 021/2011)	0,5	1,0	5,0	0,1

Таким образом, несмотря на заметное улучшение состояния бухты Рудной после остановки свинцово-плавильного завода, произрастающие в ней морские растения накапливают тяжелые металлы, особенно свинец, в значительных количествах.

Библиографический список

1. Ресурсы и рациональное использование морских водорослей и трав дальневосточных морей России: монография / под общ. ред. В.Н. Акулина. Владивосток: ТИНРО, 2020. 268 с.
2. Христофорова Н.К., Кобзарь А.Д. Бурые водоросли-макрофиты как аккумулирующие организмы-индикаторы загрязнения морских вод тяжелыми металлами // Загрязнение морской среды: экологический мониторинг, биоиндикация, нормирование / ред. доктор биол. наук, проф. И.И. Руднева. 2018. С. 279–285.
3. Христофорова Н.К., Кобзарь А.Д. Бурые водоросли-макрофиты как индикаторы загрязнения вод бухты Рудной тяжелыми металлами // Изв. ТИНРО. 2012. С. 220–231.
4. Кобзарь А.Д., Христофорова Н.К. Мониторинг загрязнения бухты Рудная (Японское море) по содержанию тяжелых металлов в бурых водорослях // Биол. моря. 2019. С. 133–140.
5. Суховеева М.В., Подкорытова А.В. Промысловые водоросли и травы морей Дальнего Востока: биология, распространение, запасы, технология переработки // Морские травы. Зостера морская. Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. С. 181–182.
6. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции. Технический регламент Таможенного союза», утвержден решением Комиссии Таможенного союза от 09 декабря 2011 г. N 880.

Олеся Юрьевна Бусарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Экология и природопользование», канд. биол. наук, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Россия, Владивосток, e-mail: olesyabusarova@mail.ru,

Разнообразие мальмы *Salvelinus malma* бассейна озера Азабачье, Камчатка

Аннотация. В бассейне озера Азабачье мальма *S. malma* сформировала симпатрический комплекс, представленный несколькими формами, которые различаются по питанию, зараженностью паразитами, составу стабильных изотопов азота и углерода в мышцах, биологическим характеристикам и срокам нереста.

Ключевые слова: гольцы рода *Salvelinus*, питание рыб, паразиты рыб, стабильные изотопы, трофические ниши, симпатрические формы, нижнее течение реки Камчатка, Восточная Камчатка

Olesya Yu. Busarova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate professor of the Department of Ecology and Natural Resources Management, PhD in Biological Sciences, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Russia, Vladivostok, e-mail: olesyabusarova@mail.ru

**Sympatric forms of Dolly Varden *Salvelinus malma*
from Lake Azabachye basin, Kamchatka**

Abstract. In Lake Azabachye Dolly Varden has formed sympatric complexes consisting of several forms. Dolly Varden sympatric forms that differ in their diet, parasites, composition of stable nitrogen and carbon isotopes in muscles, biological characteristics, and spawning time.

Keywords: charrs of genus *Salvelinus*, diet, parasites, stable isotopes, trophic niches, sympatric forms, lower reaches of the Kamchatka River, Eastern Kamchatka

Введение

Гольцы рода *Salvelinus* характеризуются высоким полиморфизмом и способностью к образованию внутривидовых экотипов и форм, различающихся по морфологическим, биологическим и экологическим характеристикам [1, 2, 3]. Гольцы распространены циркумполярно и на протяжении ареала представлены несколькими видами [4, 5], число которых является предметом дискуссии в рамках так называемой «гольцовой» проблемы [2].

Камчатка является одним из центров разнообразия рода *Salvelinus*, здесь обитает северная мальма, кунджа и реликтовые популяции гольца Таранца. Мальма распространена на полуострове повсеместно, образуя проходной, речной и ручьевого, озерно-речной и озерный экотипы [1, 6]. В озерах Кроноцкое, Азабачье, Курильское и Ангре мальма образовала симпатрические комплексы, включающие несколько форм, различающиеся по питанию, морфологии, занимаемым биотопам, местам и срокам нереста.

Разнообразие форм гольцов озера Азабачье, их систематика и таксономический статус являются предметом многолетней дискуссии [1, 7, 8, 9]. Понимание структуры комплекса гольцов бассейна озера Азабачье осложняется тем, что озеро посредством протоки соединяется с крупной рекой Камчаткой в ее нижнем течении. Из-за отсутствия географической преграды в озерно-речной системе могут встречаться не только гольцы, относящиеся к комплексу, но и рыбы, заходящие из реки Камчатки – проходная мальма и каменный гольц. В связи с этим целью нашей работы было изучение разнообразия мальмоидных гольцов бассейна озера Азабачье.

Материалы и методы

Для этого в июле 2017 и августе 2021 гг. нами были проведены экспедиционные исследования в бассейне озера Азабачье. Отлов гольцов проводили по всей акватории озера и в вытекающей озерной протоке с помощью жаберной сети 30 мм, а также в притоках озера с помощью гидробиологического сачка. Далее для каждой рыбы определяли длину тела по Смитту (см), массу тела (г) [10], определяли пол и стадию зрелости гонад [11]. Для дифференциации рыб и оценки их трофической специализации использовали комплексный подход, учитывающий данные о содержимом желудков рыб и их зараженности гельминтами. Питание рыб оценивали путем подсчета жертв в желудках, рассчитывали встречаемость – долю рыб с данным видом пищи в выборке (%) и численность – число жертв данной группы, приходящееся на одну рыбу в выборке, экз. На зараженность гельминтами рыб обследовали методом гельминтологического вскрытия, для каждого вида паразитов рассчитывали экстенсивность инвазии – долю рыб, зараженных паразитом в выборке, %, и индекс обилия – число особей паразита, приходящееся на одну рыбу в выборке, экз. Также отобрали образцы мышечной ткани рыб под спинным плавником для проведения анализа на содержание в мышцах стабильных изотопов азота и углерода. Подробно результаты проведенного исследования приведены в публикации [12].

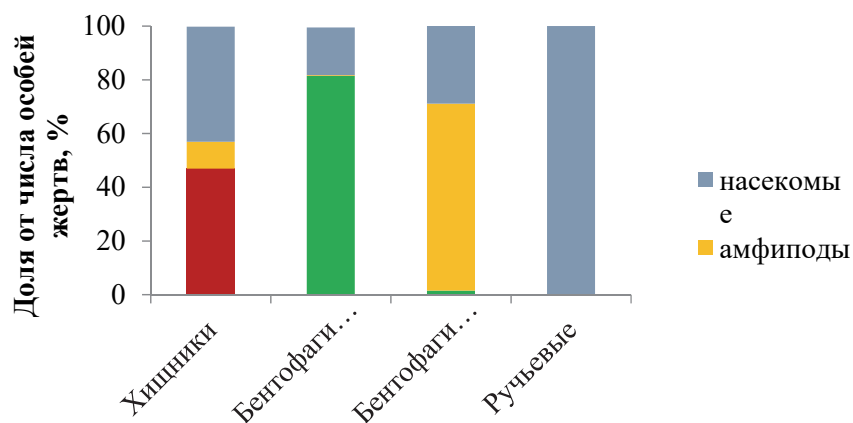
Характеристика района исследования

Озеро Азабачье является третьим по величине пресным водоемом полуострова и памятником природы. Оно располагается в нижнем течении реки Камчатки на ее правом берегу в 40 км от устья и соединяется с ней рекой Азабачьей. В озеро впадает 15 притоков, из которых самый крупный – река Бушуйка длиной около 40 км [13]. Площадь озера составляет 62,5 км², максимальная длина – 13 км, максимальная ширина – 7,7 км, максимальная глубина – 33,5 м, средняя глубина – 17,05 м (Крохин, 1972). Ихтиофауна озера включает нерку, кижуча, кунджу, микижу, трехиглую и девятииглую колюшку, малоротую корюшку и комплекс мальмоидных гольцов.

Результаты и обсуждение

В результате проведенного нами исследования было показано, что симпатрический комплекс мальмы озера Азабачье составляют следующие формы: озерно-речные хищники (синоним *Salvelinus albus* белый голец), озерно-речные бентофаги (две трофические группы) и ручьевые гольцы. Эти формы отличаются по питанию, зараженности паразитами, составу стабильных изотопов азота и углерода в мышцах.

Состав пищи симпатрических форм мальмы бассейна озера представлен на рисунке.



Состав пищи гольцов озера Азабачье в июле 2017 г.

Длительная специализация рыб на питании каким-либо объектом обуславливает различия в их паразитофауне [14] и составе стабильных изотопов азота и углерода в их мышцах [15].

Озерно-речные хищные гольцы повсеместно распространены в озере и протоке. Они хорошо дифференцируются от озерно-речных бентофагов, начиная с длины тела более 30 см. Такие особи имеют массивное тело и крупную голову, светло-серую окраску боков тела. В их желудках содержится, как правило, трехиглая колюшка. Паразитами-индикаторами являются *Eubothrium salvelini* и *Dibothriocephalus* spp., *Philonema oncorhynchi* и *Neoechinorhynchus salmonis*. Эти гельминты в качестве промежуточных хозяев используют планктонных ракообразных и способны к реинвазии хищных рыб при питании рыбной пищей [16, 17, 18, 19]. Внутренние органы таких рыб сращены между собой фиброзной тканью и трудно различимы. До достижения длины 25–30 см озерно-речные хищники питаются разнообразным бентосом, амфибиотическими насекомыми, но основной пул заражения паразитами уже установлен и внутренние органы сращены. Сращение внутренних органов происходит из-за перитонита, возникающего при проникновении гельминтов из кишечника в полость тела.

Озерно-речные бентофаги имеют меньшую численность в озерно-речной системе, они составляли 20 % в уловах из озера и реки, с учетом 80 % хищников. Озерно-речные бентофаги по типу питания дифференцируются на две трофические группы [20]. Рыбы группы А питаются моллюсками и личинками ручейников, имеют слабую зараженность паразитами, но по сравнению с другими формами мальмы они сильнее инвазированы трематодами рода *Diplostomum*, которые заражают рыб при контакте с моллюсками *Lymnaea* [21]. Рыбы группы G питаются амфиподами *Monoporeia affinis* и Mysida, они сильно заражены *Cystidicola farionis*, трематодами рода *Crepidostomum* и *Cyathocephalus truncatus*. Заражение рыб этими гельминтами происходит при питании амфиподами [22, 23, 24]. Тип питания у бентофагов не изменяется с увеличением их размеров.

Ручьевые гольцы населяют притоки и не выходят в акваторию озера. Ручьевые гольцы питаются личинками амфибиотических насекомых, заражены *Salmoneta ephemeridarum* и *Cucullanus truttae*. Рыбы заражаются *S. ephemeridarum* при питании личинками подёнок в проточных водоёмах [25]. *Cucullanus truttae* может развиваться как без участия промежуточных хозяев [26], так и с участием личинок миног [25].

Выделенные четыре формы мальмы достоверно различаются содержанием стабильных изотопов азота и углерода в мышцах, что связано не только со специализацией питания рыб, но и с особенностью занимаемых рыбами биотопов.

Таким образом, наши данные показывают, что симпатрический комплекс мальмы в бассейне озера Азабачье представлен четырьмя формами, занимающими разные экологические ниши, что позволяет *S. malma* максимально эффективно использовать ресурсы озерно-речной системы.

Благодарности

Автор благодарит С.В. Бусарова, канд. биол. наук М.Ю. Ковалева и канд. биол. наук В.А. Паренского за неоценимую помощь в проведении полевых работ и сборе ихтиологического материала.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Федерального агентства по рыболовству (государственное задание № 684/2017).

Библиографический список

1. Савваитова К.А. Арктические гольцы (структура популяционных систем, перспективы хозяйственного использования). М.: Агропромиздат, 1989. 223 с.
2. Jonsson, B. Polymorphism and speciation in Arctic charr / B. Jonsson, N. Jonsson // Journal of Fish Biology. 2001. Vol. 58, № 3. P. 605–638.
3. Klemetsen A. The charr problem revisited: exceptional phenotypic plasticity promotes ecological speciation in postglacial lakes // Freshwater Reviews. 2010. Vol. 3, № 1. P. 49–74.
4. Богуцкая, Н.Г. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями / Н.Г. Богуцкая, А.М. Насека. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 389 с.

5. Nelson, J.S. Fishes of the world. 5th ed. / J. S. Nelson, T. C. Grande, M. V. Wilson, H. John. Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2016. 752 с.
6. Есин, Е.В. Гольцы рода *Salvelinus* азиатской части Северной Пацифики: происхождение, эволюция и современное разнообразие / Е.В. Есин, Г.М. Маркевич. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. 188 с.
7. Глубоковский М.К. *Salvelinus albus* sp. n. из бассейна реки Камчатки // Биол. моря. 1977. Вып. 4. С. 48–56.
8. Черешнев, И.А. Лососевидные рыбы северо-востока России / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, А.В. Шестаков, С.В. Фролов. Владивосток: Дальнаука, 2002. 496 с.
9. Атлас пресноводных рыб России: в 2 т. Т. 1 / под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука, 2003. 379 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
11. Мурза, И.Г. Определение степени зрелости гонад и прогнозирование возраста достижения половой зрелости у атлантического лосося и кумжи / И.Г. Мурза, О.Л. Христофоров. Л.: Изд-во ГосНИОРХ, 1991. 102 с.
12. Бусарова О.Ю. Трофическая специализация симпатрических форм мальмы *Salvelinus malma* (Salmonidae) озера Азабачье, Камчатка // Вопр. ихтиол. 2022. Т. 62, № 4. С. 621–633.
13. Крохин Е.В. Озеро Азабачье (физико-географический очерк). Владивосток: ТИНРО. 1972. Т. 82. С. 3–18.
14. Knudsen, R. Aggregation of helminths: the role of feeding behavior of fish hosts / R. Knudsen, M. A. Curtis, R. Kristoffersen // Journal of Parasitology. 2004. Vol. 90. P. 1–7.
15. Peterson, B.J. Stable isotopes in ecosystem studies / B.J. Peterson, B. Fry // Annual Review of Ecology Systematics. 1987. Vol. 18 (1). P. 293–320.
16. Platzer, E.G. The life history of a dracunculoid *Philonema oncorhynchi* in *Oncorhynchus nerka* / E.G. Platzer, J.R. Adams // Canadian Journal of Zoology. 1967. Vol. 45. P. 31–43.
17. Smith H.D. Observations on the cestode *Eubotrium salvelini* in juvenile sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) at Babine Lake, British Columbia // Journal Fish Research Board of Canada. 1973. Vol. 30. P. 947–964.
18. Knudsen, R. Infections of *Diphyllbothrium dendriticum*, *D. ditremum* (Cestoda), and *Cystidicola farionis* (Nematoda) in a north Norwegian population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) during winter / R. Knudsen, A. Klemetsen // Canadian Journal of Zoology. 1994. № 72(11). P. 1922–1930.
19. Mikhailova E.I. Origination of a separate form of *Neoechinorhynchus salmonis* Ching, 1984 (Acanthocephales: Neoechinorhynchidae) in severe environment of the Asian Arctic // Parasitology Research. 2013. Vol. 112, № 5. P. 1973–1981.
20. Бусарова О.Ю. Третий случай трофической дифференциации бентосоядной мальмы (*Salvelinus malma*) в литорали озер Камчатки: озеро Азабачье // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. Ч. 2. С. 14–18.
21. Karvonen, A. Ecological divergence of closely related *Diplostomum* (Trematoda) parasites / A. Karvonen, P. Terho, O. Seppälä et al. // Parasitology. 2006. Vol. 133. Pt. 2. P. 229–235.
22. Vik R. Studies of the helminth fauna of Norway. II. Distribution and life cycle of *Cyathocephalus truncatus* (Pallas, 1781) (Cestoda) // Nytt Magazin for Zoologi. 1958. Vol. 6. P. 97–110.
23. 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.
24. Black, G.A. Migration and development of swim-bladder nematodes, *Cystidicola* spp. (Habronematoidea), in their definitive hosts / G.A. Black, M.W. Lankester // Canadian Journal of Zoology. 1980. Vol. 58(11). P. 1997–2005.
25. Moravec F. Parasitic nematodes of freshwater fishes of Europe. Praga, 1994. 467 p.
26. Пугачев О.Н. Нематоды пресноводных рыб Северо-Востока Азии // Эколого-географические исследования нематод / Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1984. Т. 126. С. 10–19.

Тамара Евгеньевна Буторина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, профессор, доктор биол. наук, ORCID: 0000-0001-5914-4234, Researcher ID: 6508346730, Россия, Владивосток, e-mail: boutorina@mail.ru

Использование метода инкубирования в среде Рэя RFTM для диагностики заболевания гребешка при садковом выращивании в хозяйствах Приморья

Аннотация. При проведении лабораторного исследования приморского гребешка из садковых хозяйств Приморского края методом инкубирования в среде RFTM в пробах идентифицированы гипноспоры (1–4) и трофозоиты на стадии роста и деления (от единичных до 257 экз./моллюска) возбудителя распространенного заболевания культивируемых двустворчатых моллюсков, вызываемого простейшими рода *Perkinsus*.

Ключевые слова: приморский гребешок, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857), марикультура, садковое выращивание, инкубация, жидкая среда Рэя с тиогликолятом (RFTM), болезни двустворчатых моллюсков, диагностика, Приморье

Tamara E. Boutorina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Professor, Doctor of Biological Sciences, ORCID: 0000-0001-5914-4234, Researcher ID: 6508346730, Russia, Vladivostok, e-mail: boutorina@mail.ru

Using the method of incubation in Ray's medium RFTM for the diagnosis of scallop disease in cage culture in the farms of Primorye

Abstract. During a laboratory study of Primorsky scallop from cage farms in Primorsky Krai by incubation in RFTM medium, hypnospores (1-4) and trophozoites at the stage of growth and division (from single to 257 ind./mollusk) of the causative agent of a common disease of cultivated bivalve mollusks were identified in samples, caused by protozoa of the genus *Perkinsus*.

Keywords: Primorsky scallop, mariculture, *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1857), mariculture, cage culture, incubation, Ray's fluid thioglycollate culture method (RFTM), bivalve mollusk diseases, diagnostics, Primorye

Культивирование двустворчатых моллюсков, в том числе гребешков, устриц, мидий, наряду с ракообразными и иглокожими, является приоритетным направлением мировой аквакультуры [1] и стратегии развития рыбного хозяйства России, особенно на Дальнем Востоке и в Приморье [2, 3]. В то же время «в Приморском крае в последние годы многие предприятия столкнулись с проблемой массовой смертности товарного садкового гребешка» [4]. Впервые мы обратили внимание на эту проблему еще в 2016 г. [5], описали жизненный цикл, распространение возбудителей, признаки заболевания, однако публикация осталась незамеченной.

Как подчеркивают авторы статьи [4], анализ отмеченных случаев показывает, что они носят систематический характер, повторяются каждый год в самые теплые месяцы и поражают моллюсков в возрасте от 2 до 3 лет, после чего наблюдается определенный спад заболевания. Было высказано предположение, что мы имеем дело с развитием эпизоотической ситуации, но у авторов не было убедительных доказательств того, что болезнь вызывает биологический агент, поскольку на основании выявленных симптомов они не могли поставить точный диагноз заболевания.

Необходимо отметить, что в ихтиопатологической практике аквакультуры разработаны и обычно используются общепринятые методы диагностики заболеваний двусторчатых моллюсков [6, 7]. В связи с этим целью нашей работы было проведение диагностики заболевания гребешков в марихозействах Приморья, установление его этиологического агента. В задачи работы входило следующее: выбор современного стандартного метода исследования моллюсков, используемого в мировой практике, выявление симптомов и причины заболевания, анализ результатов.

Основным материалом для исследования послужили отобранные для изучения экземпляры погибших приморских гребешков из двух хозяйств марикультуры – в Хасанском районе и на о. Русский в июле 2021 г. Всего было обследовано 11 экз. моллюсков. Для расчета общего числа паразитов в моллюске была определена масса тела без раковины (общая висцеральная масса) каждого экземпляра (таблица). Кроме того, с 2014 г. мы изучали состояние гребешков в одном из хозяйств Хасанского района и регистрировали случаи и признаки заболевания, в настоящей работе были учтены полученные данные для того, чтобы проследить развитие эпизоотии.

Для проведения анализа был использован стандартный лабораторный метод выявления источника болезни путем культивирования тканей моллюсков в жидкой среде Рея на морской воде с добавлением тиогликолята натрия (RFTM) [6, 7, 8]. Во время инкубации происходит значительное увеличение размеров и общей массы паразитов [8]. Для приготовления среды RFTM в модификации Рея готовый агар Рака-Рея № 3 для изоляции молочно-кислых бактерий, изготовленный в сертифицированной лаборатории, растворяли в природной морской воде и добавляли эмульгатор и антибиотик, затем вносили порошок тиогликолята натрия (рис. 1), все компоненты взяты в соотношении, соответствующем методике [7]. Приготовленную среду до 2 недель можно хранить в холодильнике, ее подвергают обязательной стерилизации в автоклаве (рис. 2), после охлаждения дополнительно вносят антибиотики и фунгицид для предотвращения развития бактерий и грибов, которые могут подавить развитие возбудителя болезни и затрудняют его идентификацию.

Для исследования мы брали не отдельные органы моллюсков, а всю висцеральную массу (все внутренние органы) гребешка, что значительно повышает качество исследования [9]. Ткани каждого моллюска помещали в отдельную стерильную пробирку и инкубировали в среде RFTM в течение 7 сут в темноте при температуре 22–25 °С (рис. 3). После инкубации растворы, содержащие исследуемые ткани моллюсков, центрифугировали и удалили верхний слой – супернатант (рис. 4), а навеску в 2 г из тканей каждого моллюска отдельно подвергали мацерации и перевариванию в двумолярном (2М) растворе щелочи NaOH. Полученный раствор после тщательного промывания в воде повторно центрифугировали для того, чтобы отделить остатки тканей моллюска от собственно паразитов. В результате мы получили по небольшому остатку (комочку) мягких тканей гребешка, который поместили на предметное стекло стереомикроскопа Микмед-5 и в избытке добавили свежий раствор Люголя для окраски различных стадий паразита. Далее провели микроскопическое исследование препаратов на большом увеличении микроскопа 10 x 40 и 10 x 100. Паразитов фотографировали с помощью цифровой камеры Levenhuk C800 NG, 8M pixels, USB 2,0, совмещенной с микроскопом. Для оценки паразитарной нагрузки мы оценивали общее число паразитов на разных стадиях развития в каждом моллюске, учитывая массу всех мягких тканей. При последующем анализе результатов были использованы все собранные нами в 2014–2021 гг. материалы о культивируемом в садках приморском гребешке в хозяйствах марикультуры Приморья. Лабораторное обследование гребешков путем культивирования в среде Рея и обработка проб моллюсков были проведены на базе оборудования Национального научного центра морской биологии им. А.В. Жирмунского ДВО РАН и лаборатории кафедры «Экология и природопользование». В работе принимали участие студенты кафедры, после обработки эти данные лягут в основу выступлений, публикаций и дипломной работы студентов.

Биологические данные об изученных моллюсках

№ п/п	Общая висцеральная масса моллюска, г	Подвергнуто мацерации в 2 М NaOH, г
1	44,85	2,0
2	27,70	2,0
3	42,20	2,0
4	37,60	2,0
5	41,50	2,0
6	43,45	2,0
7	29,25	2,0
8	31,35	2,0
9	39,35	2,0
10	35,00	2,0
11	39,05	2,0



Рисунок 1 – Компоненты среды RFTM



Рисунок 2 – Стерилизация среды в автоклаве



Рисунок 3 – Термостат для инкубации моллюсков в среде



Рисунок 4 – Подготовка образцов к перевариванию в NaOH

Результаты и обсуждение

В июне 2014 г. при обследовании 27 экз. гребешков из хозяйства в Хасанском районе у трех из них (11,1 %) мы обнаружили хорошо выраженные очаги воспаления ткани мускула-замыкателя, которые имели желтовато-коричневый цвет. Такие признаки характерны для заболевания, вызываемого *Perkissus* sp., хотя не являются специфичными только для этой болезни. Микроскопическое исследование тканей этих моллюсков выявило присутствие в мазках-отпечатках мускула-замыкателя и других органах отдельных округлых образований (рис. 5), аналогичных стадии ранних, растущих трофозоитов паразита, и отдельных кольцеобразных клеток со светлой центральной частью, в которой находится большая вакуоль, и более узкой, плотной и темной периферией, куда отеснена цитоплазма клетки с ядром – так называемые клетки-кольца или клетки-перстни (рис. 6). Находки клеток паразита были редкими, единичными.

В июле 2016 г. было обследовано еще 20 экз. товарных гребешков, при этом признаки заболевания подтвердились. У семи экземпляров (35 %) найдены многочисленные трофозоиты на стадии деления (палинтомии) (рис. 7) и материнские, более крупные клетки, которые содержали дочерние трофозоиты (рис. 8), а также единичные клетки-перстни характерного строения. Клетки паразитов были особенно многочисленны в ткани жабр и гонад моллюсков (рис. 7), но встречались также ноги в ткани и других органах. Одновременно была зарегистрирована гибель 2–3-летних гребешков при садковом выращивании.

Различные органы моллюсков из этой пробы были подвергнуты генетическому анализу в специализированной лаборатории Санкт-Петербурга. К сожалению, ДНК, выделенная из темных включений в ткани моллюсков (предполагаемых паразитов), оказалась уже деградированной, непригодной для дальнейшего анализа, получить «качественный» генетический материал из этих проб не удалось.

В июле 2021 г. лабораторное обследование погибших гребешков из двух хозяйств марикультуры методом культивирования материала в среде RFTM снова подтвердило заболевание гребешков в марикультурных хозяйствах Приморского края. В трех из 11 обследованных моллюсков было обнаружено от одной до четырех гипноспор паразита в расчете на 2 г мягких тканей каждого моллюска (рис. 9). Кроме того, ткани семи моллюсков содержали делящихся трофозоитов (рис. 10) – от единичных находок до 257 экз. в одном гребешке, у одного из моллюсков ткани были полностью некротизированы, два моллюска оказались незараженными.

Мы рассчитали паразитарную нагрузку на каждого гребешка: суммарно во всей висцеральной массе одного моллюска присутствовало от 20 до 60 гипноспор и от 56 до 4800 трофозоитов.

Таким образом, использование высокочувствительного метода для диагностики заболевания позволяет с уверенностью говорить о наличии патогена рода *Perkinsus* в гребешковых хозяйствах Приморья, причем не только на ранних, питающихся тканями моллюска стадиях развития (трофозоиты), но и на стадии сформированных гипноспор, в которых формируются зооспоры для заражения новых хозяев [8, 10]. Но необходимо повторно провести молекулярную диагностику с использованием реакции PCR для того, чтобы точно диагностировать вид возбудителя заболевания [11], которое часто регистрируется в азиатских водах Тихоокеанского бассейна [12].

Полученные данные о количестве паразитов в расчете на одного моллюска говорят о сравнительно небольшой общей паразитарной нагрузке на культивируемых гребешков. В случае сильного заражения моллюсков число гипноспор только в одном поле зрения микроскопа достигает 25 [8], а общее их число значительно больше наблюдаемого в нашем случае, число же делящихся трофозоитов вообще не поддается подсчету.

Проведенное исследование подтверждает высокую эффективность использованного метода для диагностики заболевания приморского гребешка и свидетельствует о необходимости создания в Приморье стационарной, хорошо оснащенной, сертифицированной лаборатории для постоянного мониторинга состояния популяций двустворчатых моллюсков в хозяйствах марикультуры для того, чтобы успешно развивать аквакультуру в регионе.

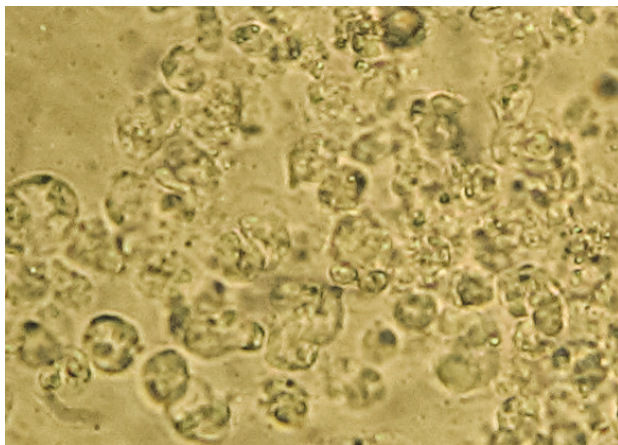


Рисунок 5 – Масса трофозоитов
в ткани мускула. 10 x 10

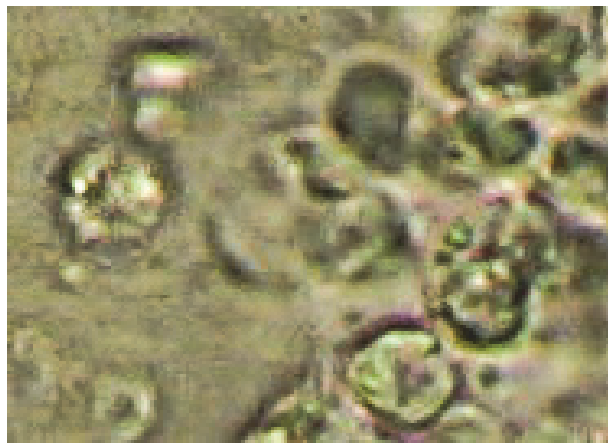


Рисунок 6 – Клетка-кольцо
со светлой центральной частью

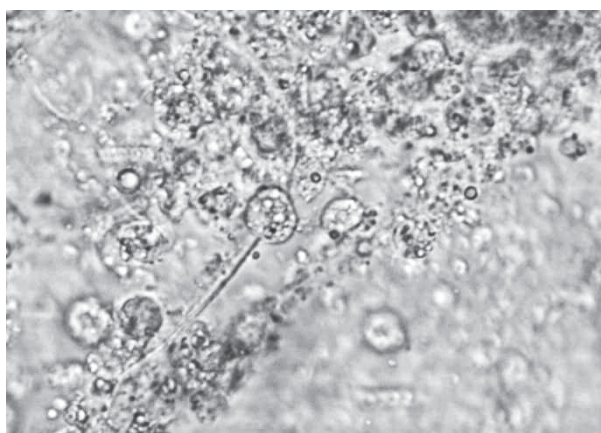


Рисунок 7 – Трофозоиты в ткани жабр. 10 x 40

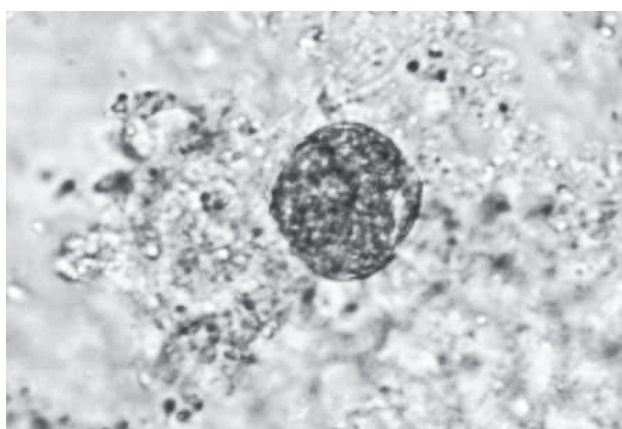


Рисунок 8 – Делящийся трофозоит,
жабры. 10 x 40

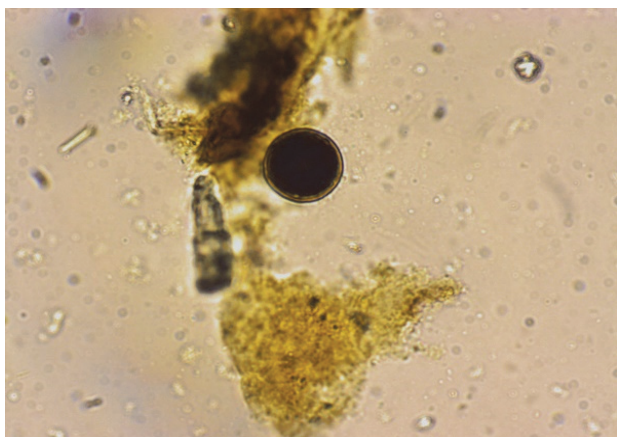


Рисунок 9 – Гипноспора паразита
в ткани моллюска. 10 x 40

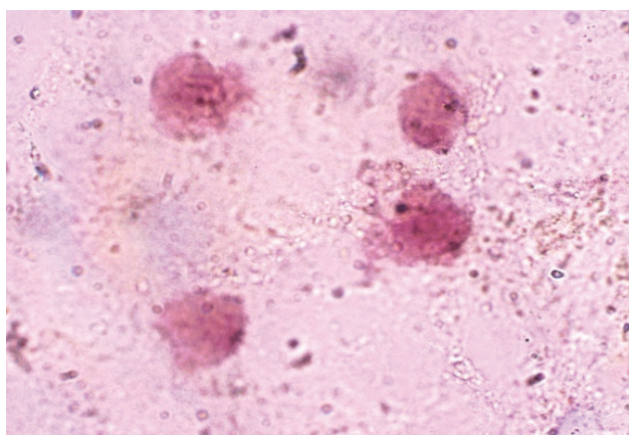


Рисунок 10 – Трофозоиты в ткани
моллюска. 10 x 40

Благодарности

Выражаем благодарность доценту кафедры «Промышленное рыболовство» Елене Павловне Бровкиной и сотрудникам лаборатории ННЦМБ ДВО РАН за помощь в организации лабораторного исследования приморского гребешка в 2021 г.

Библиографический список

1. Ким И.Н., Лескова С.Е., Матросова И.В. Марикультура. М.: Моркнига, 2014. 273 с.
2. Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. 2019. № 2798-р. 58 с.
3. Развитие аквакультуры в Приморье: реалии и возможности / Л.Н. Бочаров, С.Е. Поздняков, Г.С. Гаврилова и др. // Вопр. рыболовства. 2015. Т. 16, № 1. С. 7–23.
4. Бровкина Е.П., Костина Е.А. Характер протекания эпизоотий при садковом выращивании гребешка в Приморье. Перкинсус – вероятная причина возникновения данных заболеваний // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 41–52.
5. Буторина Т.Е., Творогова Е.В. Заражение моллюсков динофлагеллятами рода *Perkinsus*: этиология, клинические признаки, распространение, диагностика // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. Ч. 1. С. 49–53.
6. Ray S. M. A review of the culture method for detecting *Dermocystidium marinum*, with suggested modifications and precautions // Proceedings of the National Shellfisheries Association. 1966. Vol. 54. P. 55–69.
7. Manual of Diagnostic Tests for Aquatic Animals 2022. Section 2.4. Chapter 2.4.6. Infection with *Perkinsus olseni* (version adopted in May 2015). С. 473–484. Режим доступа: <https://www.woah.org/en/what-we-do/standards/codes-and-manuals/aquatic-manual-online-access/> (дата обращения: 06.10.2022).
8. Duncan C.F., Bushek D. Development and applications of Ray's fluid thioglycollate media for detection and manipulation of *Perkinsus* spp. pathogens of marine molluscs // J. Invertebrate Pathology. 2015. Vol. 131. P. 68–82.
9. ICES. Dermo diseases of oyster caused by *Perkinsus marinus*. Revised and updated by Susan E. Ford // ICES Identification Leaflets for Diseases and Parasites of Fish and Shellfish. 2011. Leaflet № 30. 5 p.
10. Perkinsosis in mollusks: a review / A. Villalba, K.S. Reece, M.K. Ordas et al. // Aquat. Living Resour. 2004. Vol. 17. P. 211–232.
11. Audemard C., Reece K.S., Bureson E.M. Real-Time PCR for Detection and Quantification of the Protistan Parasite *Perkinsus marinus* in Environmental Waters // Appl. Environ. Microbiology. 2004. Vol. 70, № 11. P. 6611–6618. Режим доступа: <https://www.doi.org/10.1128/AEM.70.11.6611-6618.2004>.
12. Choi K.-S., Park K.-I. Review of the Protozoan Parasite *Perkinsus olseni* (Lester and Davis, 1981) Infection in Asian Waters // Coastal Environmental and Ecosystem Issues of the East China Sea / Eds. A. Ishimatsu and H.-J. Lie. Nagasaki: TERRAPUB and Nagasaki Univ., 2010. P. 269–281.

Тамара Евгеньевна Буторина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, профессор, доктор биол. наук, ORCID: 0000-0001-5914-4234, Researcher ID: 6508346730, Россия, Владивосток, e-mail: boutorina@mail.ru

Олеся Юрьевна Бусарова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Экология и природопользование», канд. биол. наук, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Россия, Владивосток, e-mail: olesyabusarova@mail.ru

Адаптация паразитических гидробионтов к высокому содержанию органики в водоеме (на примере реки Пенжина)

Аннотация. В результате изучения паразитов рыб эстуария реки Пенжина показано, что наилучшим образом адаптировались к условиям обилия органических веществ в воде сидячие и кругоресничные инфузории, а также личинки некоторых видов трематод и миксоспоридии.

Ключевые слова: паразиты, адаптация, избыток органики в воде, прикрепленные паразитические инфузории, триходины, трематоды, миксоспоридии, река Пенжина, северо-запад Камчатки, бассейн Охотского моря

Tamara E. Boutorina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Professor, Doctor of Biological Sciences, ORCID: 0000-0001-5914-4234, Researcher ID: 6508346730, Russia, Vladivostok, e-mail: boutorina@mail.ru

Olesya Yu. Busarova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate professor of the Department of Ecology and Natural Resources Management, PhD in Biological Sciences, ORCID: 0000-0003-3246-9658, Russia, Vladivostok, e-mail: olesyabusarova@mail.ru

Adaptation of parasitic hydrobionts to an increased content of organic matter in a water body (on the example of the Penzhina River)

Abstract. As a result of the study of fish parasites of the estuary of the Penzhina river showed that sessile and ciliated ciliates, as well as larvae of some species of trematodes and myxozoans, have adapted best to the conditions of the abundance of organic substances in the water.

Keywords: parasites, adaptation, abundance of organic matter in water, attached parasitic ciliates (sessile infusoria), trichodins, trematodes, myxozoans, Penzhina river, north-west of Kamchatka, Sea of Okhotsk basin

Классики паразитологической науки В.А. Догель и Е.Н. Павловский наглядно показали [1], что паразитические организмы приспосабливаются не только к своим хозяевам (среде I порядка), но и к окружающим их условиям, внешней среде (среде II порядка). Особенно сильно зависят от условий в водоеме эктопаразиты, которые обитают на поверхности тела и жабрах рыб, и те эндопаразиты, часть жизненного цикла которых проходит непосредственно в воде (свободноплавающие личиночные стадии моногеней и трематод).

На примере паразитов, обнаруженных нами у рыб в нижнем течении реки Пенжина, мы проанализировали, какие группы паразитов преобладают в условиях значительного накопления органики на определенных участках рек, чаще всего в нижнем течении или эстуарии.

Пенжина – одна из крупнейших рек на северо-западе Камчатского полуострова с самыми мощными в России приливами (до 13,4 м), высокими весенне-летними паводками, сопровождающимися активным перемешиванием донных осадков и вымыванием глинистых отложений, и обширной эстуарной зоной [2]. Особенности реки, прежде всего, большой эстуарий, во многом определяет состав фауны паразитов рыб. Эстуарии крупных рек представляют собой экосистемы, функционирующие в экстремальных, стрессовых условиях. Общие закономерности эстуарных систем определяются комплексом факторов, важнейшие среди которых – широкий диапазон солености воды, высокая мутность воды и сильные течения [3, 4, 5]. Для всех эстуарных экосистем планеты характерны общие особенности: высокая продуктивность [6], преобладание детритных цепей питания [7], малое видовое разнообразие биоты, представители которой способны выживать в экстремальных условиях [8, 9]. В то же время каждый эстуарий имеет свою специфику, связанную с географическим положением, рельефом, геологической историей реки, богатством биоты и региональными особенностями.

Материал для анализа был собран при паразитологическом обследовании рыб в эстуарной области реки Пенжина. Эстуарий занимает обширную площадь на протяжении от Пенжинской губы до 75 км вверх по течению. Рыб ловили мальковым неводом размером 3 x 8 м. Сбор паразитов осуществляли методом полного паразитологического вскрытия [10], для их идентификации использовали специальные определители [11, 12]. Для учета численности паразитов были рассчитаны показатели зараженности рыб каждым видом: экстенсивность инвазии (процент зараженных рыб в выборке), средняя интенсивность (среднее число паразитов вида в расчете на одну зараженную рыбу в выборке) и индекс обилия вида (среднее число паразитов, приходящееся на одну исследованную рыбу в выборке). Эти данные позволяют сравнивать численность паразитов разных видов и выделять наиболее многочисленные. Полный список паразитов рыб реки Пенжина представлен в базе данных [13].

Среди паразитов рыб в эстуарии реки Пенжина по числу видов и численности большую часть составляли миксоспоридии (Мухозоа) – 23 вида, инфузории (Ciliophora) – 22 и личиночные стадии трематод (Trematoda) – 16 видов [14] (рис. 1). Обозначенные группы паразитов наиболее активно развиваются в водоемах с высоким содержанием органики.

Среди паразитов рыб реки Пенжина наиболее разнообразными по числу видов оказались миксоспоридии (рис. 1). Окончательными хозяевами миксоспоридий у пресноводных видов служат малощетинковые черви – олигохеты, рыбы являются для миксоспоридий промежуточными хозяевами [15]. Олигохеты обитают на мягких илистых грунтах и характерны для эвтрофных водоемов, что позволяет использовать их в качестве биоиндикаторов органического загрязнения водоемов [16]. Разнообразие миксоспоридий (23 вида) указывает на активные контакты рыб с олигохетами и заражение их актиноспорами, выделяемыми донными червями. Периодическое перемешивание и взмучивание донных осадков способствует инвазии рыб разнообразными видами миксоспоридий.

Инфузории – вторая по численности видов группа паразитов рыб реки Пенжина. Инфузории были представлены прикрепленными паразитами рода *Apiosoma* (рис. 2) и подвижными кругоресничными триходинами (рис. 3).

Сидячие инфузории паразитируют на плавниках и жабрах рыб и большей частью используют в пищу бактериальную флору и микропланктон из воды [19], а рыбы служат для них местом обитания и транспортом для перемещения. Поэтому избыток органики способствует их активному росту и размножению, а образование цитоплазматических выростов и гипертрофия тканей подошвы, которые нередко погружаются в эпителий рыб помогают им удерживаться на хозяине при его активном движении [20].

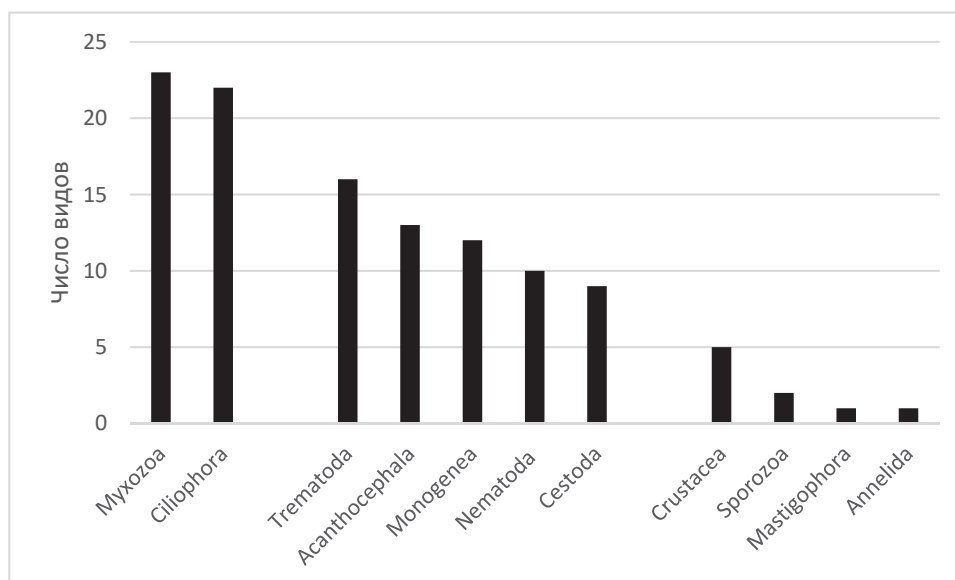


Рисунок 1 – Видовое богатство паразитов рыб эстуария реки Пенжина (из: Буторина и др., 2023) [14]

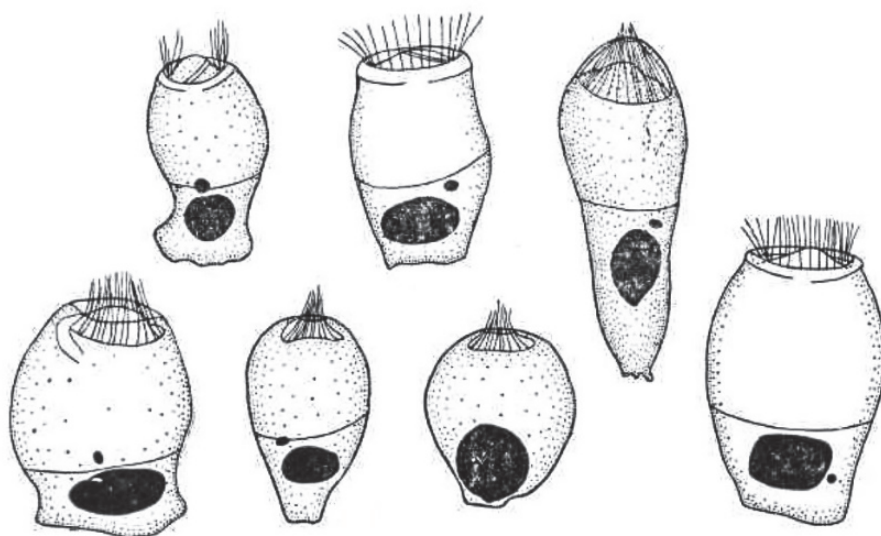


Рисунок 2 – Сидячие инфузории – паразиты рыб реки Пенжина (из: Пугачев, 1983) [17]

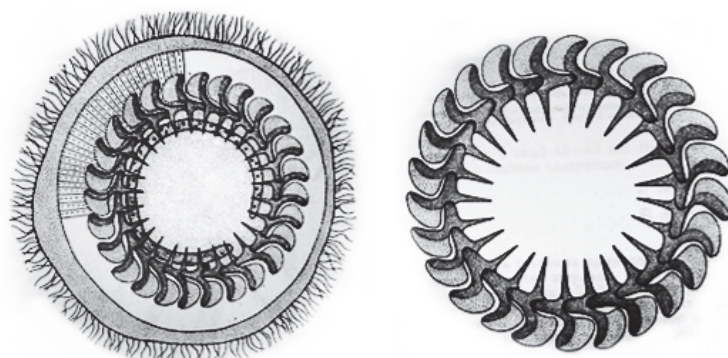


Рисунок 3 – Триходины – паразиты рыб реки Пенжина (из: Жуков, 1964) [18]

Инфузории родов *Trichodina*, *Paratrachodina* по характеру питания близки к апиозомам, с помощью ресничек они захватывают бактериальные частицы, детрит, поедают остатки эпителиальных клеток рыбы-хозяина [20]. Они также предпочитают участки водоемов, богатые органикой, но при этом полностью не зависят от рыб, могут передвигаться как по поверхности тела и жабр рыб, так и активно плавать в воде. Поэтому не случайно, что из всего многообразия паразитических инфузорий именно названные группы были самыми многочисленными паразитами в эстуарии реки Пенжина.

Третьей по численности видов группой паразитов рыб эстуария реки Пенжина являются трематоды. Трематоды имеют сложный цикл развития со сменой хозяев. Промежуточными хозяевами трематод служат моллюски, рыбы могут выполнять роль дополнительных и окончательных хозяев [21]. Обилие органики в устьевой области реки Пенжина способствует высокой численности моллюсков.

Таким образом, избыток органики в эстуарной зоне реки Пенжина послужил одним из важных механизмов отбора, который существенно повлиял на состав паразитов рыб и определил доминирующие группы: инфузории, миксоспоридии и трематоды.

Библиографический список

1. Догель В.А. Общая паразитология. Л.: Изд-во ЛГУ, 1962. 464 с.
2. Горин С.Л., Коваль М.В., Сазонов А.А., Терский П.Н. Современный гидрологический режим нижнего течения реки Пенжина и первые сведения о гидрологических процессах в ее эстуарии (по результатам экспедиции 2014 г.) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 33–52. DOI: 10.15853/2072-8212.2015.37.33-52.
3. Harrison T.D., Whitfield A.K. Estuarine typology and the structuring of fish communities in South Africa // Environ. Biol. Fishes. 2006. Vol. 75. P. 269–293. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s10641-006-0028-y>.
4. Nicolas D., Lobry J., Le Pape O., Boet P. Functional diversity in European estuaries: relating the compositions of fish assemblages to the abiotic environment // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2010. Vol. 88. P. 329–338.
5. Elliott M., Whitfield A.K. Challenging paradigms in estuarine ecology and management // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2011. Vol. 94. P. 306–314.
6. Колпаков Н.В. Продукция макрозообентоса в эстуариях Приморья // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 182. С. 197–212.
7. Findlay S., Pace M.L., Lints D. et al. Weak coupling of bacterial and algal production in a heterotrophic ecosystem: the Hudson River estuary // Limnol. Oceanography. 1991. Vol. 36. P. 268–278.
8. Elliott M., Whitfield A.K., Potter I.C. et al. The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review // Fish and Fisheries. 2007. Vol. 8. P. 241–268.
9. Коваль М.В., Есин Е.В., Горин С.Л. и др. Видовое разнообразие, распространение и расселение рыб в реках бассейна Пенжинской губы // Вопр. ихтиол. 2018. Т. 58, № 6. С. 795–807.
10. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
11. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1984. Т. 1. Паразитические простейшие. 428 с. (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-та АН СССР. Вып. 140).
12. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные (Вторая часть). Л.: Наука, 1987. 583 с. (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-та АН СССР. Вып. 149).
13. Boutorina T., Busarova O., Koval M. Diversity of Fish parasites of the Penzhina River (Kamchatka Krai, Russia) // Dryad, Dataset. 2021. Режим доступа: <https://doi.org/10.5061/dryad.69p8cz92j>.

14. Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю., Коваль М.В. Паразиты рыб гиперприливного эстуария реки Пенжина (бассейн Охотского моря) // Биол. внутренних вод. 2023. № 1.
15. Okamura B., Gruhl A., Bartholomew J.L. 2015. Muxozoan evolution, ecology and development. Switzerland: Springer. 441 p. Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14753-6>.
16. Биологический контроль состояния окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие / под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой. М.: ИЦ «Академия», 2010. 288 с.
17. Пугачев О.Н. Паразитические простейшие пресноводных рыб северо-востока СССР // Паразитологический сб. Зоол. ин-та АН СССР. 1983. Т. 31. С. 158–171.
18. Жуков Е.В. Паразитофауна рыб Чукотки. III. Простейшие (Protozoa) морских и пресноводных рыб. Общие выводы // Паразитологический сб. Зоол. ин-та АН СССР. 1964. Т. 22. С. 224–262.
19. Банина, Н.Н. Апиозомы как паразитические организмы // Проблемы изучения паразитов и болезней рыб / Н.Н. Банина, О.Н. Бауер, Ю.А. Стрелков (ред.) // Изв. ГосНИОРХ. 1975, Т. 105. С. 58–68.
20. Гинецинская Т.А., Добровольский А.А. Частная паразитология. Паразитические простейшие и плоские черви / под ред. Ю.И. Полянского. М.: Высш. шк., 1978. 303 с.
21. Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В. и др. Метациркулярии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. М.: Наука, 2002. 298 с.

Ангелина Романовна Волкова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБМ-212, Россия, Владивосток, e-mail: an9elina.volkova@yandex.ru

**Некоторые черты биологии осенней кеты в реке Иска
(Хабаровский край) в 2015, 2017 гг.**

Аннотация. Объектом исследования являлась осенняя кета реки Иска. В процессе работы изучены некоторые черты биологии кеты в 2015 и 2017 гг. Изучен размерный и массовый состав. Проанализирована зависимость длина–масса. Установлено соотношение полов и стадии зрелости гонад. В исследованные годы биологические показатели осенней кеты различались незначительно, что может косвенно указывать на удовлетворительное состояние популяции кеты реки Иска.

Ключевые слова: осенняя кета, тихоокеанские лососи, размерный состав, массовый состав, зависимость длина – масса, соотношение полов, стадии зрелости гонад

Angelina R. Volkova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBm-212, Russia, Vladivostok, e-mail: an9elina.volkova@yandex.ru

**Some features of the biology of autumn chum salmon in the Iska River
(Khabarovsk Territory) in 2015, 2017**

Abstract. The object of the study was Keta R. The lawsuit. In the course of the work, some features of the biology of the chum salmon of 2015 and 2017 were studied. The size and mass composition were studied. The length–mass relationship is analyzed. The ratio of the sexes and the stage of maturity of the gonads has been established.

Keywords: autumn chum salmon, Pacific salmon, size composition, mass composition, length – mass relationship, sex ratio, gonad maturity stages

Введение

Кета *Oncorhynchus keta* – распространённый вид тихоокеанских лососей, на Дальнем Востоке является вторым по численности и значимости промысловым видом. С начала 2000-х гг. вылов кеты значительно увеличился и на сегодняшний день возрос с 29,6 до 98 тыс. т [1–2]. Всего в регионе шесть районов воспроизводства осенней кеты: Камчатка, Сахалин, северо-западное побережье Охотского моря, бассейн реки Амур, Приморье и бассейн реки Анадырь. Промысловики издавна выделяют летнюю и осеннюю кету, сам Лев Семёнович Берг назвал их расами. Данные расы отличаются сроком нерестовой миграции и некоторыми морфологическими характеристиками (размер, вес, плодовитость). В настоящее время в крупных реках материкового побережья Охотского моря преобладает осенняя кета, а в малых реках чаще всего встречается летняя раса. Река Иска впадает в мелководный зал. Счастья Охотского моря. Для реки характерен многорукавный тип русла и устойчивый водный режим, что и обуславливает высокий потенциал реки с точки зрения воспроизводства анадромных и жилых лососевых рыб. Сохранение биоресурсов лососевых – задача государственного уровня, поэтому Федеральное агентство Российской Федерации по рыболовству приняло комплекс мер по поддержанию численности и эффективных правил рыбоохраны, а также формирование оптимальных экологических условий для их обитания на основе постоянного мониторинга состояния популяций и кормовой базы в водоемах [1].

Цель настоящей работы – изучить некоторые черты биологии осенней кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Для достижения цели необходимо было выполнить следующие задачи:

- изучить размерный состав;
- изучить массовый состав;
- проанализировать зависимость длина–масса;
- установить соотношение полов и стадии зрелости гонад.

Материал и методы исследования

Материал собран сотрудниками ФГБУ «Амуррыбвод» во время осеннего хода кеты в реке Иска в 2015 и 2017 гг. и любезно предоставлен автору для обработки. Биологический анализ производился по стандартной методике, на месте сбора производителей. У кеты определялись следующие параметры: пол, длина, масса, стадия зрелости, плодовитость. Измерения производились с точностью до 1 см, массы – до 100 г.

Статистическая обработка биологического материала проводилась при помощи персонального компьютера с пакетом программ: Microsoft Word, Microsoft Excel.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно литературным сведениям осенняя кета имеет большие размеры, массу и плодовитость по сравнению с летней формой. Возможно, данное различие можно объяснить местом, где будет проходить нерест и развиваться будущая молодь. Кета занимает нерестилища двух отличительных типов. Одни располагаются в реках и омываются под русловым потоком с примесью грунтовых вод. В таком случае термический и гидрохимический режимы нерестовых бугров находятся в тесной зависимости от режима русловых вод, чем объясняется затухание нереста при осеннем похолодании и высокая гибель потомства зимой. Нерестилища другого типа располагаются в водоемах на местах выхода грунтовых вод. Эти воды беднее кислородом и имеют слабую кислую реакцию. Их режим стабильнее и на подобных местах нерест проходит в разные сезоны, в том числе глубокой осенью или зимой. Нерестилища первого типа свойственны летней, а второго – осенней кете [3].

В 2015 г. в реке Иска облавливалась осенняя кета длиной от 59 до 73 см. Модальную группу формировали рыбы длиной от 63–9 см, на их долю пришлось 62 %. Количество более крупных экземпляров более 70 см не превышало 5 %. Размерный состав в 2017 г. представлен рыбами от 61–70 см, модальная группа представлена животными с размерами от 61–69 см, доля составляет 79 %. Из графика видно, что размерный ряд 2015 г. оказался более протяженный, чем 2017 г. Особи длиной более 70 см в 2017 г. отсутствовали в улове (рис. 1). В 2015 г. так же, как и в 2017 г. самцы были крупнее самок.

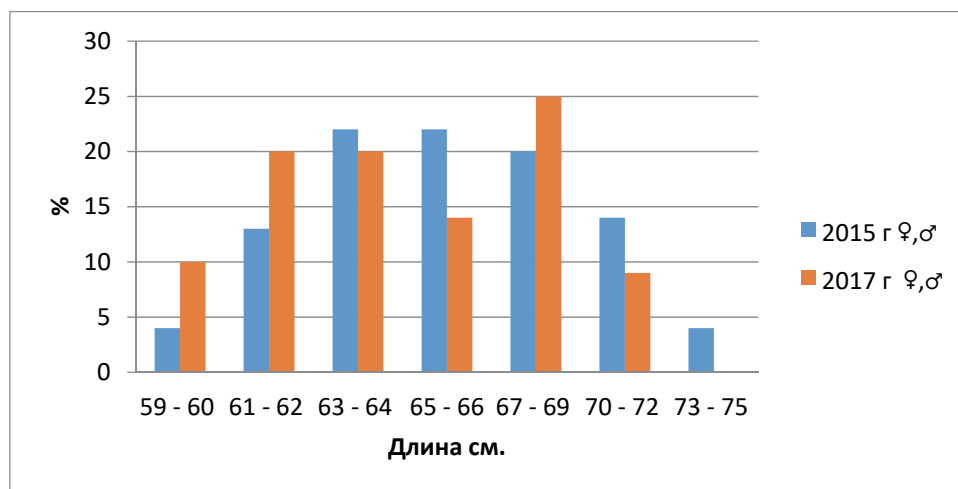


Рисунок 1 – Размерный состав осенней кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Длина самок в 2015 г. варьировала в пределах 59–70 см, модальная группа была представлена особями длиной 61–66 см (83 %). Самки размером более 70 см в улове отсутствовали. В 2017 г. самки имели длину от 59–65 см. В модальную группу вошли особи размером 61–64 см (62 %). Самки длиной более 66 см отсутствовали в улове (рис. 2). Необходимо отметить, что в 2015 г. размеры самок были больше.

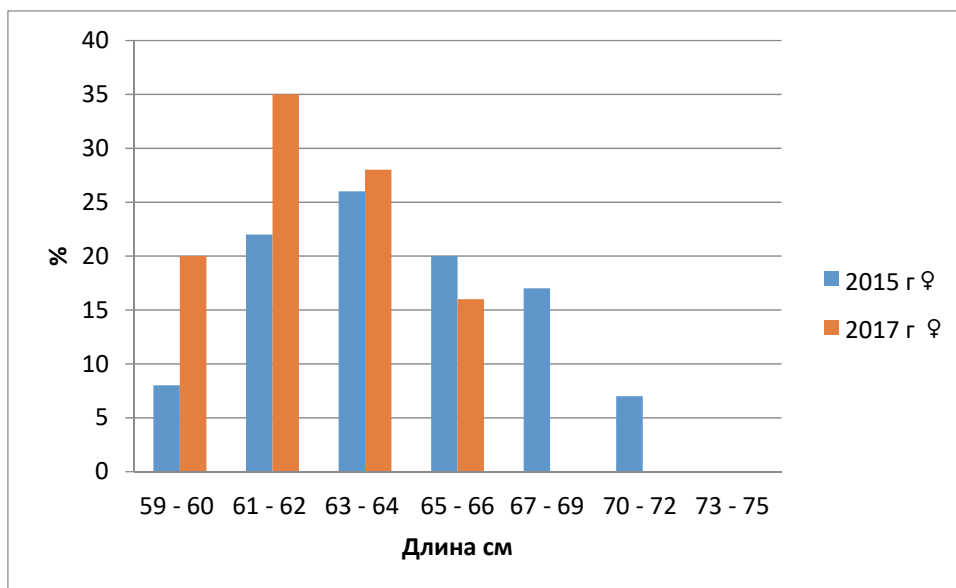


Рисунок 2 – Размерный состав самок осенней кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Длина самцов в 2015 г. составляла 61–73 см, группа представлена 63–69 см (61 %). Самцы длиной менее 60 см отсутствовали в улове. Особи размером от 73–75 составили более 5 %. Самцы 2017 г. были длиной от 59–70 см, модальная группа представлена 61–69 см и составила 80 %. Рыбы размером от 59–60 см приходится более 10 %. Самцы длиной более 72 см отсутствовали в улове (рис. 3).

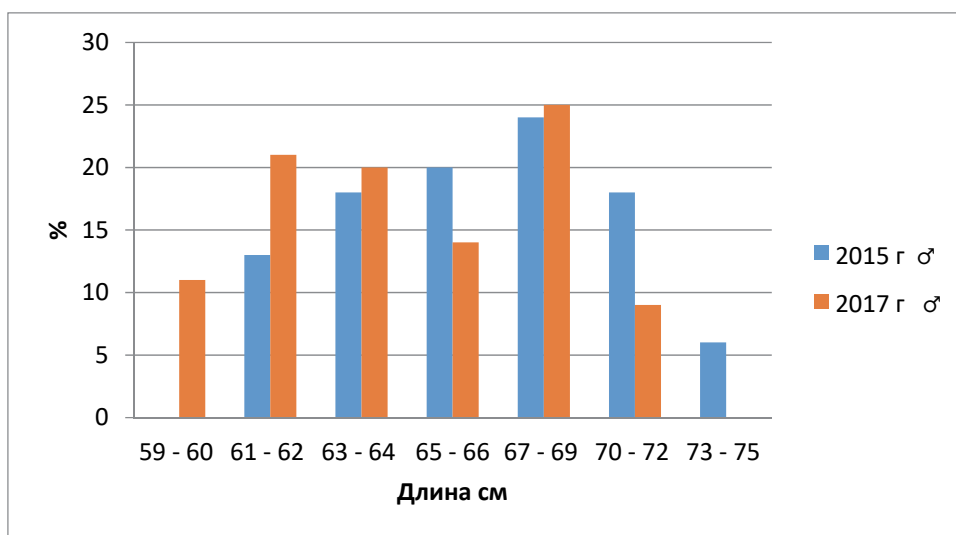


Рисунок 3 – Размерный состав самцов в реке Иска в 2015 и 2017 гг.

В 2015 г. в реке Иска особи кеты имели массу от 2049 до 4348 г, основу выборки составили от 2649 – 3549 г (66 %). Животные массой более 4049 присутствовали в улове и их процент составил 3 %. Весовой состав кеты в 2017 г был представлен рыбами от 2050 до

3860 г. Модальный класс представили особи 2449–2649 г, их доля составила 32 %. Кета массой более 3849 г в улове не встречалась (рис. 4). График показывает, что в 2015 г. облавливалась кета пожирнее, чем в 2017 г.

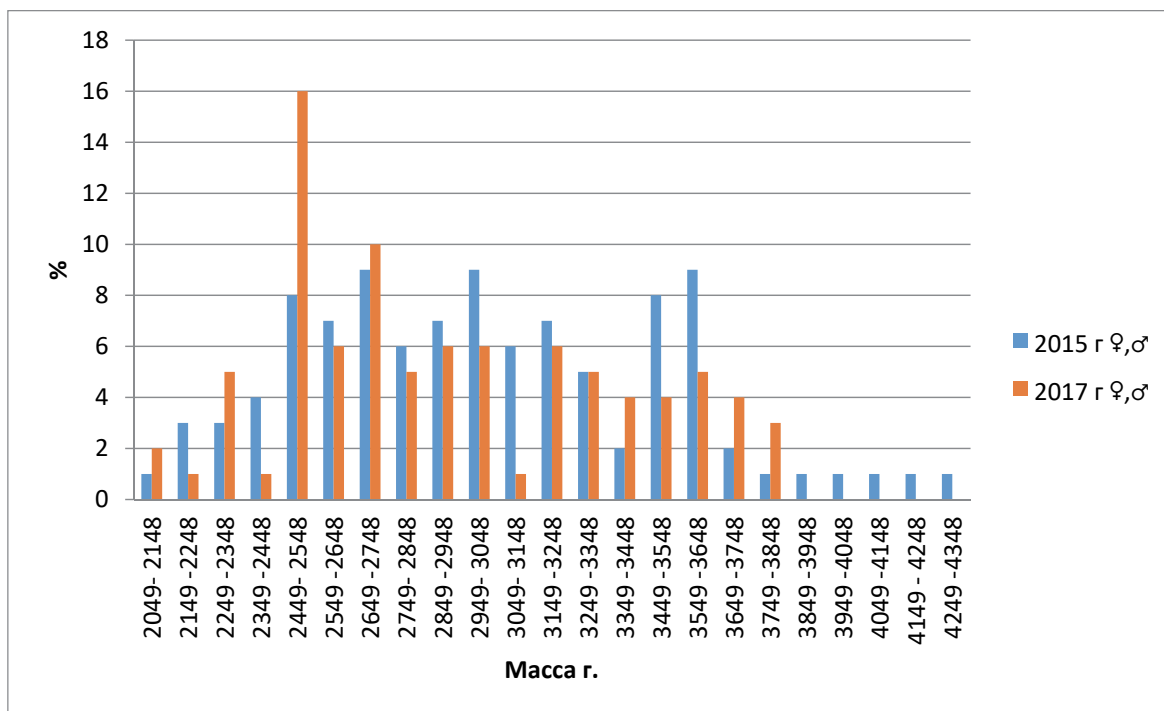


Рисунок 4 – Массовый состав осенней кеты в реке Иска в 2015 и 2017 гг.

Масса самок варьировала от 2049 до 4249 г. Модальный класс составили особи от 2649–2949 г (19 %). В выборке находились животные с массой 3149–3549 г (10 %). Встречалась и жирнее кета (4249 г). В 2017 г. в модальный класс вошли самки 2449–2549 г, они составили 43 %. Рыба массой более 3348 г отсутствовала в улове (рис. 5).

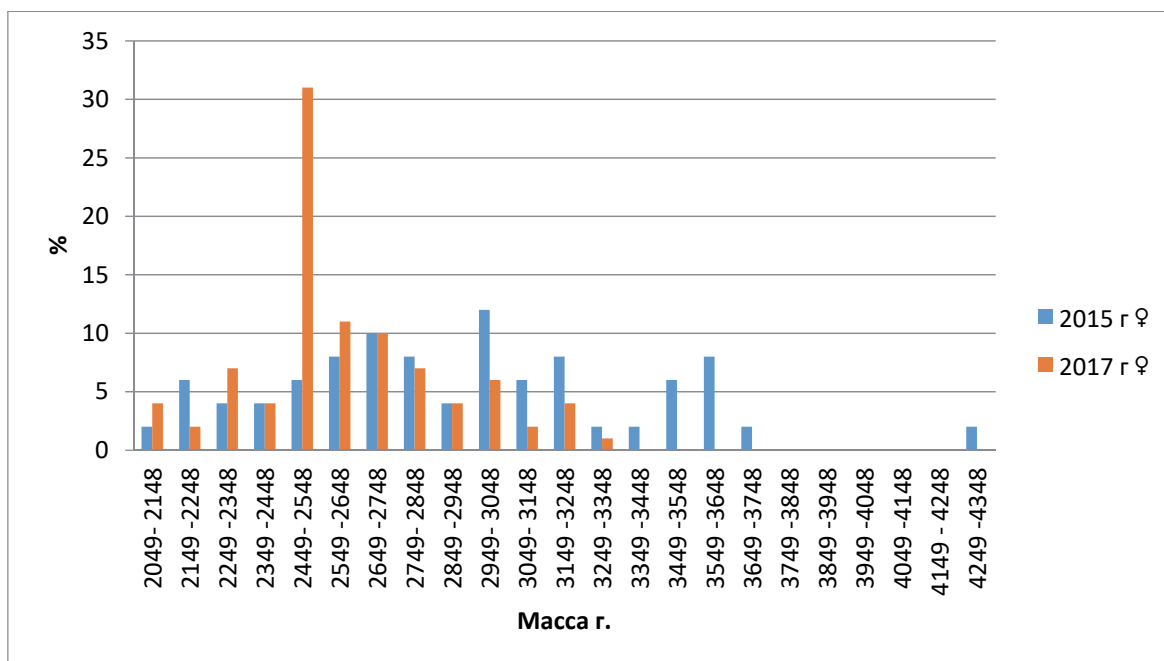


Рисунок 5 – Массовый состав самок реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Масса самцов в 2015 г. изменялась от 2249 до 4149 г, группа представлена 3449–3549 г и составила 21 %. Обнаружены особи с массой 2449–2649 г (18 %). Самцы массой меньше 2248 г отсутствовали в улове. В 2017 г. модальный класс самцов составили особи 2649–3249 г (26 %). В выборке также отсутствовали особи массой менее 2248 г. Самцов массой более 3948 г в улове нет (рис. 6).

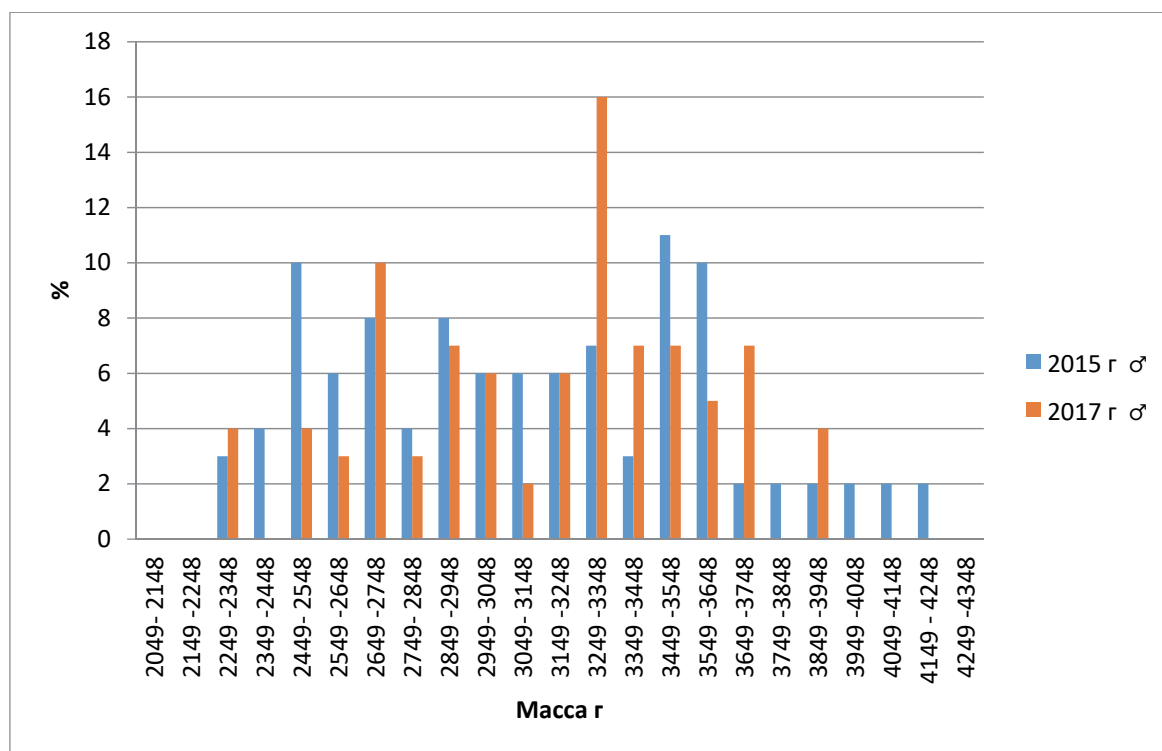


Рисунок 6 – Массовый состав самцов реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Сравнивая литературные данные В.В. Волобуева [3], минимальная длина северо-охотской кеты, выловленной в реке Яма в 1999 г., составляет 43, а максимальная – 86 см, масса тела, соответственно, 1,21 и 10,35 кг. Средняя длина варьирует от 60 до 65 см, масса – от 3,1 до 3,8 кг. У кеты северо-охотского побережья самцы, как правило, крупнее самок. При сравнении средних показателей длины и массы тела основных популяций побережья наиболее крупная кета отмечена также в реке Яма – 65,4 см и 3,78 кг. Река Яма имеет большой мелководный лиман, скатываясь в который молодь проходит период адаптации и этап эстуарного нагула. После выхода из лимана в побережье она попадает в район высокой продуктивности кормовых организмов, что обеспечивает ей более благоприятные стартовые условия по сравнению с кетой других популяций [2].

Молодь осенней кеты, выходящая в море в начале сезона ската, около 3–4 месяцев держится вблизи берегов. Мальки интенсивно питаются и быстро растут. Весной основным кормом служат разнообразные мелкие формы Harpacticoida. В пище более крупных мальков, которые отходят на глубокие участки, все чаще встречаются взрослые насекомые, крупные мизиды, десятиногие рачки и личинки рыб. Позже рыба переходит на питание рыбой, ракообразными, моллюсками. В рационе также можно отметить молодняк сельди, песчанки и корюшки. В период нереста кета прекращает питание [3, 4].

Зависимость длина–масса осенней кеты в реке Иска в 2015 и 2017 гг. описывается степенными уравнениями с коэффициентом аппроксимации ($R^2 = 0,859$) в 2017 г., ($R^2 = 0,575$) – в 2015 г.

В 2015 г. большинство рыб с массой 2500–3500 г имели длину от 63–70 см (рис. 7).

В 2017 г. кета с массой 2500–3000 г имела длину 63–68 см (рис. 8).

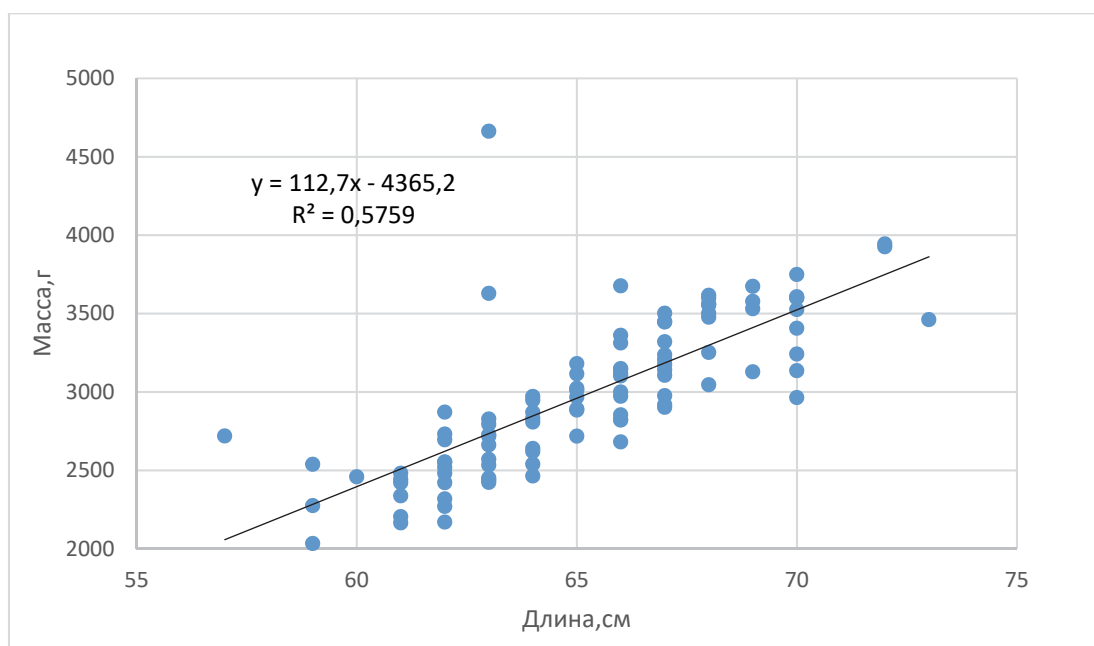


Рисунок 7 – Зависимость длина–масса осенней кеты реки Иска в 2015 г.

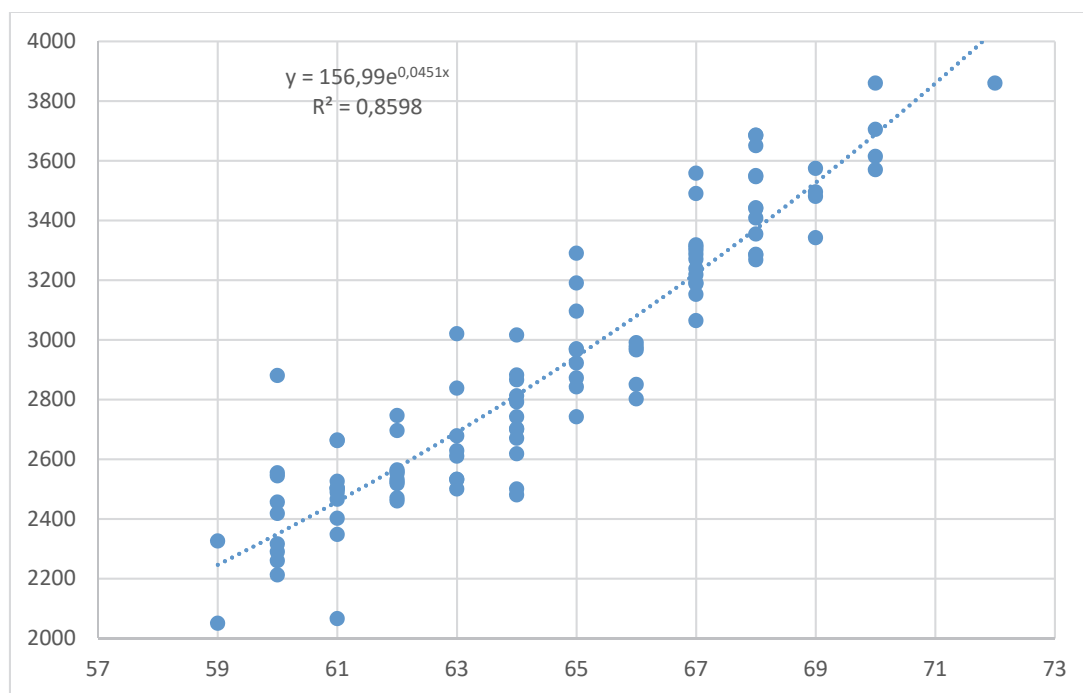


Рисунок 8 – Зависимость длина–масса осенней кеты реки Иска в 2017 г.

Важным показателем для поддержания численности вида является соотношение полов. Исходя из литературных сведений, стало известно, что в реке Ловецкой (о. Сахалин) численность нерестового стада имело следующие различия. В исследуемом районе в 2013 г. в уловах доминировали самцы. Соотношение полов составило 1 : 0,7. В 2014 г. этот показатель был равен 1 : 0,55. Столь низкую численность особей можно объяснить неблагоприятными факторами в районах морского нагула, а также браконьерством [4, 5].

Соотношение полов кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг. составила 1 : 1. Самцы – 50 шт., самки – 50 шт. (рис. 9, 10).

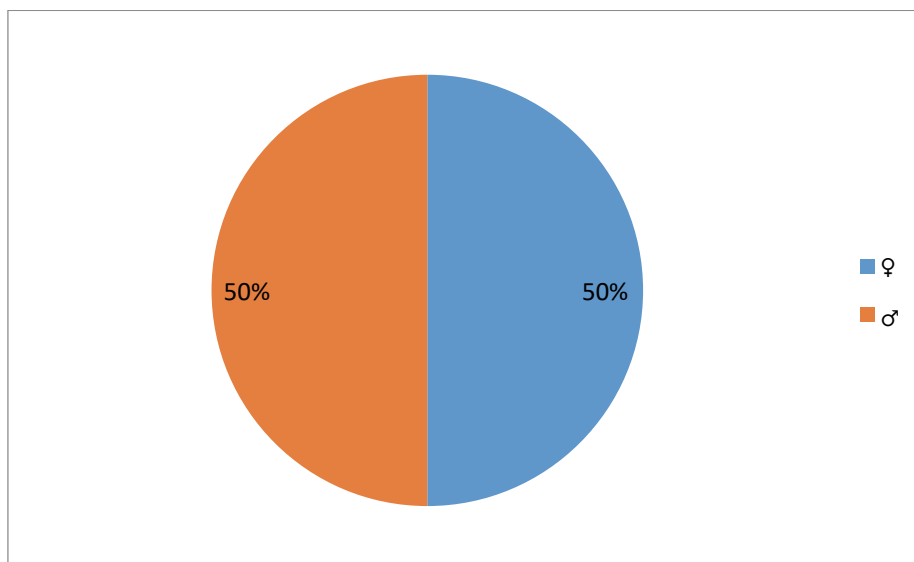


Рисунок 9 – Соотношение полов кеты реки Иска в 2015 г.

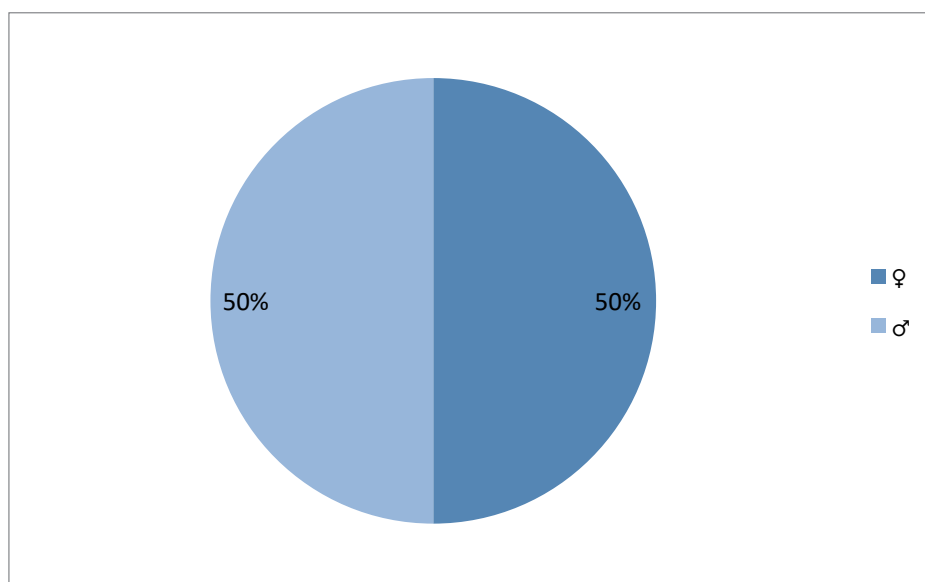


Рисунок 10 – Соотношение полов кеты реки Иска в 2017 г.

Сроки нерестового хода кеты растянуты. Наиболее ранние подходы отмечаются в Восточно-Камчатском районе в начале июня, а в лимане Амура ход летней кеты начинается с первых чисел июля. Самки летней кеты заходят в реки близко ко времени завершения в ооцитах процесса вителлогенеза (III, III-IV стадии зрелости). У самцов в это время активно идет процесс сперматогенеза. Из литературных данных известно, что в реку Пойма заходила амурская кета со следующими характеристиками. Представители данной популяции кеты были отмечены особями, находящимися на IV и V стадиях зрелости, рыбы с I, II, III стадиями отсутствовали в выборке. Наибольшее количество самцов и самок образовывали группу с преобладанием рыб на V стадии зрелости: доля таких самок в среднем составила 64 %, самцов – 55 %. Количество особей с гонадами IV стадии составили около 41 % [5].

Анализ стадии зрелости половых продуктов в 2015 г. показал преобладание особей кеты с V стадией зрелости гонад (70 %). С III стадией зрелости составило всего 10 %. В 2017 г. гонады у рыб были на IV и V стадии зрелости. Большой процент пришелся на IV стадию (60 %). Кета с III стадией зрелости в выборке не встречалась (рис. 11).

Большинство самок в 2015 г. имели V стадию зрелости гонад, на их долю пришлось 35 %, с III–IV стадиями зрелости составило 20 %. В 2017 г. самки в основном имели IV стадию (60 %), самый маленький процент пришелся на V стадию – всего 10 % (рис. 12).

Самцы в 2015 г. с III стадией зрелости отсутствовали в улове, модальный класс формировали особи с IV и V стадиями (45 %). В 2017 г. самцы в выборке имели только V стадию зрелости (30 %) (рис. 13).

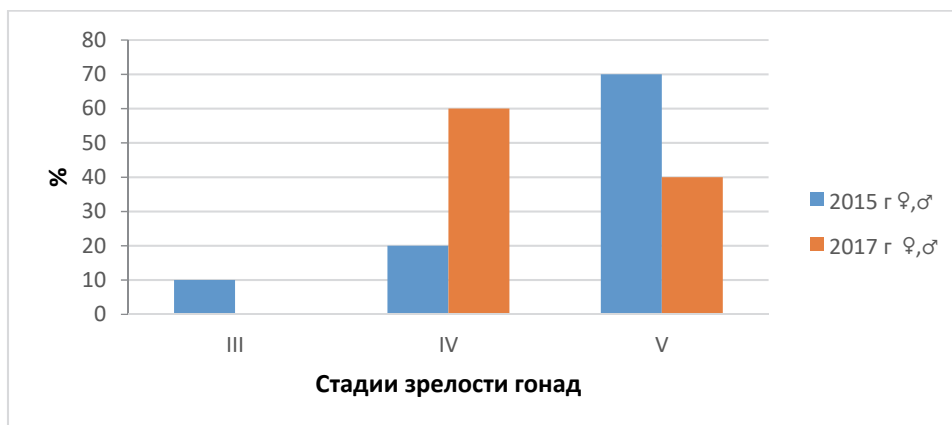


Рисунок 11 – Стадия зрелости осенней кеты реки Иска 2015 и 2017 гг.

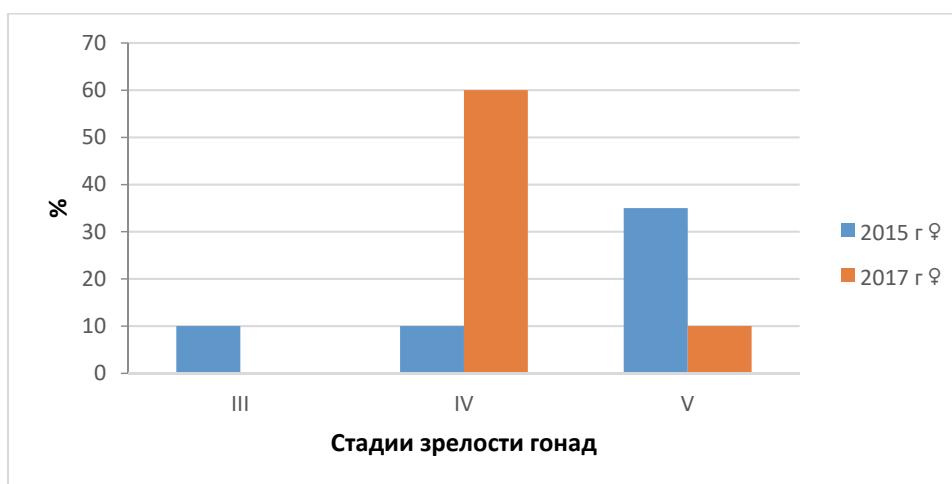


Рисунок 12 – Стадия зрелости самок осенней кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг.

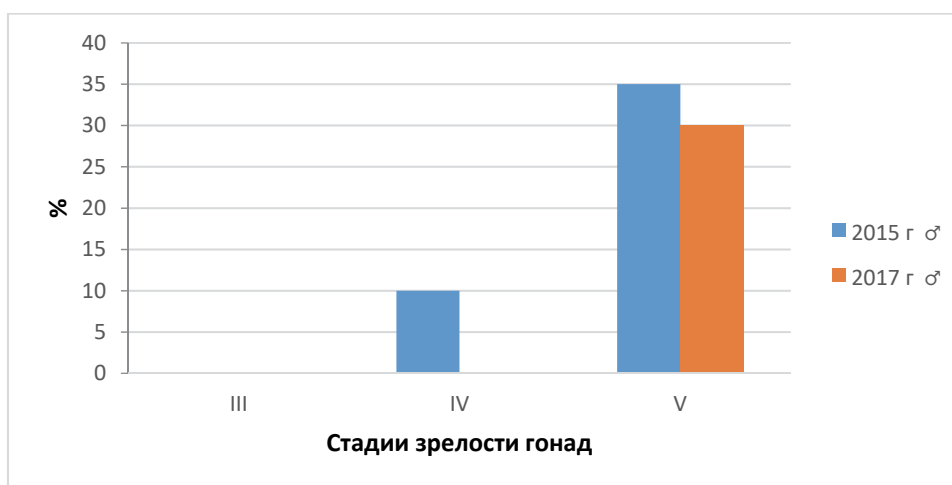


Рисунок 13 – Стадия зрелости самцов осенней кеты реки Иска в 2015 и 2017 гг.

Заключение

В 2015 и 2017 гг. в реке Иска облавливалась кета длиной от 59 до 73 см. Параметры модальных групп имели близкие значения: в 2015 г. основу уловов составили рыбы длиной от 63–69 см (62 %), в 2017 г. – 61–69 (79 %). Самцы были крупнее самок.

Масса кеты изменялась от 2049–4348 г, основу выборки составили от 2649–3549 г (66 %). Модальный класс в 2017 г. представили особи 2449–2649 г, их доля составила 32 %. График показывает, что в 2015 г. облавливалась кета с большей массой, чем в 2017 г. Зависимость длина – масса осенней кеты в реке Иска в 2015 и 2017 гг. описывается степенными уравнениями с коэффициентом аппроксимации ($R^2 = 0,859$) в 2017 г., ($R^2 = 0,575$) – в 2015 г. В уловах преобладала кета с IV и V стадиями зрелости гонад (60–70 %).

В исследованные годы биологические показатели осенней кеты различались незначительно, что может косвенно указывать на удовлетворительное состояние популяции кеты реки Иска.

Библиографический список

1. Островский В.И., Подорожнюк Е.В. Факторы, определяющие численность покатной молоди осенней кеты в р. Хор // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 159. С. 176–189.
2. Волобуев В.В., Грушинец В.А. Биологическая структура кеты материкового побережья Охотского моря // Вестн. Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2019. № 2. С. 104–116.
3. Ерохин В.Г. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2002. 24 с.
4. Матросова И.В., Казаченко В.Н. Некоторые биологические черты осенней кеты реки Ловецкой (о. Сахалин) // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2019. Т. 50, № 4.
5. Матросова И.В., Романёк Е.В. Сравнительная характеристика биологических показателей производителей заводской и дикой кеты (*Oncorhynchus keta*) в бассейне реки Пойма // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2022. Т. 60, № 2. С. 33–41.

Елена Анатольевна Горбачева

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, научный сотрудник, канд. биол. наук, ORCID: 0000-0001-6926-3587, Россия, Мурманск, e-mail: gorbach@pinro.ru

**Содержание хлорорганических соединений в камбале-ерше
Hippoglossoides platessoides limandoides (Bloch) Баренцева моря**

Аннотация. Изучено содержание хлорорганических соединений (ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, хлорданов и ПХБ) в мышцах и печени камбалы-ерша *Hippoglossoides platessoides limandoides* (Bloch). Содержание Σ ГХЦГ, Σ ДДТ, Σ ПХБ в мышцах и печени рыб не превышало допустимые уровни, установленные для этих соединений в РФ. Весной при снижении интенсивности питания и жирности камбалы-ерша наблюдалось увеличение среднего удельного содержания хлорорганических соединений на 1 г липидов по сравнению с осенним периодом в 3–6 раз.

Ключевые слова: промысловые рыбы, ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, ПХБ, хлорорганические соединения, камбала-ерш

Elena A. Gorbacheva

Polar Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography named after N.M. Knipovich, Researcher, PhD in Biological Sciences, ORCID: 0000-0001-6926-3587, Russia, Murmansk, e-mail: gorbach@pinro.ru

**Chloroorganics' content in long rough dab
Hippoglossoides platessoides limandoides (Bloch) from the Barents Sea**

Abstract. This paper studies the content of chloroorganics (DDT, HCHs, HCB, chlordanes and PCBs) in the muscles and liver of long rough dab *Hippoglossoides platessoides limandoides* (Bloch). The Σ HCHs, Σ DDT and Σ PCBs values in the muscles and liver of fish did not exceed the permissible levels established for these compounds in the Russian Federation. In spring, when the feeding rate and fat content of long rough dab decreased, the density of chloroorganics per 1 g of lipids increased by 3-6 times, compared to the autumn period.

Keywords: commercial fishes, DDT, HCHs, HCB, PCBs, organochlorine compounds, long rough dab

Хлорорганические соединения (ХОС) относятся к токсикантам глобального распространения. В Арктику они переносятся преимущественно из удаленных источников вместе с речным стоком, океаническими течениями и в результате атмосферной циркуляции. ХОС характеризуются устойчивостью к разложению, высокой токсичностью, способностью к биоаккумуляции и биомагнификации. Среди показателей токсичности ХОС особую тревогу вызывает их канцерогенность, мутагенность, влияние на репродуктивную функцию, гормональную и нервную системы, рост и развитие [1].

Камбала-ерш *Hippoglossoides platessoides limandoides* (Bloch) является одной из самых распространенных рыб в Баренцевом море и добывается как прилов к основным промысловым видам. Занимает широкий ареал, но не совершает протяженных миграций и не образует крупных скоплений [2, 3]. В Баренцевом море камбала-ерш относится к хищно-бентоядным видам [4].

Поступившие в водные экосистемы ХОС могут аккумулироваться в объектах промысла. Содержание ряда ХОС в мышцах и печени рыб в РФ нормируется [5]. Так,

предельно допустимый уровень (ПДУ) суммарного содержания в мышцах морских рыб изомеров гексахлорциклогексана (Σ ГХЦГ) составляет 200 нг/г, дихлордифенилтрихлорэтана и его метаболитов (Σ ДДТ) – 200 нг/г, полихлорированных бифенилов (Σ ПХБ) – 2000 нг/г сырой массы. ПДУ содержания Σ ГХЦГ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в печени морских рыб выше – 1000, 3000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно.

Цель работы – изучить содержание ХОС в мышцах и печени камбалы-ерша Баренцева моря в 2020 и 2021 гг.

Камбала-ерш была выловлена в Баренцевом море в рейсах № 115 и 116 НИС МК-0102 «Вильнюс» в ноябре 2020 г. (северо-восточные и восточные районы) и марте 2021 г. (южные и центральные районы). Расположение станций отбора проб представлено на рис. 1. После отбора образцы мышц и печени рыб были заморожены и хранились при температуре – 20 С.

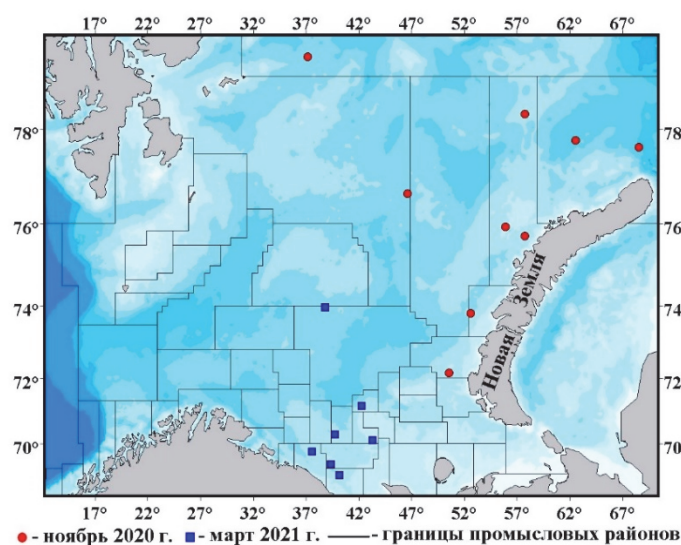


Рисунок 1 – Карта-схема расположения станций отбора камбалы-ерша в Баренцевом море

Определение содержания ХОС в тканях рыб проводили методом газовой хромато-масс-спектрометрии на хромато-масс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus фирмы Shimadzu. При подготовке и анализе проб руководствовались методическими рекомендациями [6, 7].

Массовую долю жира в мышцах и печени рыб определяли экстракционным методом по ГОСТ 7636-85 [8].

Статистическую обработку результатов исследований выполняли в среде Excel 10 и программе Statistica 13. Результаты представлены в следующем виде: среднее значение \pm стандартное отклонение. Для сравнения камбалы-ерша из северо-восточных и восточных районов и камбалы-ерша, выловленной на юге и в центре Баренцева моря, по содержанию ХОС в тканях применяли *U*-критерий Манна–Уитни (уровень статистической значимости $p < 0,05$).

В камбале-ерше Баренцева моря идентифицированы следующие ХОС: гексахлорбензол (ГХБ), α -, β -, γ -изомеры ГХЦГ, *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор, ДДТ и его метаболиты (о,р'-ДДТ, р,р'-ДДТ, о,р'-ДДД, р,р'-ДДД, о,р'-ДДЕ, р,р'-ДДЕ), конгенеры ПХБ с номерами по номенклатуре ИУРАС 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180. Содержание хлорданов (*цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор) в подавляющем большинстве проб печени и мышц камбалы-ерша Баренцева моря оказалось ниже предела обнаружения применяемого метода анализа ($< 0,05$ нг/г сырой массы).

По данным исследований, среднее содержание Σ ГХЦГ в мышцах камбалы-ерша из северо-восточных и восточных районов Баренцева моря составляло $1,22 \pm 0,39$, ГХБ – $0,20 \pm 0,05$, Σ ДДТ – $2,20 \pm 0,40$ нг/г сырой массы, из южных и центральных – $1,56 \pm 0,38$, $0,15 \pm 0,05$, $1,49 \pm 0,46$ нг/г сырой массы соответственно (рис. 2, А). Величины накопления

Σ ГХЦГ и Σ ДДТ в мышцах камбалы-ерша Баренцева моря оказались на два порядка ниже ПДУ, установленных для этих соединений [5]. Различия в содержании Σ ГХЦГ и ГХБ в мышцах камбалы-ерша, выловленной в изученных районах моря, статистически не значимы (*U*-критерий Манна–Уитни: $p = 0,11$ и $0,12$ соответственно). Только накопление Σ ДДТ в мышцах камбалы-ерша из северо-восточных и восточных районов Баренцева моря оказалось статистически значимо выше, чем таковое в рыбах, выловленных в южных и центральных областях (*U*-критерий Манна–Уитни: $p = 0,007$).

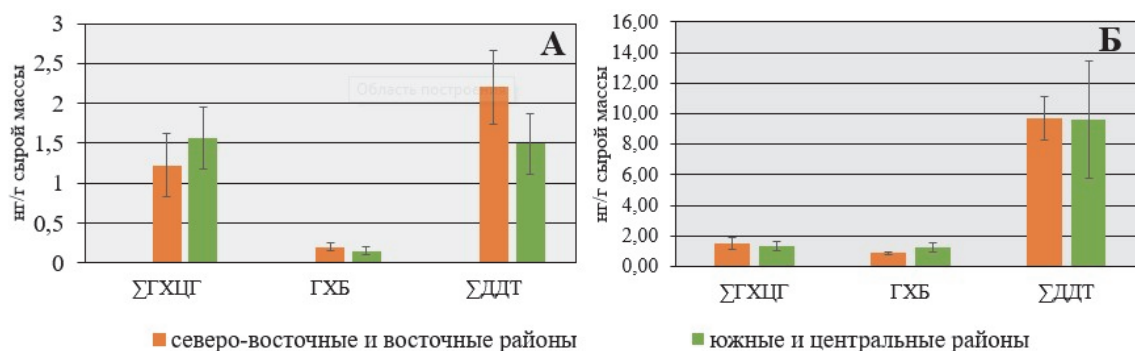


Рисунок 2 – Среднее содержание Σ ГХЦГ, ГХБ и Σ ДДТ в мышцах (А) и печени (Б) камбалы-ерша Баренцева моря

Среднее содержание Σ ПХБ в мышцах камбалы-ерша достигало $2,53 \pm 0,76$ нг/г сырой массы на северо-востоке и востоке Баренцева моря и $2,90 \pm 0,23$ нг/г сырой массы – на юге и в центре, что значительно ниже ПДУ [5]. По содержанию Σ ПХБ рыбы, выловленные в этих районах, статистически значимо не отличались (*U*-критерий Манна–Уитни: $p = 0,2$). Из индивидуальных конгенов в мышцах камбалы-ерша преобладали пента- и гексахлорбифенилы (ПХБ-118, 138 и 153) (рис. 3). На северо-востоке и востоке моря в Σ ПХБ в мышцах рыбы была более заметна доля ПХБ-156 и 180, а на юге и в центре содержание этих двух конгенов было ниже предела обнаружения применяемого метода анализа ($< 0,05$ нг/г сырой массы). Содержание ПХБ-28 и 31 в мышцах всех рыб не превышало предела обнаружения применяемого метода анализа ($< 0,05$ нг/г сырой массы).

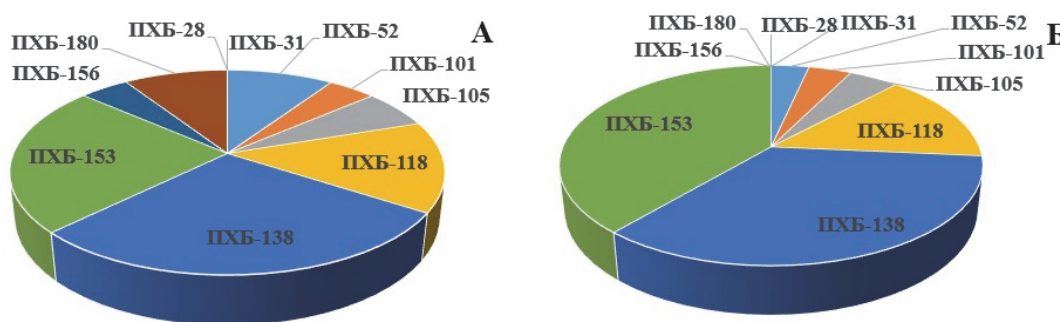


Рисунок 3 – Соотношение конгенов ПХБ в мышцах камбалы-ерша Баренцева моря: А – северо-восточные и восточные районы; Б – южные и центральные районы

В печени рыб из северо-восточных и восточных районов Баренцева моря среднее содержание Σ ГХЦГ достигало $1,48 \pm 0,38$, ГХБ – $0,86 \pm 0,12$, Σ ДДТ – $9,70 \pm 1,40$ нг/г сырой массы, южных и центральных – $1,34 \pm 0,27$, $1,28 \pm 0,31$, $9,58 \pm 3,84$ нг/г сырой массы соответственно (рис. 2, Б). Превышения ПДУ [5] по накоплению в печени камбалы-ерша Баренцева моря Σ ГХЦГ и Σ ДДТ не наблюдалось. В печени камбалы-ерша из южных и центральных районов Баренцева моря содержание ГХБ статистически значимо выше, чем таковое в рыбах, выловленных на северо-востоке и востоке (*U*-критерий Манна–Уитни: $p = 0,01$). По содержанию в печени Σ ГХЦГ и Σ ДДТ рыбы из изученных районов моря статистически значимо не отличались (*U*-критерий Манна–Уитни: $p = 0,76$ и $0,73$ соответ-

ственно). В печени, как и в мышцах, камбалы-ерша значение коэффициента p,p' -ДДТ/ p,p' -ДДЕ всегда было меньше 1, что свидетельствовало о давнем поступлении этого пестицида в окружающую среду. На «старое» загрязнение ГХЦГ указывало более высокое накопление в тканях рыб α -ГХЦГ по сравнению с γ -ГХЦГ.

Печень камбалы-ерша значительно больше загрязнена ПХБ, чем мышцы. Среднее содержание Σ ПХБ в печени камбалы-ерша из северо-восточных и восточных районов моря достигало $10,8 \pm 2,7$ нг/г сырой массы, а в рыбах, выловленных в южных и центральных областях, оказалось в 2 раза выше – $21,8 \pm 7,1$ нг/г сырой массы. Вместе с тем превышения ПДУ [5] по содержанию Σ ПХБ в печени камбалы-ерша из Баренцева моря не наблюдалось. В Σ ПХБ в печени, как и в мышцах рыб, доминировали ПХБ-118, 138 и 153 (рис. 4). В печени рыб по сравнению с мышцами в Σ ПХБ увеличилась доля трихлорбифенилов (ПХБ-28 и 31). Доля ПХБ-156 и 180 в печени оставалась более заметной в экземплярах камбалы-ерша, выловленных на северо-востоке и востоке Баренцева моря. Среди конгенов ПХБ в печени и мышцах камбалы-ерша идентифицированы диоксиноподобные – ПХБ-105, 118 и 156. Эти конгены способны блокировать цитохром Р-450 и по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР) отнесены к группе 2А (весьма вероятные канцерогены) [9].

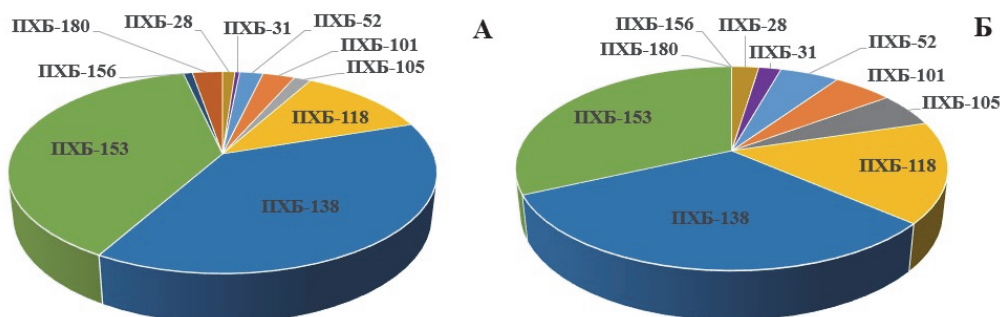


Рисунок 4 – Соотношение конгенов ПХБ в печени камбалы-ерша Баренцева моря:
А – северо-восточные и восточные районы; Б – южные и центральные районы

Накопление ХОС в рыбах, как правило, отражает уровни содержания этих соединений в среде [10, 11]. Известно, что ХОС попадают в организм рыб в большем количестве с пищей, чем с водой [12]. Камбала-ерш является донным видом. Питается мелкой рыбой, отходами промысла и донными беспозвоночными [2, 4, 13]. Отмеченные статистически значимые отличия в уровнях загрязнения ХОС мышц (Σ ДДТ) и печени (ГХБ и Σ ПХБ) камбалы-ерша, выловленной в изученных районах Баренцева моря, могут быть обусловлены как неравномерным распределением хлорированных углеводородов на акватории, так и различиями в интенсивности и спектрах питания, жирности, возрасте изученных рыб. Способность рыб к метаболизму ХОС весьма низкая [12, 14]. Хлорированные углеводороды плохо выводятся из организма, и у долгоживущих хищных рыб содержание этих соединений в тканях может оказаться особенно высоким [14].

Следует отметить, что жирность изученных рыб заметно отличалась. На северо-востоке и востоке моря камбала-ерш была выловлена в ноябре, и жирность мышц рыб достигала $2,03 \pm 0,89$ %, печени – $14,1 \pm 7,8$ %. В южных и центральных районах моря отбор проб производился в марте, и содержание жира в тканях рыб оказалось значительно ниже – $0,48 \pm 0,19$ в мышцах и $3,78 \pm 0,73$ % в печени. Снижение жирности рыб, выловленных в марте, обусловлено тем, что зимой и весной камбала-ерш в Баренцевом море проявляет минимальную пищевую активность [13]. Кроме того, весной среди выловленных рыб отмечены преднерестовые и нерестящиеся самки, которые с декабря по апрель-май практически не питаются [2]. Откармливается камбала-ерш в летне-осенний период [13]. Так как ХОС липофильны и накапливаются преимущественно в жировой ткани, то среднее удельное содержание этих соединений на 1 г липидов в мышцах и печени рыб весной оказалось

в 3-6 раз выше, чем таковое в экземплярах камбалы-ерша, выловленных осенью. Известно, что при голодании накопленный жир используется животными в качестве источника энергии. При этом увеличивается концентрация ХОС в оставшейся жировой ткани, крови и других органах, и возрастает риск токсического воздействия этих соединений [14, 15]. Так, например, в совокупности высокое содержание ПХБ и длительное голодание, что характерно для высокоширотных рыб, могут привести к снижению их устойчивости к заболеваниям и стрессам [14].

Таким образом, в тканях камбалы-ерша Баренцева моря идентифицированы ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ, ГХБ, хлорданы и ПХБ. Содержание Σ ГХЦГ, Σ ДДТ и Σ ПХБ в мышцах и печени рыб не превышало санитарно-гигиенические нормативы, установленные для этих соединений в РФ. Весной при низкой интенсивности питания и малой жирности камбалы-ерша в мышцах и печени среднее удельное содержания ХОС на 1 г липидов оказалась в 3-6 раз выше, чем осенью.

Библиографический список

1. Худолей В.В., Гусаров Е.Е., Клинский А.В., Ливанов Г.А., Старцев А.А. Стойкие органические загрязнители: Пути решения проблемы. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. 363 с.
2. Ихтиофауна и условия ее существования в Баренцевом море. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1986. 212 с.
3. Состояние сырьевых биологических ресурсов Баренцева, Белого и Карского морей и Северной Атлантики в 2021 г. / Д.И. Александров, А.В. Амелькин, А.С. Амелькина и др. Мурманск: Изд-во ПИНРО им. Н.М. Книповича, 2021. 146 с.
4. Долгов А.В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценов Баренцева моря. Мурманск: PINRO, 2016. 336 с.
5. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
6. МУ 2482-81. Временные методические указания по определению хлорорганических пестицидов (ДДТ, ДДЭ, ДДД, альфа-, гамма-ГХЦГ) в рыбе и рыбной продукции методом газожидкостной хроматографии. М.: Минздрав СССР, 1982. 11 с.
7. МУК 4.1.1023-01. Изомерспецифическое определение полихлорированных бифенилов (ПХБ) в пищевых продуктах. М.: Минздрав России, 2001. 20 с.
8. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Стандартинформ, 2010. 123 с.
9. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ, Лаборатория знаний, 2009. 323 с.
10. Цыганков В.Ю., Лукьянова О.Н. Современные уровни хлорорганических пестицидов в морских экосистемах дальневосточных морей России // Сибирский экологический журн. 2019. № 6. С. 688–703.
11. Донец М.М., Цыганков В.Ю., Боярова М.Д., Гумовский А.Н., Гумовская Ю.П., Христофорова Н.К. Хлорорганические соединения в камбалах рода *Hippoglossoides* Gottsche, 1835 из дальневосточных морей России // Морской биологический журн. 2020. Т.5, № 1. С. 29-42.
12. Ровинский Ф.Я., Воронова Л.Д., Афанасьев М.И., Денисова А.В. Пушкарь А.Г. Фоновый мониторинг загрязнения экосистем суши хлорорганическими соединениями. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 270 с.
13. Берестовский Е.Г. Питание камбалы-ерша в Баренцевом и Норвежском морях морях: автореф. дис. канд. биол. наук. М., 1996. 25 с.
14. Загрязнение Арктики 2002. Осло: АМАП, 2003. 112 с.
15. Brett J. R. Energetics // Physiological ecology of Pacific salmon / Eds. C. Groot, L. Margolis, W. C. Clarke. University of British Columbia; Vancouver; BC; Canada, 1995. P. 3-68.

УДК 597.555.51(265.53)

Владимир Анатольевич Грушинец

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), ведущий специалист, Россия, Магадан, e-mail: Grushinec82@mail.ru

Андрей Анатольевич Смирнов

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО, Москва), доцент, главный научный сотрудник; Северо-Восточный государственный университет (СВГУ, Магадан), профессор, доктор биол. наук, Россия, Москва, Магадан, e-mail: andrsmir@mail.ru

Основные промысловые и биологические показатели трески из приловов на траловом промысле минтая в январе-апреле 2020 г. в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах Охотского моря

Аннотация. Рассматриваются основные промысловые и биологические показатели трески из приловов на траловом промысле минтая в январе-апреле 2020 г. в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах Охотского моря. В целом приловы трески изменялись от 1,315 до 167,405 кг (от 1 экз. до 34 экз.), составляя в среднем 77,842 кг (10,3 экз.) за одно траление. Длина тела по АВ колебалась от 43,0 до 105,5 см, составив в среднем 63,9 см, масса тела колебалась от 740 г до 15,62 кг, в среднем – 3,26 кг. Показано, что доля самок в уловах составила в среднем 50,8 %.

Ключевые слова: треска, длина тела, вес, доля самок, траление

Vladimir A. Grushinets

Magadan Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO), Leading Specialist, Russia, Magadan, e-mail: Grushinec82@mail.ru

Andrey A. Smirnov

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO, Moscow), Associate Professor, Chief Research officer; Northeastern State University (Magadan), Professor, Doctor of Biological Sciences, Russia, Moscow, Magadan, e-mail: andrsmir@mail.ru

Main commercial and biological indicators of cod from by-catches in the pollock trawl fishery in January-April 2020 in the West Kamchatka and Kamchatka-Kuril subzones of the Sea of Okhotsk

Abstract. The main commercial and biological indicators of cod from by-catches in the pollock trawl fishery in January-April 2020 in the West Kamchatka and Kamchatka-Kuril subzones of the Sea of Okhotsk are considered. In general, by-catches of cod varied from 1.315 to 167.405 kg (from 1 copy to 34 copies), averaging 77.842 kg (10.3 copies) per trawling. The body length according to AB ranged from 43.0 to 105.5 cm, averaging 63.9 cm, body weight ranged from 740 g to 15.62 kg, on average – 3.26 kg. It is shown that the share of females in catches averaged 50.8 %.

Keywords: cod, body length, weight, proportion of females, trawling

Введение

Тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus* – бореальный вид, который обитает на материковом шельфе и свале глубин (до 800 м) в Тихом океане, от Берингова пролива до п-ова Калифорния и юга Корейского полуострова [1, 2].

Тихоокеанская треска является хищной, типично морской рыбой. Ведет стадный образ жизни, совершает миграции, но без далеких перемещений. Мясо тихоокеанской трески характеризуется малым содержанием жира, повышенным содержанием небелкового азота и рекомендовано как сырье для получения низкокалорийных диетических продуктов питания [3].

Генетический анализ с использованием микросателлитных маркеров достоверно подтвердил сходство выборок трески из Берингова и Охотского морей [4].

В Охотском море тихоокеанская треска является ценной промысловой рыбой и важным объектом промысла [5, 6].

В восточной части Охотского моря, в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской рыбопромысловых подзонах (далее – ЗК и КК), основными орудиями лова трески являются снюрреводы и донный ярус.

По данным официальной промысловой статистики, суммарный годовой вылов трески в этих подзонах за последние пять лет (2017–2021 гг.) колебался от 12 до 23 тыс. т (71–96 % от рекомендованных к вылову объемов).

Ввиду значительных объемов освоения в последние годы, учитывая снижение запасов трески в восточной части Охотского моря [7, 8], регулярный мониторинг качественного и количественного состояния трески, в том числе и из приловов на промысле других объектов, важен для оценки состояния популяции и рационального использования запасов.

Цель работы – на основе собранных биологических данных определить основные биологические характеристики трески из приловов на траловом промысле минтая в ЗК и КК рыбопромысловых подзонах Охотского моря.

Материал и методика

С 23 января по 18 марта 2020 г. сбор биологических материалов был выполнен первым автором настоящего сообщения в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах Охотского моря (рис. 1) с борта крупнотоннажного судна.

Было проанализировано 166 экз. трески из приловов на траловом промысле минтая.

Траления совершались в горизонтах от 200 до 450 м (глубина хода верхней подборы) над изобатами от 200 до 500 м. Средняя скорость тралений, которые производились разноглубинным тралом 45/110 м, составляла 3,9 уз.

Биологические анализы и статистическая обработка данных проводились по общепринятым методикам [9, 10].

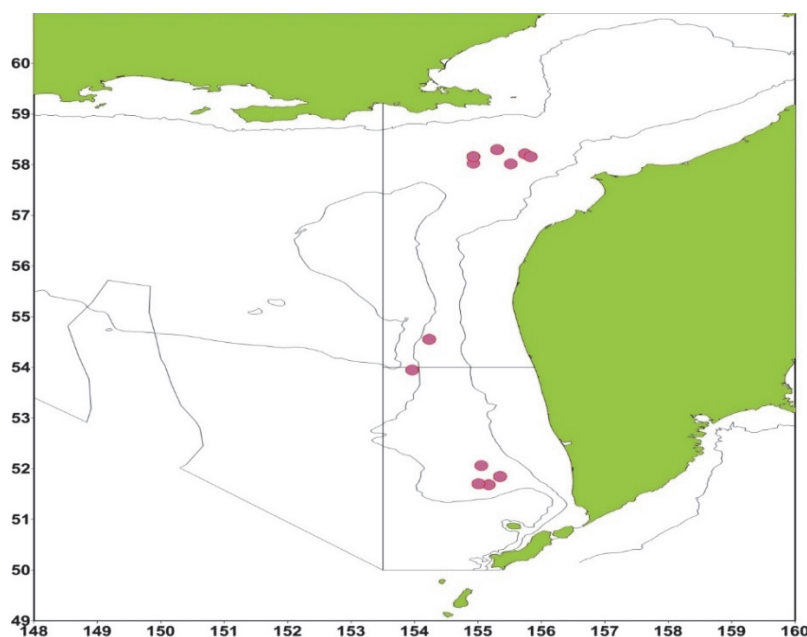


Рисунок 1 – Районы взятия проб трески на биологический анализ из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в январе–марте 2020 г. в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах Охотского моря

Результаты и обсуждение

В январе-марте 2020 г. в ЗК и КК подзонах Охотского моря приловы трески на промысле минтая, который выполнялся разноглубинным тралом с крупнотоннажного судна, изменялись от 1,315 до 167,405 кг (от 1 экз. до 34 экз.), составляя в среднем 77,842 кг (10,3 экз.) за одно траление.

Длина тела по АВ суммарно по подзонам колебалась от 43,0 до 105,5 см, составив в среднем 63,9 см, масса тела колебалась от 740 г до 15,62 кг, в среднем – 3,26 кг.

Если анализировать биологические показатели отдельно по подзонам, то в ЗК подзоне треска была длиной тела от 43,0 до 81,0 см, в среднем – 56,3 см, при этом преобладающая размерная группа (45–49,9 см) составляла 40,7 % с соответствующей индивидуальной массой от 740 до 6050 г, в среднем – 2168 г, при доминировании особей от 500 до 1499 г (54,5 %) (рис. 2, 3). В КК подзоне треска была крупнее, длиной от 43,7 до 105,5 см, в среднем – 68,0 см, преобладающая размерная группа (70–74,9 см) составляла 33,6 % и массой от 940 до 15620 г, среднее значение составляло 3866 г. При более сглаженном, чем в ЗК, весовом составе, в КК подзоне доминировали особи от 4000 до 4999 г (30,8 %) (рис. 4, 5).

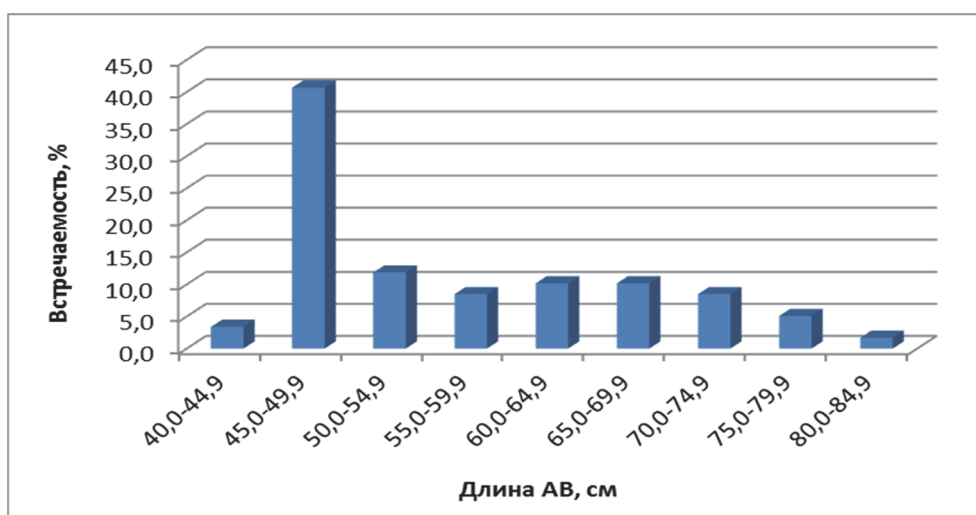


Рисунок 2 – Размерный состав трески из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в январе-марте 2020 г. в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря

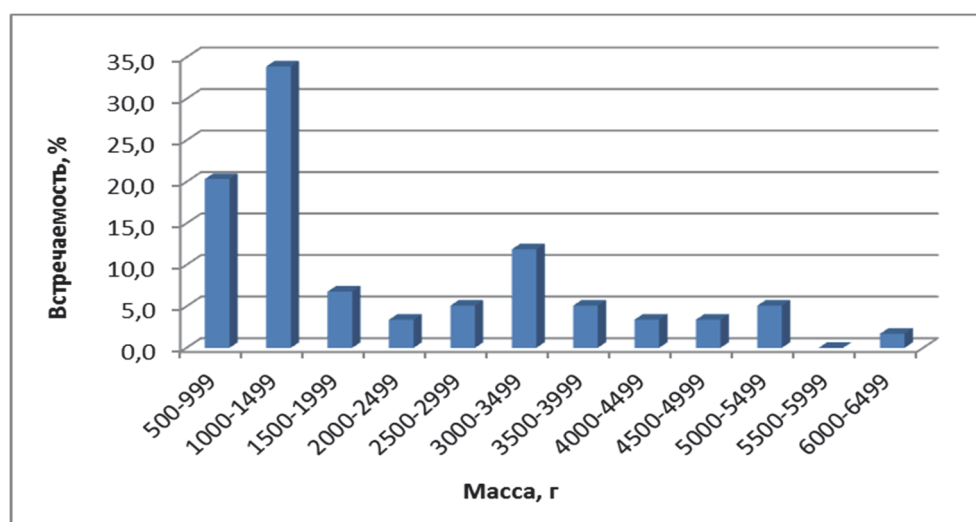


Рисунок 3 – Весовой состав трески из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в январе-марте 2020 г. в Западно-Камчатской подзоне Охотского моря

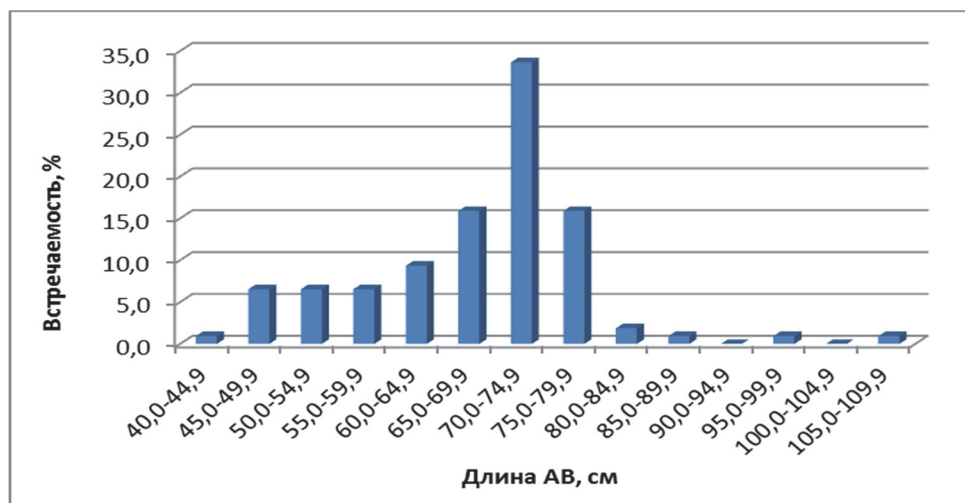


Рисунок 4 – Размерный состав трески из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в январе–апреле 2020 г. в Камчатско-Курильской подзоне Охотского моря

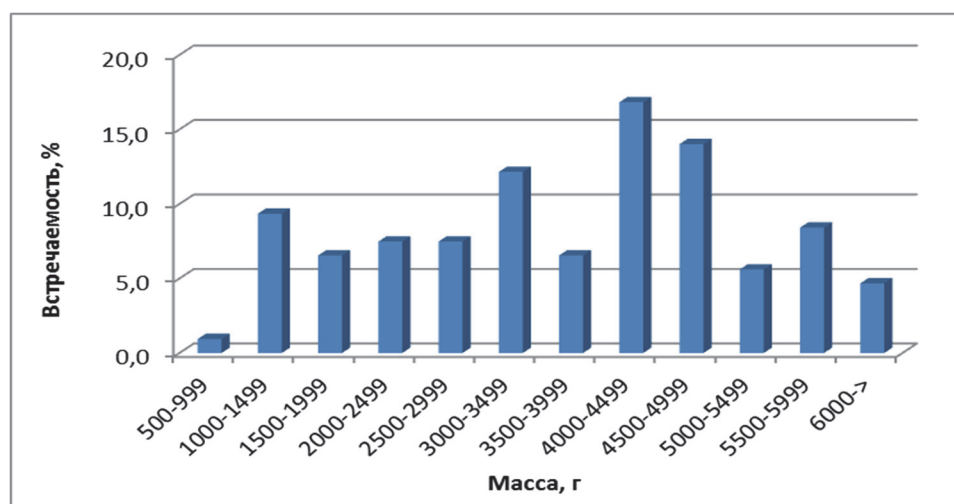


Рисунок 5 – Весовой состав трески из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в январе–марте 2020 г. в Камчатско-Курильской подзоне Охотского моря

Известно, что в 1982–2007 гг. у западного побережья Камчатки в уловах при тралово-снюрреводном лове размеры трески варьировали от 10–15 до 110 см [11], а максимальные показатели для восточно-охотоморской трески составляют 112 см и 16,6 кг [12]. Полученные нами в 2020 г. сведения этому не противоречат.

Доля самок в Западно-Камчатской подзоне составила 47,4 %, в Камчатско-Курильской подзоне – 54,2 %, в среднем по подзонам – 50,8 %.

Заключение

В январе–марте 2020 г. из приловов на промысле минтая крупнотоннажного судна в Западно-Камчатской подзоне треска была длиной тела от 43,0 до 81,0 см, в среднем – 56,3 см и соответствующей индивидуальной массой от 740 до 6050 г, в среднем – 2,168 кг. В Камчатско-Курильской подзоне треска была крупнее, длиной от 43,7 до 105,5 см, в среднем – 68,0 см, и массой от 940 до 15,62 кг, среднее значение составляло 3,866 кг.

Длина тела по АВ суммарно по подзонам колебалась от 43,0 до 105,5 см, составив в среднем 63,9 см, масса тела колебалась от 740 г до 15,62 кг, в среднем – 3,26 кг.

Доля самок в Западно-Камчатской подзоне составила 47,4 %, в Камчатско-Курильской подзоне – 54,2 %, в среднем по подзонам – 50,8 %.

Библиографический список

1. Богданов Г.А. Тихоокеанская треска. Вопросы биологии и запасы. М.: ИПФ «Сап-ко», 2006. 136 с.
2. Строганов А.Н. Треска от плиоцена до современности: генезис и специфика процессов формообразования. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2020. 230 с.
3. Кобзарева Е.И. Характеристика трески тихоокеанской как сырья для производства пищевой продукции // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы IV Всерос. науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2013. С. 30–36.
4. Орлова С.Ю., Смирнова М.А., Строганов А.Н., Мухаметов И.Н., Смирнов А.А., Ким Сен Ток, J.-H. Park, Орлов А.М. Филогеография тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* на основе анализа полиморфизма контрольного региона мтДНК // Генетика. 2019. Т. 55, № 5. С. 531–543.
5. Каика А.И., Юсупов Р.Р., Орлов А.М., Смирнов А.А. Биологическая характеристика и распределение тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae) северной части Охотского моря // Тихоокеанская треска дальневосточных вод России (под ред. А.М. Орлова). М.: ВНИРО, 2013. С. 118–133.
6. Грушинец В.А., Щербакова Ю.А., Смирнов А.А. Треска (*Gadus macrocephalus*) При-тауйского района северной части Охотского моря: экология, современное состояние запаса и перспективы промысла // Рыб. хоз-во. 2021. № 2. С. 48–51.
7. Ильинский Е.Н. Современное состояние запасов и размещение трески и наваги в Охотском море // Изв. ТИНРО. 2022. Т. 130, ч. 3. С. 1097–1103.
8. Терентьев Д.А., Винников А.В., Золотов А.О., Сергеева Н.П. Промысел и многолет-няя динамика запасов тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* в прикамчатских водах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2010. Вып. 16. С. 107–116.
9. Плохинский В.А. Биометрия. Новосибирск, 1961. 364 с.
10. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
11. Винников А.В. Тихоокеанская треска Западной Камчатки: биология, динамика чис-ленности, промысел: автореф. дис... канд. биол. наук / Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН. Владивосток, 2008. 23 с.
12. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Кам-чатки (биология, способы добычи, переработка). Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005. 261 с.

Вячеслав Анатольевич Дубина^{1,2}

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, канд. геогр. наук, ORCID: 0000-0003-3273-8977, Россия, Владивосток, e-mail: vdubina@mail.ru

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, зав. лабораторией, Россия, Владивосток, e-mail: dubina@poi.dvo.ru

Александра Дмитриевна Бусыгина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ЭПм-112, Россия, Владивосток, e-mail: busygina.alex@mail.ru

Лариса Михайловна Азмухаметова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель, Россия, Владивосток, e-mail: azmukhametova.lm@dgtru.ru

**Особенности поля гравитационных внутренних волн
в Центральном-Курильском районе**

Аннотация. На основе анализа радиолокационных изображений, принятых в 2015–2021 гг. со спутников Sentinel-1A/B проанализированы поверхностные проявления гравитационных внутренних волн в водах Охотского моря и Тихого океана, омывающих средние Курильские острова. Показано, что волны регулярно генерируются с мая по ноябрь при взаимодействии приливной волны с подводными порогами в проливах Буссоль, Крузенштерна, Надежды и Среднего.

Ключевые слова: Охотское море, Курильские острова, PCA, Sentinel-1, внутренние волны

Vyacheslav A. Dubina^{1,2}

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, PhD in Geography, ORCID: 0000-0003-3273-8977, Russia, Vladivostok, e-mail: vdubina@mail.ru

²V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Head of Laboratory, Russia, Vladivostok, e-mail: dubina@poi.dvo.ru

Aleksandra D. Busygina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, EPm-112, Russia, Vladivostok, e-mail: busygina.alex@mail.ru

Larisa M. Azmukhametova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Senior Lecturer, Russia, Vladivostok, e-mail: azmukhametova.lm@dgtru.ru

Features of the field of gravity internal waves in the Central Kuril Region

Abstract. Based on the analysis of radar images received in 2015-2021 from the Sentinel-1A/B satellites, surface manifestations of gravity internal waves in the waters of the Sea of Okhotsk and the Pacific Ocean surrounding the Middle Kuril Islands are analyzed. It is

shown that waves are regularly generated from May to November during the interaction of a tidal wave with underwater rapids in the Bussol, Kruzenshtern, Nadezhda and Sredny straits.

Keywords: Sea of Okhotsk, Kurile Islands, SAR, Sentinel-1, internal waves

Гравитационные внутренние волны (ВВ) – колебательные движения внутри стратифицированной жидкости или газа. Они регулярно регистрируются в процессе выполнения контактных и дистанционных наблюдений в различных районах Земли как в водной толще, так и в деятельном слое атмосферы. На спутниковых изображениях, полученных в видимом и микроволновом (радиолокационными станциями с синтезированной апертурой, РСА) диапазонах электромагнитного спектра, наблюдаются «поверхностные проявления» ВВ-вариации шероховатости моря. В случае океанических ВВ эти контрасты возникают в результате взаимодействия поля течения, сгенерированного внутренней волной, с ветровым волнением. Атмосферные ВВ проявляются в поле шероховатости морской поверхности из-за разной скорости приводного ветра под их гребнями и под ложбинами. В Мировом океане ВВ обычно встречаются в виде пакетов (цугов) нелинейных уединённых волн-солитонов. Длина гребней волн и расстояние между ними в таких цугах уменьшаются от лидирующей волны к тыловой, поэтому по спутниковому изображению в большинстве случаев можно определить направление перемещения ВВ. Существуют различные причины образования внутренних волн в океане, но чаще всего они генерируются приливной волной над неоднородностями рельефа дна [1–3]. Пространственно-временную изменчивость поля ВВ с использованием спутниковых данных исследовали в Японском и Охотском морях, в районе Курильских островов и у камчатского побережья Берингова моря [1–6].

Цель работы – определение особенностей поля ВВ в Центрально-Курильском районе (рис. 1). Исследование проводилось на основе анализа РСА-изображений, принятых со спутников Sentinel-1A и Sentinel-1B в 2015–2021 гг. Использовались снимки, полученные в границах четырёх стандартных фреймов спутников Sentinel-1 в режиме излучения и приёма на вертикальной поляризации в полосе съёмки 250 м с размером пикселя 10 на 10 м [7]. В качестве батиметрической информации привлекались морские навигационные карты и данные GEBCO.

И в Охотском море, и с тихоокеанской стороны возле островов поверхностные проявления гравитационных внутренних волн регистрируются с мая по ноябрь. В разное время года они встречаются в проливах Буссоль и Крузенштерна. Верхний предел длин ВВ составляет 1–2 км. В случаях когда в эволюции внутренних волн доминируют приливы, поле ВВ представляет собой группы пакетов солитонов, отстоящих друг от друга на расстояние, равное групповой скорости ВВ, умноженной на приливной период. Скорость перемещения цугов определяется гидрологическими условиями данной акватории. К таким районам относятся, например, индонезийские моря [3], Южно-Китайское море [8] и др. «Правильное» поле ВВ, сгенерированных приливной волной, в отдельные даты можно наблюдать на северо-восточном шельфе Сахалина. Спутниковые изображения этих акваторий позволяют определять места образования волн, восстанавливать различные параметры солитонов и профили плотности [3, 8]. В центрально-курильском районе отмечается крайне запутанная картина поверхностных проявлений ВВ. В 50–200 км от Средних Курил вглубь Охотского моря внутренние волны перемещаются в самых разнообразных направлениях. Известно, что в Курильской котловине наблюдается сложная вихревая структура вод, представленная разномасштабными циклонами и антициклонами. Анализ спутниковых изображений даёт основания предполагать, что синоптические вихри могут являться источниками возникновения ВВ в южной части Охотского моря [6].

Несмотря на трудности интерпретации, спутниковые снимки позволили выявить места постоянной генерации ВВ. На нескольких изображениях к северу от субмезомасштабных вихрей, образующихся в проливе Буссоль, отмечены зонально ориентированные пакеты солитонов, смещающихся на север. Вероятно, они образовались при взаимодействии приливной волны с порогом, который расположен посреди пролива (минимальная глубина 502 м).

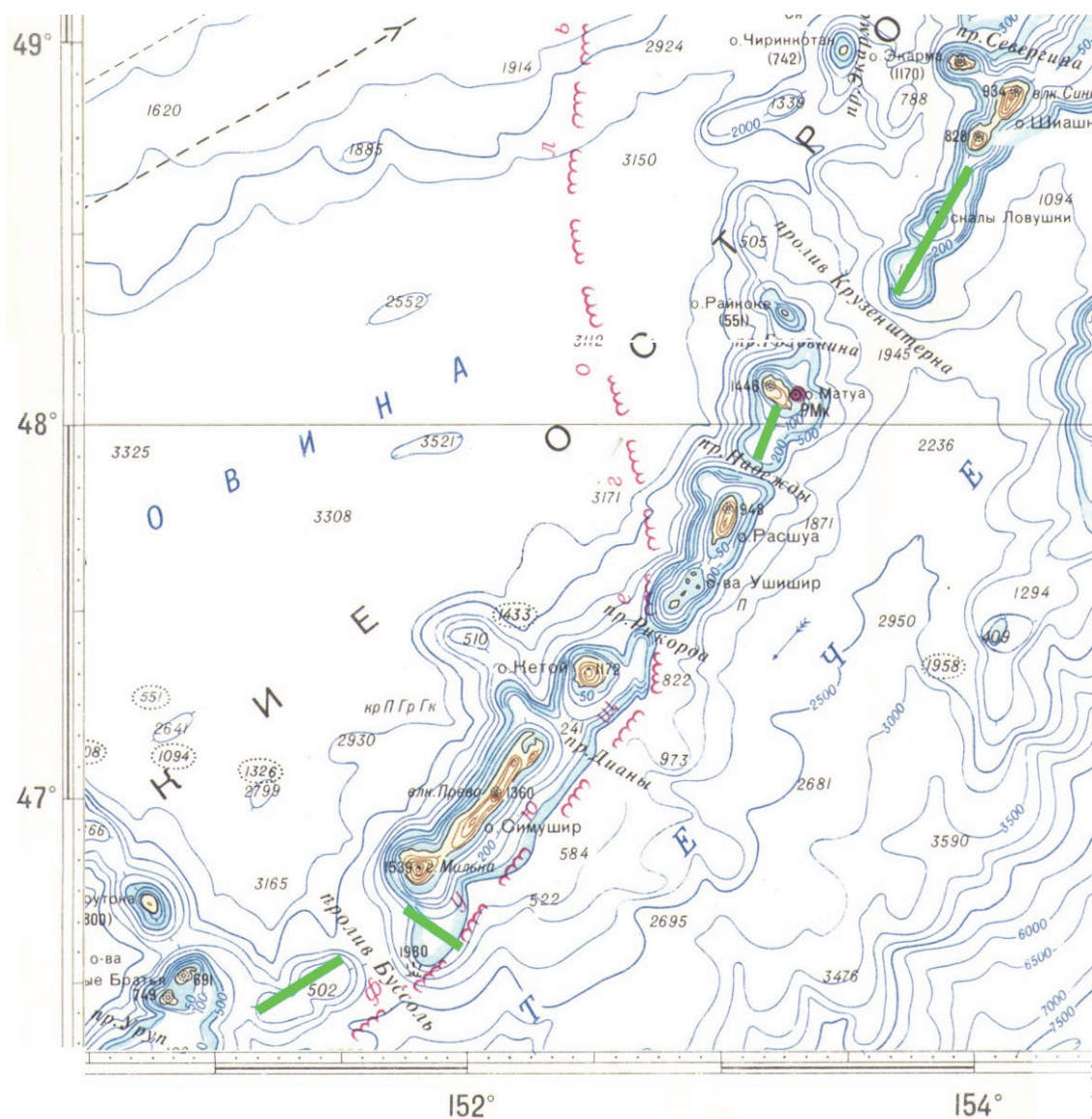


Рисунок 1 – Центральнo-Курильскiй район на фрагменте морской навигационной карты 60101 ГУНиО МО СССР. Зелёными линиями отмечены выявленные районы генерации внутренних волн

Другим районом генерации ВВ является пролив Надежды. Их поверхностные проявления отмечаются на РСА-изображениях как в Охотском море, так и со стороны Тихого океана. На стадии прилива в море ВВ регистрируются чаще и их сигнатуры более контрастны, чем к востоку от пролива (рис. 2). В предположении о полусуточной природе приливной волны скорость перемещения пакетов ВВ составляет примерно 0,6 м/с. Волны, которые образуются в перечисленных местах, смещаются вглубь Охотского моря не менее чем на 100–140 км.

С океанской стороны от о. Симушир на изображениях отмечены 3–4 пакета ВВ, смещающихся вдоль берега на расстоянии около 20 км от него на северо-восток (рис. 3). Локальный максимум повторяемости поверхностных проявлений внутренних волн с тихоокеанской стороны о. Симушир отмечен в работе [6], в которой анализировались РСА-изображения с тех же спутников за лето 2019 г. Длина гребней лидирующих волн в этих пакетах порядка 10 км, расстояние между первыми двумя солитонами – 0,5–1,0 км. Вероятное место их генерации – южная часть шельфа о. Симушир в виде узкого порога с глубинами менее 500 м. Эта особенность подводного рельефа есть на морских навигационных картах, но отсутствует в векторной батиметрии, построенной по данным GEBCO, которая накладывалась на спутниковые изображения. Поверхностные проявления трёх пакетов ВВ зарегистрированы также к востоку от пролива Среднего.

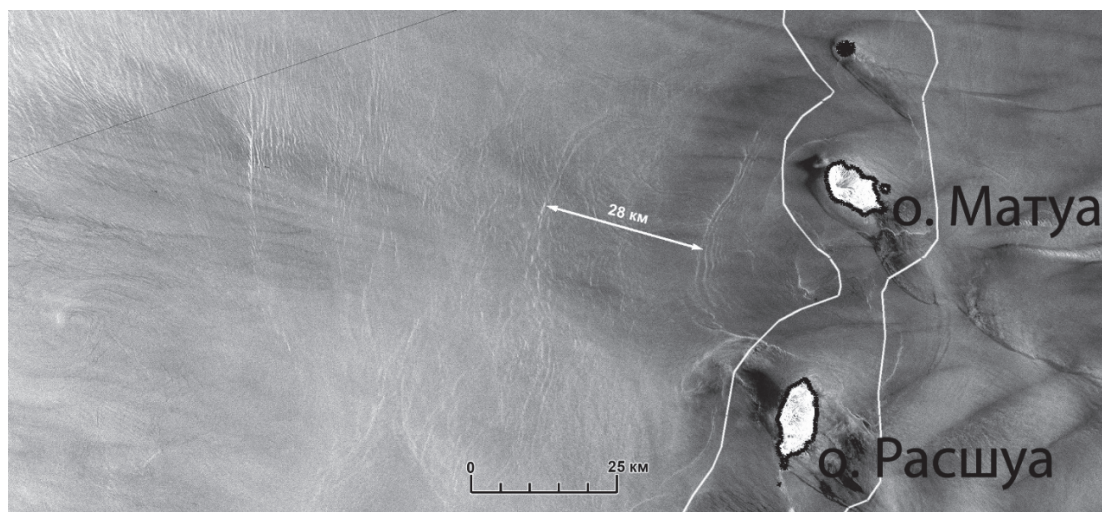


Рисунок 2 – Образование гравитационных внутренних волн на стадии прилива в Охотское море возле пролива Надежды на РСА-изображении, принятом со спутника Sentinel-1В 22 августа 2021 г. в 07:39 Гр. Показана изобата 1000 м

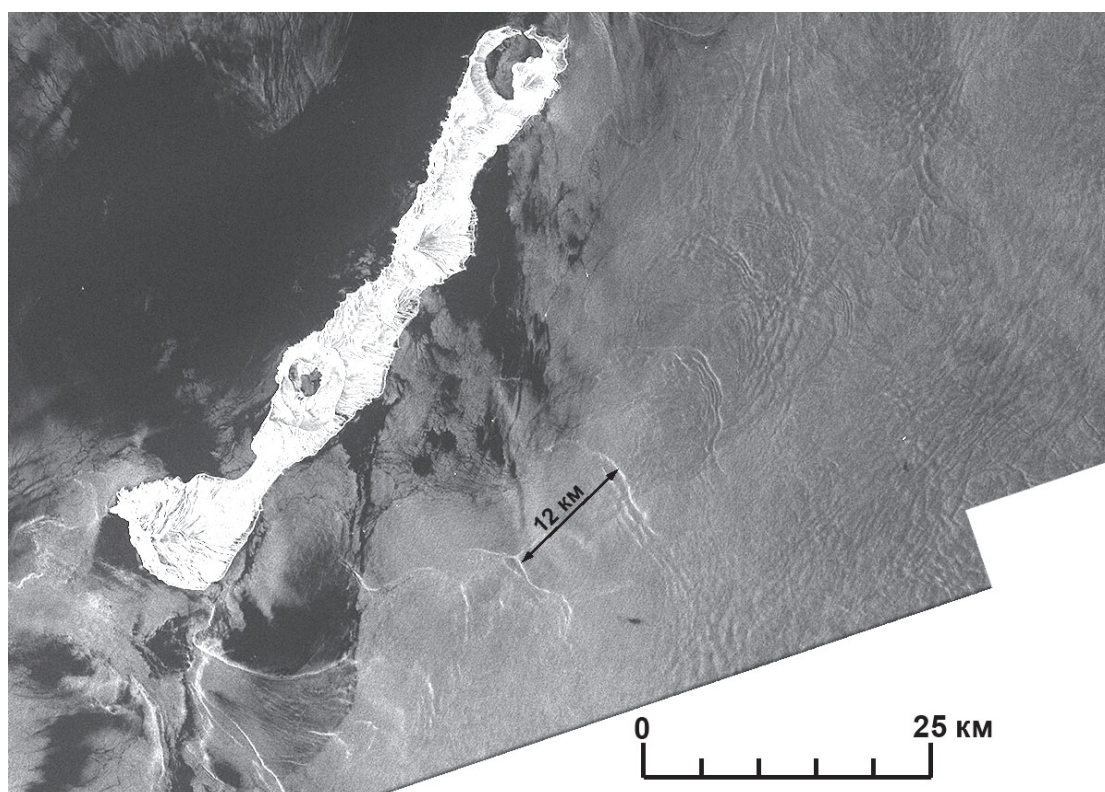


Рисунок 3 – Пакеты внутренних волн к юго-востоку от о. Семушир на РСА-изображении, принятом со спутника Sentinel-1В 22 августа 2021 г. в 07:39 Гр.

Интересной особенностью динамики вод Курильской котловины является взаимодействие спиральных циклонических вихрей и внутренних волн. Пакеты солитонов «затягиваются» в спираль циклона, при этом в центре вихря гребни то ли сжимаются в один, то ли разрушаются из-за подъёма холодной воды в центре циклона. На рис. 4 подобное взаимодействие происходит в 50–100 км к западу от островов Райкоке и Матуа на радарном снимке со спутника Sentinel-1В за 29 июля 2021 г. Здесь два циклонических вихря «закручивают» пакеты ВВ себе в центр. Один из вихрей заметно темнее окружающей воды, что, скорее всего, обусловлено понижением шероховатости морской поверхности в области холодного ядра циклона.

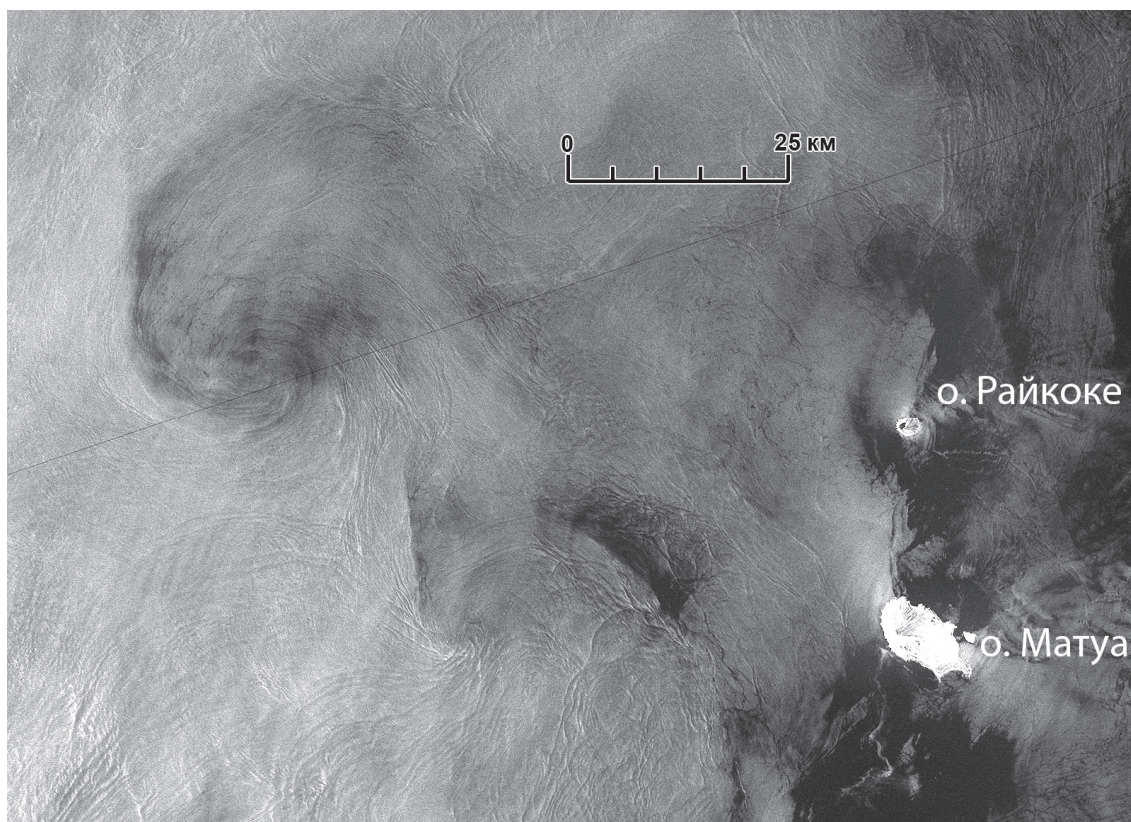


Рисунок 4 – Взаимодействие циклонических вихрей с внутренними волнами на радарном снимке со спутника Sentinel-1B за 29 июля 2021 г. в 19:59 Гр.

Выявленные особенности поля гравитационных внутренних волн островов дают основания для более углублённого изучения волновых и вихревых процессов в данном районе. Представляет интерес совместный анализ спутниковых данных с результатами предвычисления прилива и гидродинамического моделирования, а также с многолетними судовыми измерениями. Исследованный район активно используется для рыбного промысла, а информация, которую можно извлекать с помощью количественной оценки поверхностных проявлений ВВ, позволит восстанавливать термическую структуру вод, что во многих случаях является ключевым фактором при добыче гидробионтов.

Библиографический список

1. Дубина В.А., Митник Л.М. Внутренние волны в Японском море: пространственно-временное распределение и характеристики по данным спутникового дистанционного зондирования // Исслед. Земли из космоса. 2007. №. 3. С. 37–46.
2. Mitnik L., Dubina V. Spatial-temporal distribution and characteristics of internal waves in the Okhotsk and Japan Seas studied by ERS-1/2 SAR and Envisat ASAR // Proceedings of ENVISAT Symposium 2007, 23-27 April 2007, Montreux, Switzerland. ESA, 2006. SP-636.
3. Mitnik L., Dubina V. Non-linear internal waves in the Banda Sea on satellite synthetic aperture radar and visible images // Proc. IGARSS'09, Cape Town, 2009. С. 5417914
4. Плотников В.В., Дубина В.А. Субмезомасштабная изменчивость абиотических факторов экосистем залива Петра Великого по данным спутниковых наблюдений. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 120 с.
5. Дубина В.А., Плотников В.В., Нечаева В.Р., Круглик И.А., Кислова С.И. Поверхностные проявления гравитационных внутренних волн в районе Южных Курильских островов // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 31–36.

6. Свергун Е.И., Зимин А.В., Лазуткина Е.С. Характеристики проявлений короткопериодных внутренних волн Курило-Камчатского региона по данным спутниковых наблюдений в летний период // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*. 2021. Т. 14, № 1. С. 106–115.
7. Бусыгина А.Д., Дубина В.А., Дмитриева Е.А., Карташова А.П. Субмезомасштабные абиотические факторы в районе Средних Курил // *Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф.* Владивосток, 2022. С. 52–57.
8. Jia T., Liang J., Li X.-M., Fan K. Retrieval of Internal Solitary Wave Amplitude in Shallow Water by Tandem Spaceborne SAR // *Remote Sens.* 2019. Vol. 11. Iss. 14. 1706. doi:10.3390/rs11141706.
9. Булатов Н.В., Куренная Л.А., Муктепавел Л.С., Гербек Э.Э. Вихревая структура вод южной части Охотского моря и ее сезонная изменчивость (результаты спутникового мониторинга) // *Океанология*. 1999. Т. 39, № 1. С. 36–45.

Вячеслав Анатольевич Дубина^{1,2}

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, канд. геогр. наук, ORCID: 0000-0003-3273-8977, Россия, Владивосток, e-mail: vdubina@mail.ru

²Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, зав. лабораторией, Россия, Владивосток, e-mail: dubina@poi.dvo.ru

Анна Сергеевна Колесникова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ЭПм-112, Россия, Владивосток, e-mail: anna0508200044@gmail.com

Ирина Алексеевна Круглик

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, канд. биол. наук, заместитель директора Института рыболовства и аквакультуры по учебной работе, Россия, Владивосток, e-mail: kruglik.ia@dgtru.ru

Ольга Николаевна Руденко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: rudenko.on@dgtru.ru

**Районы генерации внутренних волн, регистрируемых
на охотоморском шельфе Сахалина**

Аннотация. На основе анализа архивных радиолокационных изображений, полученных со спутников Envisat (2003–2010 гг.) и Sentinel-1A/B (2015–2021 гг.) проанализированы поверхностные проявления гравитационных внутренних волн на охотоморском шельфе острова Сахалин и выявлены районы их генерации.

Ключевые слова: Охотское море, шельф Сахалина, PCA, Sentinel-1, Envisat, внутренние волны

Vyacheslav A. Dubina^{1,2}

¹Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, PhD in Geography, ORCID: 0000-0003-3273-8977, Russia, Vladivostok, e-mail: vdubina@mail.ru

²V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of RAS, Head of Laboratory, Russia, Vladivostok, e-mail: dubina@poi.dvo.ru

Anna S. Kolesnikova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, APm-112, Russia, Vladivostok, e-mail: anna0508200044@gmail.com

Irina A. Kruglik

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in Biological Sciences, Deputy Director, Russia, Vladivostok, e-mail: kruglik.ia@dgtru.ru

Olga N. Rudenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Russia, Vladivostok,
e-mail: rudenko.on@dgtru.ru

Generation areas of internal waves registered on the Sea of Okhotsk shelf of Sakhalin

Abstract. Based on the analysis of archival radar images obtained from the Envisat (2003–2010) and Sentinel-1A/B (2015–2021) satellites, the surface manifestations of gravitational internal waves on the Sea of Okhotsk shelf of Sakhalin Island were analyzed and the areas of their generation were identified.

Keywords: Sea of Okhotsk, Sakhalin shelf, SAR, Sentinel-1, Envisat, internal waves

Разведка и освоение углеводородных месторождений послужили причиной активизации комплексного изучения гидрометеорологических и геофизических процессов, происходящих на шельфе о. Сахалин. Достоверное и всестороннее знание процессов, происходящих в окружающей морские нефтяные платформы среде, является необходимым условием при решении задач снижения риска возникновения чрезвычайных ситуаций и сведения к минимуму отрицательных последствий при возникновении таковых. В последние десятилетия ключевую роль в гидрометеорологическом обеспечении строительства и функционирования промышленных объектов в шельфовых районах Мирового океана играют спутниковые радиофизические измерения. Одним из наиболее эффективных методов дистанционного исследования и мониторинга состояния прибрежной зоны Земли является зондирование поверхности океана спутниковыми радиолокационными станциями с синтезированной апертурой (РСА). Эффективность РСА обусловлена высокой разрешающей способностью полученных с их помощью независимо от облачности и условий освещенности изображений. Одним из самых распространённых приложений спутниковых радарных снимков является индикация и восстановление характеристик внутренних гравитационных волн в океане (ВВ) [1–3]. Перемещаясь по пикноклину, ВВ генерируют трёхмерное поле течений, скорость которых может достигать несколько метров в секунду, создавая серьёзную угрозу судам, нефтегазовым платформам и прибрежной инфраструктуре.

На РСА-изображениях, полученных в 1995–2000 гг. в тёплый период со спутников ERS-1/2, на северо-восточном шельфе о. Сахалин были выявлены сложные системы внутренних волн (ВВ), состоящие из многочисленных пакетов. Передние волны распространяющихся на берег пакетов ВВ выглядят как две почти непрерывные узкие криволинейные полосы длиной около 500 км, протянувшиеся от мыса Терпения до п-ова Шмидта [4] (рис. 1). В последующие годы с использованием изображений спектрорадиометров MODIS и радарных снимков со спутника Envisat, принятых в широкой полосе обзора (405 км), были получены характеристики ВВ в Охотском море. Нелинейные волны распространяются практически во всех направлениях на всей акватории моря в виде пакетов уединённых волн (солитонов). Максимальное расстояние между солитонами достигает 6 км, длина гребней превышает 100 км, а скорость перемещения варьирует в диапазоне 0,6–1,4 м/с [2]. Первые поверхностные проявления ВВ на спутниковых изображениях Охотского моря появляются с началом таяния льда в мае-июне и прослеживаются вплоть до ноября. В прибрежной полосе Сахалина цуги ВВ, распространяющихся в нескольких направлениях, накладываются друг на друга, формируя сложную волновую картину, и зачастую сложно определить места генерации этих пакетов [5]. Накопленный к настоящему времени обширный архив РСА-изображений со спутников Envisat (2003–2010 гг.) и Sentinel-1A/B (2015–2021 гг.) позволяет сделать некоторые обобщения, касающиеся районов образования внутренних волн, наблюдающихся на шельфе Сахалина.

Самые низкочастотные ВВ образуются в районах с глубинами около 500 м:

- на северо-восточном шельфе о. Сахалин они смещаются на запад к берегу Сахалина (рис. 1);
- с юго-западной стороны банки Кашевого пакеты ВВ движутся на запад в сторону Шантарских островов и на юго-запад к восточному берегу Сахалина (рис. 2);
- на юго-восточном шельфе Сахалина перемещаются на северо-запад (рис. 3).

Следует отметить, что в южной части северо-восточного шельфа Сахалина волны начинают образовываться в районах с глубинами более 500 м, несмотря на то, что в этом месте материковый склон более пологий.

На врезке рис. 2 приведён профиль яркости изображения вдоль белой стрелки через пакет ВВ полукругом, охватывающим мыс Елизаветы. Расстояние между двумя лидирующими солитонами составляет в среднем около 300 м, а длина волн тыловой части равняется 180 м. На РСА-изображениях в этом месте регистрируется яркая дугообразная сигнатура, соответствующая границе стоковой линзы реки Амур. Очевидно, что внутренние волны в этой части моря имеют фронтальное происхождение.

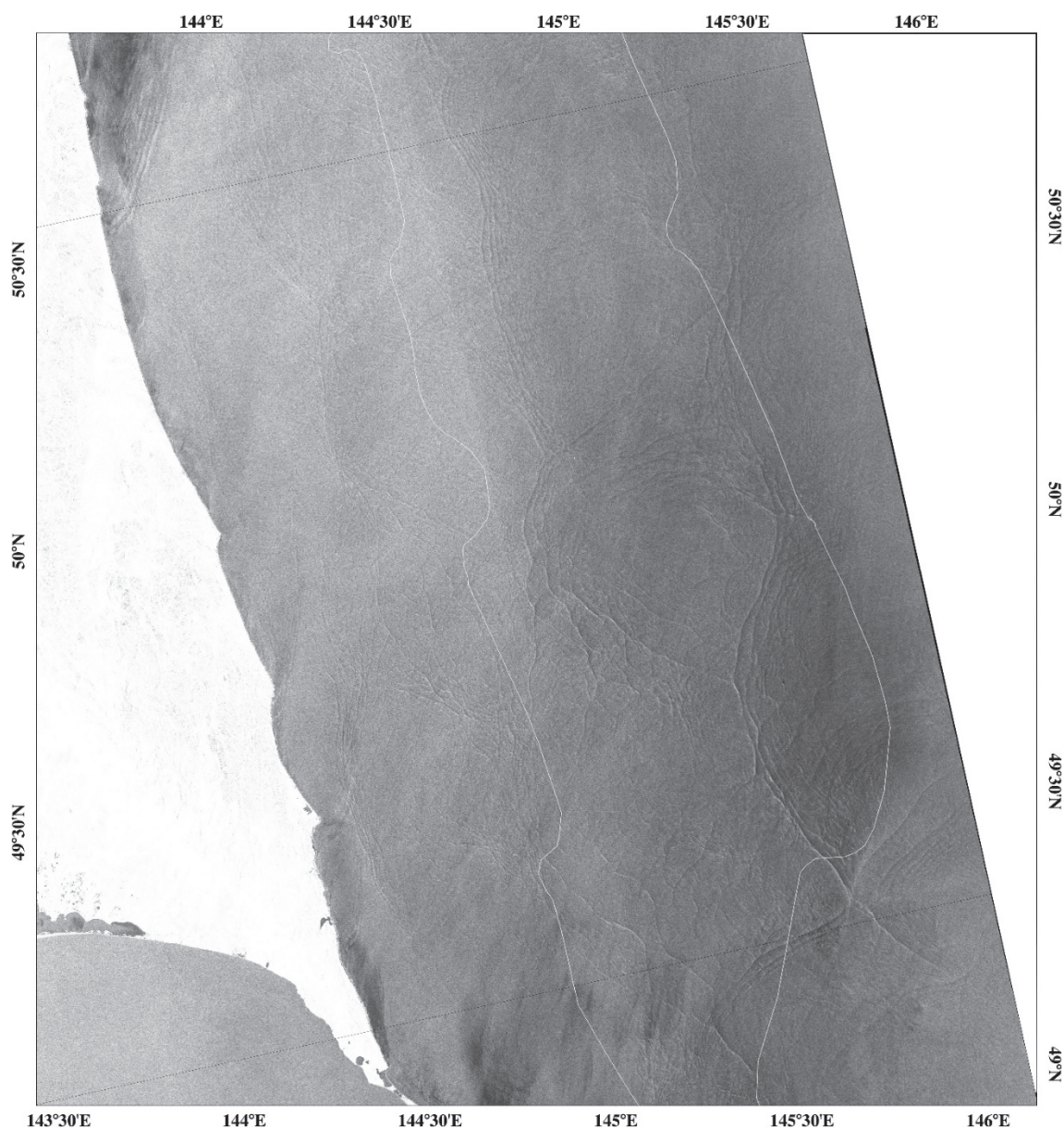


Рисунок 1 – Поверхностные проявления гравитационных внутренних волн на северо-восточном шельфе Сахалина на РСА-изображении, принятом со спутника Sentinel-1A 24 августа 2021 г.

Известно, что внутренние волны способны преодолевать большие расстояния, пересекая акватории морей, например Японского, Банда [1, 3]. На спутниковых снимках Средних Курильских островов отмечаются пакеты ВВ, которые генерируются в проливах Буссоль, Надежды, Среднего [6]. Они перемещаются на северо-запад и вполне вероятно могут достигать шельфа Сахалина при благоприятных гидрологических условиях вод Курильской котловины.

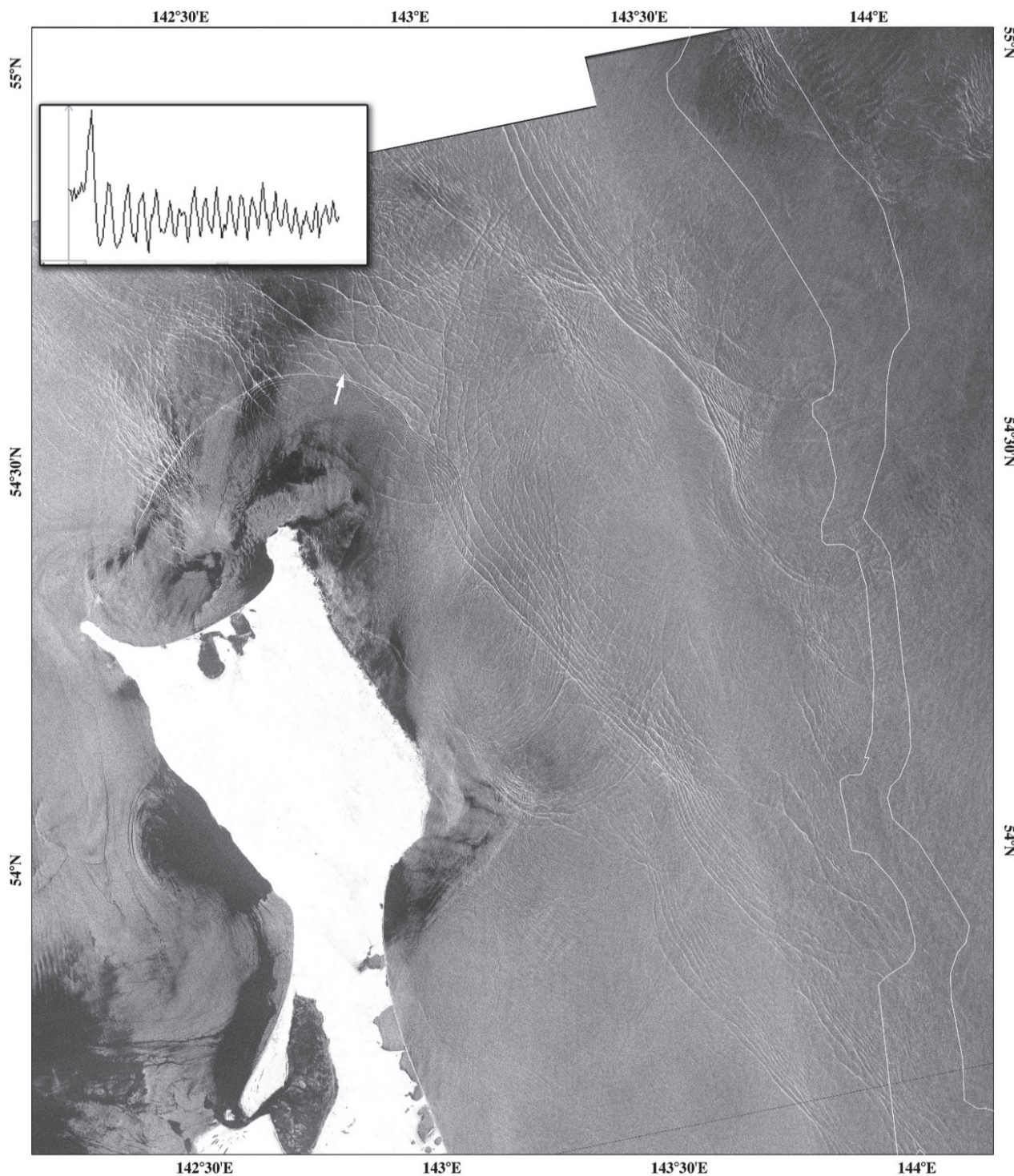


Рисунок 2 – Пакеты внутренних волн, смещающихся к юго-западу от банки Кашеварова и на север от фронта стоковой линзы р. Амур на фрагменте РСА-изображения, принятом со спутника Sentinel-1В 26 августа 2021 г. На врезке приводится профиль яркости изображения вдоль стрелки. Показаны изобаты 200 и 500 м

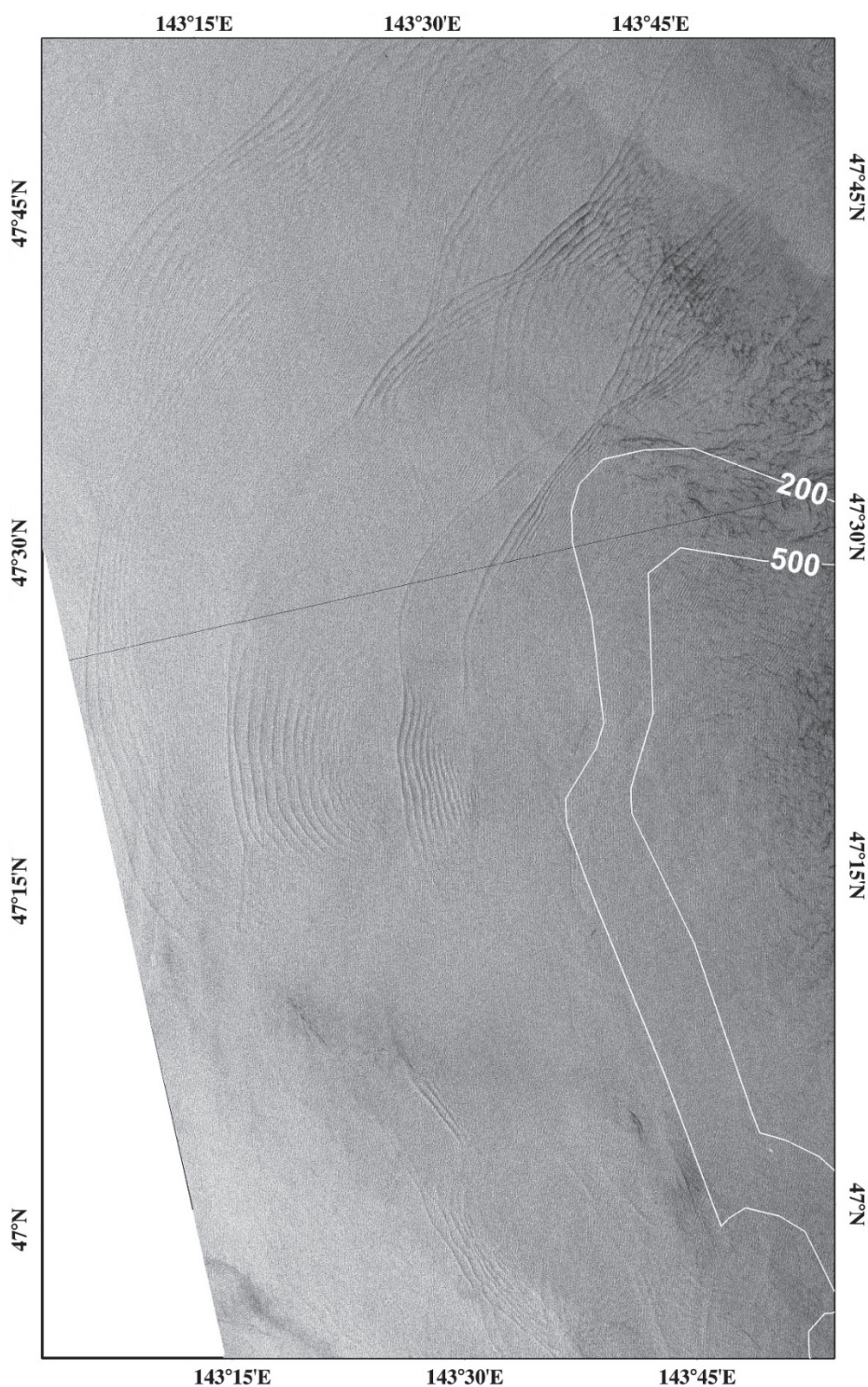


Рисунок 3 – Взаимодействие циклонических вихрей с внутренними волнами на радарном снимке со спутника Sentinel-1B за 29 июля 2021 г. в 19:59 Гр.

Библиографический список

1. Дубина В.А., Митник Л.М. Внутренние волны в Японском море: пространственно-временное распределение и характеристики по данным спутникового дистанционного зондирования // Исслед. Земли из космоса. 2007. №. 3. С. 37–46.
2. Mitnik L., Dubina V. Spatial-temporal distribution and characteristics of internal waves in the Okhotsk and Japan Seas studied by ERS-1/2 SAR and Envisat ASAR // Proceedings of ENVISAT Symposium 2007, 23-27 April 2007, Montreux, Switzerland. ESA, 2006. SP-636.

3. Mitnik L., Dubina V. Non-linear internal waves in the Banda Sea on satellite synthetic aperture radar and visible images // Proc. IGARSS'09, Cape Town, 2009. С. 5417914.
4. Dubina V., Mitnik L. Sea surface features near Northern Sakhalin: study with satellite synthetic aperture radar imagery // Proc. 17th Intern. Symposium on the Okhotsk Sea and Sea Ice. 24-28 February 2002. Mombetsu, Hokkaido, Japan, 2002. P. 66–73.
5. Дубина В.А. Использование спутниковых изображений морской поверхности в задачах контроля и управления прибрежными зонами // Устойчивое природопользование в прибрежно-морских зонах: материалы междунар. конф. Владивосток: Дальнаука, 2013. С. 157–160.
6. Бусыгина А.Д., Дубина В.А., Дмитриева Е.А., Карташова А.П. Субмезомасштабные абиотические факторы в районе Средних Курил // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VII Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток, 2022. С. 52–57.

Олег Владимирович Зеленников

Санкт-Петербургский государственный университет, доцент, доктор биол. наук, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

Особенности питания массовых видов рыб в период миграции к морю молоди горбуши и кеты на примере реки Вольной (юго-западный Сахалин)

Аннотация. Исследовали численность и питание рыб потенциальных хищников молоди лососей в нижнем течении реки Вольной (Невельский район, Сахалинская область) в июне 2021 г. В заметном количестве в реке присутствовала только молодь симы, численность которой была наиболее значительной в первой половине месяца и к концу месяца снижалась. Кунджа и красноперка в реке присутствовали единично. После начала выпуска с завода молоди кеты все потенциальные хищники переходили на ее потребление, однако в силу своей малочисленности хищные рыбы не могли существенно сократить заводскую продукцию.

Ключевые слова: Сахалинская область, река Вольная, хищные рыбы, молодь лососей

Oleg V. Zelennikov

St. Petersburg State University, Associate Professor, Doctor of Biological Sciences, Russia, St. Petersburg, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

Peculiarities of nutrition of mass fish species during the period of migration to the sea juvenile pink salmon and chum salmon on the example of the Volnaya River (southwestern Sakhalin)

Abstract. We studied the abundance and nutrition of fish of potential predators of juvenile salmon in the lower reaches of the Volnaya River (Nevelsky district, Sakhalin region) in June 2021. Only juvenile masu salmon were present in a noticeable amount in the river, the number of which was most significant in the first half of the month and decreased by the end of the month. Whitespotted char and pacific redbfin were sporadically present in the river. After the start of the release of chum salmon fry from the hatchery, all potential predators switched to its consumption, however, due to their small number, predatory fish could not significantly reduce hatchery production.

Keywords: Sakhalin region, Volnaya river, predatory fish, juvenile salmon

Хорошо известно, что молодь горбуши и кеты при миграции с природных нерестилищ в море и после выпуска с рыбоводных заводов сразу же занимает основное место в рационе многих хищников [1], особенно если учесть, что ее масса в реках Сахалинской области составляет 200–300 мг и 800–1000 мг соответственно [2, 3, 4]. С целью минимизировать возможный ущерб рыбоводам рекомендовано проводить мелиоративные мероприятия, в ходе которых разбирать образовавшиеся за год завалы. Цель этих мероприятий – лишить хищников участков для фронтальных засад, тем самым заставляя их более равномерно распределиться по реке и «прижаться» к береговым закоряженным участкам. Вместе с тем важным представляется знать, как сам состав хищных рыб, так и их численность в период миграции молоди.

Река Вольная находится в Невельском районе и является базовым водотоком самого южного лососевого рыбоводного завода (ЛРЗ) «Вольная» на западном побережье острова Сахалин. Завод работает с 2019 г. и ориентирован на воспроизводство молоди как горбуши, так и кеты.

Цель работы – выявить динамику численности массовых видов рыб потенциальных потребителей молоди лососей в нижнем течении реки Вольной в июне 2021 г. в период ската природной молоди горбуши и выпуска заводской молоди кеты.

Материал и методика

Обследование проводили от пункта сбора икры (забойки) вниз по реке, практически до устьевой зоны в период с 8 по 24 июня 2021 г. Всего были выделены три участка, границы которых определили произвольно (рис. 1). Для облова использовали невод, конфигурация которого позволяла охватить участок облова от берега до берега. Сравнительно одинаковая глубина реки по всей ее ширине, отсутствие закоряженности и относительно удобный проход как по берегам, так и по воде вдоль берегов позволяли провести вылов рыбы, приближающийся к тотальному. На границе участков 2 и 3 находился нефункциональный мост. Зона между границей участка 3 и устьем реки была удобна для облова, однако визуально было установлено, что рыбы – потенциальные хищники – в этой мелководной и хорошо просматриваемой зоне не задерживались, а концентрировались выше по реке. Всех рыб изымали для обследования их питания, за исключением молоди симы, от которых брали только выборку, а остальных тотально подсчитывали и отпускали. После отлова рыб всех видов вскрывали, анализировали пищевой комок и подсчитывали мальков лососевых рыб.



Рисунок 1 – Схема границ участков при отлове массовых видов рыб – потенциальных хищников – в приустьевой зоне реки Вольной в июле 2021 г.

Представляя полученные результаты, в первую очередь отметим, что в реке Вольной в июне 2021 г. присутствие рыб, потенциальных потребителей молоди лососей, было весьма невелико. После того, как 8 июня выловили 67 экз., а 10 июня – 77 экз. кунджи *Salvelinus leucomaenis*, в дальнейшем гольцы присутствовали в уловах единично (табл. 1). Вопреки ожиданиям крайне немногочисленной была и мелкочешуйная красноперка. Единственный вид рыб, потенциальных потребителей заводской молоди кеты, был представлен двухлетками и карликовыми особями симы *Oncorhynchus masou*, число которых было максимальным в первой декаде июня, а затем снижалось. Помимо отмеченных видов в уловах присутствовали единичные экземпляры сахалинского подкаменщика и камбал. Распределение рыб всех видов на разных участках облова было сходным, поэтому в большинстве случаев улов по отдельным станциям не разделяли (табл. 1).

В течение первой декады июня кунджа, молодь симы и красноперка молодью лососей не питались (табл. 2). Можно полагать, что к началу регулярных обловов скат горбуши уже закончился, а молодь кеты с рыбоводного завода еще не выпускали. Вместе с тем рыбы не были голодными, явно находя в реке сравнительно обильную и весьма разнообразную пищу. Так, главный из потенциальных хищников – кунджа – питалась планктонными ракообразными и песчанкой (рис. 2, а), молодью керчаков (рис. 2, б), бокоплавами, кольчатыми червями (рис. 3, а) и даже гусеницами воздушных насекомых (рис. 3, б).

Ситуация качественно изменилась с началом выпуска с завода молоди кеты 12–13 июня. Мы можем видеть (табл. 2), что все рыбы, которые могли питаться молодью кеты, стали активно ее потреблять. Например, 11 и 13 июня масса кунджи в среднем была сходной – 37,2 и 34,0 г соответственно. Однако в первом случае мальки в желудках хищников отсутствовали, тогда как во втором случае из желудков извлекали в среднем по 11,2 малька (табл. 2).

Таблица 1 – Число экземпляров массовых видов рыб в реке Вольной в июне 2021 г.

Дата	Участок	Кунджа	Молодь симы	Красноперка
08.06	СУММА*	67	2	3
10.06	1	6	200	2
	2	27	122	3
	3	44	411	3
	СУММА	77	733	8
11.06	СУММА	24	337	3
12.06	1	–	50	2
	2	4	106	–
	3	4	50	–
	СУММА	8	206	2
13.06	СУММА	10	55	1
16.06	СУММА	8	4	1
21.06	1	3	30	2
	2	–	20	2
	3	2	50	–
	СУММА	5	100	4
24.06	СУММА	16	94	2

Примечание. * – всегда обследовали все три участка, но при сравнительно небольшом числе рыб данные объединяли.

При облове 13 июня был пойман экземпляр, у которого в желудке насчитали 43 малька кеты (рис. 4, А). Активно потребляли заводскую молодь кеты молодь симы (рис. 4, Б), красноперка и даже некрупная камбала в приустьевой зоне. В дальнейшем с середины и до конца июня хищники продолжали питаться заводской молодью кеты, однако число мальков в их желудках значительно уменьшилось. Это представляется ожидаемым и потому

объяснимым. Очевидно, что значительная часть молоди вышла в прибрежье, однако часть молоди в соответствии с биологическими особенностями вида задержалась в реке и частично выедалась хищниками.

Обсуждая полученные данные, в первую очередь отметим, что ихтиофауна в нижнем течении реки Вольной в июне 2021 г. была крайне обеднена, даже по меркам Южного Сахалина [5]. Фактически из потенциальных хищников в заметном количестве присутствовала только молодь и карликовые самцы сима. Однако молодь смолтифицировалась, выходила в морскую среду, и ее численность во второй половине месяца заметно снизилась. Кунджа после того, как 8 и 10 июня выловили 144 экз. в невод попадала единично, а краснопёрка, вопреки ожиданиям, в реке практически отсутствовала.

Таблица 2 – Потребление молоди лососей массовыми видами рыб в реке Вольной в июле 2021 г. (первая строка – $M \pm m$, вторая строка – предел варьирования, третья строка – число рыб)

Дата	Кунджа		Сима		Краснопёрка	
	Масса рыб, г Число рыб	Мальков в желудке	Масса рыб, г Число рыб	Мальков в желудке	Масса рыб, г Число рыб	Мальков в желудке
08.06	<u>68,4±8,1</u> 16,3-138 20	0	<u>52,5</u> 31,8-72,2 2	0	<u>146,1±28,1</u> 105-200 3	0
10.06	<u>50,2±11,1</u> 14-598 52	0,02 0-1	<u>36,9±9,6</u> 11,4-62,9 5	<u>0,4±0,4</u> 0-2	<u>65,7±22,2</u> 9,3-219 9	0
11.06	<u>37,2±4,9</u> 20,8-122 24	0	<u>44,6±6,1</u> 26,6-54,5 4	0	<u>57,0±23,0</u> 22,0-100 3	0
12.06	<u>34,0±3,9</u> 14,0-48,8 8	<u>11,2±1,7</u> 3-17	<u>28,9±5,0</u> 13,2-105 18	<u>8,7±2,1</u> 0-38	<u>61,2</u> 22,1-100 2	5,0 0-10
13.06	<u>65,9±21,3</u> 20,2-202 10	<u>13,9±4,6</u> 0-43	<u>26,9±5,3</u> 14,4-61,3 8	<u>6,1±2,64</u> 2-23	139,9	6
16.06	<u>48,0±12,1</u> 15,6-122 8	<u>4,5±2,3</u> 0-20	<u>30,5±6,9</u> 21,5-51,0 4	<u>0,5±0,3</u> 0-1	—	—
21.06	<u>38,9±5,9</u> 21,4-55,9 5	<u>5,6±1,4</u> 0-8	<u>23,1±0,7</u> 21,3-25,6 5	<u>1,8±0,5</u> 0-3	<u>75,9±25,4</u> 9,7-161 5	<u>0,4±0,39</u> 0-2
24.06	<u>48,7±5,5</u> 16,6-104 16	<u>5,0±1,0</u> 0-13	<u>30,1±3,9</u> 13,6-56,7 10	<u>2,2±0,5</u> 0-5	46,3-67,0	0

По совокупности полученных данных мы можем заключить, что в июне 2021 г. рыбы, потенциальные хищники молоди горбуши и кеты, в нижнем течении реки Вольной присутствовали в незначительном количестве. После начала выпуска с завода молоди кеты все потенциальные хищники перешли на ее потребление, однако в силу своей малочисленности хищные рыбы не могли существенно сократить заводскую продукцию.

Благодарности

Автор выражает благодарность руководителям ООО «Каниф» Е.Е. Ульянову, В.П. Погину, Д.В. Багинскому, а также бригаде рыбаков предприятия за организацию и помощь в отлове рыб.



а

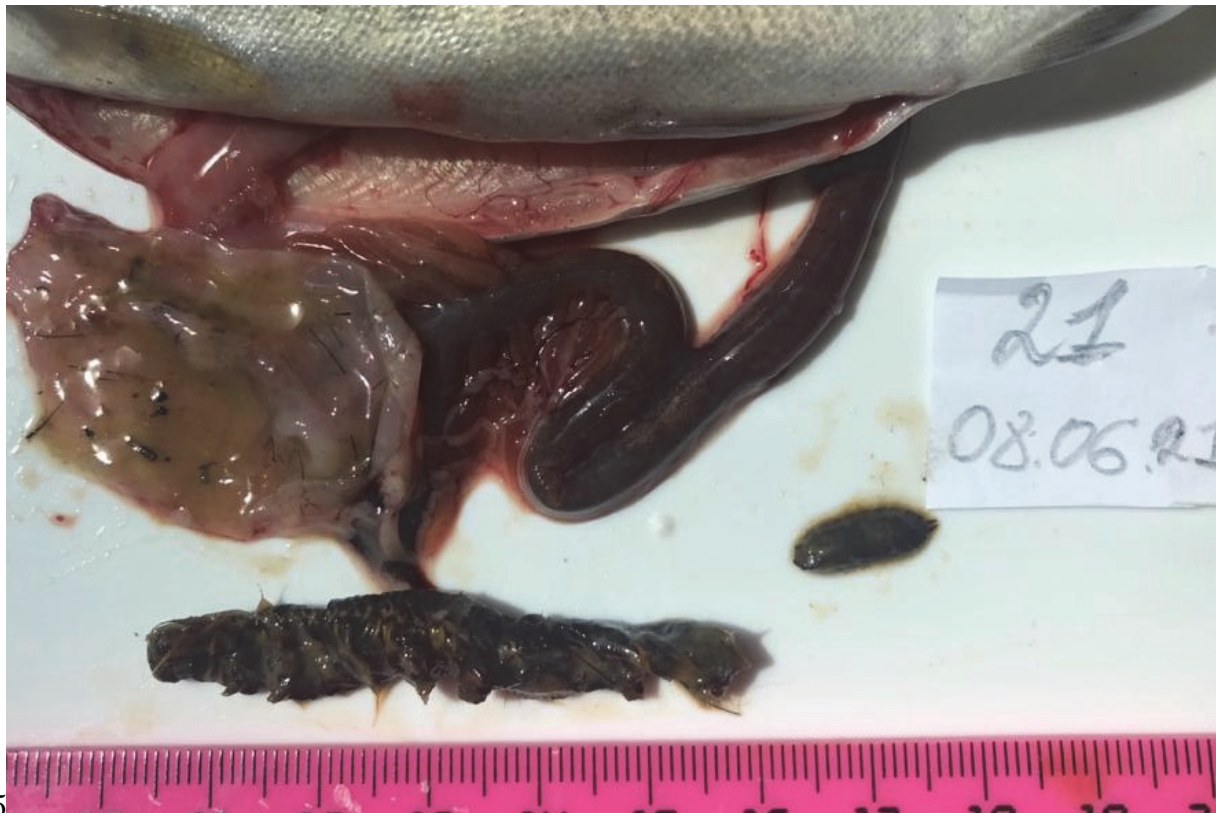


б

Рисунок 2 – Примеры питания кунджи в реке Вольной в начале июня 2021 г. Можно видеть ракообразных, песчанку (а), а также молодь подкаменщика (б)



a



б

Рисунок 3 – Примеры питания кунджи в реке Вольной в начале июня 2021 г. Можно видеть бокоплавов, кольчатых червей (а), а также гусениц наземных насекомых (б)



Рисунок 4 – Примеры интенсивного питания кунджи (а) и симы (б) молодьью кеты в реке Вольной 12–13 июня 2021 г. Пояснение в тексте

Библиографический список

1. Канидьеv А.Н. Биологические основы искусственного разведения лососевых рыб. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. 216 с.
2. 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. ихтиол. 2019. Т. 59, № 6. С. 741–744.
3. 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.
4. Зеленников О.В. Влияние процессов раннего оогенеза на развитие воспроизводительной системы у рыб: автореф. дис. ... доктора биол. наук. М.: ВНИРО, 2021. 43 с.
5. Живоглядов А.А. Рыбы малых и средних рек острова Сахалин: пространственное распределение, структура и динамика // Вопр. ихтиол. 2014. Т. 54, № 1. С. 57–67.

Галина Георгиевна Калинина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, канд. биол. наук, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: Kalinina.GG@dgtru.ru

Евгений Григорьевич Романюк

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: krosman98@mail.ru

Рост молоди амурского осетра в условиях Анюйского рыбоводного завода в 2015, 2016 гг.

Аннотация. Изучен темп роста молоди амурского осетра в бассейнах в условиях Анюйского рыбоводного завода. Показано, что молодь имела более высокий темп весового роста во второй партии в 2015 и 2016 гг. Молодь второй партии оказалась более жизнеспособной.

Ключевые слова: амурский осетр, молодь, рыбоводный завод, река Анюй, бассейны, весовой рост, темп роста

Galina G. Kalinina

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Russia, Vladivostok, e-mail: Kalinina.GG@dgtru.ru

Evgeny G. Romanyuk

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok, e-mail: krosman98@mail.ru

Growth of juvenile Amur sturgeon in the conditions of the Anyui fish hatchery in 2015, 2016

Abstract. The growth rate of juvenile Amur sturgeon in pools under the conditions of the Anyui fish hatchery was studied. It was shown that juveniles had a higher rate of weight growth in the second batch in 2015 and 2016. Juveniles of the second batch turned out to be more viable.

Keywords: Amur sturgeon, juveniles, hatchery, Anyui river, pools, weight growth, growth rate

Осетровые являются одними из наиболее хозяйственно ценных видов рыб, и в связи с этим состояние популяции и проблемы их сохранения привлекают повышенное внимание исследователей [1]. Наблюдаемое в настоящее время катастрофическое снижение численности и промысловых запасов осетровых является общемировой тенденцией, что привело к практически повсеместному прекращению их промысла [4]. В реке Амур серьезное влияние на состояние популяции осетровых оказал их промысел

Разведение и выращивание осетровых в заводских условиях способствует поддержанию естественных запасов этих редких рыб и развитию данного направления [2].

Целью работы являлось изучение темпа роста молоди амурского осетра в условиях Анюйского рыбоводного завода в 2015 и 2016 гг.

Материал, положенный в основу работы, был предоставлен сотрудниками Анюйского рыбоводного завода. В ходе работы были проведены наблюдения за молодью амурского

осетра, выращиваемого в бассейнах. Анализировался рост молоди двух партий. Определение массы и количество рыб производилось каждые 5 дней во время сортировок. Обработка данных и анализ материала осуществлялись автором [3].

При обработке материала использовали пакеты прикладных программ EXCEL.

За темпом роста амурского осетра велись наблюдения со дня посадки личинок в бассейны и до момента выпуска в реке Амур (табл. 1).

Бассейновый метод основан на выращивании личинок и молоди в ограниченном пространстве в условиях интенсивного взаимодействия между особями и при интенсивном кормлении живыми или искусственными кормами. Главная цель этого метода – максимально облегчить рыбам добычу пищи. При бассейновом методе, как правило, используется высокая проточность [3].

В 2015 г. рыбы из первой партии в возрасте 5 сут имели массу $15 \pm 0,9$ мг (рис. 1). В первые 25 сут рост молоди был равномерным, в каждую пятидневку молодь прибавляла не более 10 мг, и в этот период средняя масса составила $73 \pm 3,4$ мг, в дальнейшем темп весового роста стал расти и в возрасте 40 сут средняя масса уже составила $288 \pm 12,9$ мг, 50 сут – $637 \pm 11,6$ мг, 60 сут – $1600 \pm 64,0$ мг. В возрасте 75 сут молодь осетра достигала средней навески $3500 \pm 140,0$ мг и была выпущена в естественную среду.

Таблица 1 – Весовой состав молоди амурского осетра в 2015, 2016 гг.

Возраст, сут	2015 г.		2016 г.	
	I партия	II партия	I партия	II партия
	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$	$\bar{x} \pm m\bar{x}$
10	$21 \pm 0,9$	$31 \pm 1,4$	$42 \pm 1,8$	$50 \pm 2,2$
15	$32 \pm 1,4$	$61 \pm 2,7$	$89 \pm 4,0$	$95 \pm 4,2$
20	$42 \pm 1,8$	$97 \pm 4,3$	$142 \pm 6,3$	$150 \pm 6,7$
25	$73 \pm 3,4$	$117 \pm 5,2$	$216 \pm 9,7$	$320 \pm 14,4$
30	$99 \pm 4,4$	$198 \pm 8,9$	$356 \pm 16,0$	$450 \pm 20,2$
35	$154 \pm 6,9$	$290 \pm 13,0$	$514 \pm 23,1$	$680 \pm 30,6$
40	$288 \pm 12,9$	$506 \pm 22,7$	$752 \pm 33,8$	$1044 \pm 46,9$
45	$398 \pm 13,4$	$658 \pm 29,6$	$1150 \pm 51,7$	$2330 \pm 104,8$
50	$637 \pm 28,6$	$1124 \pm 50,5$	$1300 \pm 58,5$	$4200 \pm 168,0$
55	$1158 \pm 46,3$	$2048 \pm 81,9$	$1550 \pm 62,0$	$5140 \pm 205,6$
60	$1600 \pm 64,0$	$3500 \pm 140,0$	$1860 \pm 74,4$	$6170 \pm 246,8$
65	$2100 \pm 84,0$	$5100 \pm 204,0$	$2150 \pm 86,0$	$6250 \pm 250,0$
75	$3500 \pm 140,0$	$8400 \pm 336,0$	$3640 \pm 145,6$	$7460 \pm 298,4$

Вторая партия, по сравнению с первой, отличалась более высоким весовым ростом. Уже начиная с возраста 10 сут, весовые приросты молоди превышали аналогичные показатели у рыб с первой партии (рис. 1). Еще большие различия стали проявляться с возраста 40 сут, когда весовой рост молоди осетра из второй партии превышал таковой из первой в 2 раза (рис. 1). Выпуск молоди осетра проходил 19 августа, в возрасте 75 сут и средняя масса молоди первой партии составляла $3500 \pm 140,0$ мг, второй – $8400 \pm 336,0$ мг.

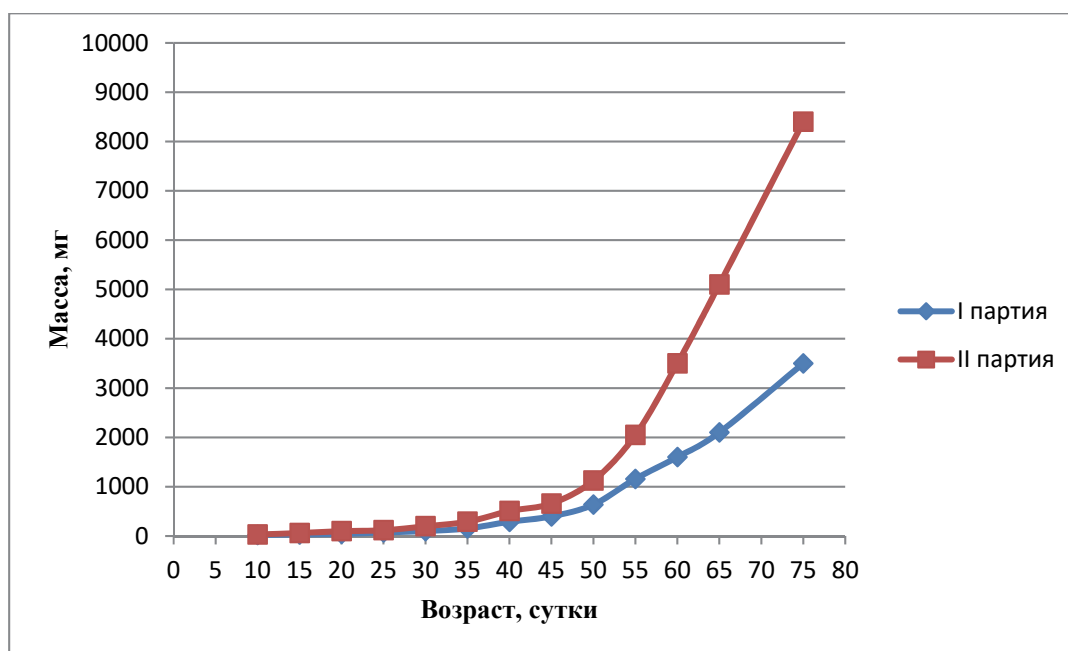


Рисунок 1 – Темп весового роста молоди амурского осетра в 2015 г.

В 2016 г. в первой партии молодь амурского осетра в возрасте 5 сут имела среднюю массу $19,9 \pm 1,2$ мг, 10 сут – $42,0 \pm 1,8$ мг (рис. 2). К возрасту 20 сут масса увеличилась до $142 \pm 6,3$ мг, в 30 сут средняя масса мальков достигала $356 \pm 16,0$ мг. К возрасту 55 сут средняя навеска амурского осетра в первой партии составила $1550 \pm 62,0$ мг. Готовые к выпуску мальки имели массу $3640 \pm 145,6$ мг.

Во второй партии наблюдения за молодью начались также с возраста 5 сут, и в этом возрасте рыбы имели среднюю массу $21 \pm 1,4$ мг. Средняя масса амурского осетра в возрасте 10 сут составил $50,0 \pm 2,2$ мг (рис. 2). В дальнейшем амурский осетр развивался равномерно, до возраста 35 сут, когда средняя масса мальков составила $680 \pm 30,6$ мг, при этом темп роста массы незначительно отличался от первой партии (рис. 2).

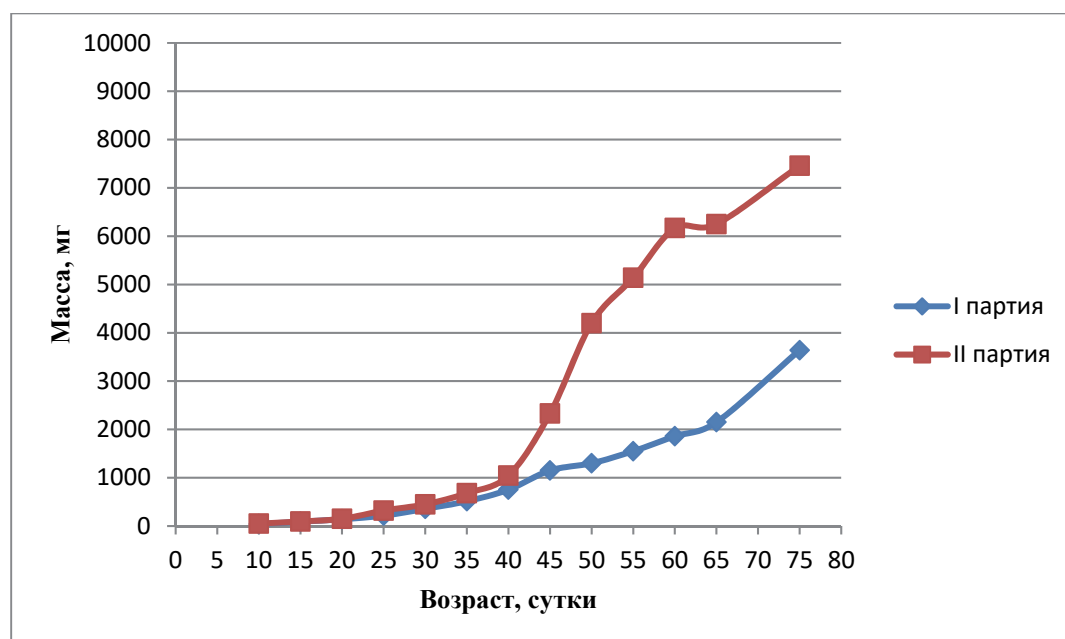


Рисунок 2 – Темп весового роста молоди амурского осетра в 2016 г.

В дальнейшем рыбы из этой партии росли значительно быстрее, в возрасте 55 сут средняя масса составила $5140 \pm 205,6$ мг, а к моменту выпуска молоди в естественную среду среднее значение массы достигло $7460 \pm 298,4$ мг.

За отходом молоди амурского осетра велись наблюдения со дня ее посадки в бассейны и до выпуска. Отход убирали каждые пять дней. Изначально наблюдался большой отход молоди, вероятно, в связи с её переходом на активное питание и адаптацией рыб к новым условиям существования.

В 2015, 2016 гг. во вторую пятидневку в обеих партиях отход существенно снизился, видимо, из-за того, что переход на активное питание полностью завершился, и рыбы адаптировались к условиям бассейнов. Только в первой партии высокая величина отхода сохранилась до четвертой пятидневки.

В последующие пятидневки отход постепенно уменьшался. В отдельные пятидневки отхода не было вообще.

Наглядно сравнить отход молоди осетра позволяют сведения об относительных величинах отхода молоди за единицу времени (табл. 2, 3). Величина относительного отхода изменялась в зависимости от партии и пятидневки от 0,1 до 11,4 % и от 0,1 до 10,06 % в 2015 г. (табл. 2), от 0,1 до 12,4 % и от 0,1 до 9,01 % – в 2016 г. (табл. 3)

Самый высокий относительный отход во всех партиях наблюдался в первую и вторую пятидневки, видимо, это связано с переходом молоди на активное питание. А уже в третью и последующие пятидневки отход пошел на убыль.

Исходя из анализа величин относительного отхода, можно сказать, что молодь в партии 2 оказалась более жизнеспособной, чем молодь партии 1 как в 2015, так и в 2016 гг.

Таблица 2 – Относительный отход молоди амурского осетра в период выращивания, % от общей численности рыб в 2015 г.

Возраст, сут	Отход рыб по пятидневкам, %	
	Партия 1	Партия 2
10	$11,4 \pm 0,99$	$10,06 \pm 1,01$
15	$10,7 \pm 0,98$	$7,4 \pm 0,68$
20	$3,4 \pm 0,28$	$1,8 \pm 0,16$
25	$12,4 \pm 1,02$	$8,06 \pm 1,01$
30	$10,7 \pm 0,98$	$3,4 \pm 0,68$
35	$3,4 \pm 0,28$	$1,8 \pm 0,16$
40	$1,3 \pm 0,10$	$1,4 \pm 0,12$
45	$0,7 \pm 0,05$	$0,7 \pm 0,05$
50	$0,4 \pm 0,03$	$0,4 \pm 0,02$
55	$0,4 \pm 0,02$	$0,3 \pm 0,03$
60	$0,2 \pm 0,01$	$0,3 \pm 0,02$
65	$0,1 \pm 0,02$	$0,2 \pm 0,02$
70	$0,1 \pm 0,02$	$0,1 \pm 0,01$
75	$0,1 \pm 0,01$	$0,1 \pm 0,01$
\bar{x}	$2,5 \pm 0,23$	$1,9 \pm 0,14$

Таблица 3 – Относительный отход молоди амурского осетра в период выращивания, % от общей численности рыб в 2016 г.

Возраст, сут	Отход рыб по пятидневкам, %	
	Партия 1	Партия 2
10	12,4±1,02	9,01±1,01
15	9,8±1,00	6,4±0,81
20	2,0±0,12	3,8±0,22
25	11,2±1,09	8,1±0,9
30	9,1±0,96	2,4±0,68
35	2,0±0,12	2,8±0,16
40	1,0±0,10	1,3±0,12
45	0,6±0,04	0,8±0,05
50	0,3±0,02	0,2±0,02
55	0,2±0,01	0,1±0,03
60	0,2±0,02	0,1±0,02
65	0,2±0,02	0,1±0,02
70	0,1±0,01	0,1±0,01
75	0,1±0,01	0,1±0,01
\bar{x}	2.1±0,19	1,8±0,14

Таким образом, в результате проведенного исследования было выяснено, что как в 2015 г., так и в 2016 г. молодь амурского осетра имела более высокий темп весового роста из второй партии, и по-видимому, это связано с тем, что в бассейны, в которых находилась молодь второй партии, подавалась вода из пруда-накопителя, где вода отстаивалась от взвесей и примесей, но при этом в ней находились естественные культуры микроорганизмов, которые послужили дополнительным естественным кормом для молоди, наряду с вносимыми искусственными кормами. Амурский осетр из первой партии не получал естественные корма в достаточном количестве, так как бассейны располагались на достаточном удалении от непосредственной подачи воды, и по мере ее прохождения через бассейны основная масса микроорганизмов выедалась молодью второй партии.

Библиографический список

1. Амурский осетр [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http:// fishbiosystem.ru / ganoigei/Acipenseridae/ Acipenser_schrenckii2.html](http://fishbiosystem.ru/ganoigei/Acipenseridae/Acipenser_schrenckii2.html) (дата обращения: 02.05.2022).
2. Крыхтин М.Л., Горбач Э.И. Осетровые рыбы Дальнего Востока // Экономическая жизнь Дальнего Востока. 1994. Т. 1, № 3. С. 86–91.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищепромиздат, 1966. 376 с.
4. Рубан Г.И., Ходоревская Р.П., Кошелев В.Н. О состоянии осетровых в России // Астраханский вестн. экологического образования. 2015. № 1(31). С. 42–50.

Анастасия Вадимовна Колтун

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
студент, гр. ВБб-412, Россия, Владивосток, e-mail: Kate-and-Nastya@mail.ru

**Характеристика биологического состояния чёрного палтуса
Reinhardtius hippoglossoides западной части Берингова моря**

Аннотация. Дана характеристика биологического состояния чёрного палтуса западной части Берингова моря по уловам ярусоловов осенью–зимой 2020 г.

Ключевые слова: чёрный палтус, *Reinhardtius hippoglossoides*, длина, гонады, определение возраста, питание, Берингово море

Anastasia V. Koltun

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-412, Russia, Vladivostok,
e-mail: Kate-and-Nastya@mail.ru

**Characteristics of the biological state of the black halibut
Reinhardtius hippoglossoides of the western part of the Bering Sea**

Abstract. The characteristics of the biological state of the black halibut in the western part of the Bering Sea are given based on longline catches in the autumn-winter of 2020.

Keywords: black halibut, *Reinhardtius hippoglossoides*, length, gonads, age determination, feeding, Bering Sea

Чёрный палтус *Reinhardtius hippoglossoides* является ценным промысловым объектом в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. В последние десятилетия наблюдается значительное сокращение его численности. Поэтому изучение этого биологического вида приобретает особенную важность.

Чёрный палтус распространен в северной части Тихого океана от тихоокеанского побережья центрального Хонсю и Калифорнии до северных районов Берингова моря. Отмечается в Чукотском море. Многочислен в восточной и западной частях Берингова моря, у западной Камчатки и восточного Сахалина. Преимущественно глубоководный вид палтусов, для которого характерен широкий батиметрический диапазон обитания. Встречается на глубинах 10–2000 м, обычно – 200–700 м [1]. От других камбал и палтусов отличается тёмной окраской слепой и глазной стороны, последняя почти чёрная. Самки существенно крупнее самцов, размеры которых не превышают 93 см. В уловах обычно встречаются особи длиной 45–80 см и 1–5 кг. Продолжительность жизни – 24 года, но доминируют обычно 5–10-годовики [2].

Чёрный палтус – активный хищник; в составе пищи обычно преобладают рыбы, головоногие моллюски, крупные пелагические и донные ракообразные (эвфаузииды, креветки, крабы-стригуны). Решающую роль в питании играет рыба, в частности минтай, из головоногих – кальмары. Типично бентосные организмы имеют существенное значение в питании только у молоди.

Половой зрелости самцы достигают в возрасте 9–10 лет, самки – в 11–12 лет. Средняя длина рыбы в Баренцевом море 55–65 см, вес 2–4 кг, но достигает длины 87 см и веса 7 кг. Обычно ловится в возрасте 7–13 лет. В Охотском море средняя длина 57,5 см, в Беринговом – 54,3 см [3]. Нерестятся палтусы с октября по май.

Цель работы – дать характеристику биологического состояния черного палтуса из ярусных уловов в осенне-зимний период 2020 г. в западной части Берингова моря.

Материал, положенный в основу работы, предоставлен сотрудниками Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») (ТИНРО) (табл. 1), на базе которого автор проходил практику.

Орудие лова – ярусвыборочный комплекс, крючок марки «Mustad» № 13.

Сбор материала осуществлялся наблюдателем на среднетоннажном ярусоловном судне, Берингово море.

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы

Район	Дата	Количество биологических анализов, экз.
Западная часть Берингова моря	Октябрь–декабрь 2020 г.	279

Биологический анализ чёрного палтуса выполняли по общепринятой методике. Данные заносились в чешуйные книжки и в журнал биологического анализа. Биологический анализ включал: измерение длины по Смиту АС (см), массы (кг), пол рыбы и стадии зрелости гонад, степень наполнения желудка.

Возраст определялся в лаборатории чтением меток на чешуе (рис. 1) под микроскопом по общепринятой методике. Для ускорения процесса опытный оператор смотрит чешую в чашке Петри в воде, покрывающей дно чашки тонким слоем. В чашку помещается сразу несколько чешуек, из которых затем, с помощью препаровальных игл, отбираются нужные. Отбракованные чешуйки отодвигают в один сектор внутри чашки, а рабочие – в другой.

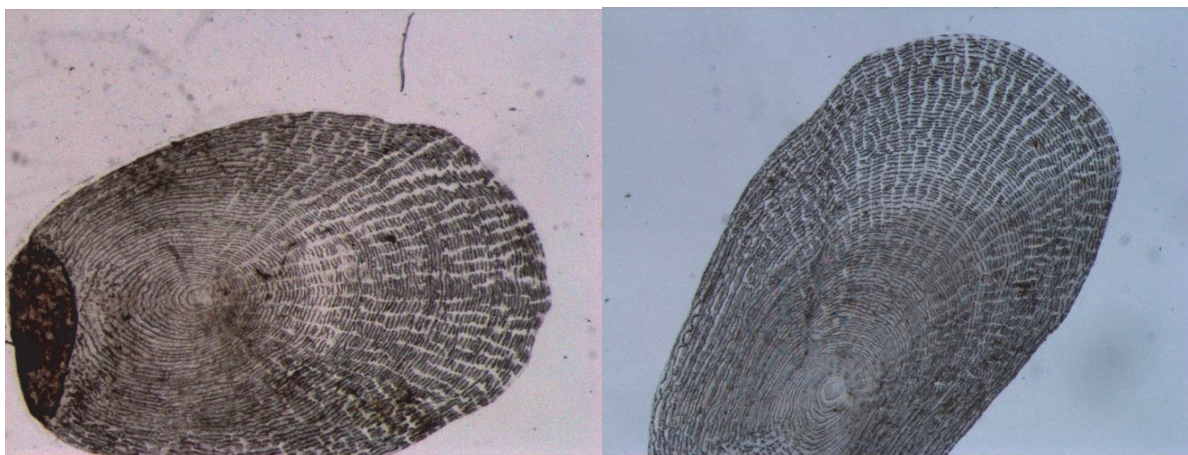


Рисунок 1 – Чешуя черного палтуса возрастом 8 (слева) и 12 (справа) (фото сотрудника ТИНРО О.З. Бадаева)

Статистическая обработка материала и оформление производились с помощью персонального компьютера и программ Word и Excel.

Результаты исследования

Размерный состав

Размерный состав чёрного палтуса из ярусных уловов в западной части Берингова моря в октябре–декабре 2020 г. был представлен экземплярами от 37 до 98 см (табл. 2).

Модальную группу составили особи от 55,1 до 75 см (19 %).

Модальный класс у самок составили особи с длиной от 70,1–75 см (30 %), у самцов – от 60,1–65 см (38 %) (рис. 2).

Средний размер самок больше ($73 \pm 11,35$ см), чем у самцов ($62,5 \pm 4,18$ см).

Таблица 2 – Длина чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

Пол	X min, см	X max, см	X±mx, см	Среднее квадратичное отклонение, см	Объём выборки, см
Самцы и самки	37	98	62,5±5,48	91,63	279
Самки	46	98	73±11,35	102,77	82
Самцы	37	76	62,5±4,18	58,75	197

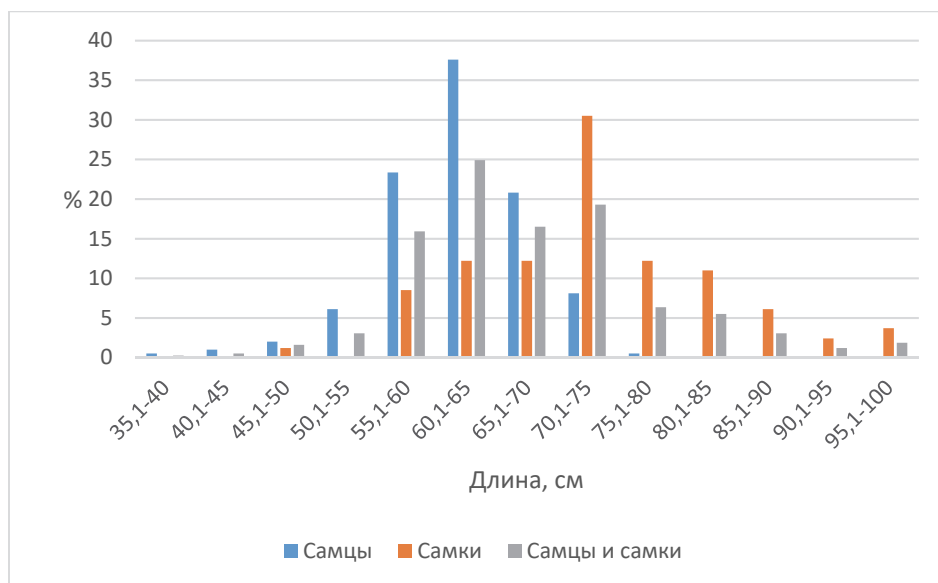


Рисунок 2 – Размерный состав чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

Массовый состав

Массовый состав чёрного палтуса западной части Берингова моря из ярусных уловов 2020 г. был представлен экземплярами от 350 до 11150 г (табл. 3).

Модальную группу составили особи массой 1001–5000 г (20,5 %).

Модальный класс у самок составили особи с массой 4001–5000 г (27 %), у самцов составили особи с массой 2001–3000 г (53 %) (рис. 3).

Средний вес самок $4139 \pm 231,15$ г больше, чем у самцов $2137 \pm 78,92$ г. Самцы с массой от 5641 до 6641 г не встречались.

Таблица 3 – Масса чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

Пол	X min, г	X max, г	X±mx, г	Среднее квадратичное отклонение, г	Объём выборки, экз.
Самцы и самки	350	11150	3000±109,42	1827,69	279
Самки	940	11150	4500±254,44	2304,07	82
Самцы	350	4485	2500±48,21	676,66	197

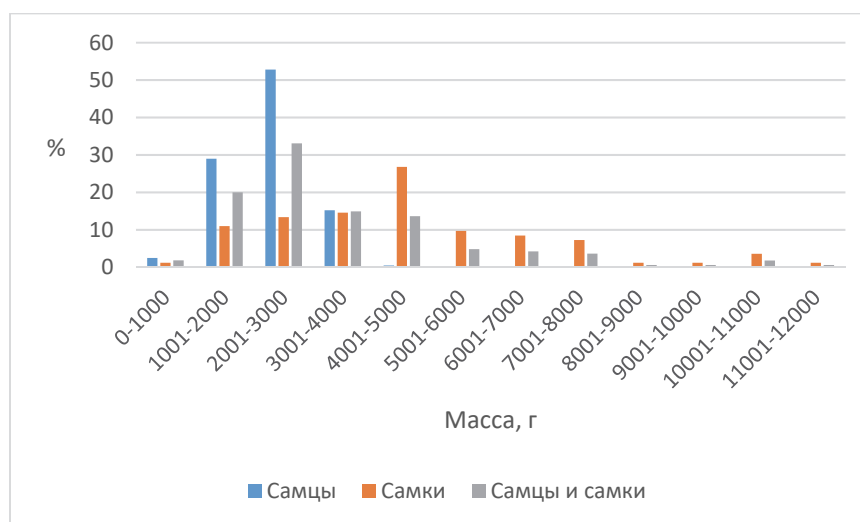


Рисунок 3 – Массовый состав чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

Возрастной состав

Возрастной состав чёрного палтуса западной части Берингова моря из улова 2020 г. был представлен экземплярами от 6 до 15 лет (рис. 4). Модальную группу составили особи 8–12 лет (18 %).

Половой состав и степень зрелости гонад

Соотношение полов чёрного палтуса западной части Берингова моря в 2020 г. было близко 1 : 2. На рис. 5 видно, что преобладали самцы (70,6 %) над самками (29,4 %). Самки чёрного палтуса созревают на 2–3 года позднее самцов, поэтому они позже начинают мигрировать в сторону нерестилищ, создавая, таким образом, значительное преобладание самцов.

Среди половозрелых особей чёрного палтуса большинство имело III стадию зрелости гонад (56,3 %) (рис. 6). Проанализировав гистограмму, можно прийти к выводу, что большинство особей были на стадии созревания, а 7,9 % уже приступили к нересту, так как материал был выловлен осенью-зимой, т.е. в тот период времени, когда обычно происходит нерест чёрного палтуса в Беринговом море. В Беринговом море нерест приходится на октябрь – май с пиком в январе–апреле. Из-за немногочисленности рыб, взятых на анализ, проследить динамику созревания по месяцам не удалось.

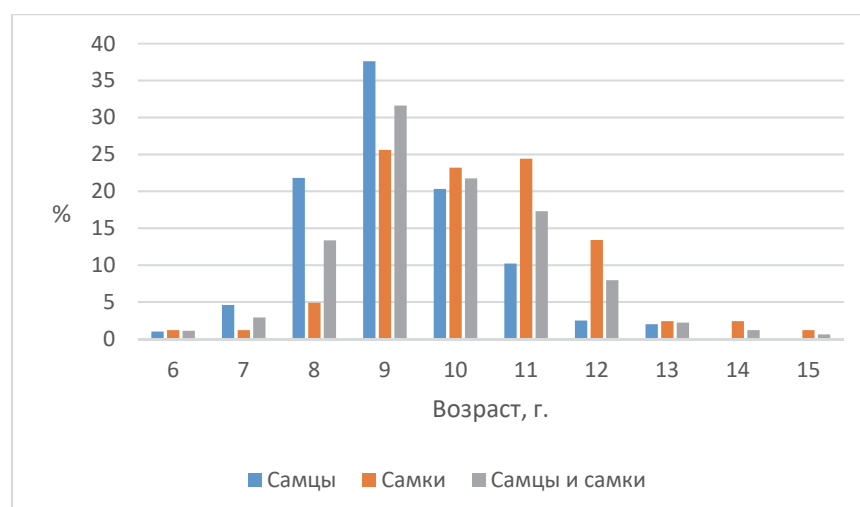


Рисунок 4 – Возрастной состав чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

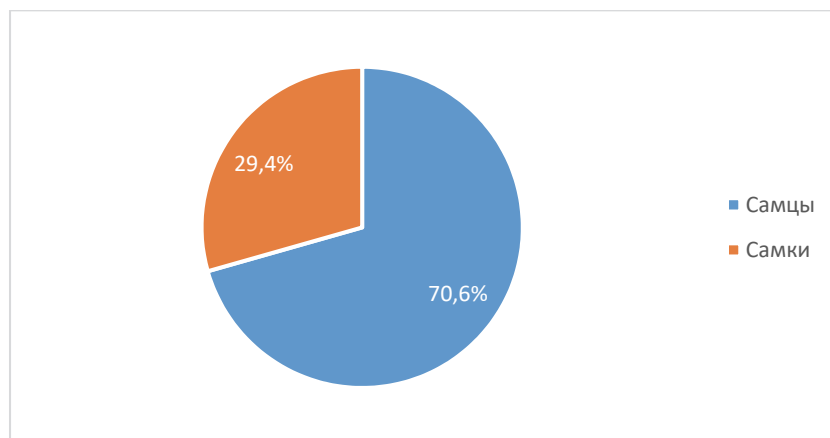


Рисунок 5 – Соотношение полов чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

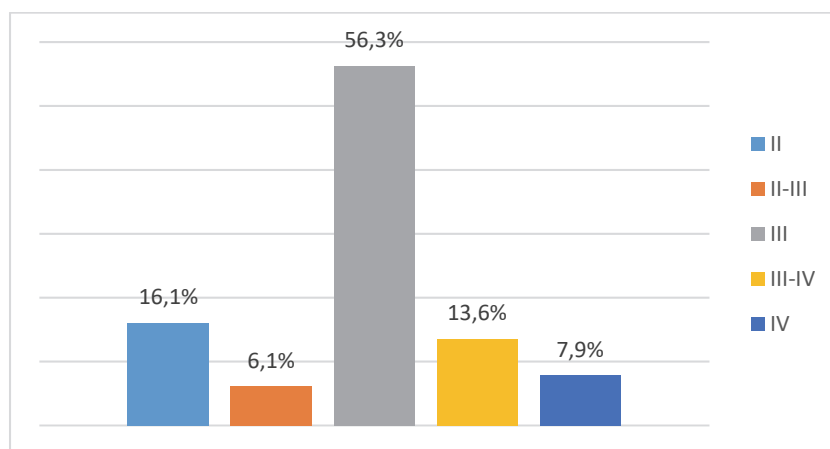


Рисунок 6 – Стадии зрелости гонад чёрного палтуса из ярусных уловов в Беринговом море, октябрь–декабрь 2020 г.

Зависимость длина–масса

Массовое созревание самцов наступает при длине тела 55–60 см в возрасте 7–9 лет, самок – при длине 65–70 см и возрасте 10–11 лет. Замедление линейных (до 0,5–4 см) и увеличение массовых приростов (до 1,0–1,5 кг) у самцов происходит при длине 55–60 см в возрасте 6–7 лет, у самок – при 60–65 см в 8–10 лет и приходится на возраст начала массового полового созревания.

Зависимость длина–масса по данным полного биологического анализа палтуса в западной части Берингова моря в 2020 г. имела вид (рис. 7):

$$y = 2E-07x^{3,5716}.$$

Коэффициент корреляции был высоким и составлял

$$R^2 = 0,9616.$$

Зависимость длина–возраст

Зависимость длина–возраст по данным полного биологического анализа палтуса в западной части Берингова моря в 2020 г. имела вид (рис. 8):

$$y = 0,0418x^{0,8364}.$$

Коэффициент корреляции составлял

$$R^2 = 0,5518.$$

Незначительная корреляция, видимо, связана с тем, что зависимость рассматривалась нами самцов и самок вместе.

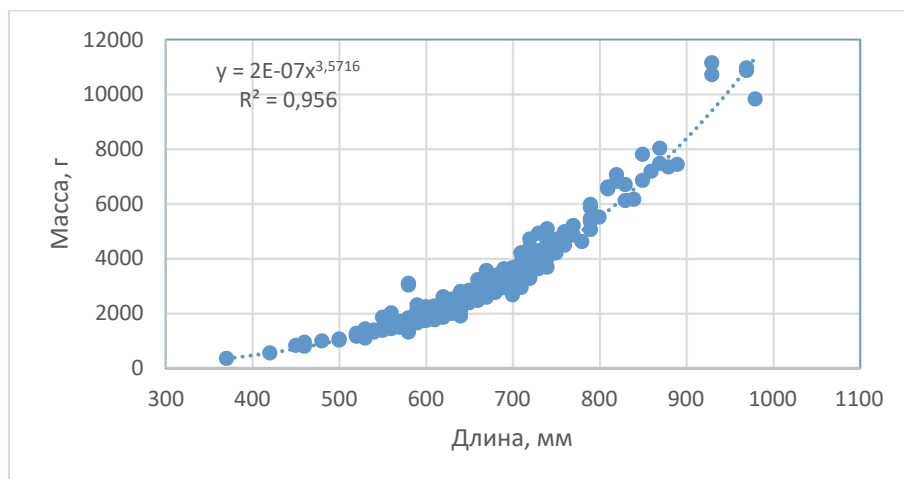


Рисунок 7 – Зависимость длина–масса чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

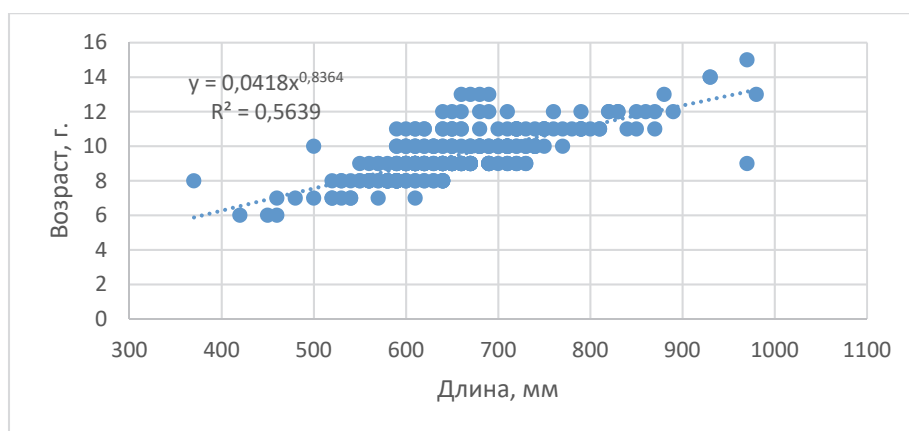


Рисунок 8 – Зависимость длина–возраст чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

Степень наполнения желудка

Среди половозрелых особей чёрного палтуса западной части Берингова моря большинство имело 1 балл наполнения желудка (72,4 %) (рис. 9). Исходя из гистограммы можно предположить, что рыбы готовились к нересту, в связи с чем было снижено питание, и они имели слабую наполняемость желудка. Самцы идут на нерест раньше самок, поэтому именно они составили большую часть рыб с 1 баллом наполнения желудка.

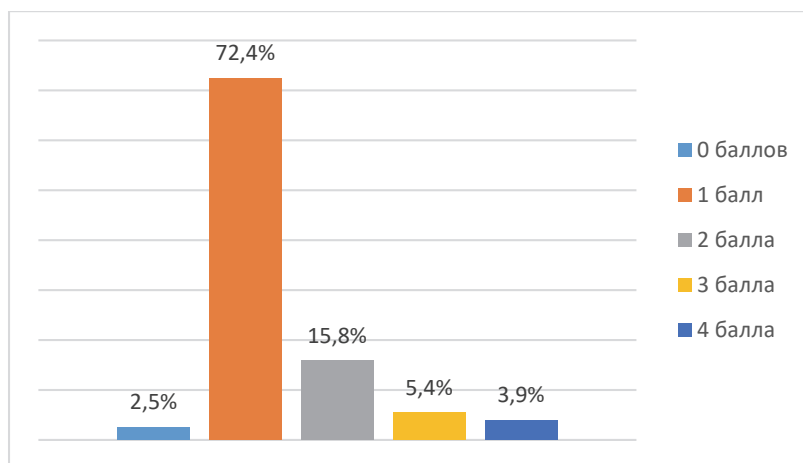


Рисунок 9 – Степень наполнения желудка чёрного палтуса Берингова моря в 2020 г.

В ходе исследования дана характеристика биологического состояния чёрного палтуса Берингова моря.

1. Размерный состав чёрного палтуса, выловленного в западной части Берингова моря, был представлен особями от 37 до 98 см. Средняя длина составила 60 ± 10 см. Средний размер самок оказался больше ($73 \pm 11,35$ см), чем у самцов ($62,5 \pm 4,18$ см).

2. Массовый состав чёрного палтуса был представлен особями с массой от 350 до 11150 г. Средняя масса самок была больше ($4139 \pm 231,15$ г), чем у самцов ($2137 \pm 78,92$ г).

3. Соотношение полов было близко к 1 : 2 с преобладанием самцов (70,6 %). Подавляющее большинство особей имело III стадию зрелости гонад (56,3 %).

4. Возрастной состав был представлен экземплярами от 6 до 15 лет. Средний возраст составил 9 лет (32 %).

5. Зависимость длина–масса представлена степенной функцией

$$y = 2E-07x^{3,5716}.$$

$$R^2 = 0,9616.$$

6. Зависимость длина–возраст представлена степенной функцией

$$y = 0,0418x^{0,8364}.$$

$$R^2 = 0,5518.$$

7. Степень наполнения желудка изменялась от 0 до 4 баллов, у большинства особей составило 1 балл (72,4 %).

Таким образом, совокупность признаков показывает, что черный палтус находился в нерестовом и преднерестовом состоянии, при этом реагировал на наживу и почти не прекращал питаться.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность Олегу Зинуровичу Бадаеву, ведущему научному сотруднику Лаборатории исследования возраста и роста рыб Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») (ТИНРО) за предоставленные материалы и консультативную помощь во время написания работы.

Библиографический список

1. Борец Л.А. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-центр, 1997. С. 53–77.

2. Дьяков Ю.П., Шунтов В.П. Распространение и зоогеографическая характеристика камбалообразных рыб дальневосточных морей России // Изв. ТИНРО. 1985. С. 47–65.

3. Подражанская С.Г., Чумаков А.К. Питание, пищевые рационы и пищевые потребности чёрного палтуса Северо-Западной Атлантики / Суточные рационы и ритмы питания промысловых рыб Мирового океана // Изв. ВНИРО. 2000. С. 151–178.

Екатерина Вадимовна Колтун

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
студент, гр. ВБб-412, Россия, Владивосток, Kate-and-Nastya@mail.ru

**Биологическая характеристика состояния минтая *Theragra chalcogramma*
южных Курильских островов**

Аннотация. Дана биологическая характеристика состояния минтая южных Курильских островов весной 2012 г.

Ключевые слова: биологический анализ, гонадосоматический индекс, минтай, *Theragra chalcogramma*, гепатосоматический индекс, южные Курильские острова

Ekaterina V. Koltun

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-412, Russia, Vladivostok,
e-mail: Kate-and-Nastya@mail.ru

**Biological characteristics of pollock *Theragra chalcogramma*
of the southern Kuril Islands**

Abstract. The paper presents a biological characteristic of the pollock condition of the Southern Kuril Islands in the spring of 2012.

Keywords: biological analysis, gonadosomatic index, pollock, *theragra chalcogramma*, hepatosomatic index, Southern Kuril Islands

Минтай – придонно-пелагическая холодолюбивая рыба семейства тресковых. Наиболее распространённая рыба в северной части Тихого океана.

Минтай относится к семейству тресковых (*Gadidae*), отличительным признаком которого является наличие у рыбы трех спинных плавников, усика на подбородке, брюшные плавники располагаются перед грудными. Тело у минтая продолговатой формы, боковая линия с резким изгибом, окраска пятнистая, глаза большие. Обитает в водах северной части Тихого океана. По азиатскому побережью распространен в Японском, Охотском и Беринговом морях. Является самым многочисленным видом северной части Тихого океана.

Минтай – холодолюбивая, пелагическая рыба, достигает длины 93 см и массы 5 кг. Размножается в холодное время года, икра пелагическая, нерест порционный. Наиболее крупные особи изредка встречаются в юго-западной части Охотского моря, тогда как в восточной части Берингова моря предельные размеры составляют 82 см, а масса – 4,8 кг. В районах западной Камчатки максимальные размеры и масса достигают 84 см и 4,1 кг; на северо-востоке Японского моря – 72 см и 2,5 кг. В Корейском заливе обитает наиболее мелкий минтай, его предельная длина не превышает 70 см [1].

Предельный возраст минтая составляет 16 лет, однако рыбы старше 8-летнего возраста встречаются редко. В стадах минтая преобладают рыбы двух-трех возрастных групп: обычно 4–6-годовики, реже 2–4- и 5–7-годовики, в зависимости от урожайности поколений и промысловой смертности. Естественная годовая смертность разных стад колеблется от 28 (север Татарского пролива) до 39 % (западная Камчатка). У восточно-беринговоморского минтая смертность колеблется от 32 до 40 %. Поколение достигает максимальной биомассы в 3–5-годовалом возрасте. Обычно максимальная биомасса совпадает с возрастом массового полового созревания [3].

Половой зрелости минтай достигает в возрасте 3–4 года, при длине 31–39 см. В восточной части Берингова моря плодовитость колеблется от 38 до 560 тыс. икринок; у бере-

гов западного Сахалина – от 91 до 315 тыс.; в заливе Аляска (при длине рыбы 32–72см) – от 102 до 2106 тыс. Икра развивается в основном в 50-метровом поверхностном слое. В целом для минтая характерен осенне-зимне-весенний нерест со смещением на более поздние сроки на севере ареала; самый ранний нерест в Корейском заливе (с ноября по март), наиболее поздний – на севере Берингова моря (с марта по сентябрь) [2]. Минтай питается главным образом рачками Mysidae и мелкими Amphipoda; значительно реже поедает крабов *Chionoecetes opilio*.

Цель исследования – дать биологическую характеристику минтая из траловых уловов в заливе Простор, южные Курильские острова.

Материал, положенный в основу работы, предоставлен сотрудниками Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») (ТИНРО) (табл. 1), на базе которого автор проходил практику (табл. 1).

Орудие лова – разноглубинный трал РТ/ТМ 57/360 с мелкоячейной вставкой в кутце.

Сбор материала осуществлялся на НИС «Профессор Кагановский», южные Курильские острова.

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы

Район	Дата	Количество биологических анализов, экз.
Южные Курильские острова, залив Простор	23.03–8.04.2012 г.	267

Биологический анализ минтая выполняли по общепринятой методике. Данные заносились в журнал биологического анализа. Биологический анализ включал: длину по Смиту АС (см), массу (кг), пол рыбы, стадию зрелости гонад, степень наполнения желудка, гонадосоматический индекс, гепатосоматический индекс.

Гонадосоматический индекс определялся в лаборатории по общепринятой методике.

Брюшко рыбы было вскрыто путем разрезания острыми ножницами, а также мышц, жировой ткани, органов пищеварения, кровеносных вен, которые были надлежащим образом удалены. Обе левые и правые гонады были измерены вместе как GW. Собранные гонады выдерживали в фиксаторе Буина около 8–10 ч. Соотношение гонад и фиксаторов составляло 1 : 10. Через 8–10 ч гонады промывали 10%-м формалином. В конце эти гонады консервировали 10%-м формалином в маленьких флаконах. GSI каждого образца рыбы рассчитывался по следующей формуле:

$$GSI = \frac{GW}{BW} \times 100,$$

где GSI – гонадосоматический индекс; GW – масса гонад; BW – масса тела.

Гепатосоматический индекс рассчитывали как процентное отношение массы печени к массе тела без внутренностей.

Гепатосоматический индекс определяли по формуле

$$ГПСИ = Q_{liv} \cdot 100/w (\%),$$

где Q_{liv} – масса печени, г; w – масса рыбы без внутренностей, г.

Статистическая обработка материала и оформление производились с помощью персонального компьютера и программ Word и Excel.

Результаты исследования

Размерный состав

Размерный состав минтая южных Курильских островов в заливе Простор в 2012 г. был представлен экземплярами от 26,1 до 72,6 см (рис. 1).

Модальную группу составили особи от 25,1 до 50 см (18 %).

Модальный класс у самок составили особи с длиной от 45,1–50 см (26 %), у самцов – от 35,1–40 см (29 %) (рис. 1).

Средний размер самок больше ($47,5 \pm 7,38$ см), чем у самцов ($37,5 \pm 6,98$ см), табл. 2.

Таблица 2 – Длина минтая южных Курильских островов в заливе Простор в 2012 г.

Пол	X min, см	X max, см	$X \pm m_x$, см	Среднее квадратичное отклонение, см	Объём выборки, экз.
Самцы и самки	26,1	72,6	$37,5 \pm 5,51$	90,17	267
Самки	27,6	72,6	$47,5 \pm 7,38$	94,58	164
Самцы	26,1	60,4	$37,5 \pm 6,98$	70,89	103

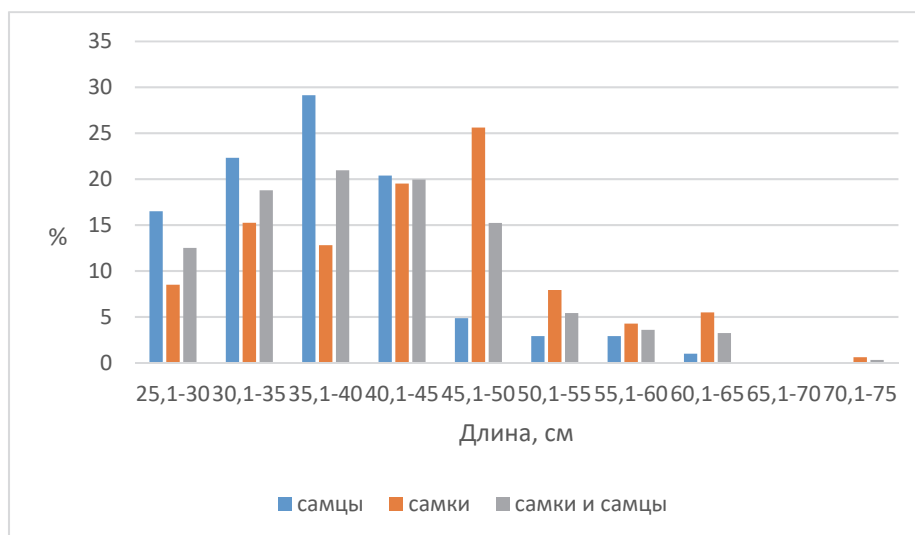


Рисунок 1 – Размерный состав минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Массовый состав

Массовый состав минтая в заливе Простор (южные Курильские острова) из улова 2012 г. был представлен экземплярами от 116 до 3114 г (табл. 3).

Модальную группу составили особи массой 100–700 г (43 %).

Модальный класс у самок составили особи с массой 100–400 г (40 %), у самцов составили особи с массой 100–400 г (72 %) (рис. 2).

Средний вес самок больше, чем у самцов (табл. 3). Самцы больше 1594 г не встречались.

Таблица 3 – Масса минтая южных Курильских островов в заливе Простор в 2012 г.

Пол	X min, г	X max, г	$X \pm m_x$, г	Среднее квадратичное отклонение, г	Объём выборки, экз.
Самцы и самки	116	3114	$400 \pm 24,27$	396,52	267
Самки	118	3114	$400 \pm 34,62$	443,41	164
Самцы	116	1594	$250 \pm 25,71$	260,88	103

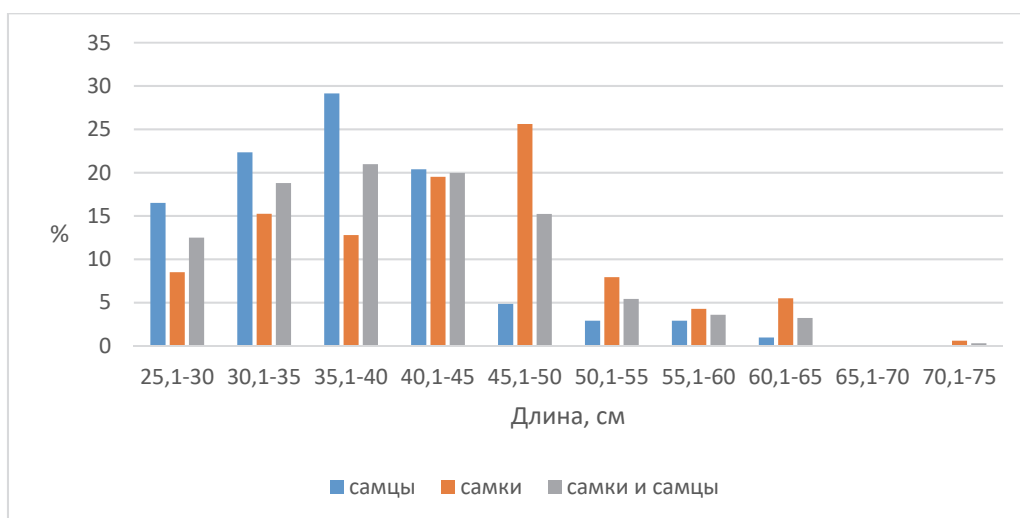


Рисунок 2 – Массовый состав минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Половой состав и степень зрелости гонад

Соотношение полов минтая в заливе Простор в 2012 г. было близко к 1 : 2. На рис. 3 видно, что самки преобладают (61,4 %) над самцами (38,6 %) в количественном отношении. Самцы минтая, как и многих других рыб, созревают несколько раньше самок, поэтому они раньше начинают мигрировать в сторону нерестилищ.

Среди особей минтая большинство имело II стадию зрелости гонад (67 %) (рис. 4).

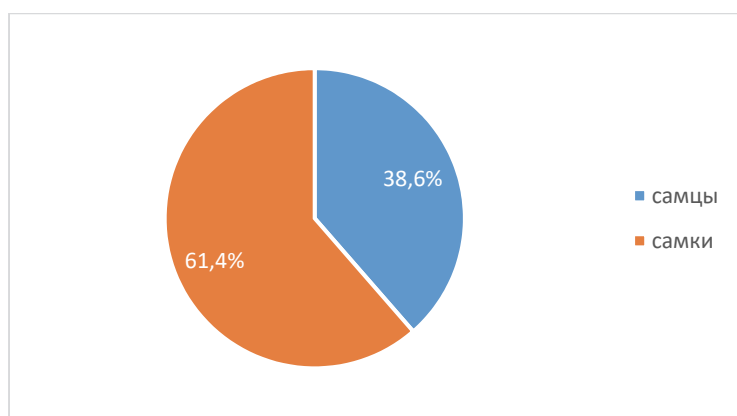


Рисунок 3 – Соотношение полов минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

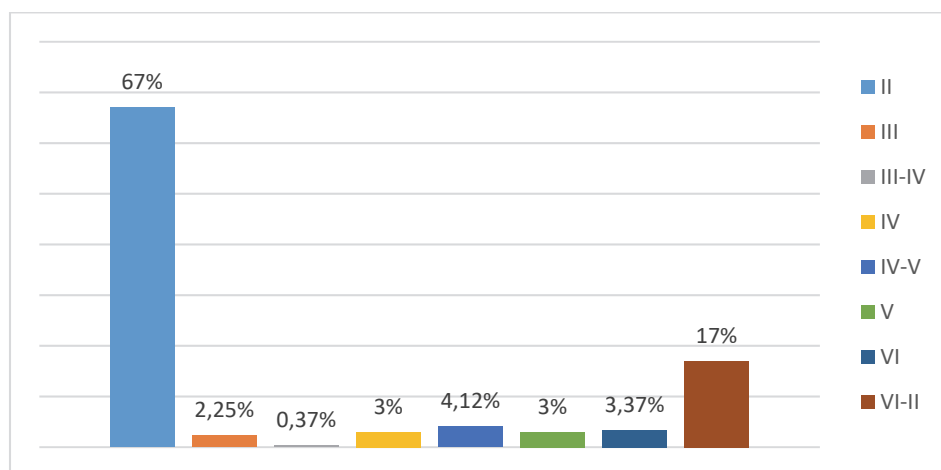


Рисунок 4 – Стадии зрелости гонад минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Зависимость длина–масса

Зависимость длина–масса по данным полного биологического анализа минтая в заливе Простор в 2012 г. (рис. 5) имела вид

$$y = 3E-06x^{3,1375}.$$

Коэффициент корреляции был высоким и составлял

$$R^2 = 0,9363.$$

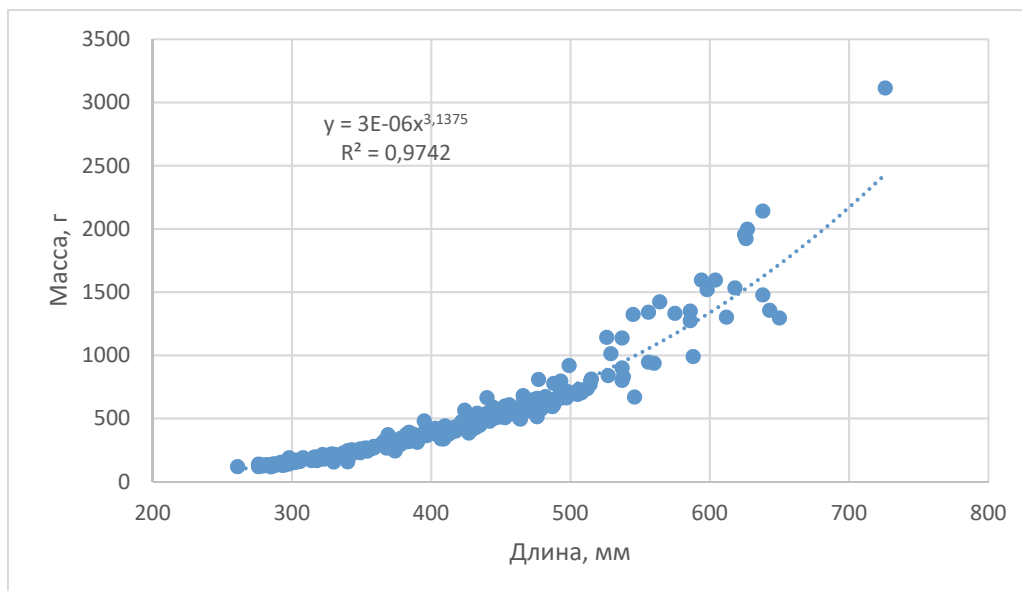


Рисунок 5 – Зависимость длина–масса минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Степень наполнения желудка

Среди половозрелых особей минтая южных Курильских островов в заливе Простор большинство имело 1 балл наполнения желудка (67,80 %) (рис. 6). Отчасти такие низкие значения, по крайней мере, для пойманных весной рыб можно объяснить прекращением или менее активным питанием во время нереста.

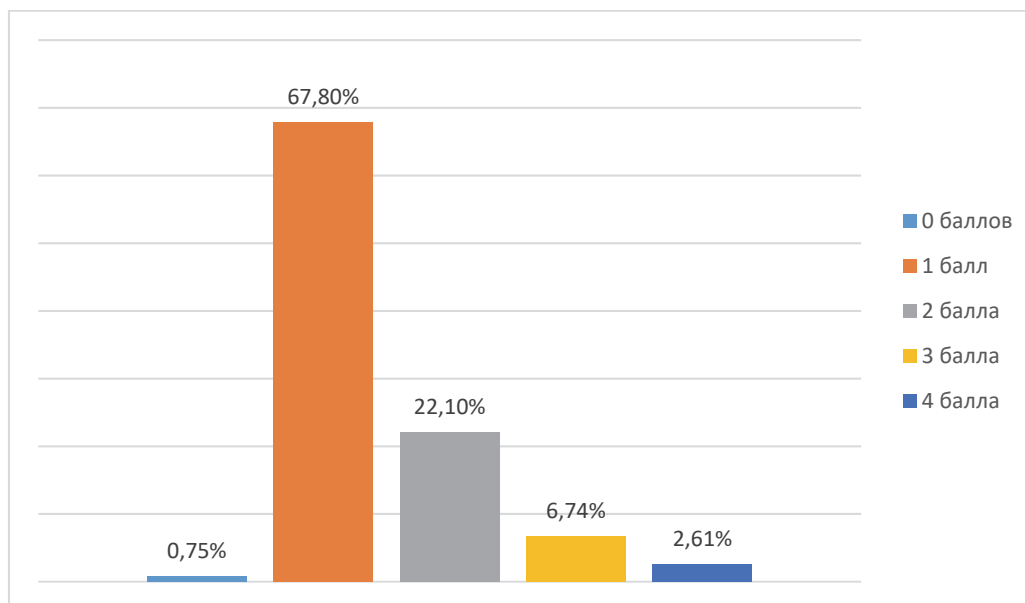


Рисунок 6 – Степень наполнения желудка минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Гонадосоматический индекс

Динамика ГСИ отражает созревание гонад половозрелого минтая. ГСИ варьировал от 2,5 до 23 %. Максимальным был на стадии зрелости IV–V, когда гонады достигают предельного веса. Во время нереста (ст. V) и сразу после него (ст. VI) индекс снизился до 5 %, рис. 7.

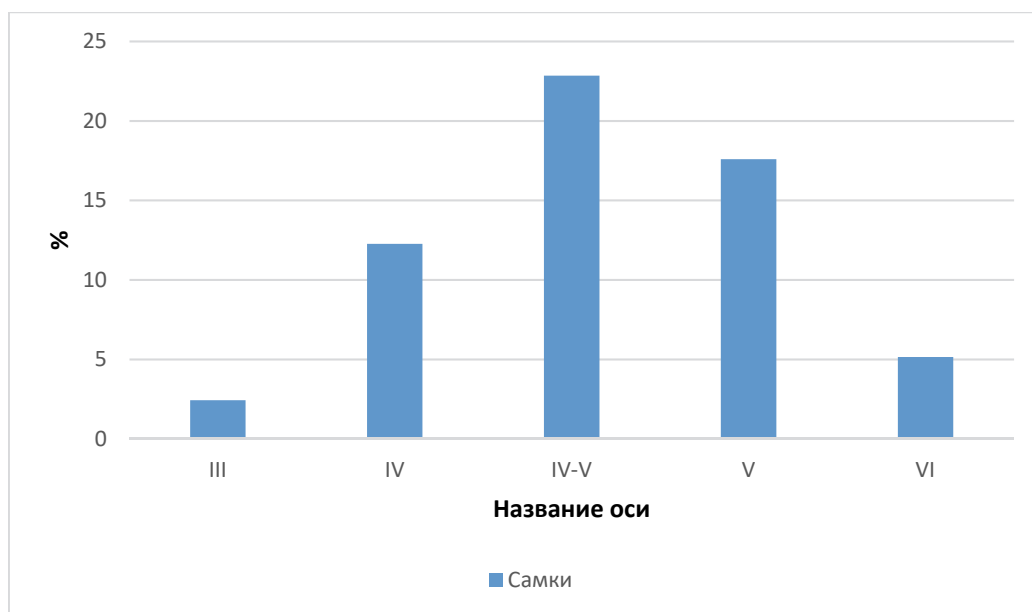


Рисунок 7 – Гонадосоматический индекс половозрелого минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

Гепатосоматический индекс

Жировым депо у минтая является печень, поэтому ГПСИ характеризует расход жира на созревание половых продуктов. ГПСИ варьировал от 2 до 11 %. Максимальным был на стадии зрелости IV, когда гонады почти достигают предельного веса. Во время нереста (ст. V) и сразу после него (ст. VI) индекс снизился до 2,5 % у самцов и до 4,5 % – у самок, рис. 8.

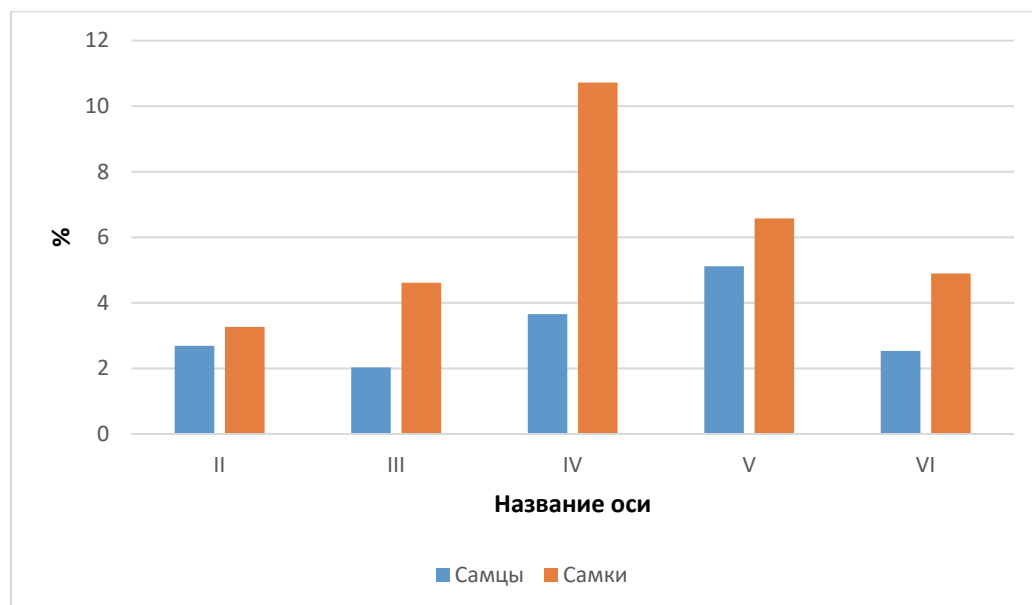


Рисунок 8 – Гепатосоматический индекс минтая южных Курильских островов в заливе Простор, 2012 г.

В ходе исследования дана характеристика биологического состояния минтая в заливе Простор (южные Курильские острова).

1. Размерный состав минтая, выловленного в заливе Простор, был представлен особями от 26,1 до 72,6 см. Средняя длина составила 50 ± 10 см. Средний размер самок оказался больше ($47,5 \pm 7,38$ см), чем у самцов ($37,5 \pm 6,98$ см).

2. Массовый состав минтая был представлен особями с массой от 116 до 3114 г. Средняя масса самок была больше ($400 \pm 34,62$ г), чем у самцов ($250 \pm 25,71$ г).

3. Соотношение полов было близко в пользу самок (61,4 %). Подавляющее большинство особей имело III стадию зрелости гонад (38,6 %).

4. Зависимость длина–масса представлена степенной функцией

$$y = 3E-06x^{3,1375}.$$

$$R^2 = 0,9363.$$

5. Степень наполнения желудка изменялась от 0 до 4 баллов, у большинства особей составило 1 балл (67,80 %).

6. Гонадосоматический индекс варьировал от 2,5 до 23 %.

7. Гепатосоматический индекс варьировал от 2 до 11 %.

Благодарности

Автор выражает глубокую благодарность Олегу Зинуровичу Бадаеву, ведущему научному сотруднику Лаборатории исследования возраста и роста рыб Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») (ТИНРО) за предоставленные материалы и консультативную помощь во время написания работы.

Библиографический список

1. Биология минтая южных Курильских островов [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>, свободный доступ (дата обращения: 18.06.22).

2. Горбунова Н.Н. Размножение и развитие минтая *Theragra chalcogramma* (Pallas) // Тр. ИОАН СССР. 1954. Т. 11. С. 132–205.

3. Нуждин В.А. Основные черты биологии минтая северо-западной части Японского моря: свободный отчет / ТИНРО. № 24045. Владивосток, 2001. С. 137.

Елена Алексеевна Косач

Санкт-Петербургский государственный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: selenagp@yahoo.com

Эльвира Владимировна Птущенко

Санкт-Петербургский государственный ветеринарный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: elvis.ptushenckova@yandex.ru

Дарья Львовна Бабченко

Санкт-Петербургский государственный ветеринарный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: dlbabchenko@gmail.com

Милана Андреевна Жаворонкова

Санкт-Петербургский государственный ветеринарный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: stery.thepraisilian116@gmail.com

Дарья Сергеевна Ягунова

Санкт-Петербургский государственный ветеринарный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: dari.yagunova@yandex.ru

Анна Сергеевна Мартынова

Санкт-Петербургский государственный ветеринарный университет, студент, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: ann-mart@mail.ru

Олег Владимирович Зеленников

Санкт-Петербургский государственный университет, доцент, доктор биол. наук, Россия, Санкт-Петербург, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

**К вопросу об использовании метода отолитного маркирования
при анализе стрейнга горбуши *Oncorhynchus gorbuscha***

Аннотация. Исследовали отолиты производителей горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, пойманных около Рейдового и Курильского лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ) о. Итуруп во время путины 2021 г. Доля рыб с отолитными метками в улове достигала 94,8 %. При этом производители возвращались именно на те предприятия, с которых ранее были выпущены мальками.

Ключевые слова: горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, хоминг, стрейнг, миграции, отолитное маркирование, рыбоводные заводы

Elena A. Kosach

St. Petersburg State University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: selenagp@yahoo.com

Elvira V. Ptushchenkova

St. Petersburg State Veterinary University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: elvis.ptushenckova@yandex.ru

Daria L. Babchenko

St. Petersburg State Veterinary University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: dlbabchenko@gmail.com

Milana A. Zhavoronkova

St. Petersburg State Veterinary University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: stery.thepraisilian116@gmail.com

Daria S. Yagunova

St. Petersburg State Veterinary University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: dari.yagunova@yandex.ru

Anna S. Martynova

St. Petersburg State Veterinary University, Student, Russia, St. Petersburg, e-mail: ann-mart@mail.ru

Oleg V. Zelennikov

St. Petersburg State University, Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Russia, St. Petersburg, e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

On the question of the otolith marking method in the analysis of the streak of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*.

Abstract. The otoliths of pink salmon spawners *Oncorhynchus gorbuscha* caught near the Reidovy and Kurilsky salmon hatcheries (Iturup Island) in 2021 were studied. The proportion of fish with otolith marks in the catch reached 94.8%. At the same time, adults returned exactly to those hatcheries from which they had previously been released as fry.

Keywords: pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, homing, straining, migrations, otoliths marking, fish hatcheries

На рыболовных заводах Дальнего Востока России выращивают молодь тихоокеанских лососей, пополняя промысловые стада этих рыб. Один из двух основных объектов воспроизводства – это горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* [1, 2], которая к тому же является главным объектом лососевого промысла в России.

Хорошо известно, что горбуша более существенно, чем представители остальных видов тихоокеанских лососей, может отклоняться от «своих» водотоков и, соответственно, от рыболовных заводов [3, 4], приходя на нерест в другие реки. В результате рыболовная продукция оказывается недоучтенной.

Вместе с тем в настоящее время в практику исследования внедрена техника отолитного маркирования, позволяющая выявлять рыб заводского происхождения на любом расстоянии от рыболовных предприятий [4, 5], и уже на новом уровне решать вопросы об эффективности их работы. Манипулируя температурой воды при содержании рыб, рыболовы формируют на отолитах зародышей или личинок своего рода баркод – рисунок из чередующихся широких и узких полос [6], сохраняющийся до полового созревания.

Целью нашей работы стал анализ возврата производителей горбуши заводского происхождения на рыболовные заводы с использованием метода отолитного маркирования.

Материалом для выполнения работы послужили отолиты горбуши, которые были собраны в июле–октябре 2021 г. на забоечных пунктах двух крупнейших лососевых рыболовных заводов России, расположенных на о. Итуруп – Рейдовом и Курильском ЛРЗ. На

каждом заводе было получено по 100 пар отолитов на начальном и заключительном этапах закладки икры на инкубацию: на Рейдовом ЛРЗ 20 сентября и 7 октября, а на Курильском ЛРЗ – 8 и 27 сентября.

В сезоне 2019–2020 гг. на Рейдовом лососёвом рыбозаводе (ЛРЗ) было произведено тотальное термическое маркирование горбуши, выполненное на личинках после их вылупления. Создавая перепады температуры воды в 3,5 °С в течение 1 или 2 сут, рыбозаводы формировали на отолитах личинок рисунок из чередующихся узких и широких полос (рис. 1, а).

На Курильском ЛРЗ первые десять партий эмбрионов, или 45,5 % от их общего числа, маркировали сухим методом. В этом случае икру на 1 или 2 сут оставляли без воды, накрыв влажной тканью, за счёт чего повышалась температура, и развитие зародышей ускорялось. В этом случае на отолитах также формировался штрих-код, сохраняющийся до полового созревания (рис. 1, б).

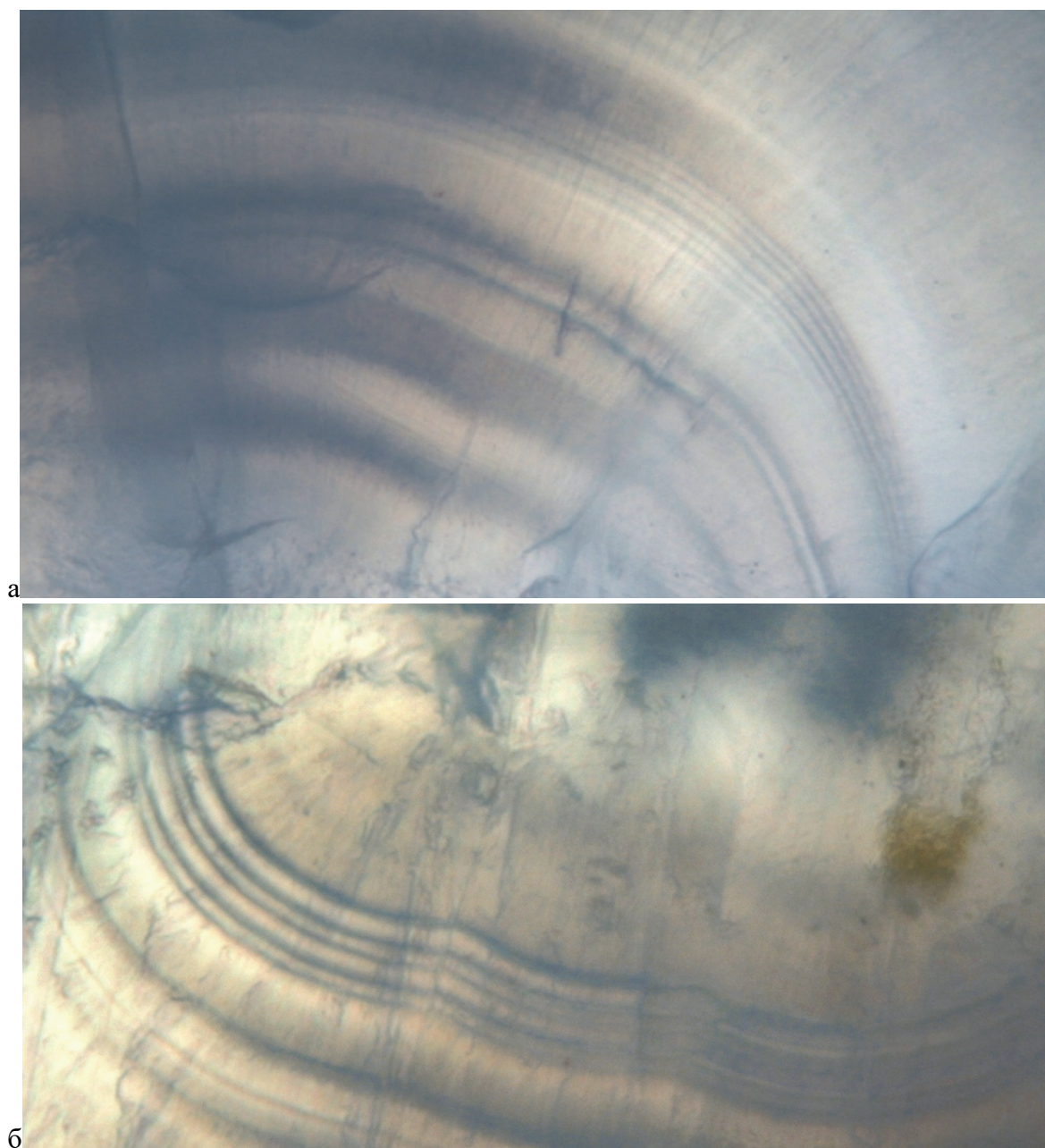


Рисунок 1 – Пример термической метки, сформированной на Рейдовом (а), и сухой метки (б), сформированной на Курильском ЛРЗ, в 2020 г.

Таким образом, метки, сформированные на двух заводах, имели разную структуру и располагались на разных участках отолита, что, фактически, исключало возможность их перепутать при обнаружении.

Обработку отолитов проводили в лаборатории, где их предварительно очищали, наклеивали на предметные стекла при помощи термопластического цемента, а затем шлифовали с помощью дисков разной зернистости до проявления эмбриональной зоны. При помощи микроскопов LEICA DM 1000 и Микромед 3 просматривали шлифованные отолиты и выявляли маркированных особей.

В анализе от 20 сентября на Рейдовом ЛРЗ из 100 обработанных пар препараты были получены у 92 рыб, из которых у 82 особей (89,1 %) выявили термическую метку Рейдового ЛРЗ. В пробе от 7 октября из 100 обработанных пар препараты были получены у 96 особей. Среди них 91 рыба (94,8 %) имела на отолитах термическую метку, сформированную на Рейдовом ЛРЗ. Таким образом, на Рейдовом ЛРЗ в период путины 2021 г. обрабатывали рыб практически только из собственной продукции с небольшим дополнением рыб от естественного нереста (рис. 2).

При обработке пробы из 100 пар отолитов, взятых на забоечном пункте Курильского ЛРЗ 8 сентября, препараты были получены от каждой из пар. При этом в 81 случае на отолитах присутствовала метка Курильского ЛРЗ. При обработке пробы от 27 сентября из 100 обработанных пар препараты были получены у 94 экз., из которых у 42 особей были выявлены метки Курильского ЛРЗ, т.е. доля меченых особей составила 44,7 %.

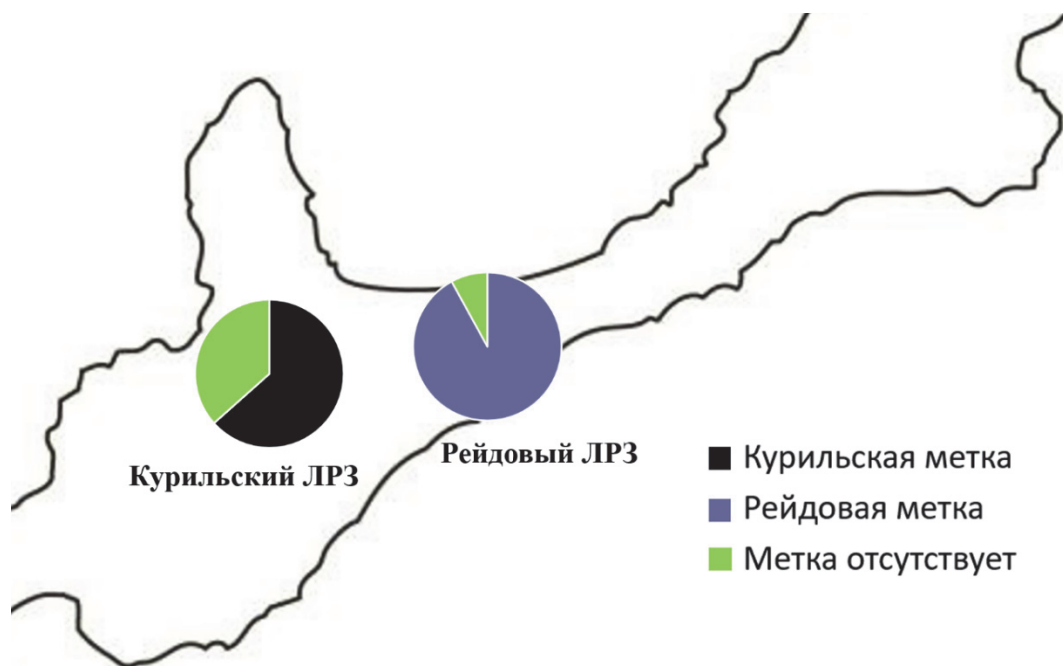


Рисунок 2 – Доля производителей горбуши с отолитной меткой на забоечных пунктах Рейдового и Курильского ЛРЗ в 2021 г.

Переходя к анализу полученных данных, в первую очередь хотим рассмотреть результаты обработки первой пробы от 8 сентября с Курильского ЛРЗ, которые оказались весьма неожиданными. Доля меченых рыб в пробе (81,0 %) оказалась почти в два раза больше доли рыб, помеченных на заводе – 45,5 %. Исходя из данных, получается, что в период морского нагула выживали преимущественно меченые заводские особи, тогда, как рыбы, которых выпускали с завода без метки, преимущественно погибали. Очевидно, что у нас нет оснований для такого вывода. Ситуация для нас объяснилась при обработке пробы от 27 сентября, где доля меченых особей в пробе практически соответствовала доле мальков, выпущенных с заводской меткой. Дело в том, что в сезоне 2019–2020 гг. на Курильском

заводе пометили особей только первых 10 партий. Таким образом, можно полагать, что меченые рыбы были более старшего возраста. Их первыми поднимали на плав, первыми выпускали. Можно полагать, что именно эти особи первыми и возвращались на нерест.

Поскольку методика отолитного маркирования позволяет нам разделить рыб заводского и природного происхождения в общих уловах горбуши, мы могли определить, что у «забоек» рыбоводных заводов, за редким исключением, вылавливали только заводских рыб. Эти данные представляются важными при анализе эффективности работы рыбоводных заводов. Ведь если раньше вклад рыбоводных заводов в формирование промыслового стада горбуши не вызывал сомнений [7], то в последние годы для ряда исследователей он стал не очевиден [8]. Вместе с тем не одна из ныне предложенных схем популяционной организации, в том числе и теория «флуктуирующих стад» [9, 10], не отрицает хоминг горбуши. Она лишь указывает, что горбуша в отдельные годы и при определенных условиях может совершать глобальные межрегиональные миграции.

По итогам выполненной работы мы можем заключить, что метод отолитного маркирования позволил нам надёжно разделить рыб заводского и природного происхождения, а также рыб, маркированных на разных предприятиях. Метки, заложенные во время эмбрионального или личиночного развития, сохранились у рыб вплоть до полового созревания. Отолитное маркирование горбуши наглядно показало, что производители, по крайней мере, в 2021 г. вернулись именно на те заводы, с которых были выпущены мальками. Есть основания полагать, что рыбы, выпущенные с заводов первыми, возвращаются на нерест в более ранние сроки.

Библиографический список

1. 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.
2. Зеленников О.В. Влияние процессов раннего оогенеза на развитие воспроизводительной системы у рыб: автореф. дис. ... доктора биол. наук. М.: ВНИРО, 2021. 43 с.
3. Heard, W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). С. Groot and L. Margolis, eds. Pacific salmon life histories. UBC Press, Vancouver, British Columbia. 1991. P. 121–230.
4. 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.
5. Шевляков Е.А., Чистякова А.И. Миграции молоди кеты в Охотском море, сравнительный анализ эффективности деятельности предприятий рыбоводного комплекса Дальнего Востока России и Японии // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 79–96.
6. Sato S., Takahashi M., Watanabe N., Kitatsuji S., Takasaki D., Chiba T., Imai S., Goda Y., Katayama Y., Kagaya M. Preliminary records of otolith-marked chum salmon found in the Bering Sea and North Pacific Ocean in 2006 and 2007. NPAFC. 2009. № 5. P. 99–104.
7. Хоревина Н.Б., Хоревин Л.Д. Эффективность и значение искусственного разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе // Тр. междунар. форума по проблемам науки, техники и образования. М., 2004. С. 22–23.
8. Каев А.М. Значение заводского разведения горбуши и кеты для их промысла с Сахалинской области // Рыб. хоз-во. 2010. № 5. С. 57–61.
9. Грищенко О.Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. 1990. Т. 30. Вып. 5. С. 825–835.
10. Глубоковский М.К., Животовский Л.А. Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. 1986. Вып. 2. С. 39–43.

Михаил Юрьевич Кузнецов

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, зав. лабораторией промысловой гидроакустики, технологий лова и технических средств аквакультуры, канд. техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: mikhail.kuznetsov@tinro-center.ru

Владимир Ильич Поляничко

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, зав. сектором промысловой гидроакустики, Россия, Владивосток, e-mail: vladimir.polyanichko@tinro-center.ru

Особенности пространственного распределения и обилия тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в северо-западной части Берингова моря в летне-осенний период 2020 г.

Аннотация. Представлены характерные акустические изображения, пространственное, батиметрическое и размерное распределение тихоокеанской сельди на галсах тралово-акустической съемки в северо-западной части Берингова моря в летне-осенний период. Скопления были сосредоточены в двух пространственно изолированных агрегациях южнее мыса Наварин и в восточной части Анадырского залива. Различия в распределении и размерном составе скоплений сельди позволили предположить их принадлежность к двум различным популяционным группировкам: корфо-карагинской и восточно-беринговоморской.

Ключевые слова: тралово-акустическая съемка, Берингово море, Анадырско-Наваринский район, сельдь, распределение, миграции, плотность, скопления

Mikhail Yu. Kuznetsov

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Head of the Commercial Hydroacoustics and Fishing Technologies Laboratory, PhD in Engineering Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: mikhail.kuznetsov@tinro-center.ru

Vladimir I. Polyanichko

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Head of Commercial Hydroacoustics Sector, Russia, Vladivostok, e-mail: vladimir.polyanichko@tinro-center.ru

Features of the spatial distribution and abundance of the Pacific herring *Clupea pallasii* in the northwestern part of the Bering Sea in the summer-autumn period of 2020

Abstract. Characteristic acoustic images, spatial, bathymetric and dimensional distribution of Pacific herring on the transects of trawl-acoustic survey in the northwestern part of the Bering Sea in the summer-autumn period are presented. The herring schools were concentrated in two spatially isolated aggregations – south of Cape Navarin and in the eastern part of the Anadyr Gulf. Differences in the distribution and size composition of herring aggregations made it possible to suggest that they belong to two different population groups: Korfo-Karaginsky and East Bering Sea.

Keywords: trawl-acoustic survey, Bering Sea, Anadyr-Navarin region, herring, distribution, migrations, density, aggregations

Введение

В Беринговом море обитают два крупных стада сельди – корфо-карагинское и восточноберингоморское (прибыловское). В Западно-Берингоморской зоне выделяют также группировку местной анадырской сельди. Корфо-карагинская сельдь в нагульный период распространяется вдоль коряжского побережья на обширной акватории от мыса Олюторский до мыса Наварин, а в периоды высокой численности может достигать 177° з.д. [1]. Сельдь прибыловской популяции так же, как и минтай, в период нагула мигрирует в экономическую зону России, причем в некоторые относительно теплые годы в довольно значительных количествах. Ее распространение обычно ограничивается акваторией Анадырского залива, в основном, центральной и северо-восточной его частью [1, 2].

Начиная с 1996 г., ТИНРО проводит тралово-акустические съемки (ТАС) водных биоресурсов в северо-западной части Берингова моря с использованием прецизионных научных эхолотов SIMRAD EK-60(500). Помимо этого, в ходе комплексных экспедиций в Берингово море все другие траловые съемки (донные и пелагические) также сопровождаются непрерывной регистрацией акустических данных с использованием той же аппаратуры и программных средств. Преимуществом гидроакустических наблюдений, по сравнению с точечным взятием проб на траловых станциях, является непрерывность регистрации скоплений, а также возможность оценки с высоким разрешением не только горизонтального, но и вертикального распределения гидробионтов [3].

Целью данной работы является исследование характеристик пространственного распределения (горизонтального, вертикального, батиметрического) и обилия сельди в Анадырско-Наваринском районе Берингова моря в летне-осенний период 2020 г.

Материалы и методы

В качестве гидроакустической измерительной системы использовался научный эхолот SIMRAD EK-60 с прецизионными характеристиками, использующий метод расщепленного луча для оценки сил целей и эхоинтегратор для оценки плотности скоплений. Эхолот содержит вертикально направленные антенны-вибраторы частотой 38 и 120 кГц, размещенные под килем судна, и GPT-приемопередатчики, которые генерируют и принимают отраженный сигнал, а также осуществляют оцифровку сигнала [3]. Работой GPT управляет процессорный блок с размещенными на нем программами накопления гидроакустических данных и связи с внешними вычислительными устройствами. Навигационное сопровождение акустического комплекса осуществлялось с использованием системы спутникового позиционирования GPS.

Для визуализации эхограмм и многовидовой обработки накопленных акустических данных использовался программный комплекс SALTSE [4]. Типовая структура выходных данных SALTSE представляется результатами обработки фрагментов акустических изображений по элементам сетки с задаваемым размером отдельного элемента сетки 0,5 мили по дистанции и 1 м по глубине в пределах, выделенных для обработки слоев. Полученные данные (плотности агрегаций, численности, биомассы, распределения биомассы и численности по размерным рядам и по глубине и др.) совместно с навигационным сопровождением сохранялись в виде файлов со структурой данных, доступной для последующей обработки программами Excel, Surfer и др.

Для количественной оценки численности и биомассы сельди использовалась частота 38 кГц. В расчетах численности использовалась зависимость силы цели (TS) от длины рыб (L) на частоте 38 кГц: $TS=20\log(L)-71,9$ [5].

Эхоинтеграционная ТАС проводилась на НИС «ТИНРО» в период с 19 августа по 23 августа и с 7 по 15 сентября 2020 г., при этом время на акустических галсах составило 9 сут. Во время ТАС был исследован район в северо-западной части Берингова моря в ИЭЗ России за пределами 12-мильной территориальной зоны восточнее 174° в.д. до $173^{\circ}20'$ з.д., включая Анадырский залив до $64^{\circ}15'$ с.ш. (рис. 1). Сетка галсов съемки, как и в предыдущие годы, была параллельной и совмещена с аналогичной сеткой галсов, используемой

Аляскинским центром рыбохозяйственных исследований (NOAA) при проведении эхоинтеграционных съемок в юго-восточной части моря. Площадь района съемки, где были зарегистрированы эхозаписи рыб и на которой производилась эхоинтеграционная обработка акустических данных, составила 23831 миль².

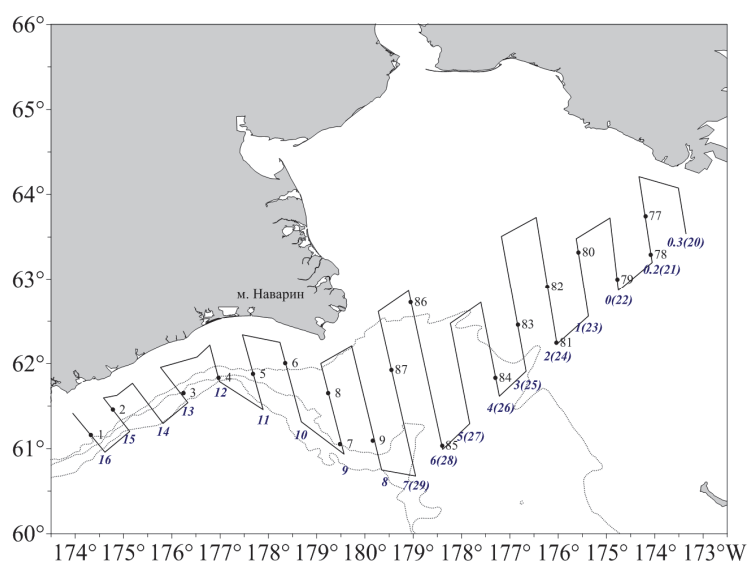


Рисунок 1 – Схема акустических галсов и местоположение контрольных тралений в северо-западной части Берингова моря в августе–сентябре 2020 г. (в скобках указаны номера галсов в зоне США)

Идентификация объектов, регистрируемых на галсах съемки, производилась в ходе контрольных пелагических тралений. Местоположение тралений определялось необходимостью контроля видового и размерного состава объектов в местах смены характера акустических изображений скоплений. Работы выполнялись разноглубинным канатным тралом РТ/ТМ 80/396 м. Контроль параметров трала осуществлялся с помощью прибора SIMRAD FS70. Продолжительность «стандартного» траления в слое эхозаписи – 30 мин. По результатам промеров формировались размерно-частотные ряды, характеризующие размерный состав гидробионтов в уловах. Эти данные использовались при последующей стратификации района съемки и в расчетах оценок численности и биомассы рыб [3].

Результаты исследований

По результатам гидроакустических измерений, в августе–сентябре 2020 г. основные скопления сельди с плотностью более 300 тыс. экз./миля² были сосредоточены в двух пространственно изолированных агрегациях южнее мыса Наварин между 177°30' в.д. – 179°30' з.д. на изобатах от 100 до 160 м и в восточной части обследованной акватории между 173°30' – 176° з.д. на изобатах от 50 до 80 м (рис. 2).

Общая численность сельди в границах съемки составила 927 млн экз., а биомасса – 226 тыс. т. В уловах сельдь была представлена особями от 21 до 39 см (рис. 3). В целом на обследованной акватории абсолютно преобладала сельдь длиной 26–28 см (58 % численности), основу которой составляли скопления, зарегистрированные в Чукотской зоне.

В период съемки сельдь не совершала активных вертикальных миграций в зависимости от времени суток. Как в светлое, так и в темное время суток была распределена в виде локальных косяков различной высоты и протяженности преимущественно в нижней части пелагиали. В восточной части Анадырского залива сельдь образовывала придонные косяки высокой плотности высотой 5–25 м и горизонтальной протяженностью 40–100 м. На Наваринском шельфе косяки сельди тоже плотные, но имели большее вертикальное развитие (25–80 м и горизонтальную протяженность 60–120 м (рис. 4).

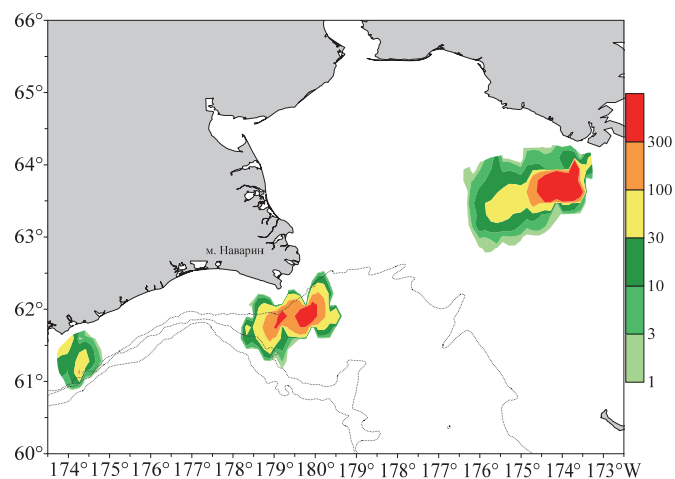


Рисунок 2 – Пространственное распределение численности (тыс. экз./миллиард) сельди в северо-западной части Берингова моря в августе–сентябре 2020 г.

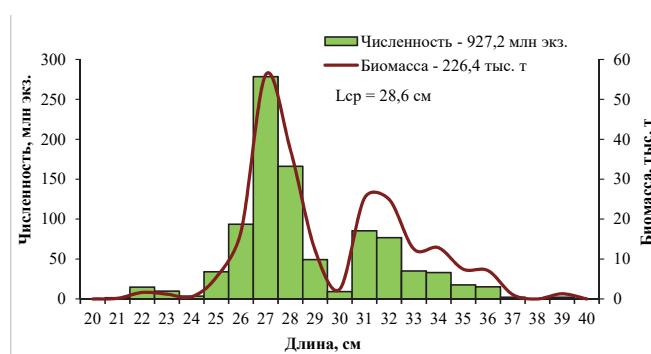


Рисунок 3 – Распределение численности и биомассы сельди по размерному ряду в северо-западной части Берингова моря в августе–сентябре 2020 г.

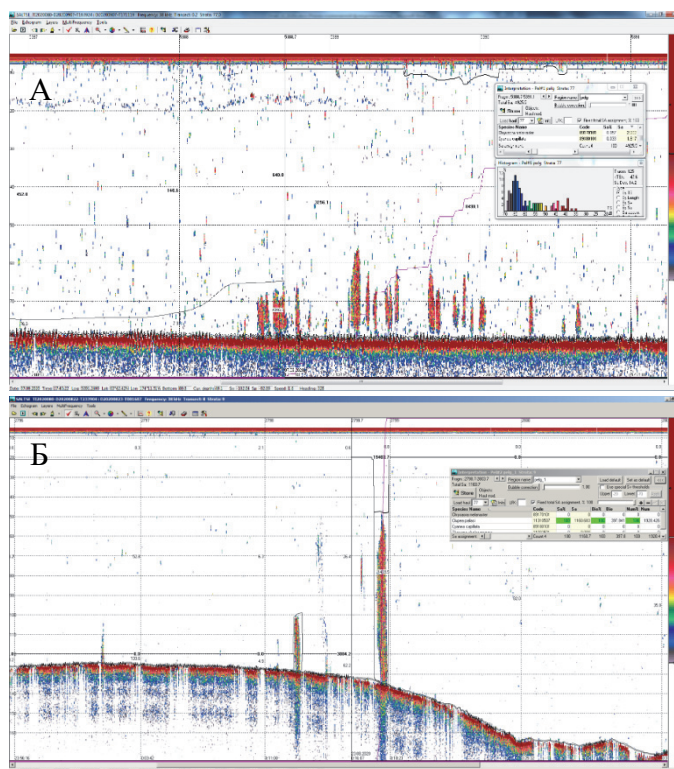


Рисунок 4 – Акустическое изображение скоплений сельди: А – в восточной части Анадырского залива (08.09.2020 г., глубина 80 м); Б – в Наваринском районе (23.08.2020 г., глубина 130 м)

Размерный состав сельди в восточной и западной части обследованной акватории также значительно различался. Скопления южнее мыса Наварин были представлены в уловах трала особями от 29 до 39 см (рис. 5, А). По численности здесь доминировала модальная группа размерами 31–34 см (81 %). Средневзвешенная длина рыб составила 32,4 см. В восточной части обследованной акватории скопления сельди были образованы более мелкими особями длиной от 21 до 29 см (рис. 5, Б). По численности в этом районе абсолютно преобладала сельдь длиной 26–28 см (84 % численности). Средневзвешенная длина рыб составила 26,9 см, т.е. разница в размерах составила 5,5 см.

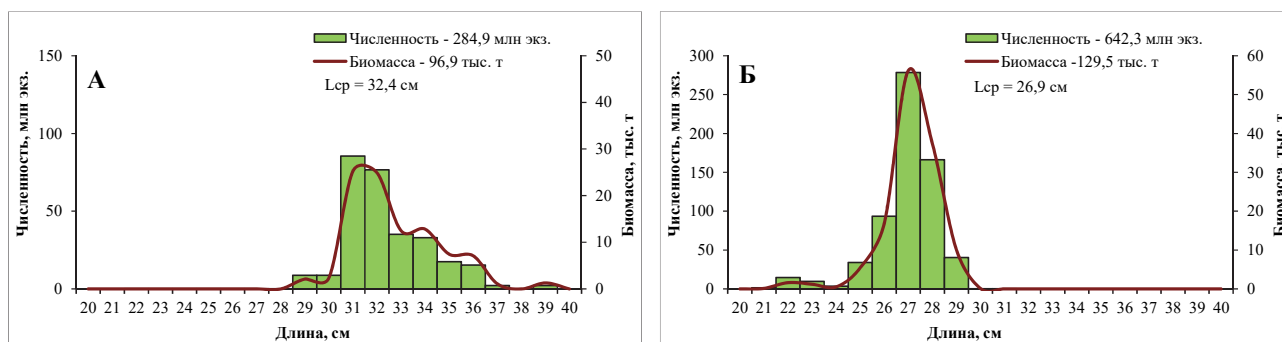


Рисунок 5 – Распределение численности и биомассы сельди по размерному ряду в северо-западной части Берингова моря в августе–сентябре 2020 г.: А – к западу от 178° з.д.; Б – к востоку от 178° з.д.

Рассматривая особенности батиметрического распределения, можно отметить, что 61 % численности сельди было зарегистрировано в диапазоне глубин дна 75–100 м (рис. 6). В основном это сельдь в восточной части Анадырского залива. В диапазоне изобат 100–150 м обитало 37 % численности сельди, большинство из которой было учтено в пределах Наваринского шельфа (см. рис. 2).

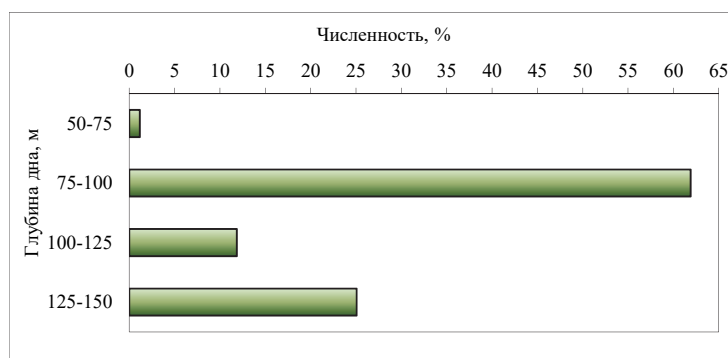


Рисунок 6 – Распределение численности (%) сельди от глубины дна в северо-западной части Берингова моря в августе–сентябре 2020 г.

Учитывая такую пространственную, батиметрическую и размерную дифференциацию скоплений сельди в восточной и западной частях обследованной акватории, можно сделать предположение об их принадлежности к двум различным популяционным группировкам. Пространственно изолированные агрегации из крупных особей на Наваринском шельфе, видимо, были образованы корфо-карагинской сельдью. Более мелкую сельдь, учтенную в восточной части Анадырского залива, логично отнести к восточноберингоморской популяции.

Действительно, в нагульный период часть корфо-карагинской сельди мигрирует над шельфом и склоном Корякского побережья в северо-восточном направлении. Масштаб ее распространения может достигать Наваринского района, где она концентрируется в высо-

коградиентных зонах, сформированных водами Наваринского и Анадырского течений, богатых кормовыми объектами. Аналогичную картину распределения сельди в этой части моря мы наблюдали в ходе ТАС в июле 2015 г. (рис. 7). Акустические изображения скоплений сельди в Наваринском районе в 2015 и 2020 гг. были также абсолютно идентичны (см. рис. 4, Б и рис. 8). Необходимо отметить, что эхозаписи в виде плотных локальных косяков высотой до 70 м являются характерными для корфо-карагинской сельди. Такие косяки были зарегистрированы в разные годы вдоль Корякского побережья и в заливе Олюторский. Прибыловская сельдь, как правило, более рассредоточена, и высота косяков редко превышает 20 м. Близкими в 2015 и 2020 гг. были и средние размеры рыб в этих скоплениях (31,9 см и 32,4 см соответственно).

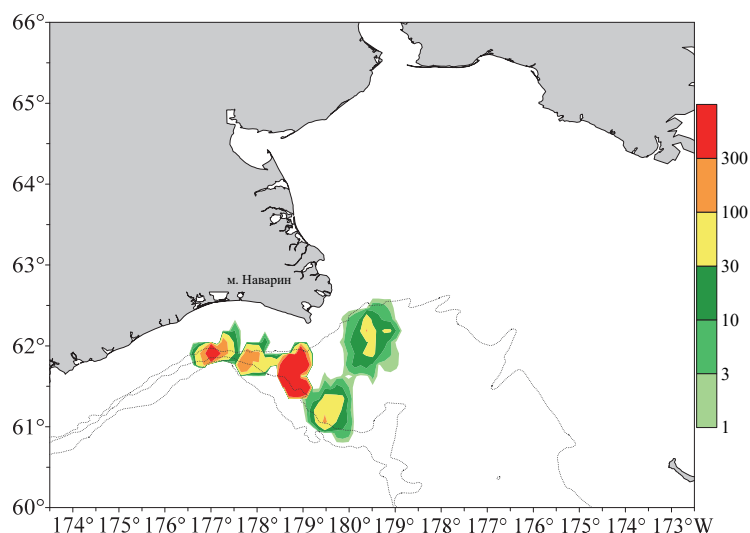


Рисунок 7 – Пространственное распределение численности (тыс. экз./миллиард²) сельди в северо-западной части Берингова моря в июле 2015 г.

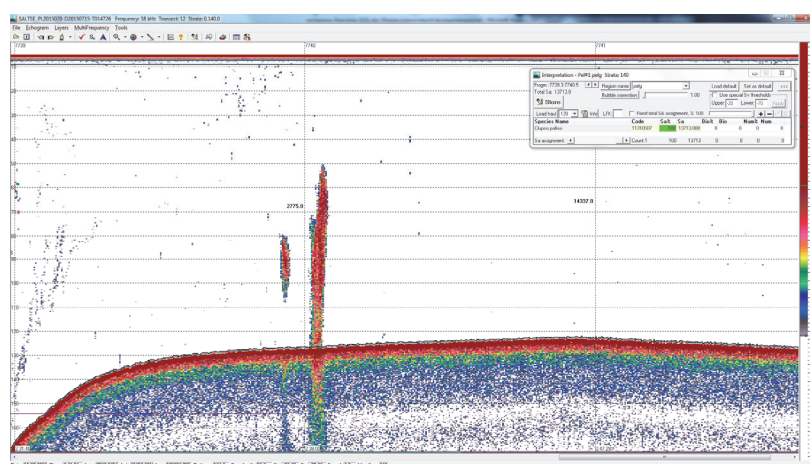


Рисунок 8 – Акустическое изображение скоплений сельди на Наваринском шельфе (15.07.2015 г., глубина 125 м)

Заключение

Выявлены особенности распределения и обилия тихоокеанской сельди на шельфе северо-западной части Берингова моря летом–осенью 2020 г. В период съемки сельдь образовывала пространственно изолированные скопления на Наваринском шельфе и в восточной части обследованной акватории Анадырского залива.

При этом разница в средней длине рыб в западной и восточной частях акватории съемки составила более 5 см. Имеются также отличия по степени локализации и характеру акустических изображений скоплений.

Пространственная, батиметрическая и размерная дифференциация зарегистрированных агрегаций сельди дает основание предположить их принадлежность к различным популяционным группировкам: корфо-карагинской и восточноберинговоморской.

Из полученных данных следует, что, несмотря на тенденцию снижения общей численности [6], масштаб миграций нагульной корфо-карагинской сельди из района воспроизводства на северо-восток может быть достаточно высок. Поэтому часть сельди данной группировки, видимо, попадает в уловы судов, ведущих промысел в Наваринском районе в летне-осенний период, что может отрицательно сказаться на ее ресурсах.

Библиографический список

1. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.
2. Смирнов А.А., Датский А.В., Антонов Н.П. Сельди западной части Берингова моря: распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел // Вопр. рыболовства. 2022. Т. 23, № 2. С. 86–107.
3. Кузнецов М.Ю. Гидроакустические средства и технологии их использования при проведении биоресурсных исследований ТИНРО-Центра // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 172. С. 20–51.
4. Кузнецов М.Ю., Убарчук И.А., Поляничко В.И., Сыроваткин Е.В. Программный комплекс для визуализации, многовидовой обработки и хранения данных гидроакустических ресурсных съёмок // Тр. ВНИРО. 2021. Т. 183. С. 174–190.
5. Foote K.G. Fish target strength for use in echo integrator surveys // J. Acoustical Society of America. 1987. Vol. 82. P. 981–987.
6. Нагульная сельдь-2022 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр, 2021. 96 с.

Ирина Витальевна Куча

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Россия, Владивосток, e-mail: kucha.i@yandex.ru

**Линейный и массовый рост разновозрастного приморского гребешка
Mizuhopecten yessoensis поколения 2014 г., культивируемого в бухте Круглой
(о. Русский) и бухте Северной (Славянский залив)**

Аннотация. Проанализированы темпы линейного и массового роста приморского гребешка поколения 2014 г. в бухтах Круглая и Северная в 2015–2017 гг. Наиболее интенсивный линейный и массовый рост наблюдается у гребешка бухты Северной на третьем году жизни.

Ключевые слова: приморский гребешок, подвесное выращивание, линейный и массовый рост, бухта Круглая, бухта Северная

Irina V. Kucha

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok, e-mail: kucha.i@yandex.ru

**Linear and mass growth of the mixed-age scallop *Mizuhopecten yessoensis*
of the 2014 generation, cultivated in Kruglaya Bay (Russian Island)
and Severnaya Bay (Slavyansky Bay)**

Abstract. The linear and mass growth rates of the 2014 generation scallop in Kruglaya Bay and Severnaya Bay in 2015–2017 were analyzed. The most intensive linear and mass growth is observed in the scallop of Severnaya Bay in the third year of life.

Keywords: seaside scallop, hanging cultivation, linear and mass growth, Kruglaya Bay, Severnaya Bay

Культивирование приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* – основное направление марикультуры в Приморском крае, ежегодные объемы выращивания этих моллюсков составляют несколько тысяч тонн, так, в 2020 г. в Приморье было выращено 16,1 тыс. т приморского гребешка. В настоящее время практически все существующие хозяйства марикультуры (их насчитывается более 100) занимаются разведением приморского гребешка. При культивировании гребешка применяются экстенсивные технологии в нескольких вариациях. Все они предусматривают два этапа: получение посадочного материала (спата) и его выращивание до товарной продукции. Оценка биологического состояния приморского гребешка залива Петра Великого при подвесном выращивании является крайне важной задачей как для отдельного марикультурного хозяйства, так и для рыбохозяйственной отрасли Приморского края в целом.

Цель работы – изучить особенности линейного и массового роста разновозрастного приморского гребешка поколения 2014 г в условиях подвесного выращивания в бухте Круглой и бухте Северной в 2015–2017 гг.

Материалы и методы исследования

Основой исследования послужили материалы, собранные сотрудниками НПДМ (Научно-производственная база департамента марикультуры) ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

и ООО «Русская марикультура», о. Русский. Для биологического анализа использовали 600 особей одно-, двух- и трехлетнего приморского гребешка поколения 2014 г, отобранного из коллекторов с глубины 9–10 м в бухте Северной (зал. Славянский) и бухте Круглой (о. Русский) залива Петра Великого Японского моря осенью 2015–2017 гг. (табл. 1). В выборках гребешка определяли следующие параметры: высоту раковины с точностью до 1 мм, общую массу с точностью до 0,1 г.

Таблица 1 – Материалы, положенные в основу работы

Возраст	Количество собранного материала, экз.	
	Бухта Круглая (о. Русский)	Бухта Северная (залив Славянка)
0+	100	100
1+	100	100
2+	100	100
Всего 600		

Результаты исследований и их обсуждение

На темпы роста приморского гребешка залива Петра Великого влияют множество абиотических и биотических факторов. Особенно заметны различия в скорости роста гребешка из районов с разными температурами. У моллюсков из хорошо прогреваемых районов наблюдаются наибольшие приросты в первые 1–1,5 года жизни. На холодноводных участках наблюдается другая закономерность: при относительно небольшой скорости роста в первые два года она не уменьшается и на третьем году, а в последующие годы медленно снижается [1, 2, 3]. В этой связи представлялось интересным сравнить темп линейного и массового роста приморского гребешка, культивируемого в бухтах с разными гидрологическими и экологическими характеристиками.

Сравнивая размерные показатели приморского гребешка, культивируемого в разных эколого-гидрологических условиях, можно отметить значительные различия в темпах его роста. Как видно из табл. 2 и 3, у однолетнего гребешка из бухты Круглой и бухты Северной показатели средней высоты раковины близки, составляя 35,49–36,19 мм при разном размахе предельных значений. К двухлетнему возрасту средняя высота раковины у гребешка из бухты Круглой достигает $66,45 \pm 0,82$ мм, что составляет 30,1 мм прироста за год, тогда как у моллюсков из бухты Северной средняя высота раковины всего $51,04 \pm 0,62$ мм, а прирост практически вдвое меньше – 14,9 мм. Однако к трехлетнему возрасту скорость линейного роста у гребешков из бухты Северной увеличивается настолько, что средняя высота раковины превышает таковую у моллюсков из бухты Круглой, составив $91,01 \pm 0,75$ мм, а годовой прирост оказался даже выше, чем для двухлеток бухты Круглой – 39,97 мм (рис. 1). По литературным данным, высота раковины приморского гребешка увеличивается больше всего в течение первых 2–3 лет жизни моллюсков до 90–100 мм. Приросты за первый и второй годы обычно близки и достигают в каждом году около 38–48 мм, за исключением популяций, обитающих на краю ареала. На третьем году жизни скорость линейного роста уменьшается, но остается еще достаточно высокой, так, например, у берегов южного Приморья она составляет 22–27 мм в год. Прирост высоты раковины на четвертом по сравнению с третьим годом жизни в среднем 1,5–2 раза. С возрастом скорость роста гребешка уменьшается и после 5–6 лет не превышает 5 мм в год [3,4]. Изменения скорости роста гребешка могут быть обусловлены многими биотическими и абиотическими факторами, зачастую снижение темпов роста связаны с наступлением половозрелости, хотя в отдельные годы наблюдается резкое замедление и столь же резкое увеличение скорости роста.

Таблица 2 – Размерно-массовые показатели разновозрастного приморского гребешка в условиях подвешного выращивания в бухте Круглой

Возраст	Высота раковины, мм			Масса, г		
	Xmin, мм	Xmax, мм	$\bar{X} \pm m_x$, мм	Xmin, г	Xmax, г	$\bar{X} \pm m_x$, г
0+	16	50	35,49±0,60	0,6	13,1	6,96±0,28
1+	44	86	66,45±0,82	33,7	58,2	48,9±0,68
2+	45	98	83,65±0,98	54,8	95,6	80,6±0,74

Как известно, масса приморского гребешка является менее стабильным показателем, чем линейные размеры, у одновозрастных моллюсков она заметно варьирует и существенно различается у разных поколений культивируемого гребешка. Интересно, что у однолетнего гребешка из бухт Круглая и Северная предельные и средние показатели массы различались незначительно, тогда как у двухлетних особей при близких средних значениях предельные параметры высоты раковины в бухте Северной были больше. Сравнивая показатели массы у трехлетних особей, можно отметить, что у гребешка из бухты Северной предельные и средние значения массы значительно выше, чем для гребешка бухты Круглой. Таким образом, у гребешка бухты Северной на третьем году жизни темпы массового роста были выше, чем в бухте Круглой (рис. 2).

Таблица 3 – Размерно-массовые показатели разновозрастного приморского гребешка в условиях подвешного выращивания в бухте Северной

Возраст	Высота раковины, мм			Масса, г		
	Xmin, мм	Xmax, мм	$\bar{X} \pm m_x$, мм	Xmin, г	Xmax, г	$\bar{X} \pm m_x$, г
0+	24	45	36,19±0,43	1,8	11,5	7,06±0,20
1+	43	70	51,04±0,62	45	70	50,32 ±0,68
2+	77	103	91,01±0,75	71	126	99,1±1,34

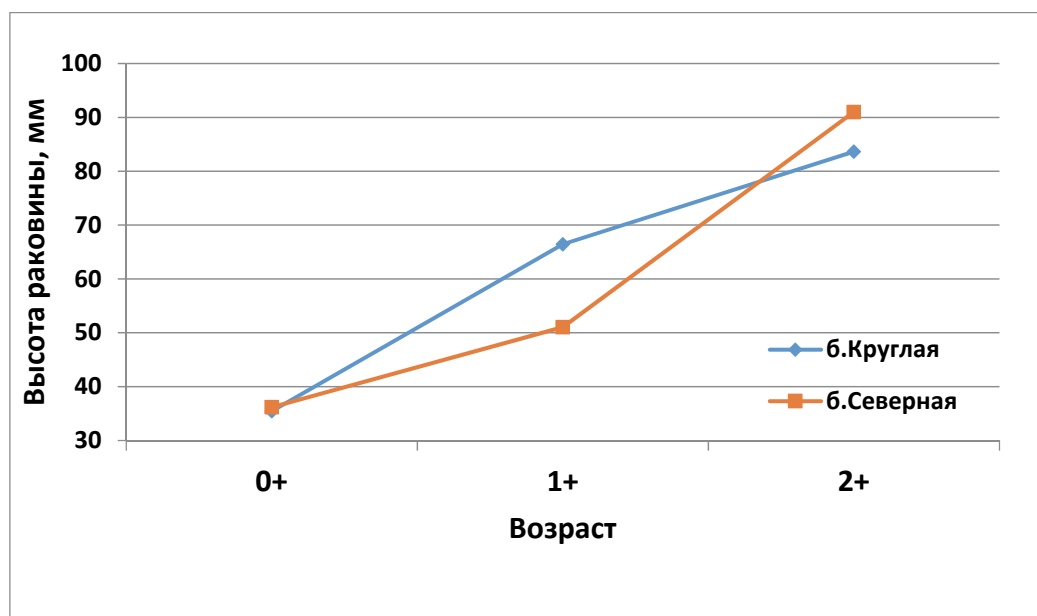


Рисунок 1 – Линейный рост приморского гребешка поколения 2014 г. в бухтах Круглая и Северная

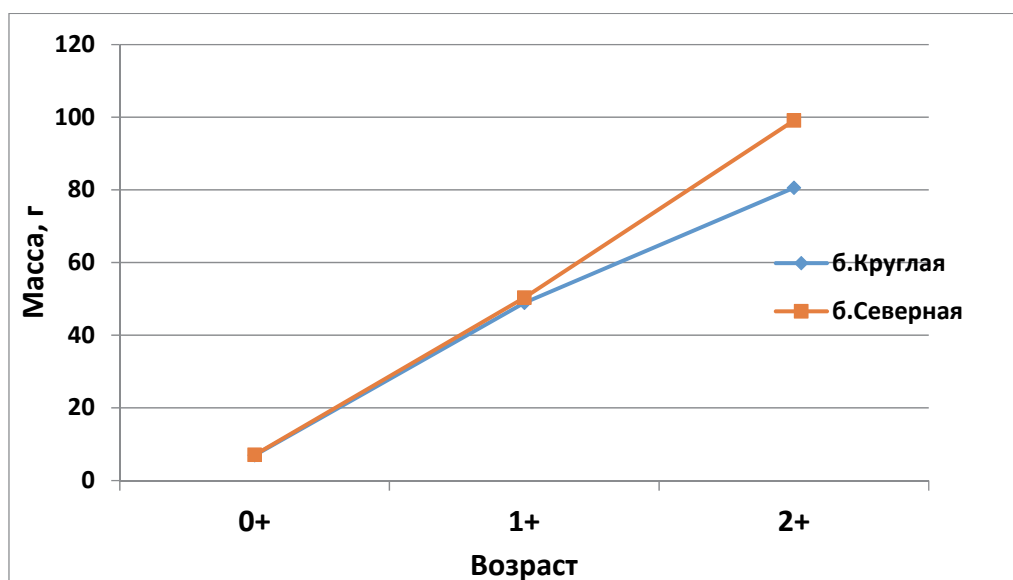


Рисунок 2 – Массовый рост приморского гребешка поколения 2014 г. в бухтах Круглая и Северная

Известно, что периоды наиболее интенсивного линейного и массового роста у приморского гребешка не совпадают: если темпы линейного роста наиболее высоки в первые 2–3 года жизни, то темпы массового роста максимальны в возрасте 3–5 лет. Кроме того, в различных частях ареала обитания приморского гребешка периоды наибольшего увеличения массы не совпадают. В южной части ареала в закрытых и полужакрытых районах залива Петра Великого рост массы гребешка наиболее интенсивен на 2–4-м году жизни, в северной части ареала – в возрасте 4–8 лет, на открытых, более глубоких участках (у островов Рейнеке, Рикорда, Фуругельма) – на 2–5, а в северо-восточном побережье Приморья (залива Ольги) – на 3–5-м году жизни [4, 5]

Таким образом, полученные нами результаты исследования темпов линейного и массового роста у культивируемого приморского гребешка вполне согласуются с литературными данными.

Библиографический список

1. Гаврилова Г.С. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. 83 с.
2. Гидробиологические исследования заливов и бухт Приморья. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1984. 250 с.
3. Кучерявенко А.В., Жук А.П. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2011. 49 с.
4. Приморский гребешок: монография / под ред. П.А. Мотавкина. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
5. Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В., Ляшенко С.А. Современное состояние культивирования гребешка *Mizuhopesten yessoensis* в Приморье // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 140. С. 376–382.

Анастасия Игоревна Макеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-422, Россия, Владивосток, e-mail: makeevaai01@mail.ru

Роман Викторович Власенко

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, научный сотрудник лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей, канд. биол. наук, Россия, Владивосток, e-mail: rv_vlasenko@mail.ru

**Ростовые и возрастные характеристики серрипеса Лаперуза
Serripes laperousii в северо-западной части Берингова моря**

Аннотация. Дана характеристика роста, размерного и возрастного состава серрипеса Лаперуза в северо-западной части Берингова моря по траловым съемкам осенью 2021 г.

Ключевые слова: серрипес Лаперуза, *Serripes laperousii*, Берингово море, длина, высота, рост, определение возраста

Anastasia I. Makeeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-422, Russia, Vladivostok, e-mail: makeevaai01@mail.ru

Roman V. Vlasenko

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Researcher, laboratory of commercial invertebrates and algae, PhD in Biological Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: rv_vlasenko@mail.ru

**Growth and age characteristics of *Serripes laperousii*
in the northwestern Bering Sea**

Abstract. The growth, size and age composition characterised of *Serripes laperousii* in the northwestern Bering Sea are given from trawl surveys in autumn of 2021.

Keywords: *Serripes laperousii*, Bering Sea, length, growth, height, age determination

В дальневосточных морях представители рода серрипес считаются перспективными объектами промысла, так как их пищевая ценность и полезные свойства не уступают другим двустворчатым моллюскам. Раковины этих моллюсков с непищевыми остатками используются для изготовления белково-минеральной муки.

Раковина овальная, её передний край более или менее равномерно закруглен, задний – широко закруглен и может быть немного расширен по вертикали. Макушки смещены от середины вперед и находятся приблизительно на границе 2/3 длины раковины. Переостракум серовато-коричневатый или серовато-желтоватый, немного блестящий. Обычно различимы зоны роста [1].

Тихоокеанский бореальный зарывающийся двустворчатый моллюск серрипес Лаперуза *Serripes laperousii* обитает в Японском море – у берегов Приморья и у запада Сахалина; в Охотском море – в районе залива Анива и у южной Камчатки; у восточной Камчатки, Командорских островов [1].

Сердцевидки рода серрипес являются типичными фильтраторами и ведут малоподвижный образ жизни на глубинах до 80–100 м, на песчаных и илисто-песчаных грунтах.

Продолжительность жизни серрипеса Лаперуза составляет 12–13 лет [2]. Промысловых размеров (3 см) эти моллюски достигают за 3–5 лет.

Цель работы – дать характеристику размерного и возрастного состава и изучить ростовые характеристики серрипеса Лаперуза в северо-западной части Берингова моря.

Материалы, положенные в основу работы, были любезно предоставлены сотрудниками лаборатории промысловых беспозвоночных Тихоокеанского филиала «ВНИРО», собраны на мысе Наварин (Корякского побережья Берингова моря) в 2021 г. Объектом исследования был *Serripes laperousii* (табл. 1).

Орудие лова – донный трал ДТ-27.1/24.4.

Сбор на 7 станциях выполнен в ходе траловой съемки на глубинах от 27 до 51 м.

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы

Станция	Дата	Глубина, м	Температура у дна	Грунт	Количество экземпляров
1	22.09.2021	50	3,1	Глина, гравий	19
2	23.09.2021	27	5,3	Галька	1
3	24.09.2021	51	2,5	Глина	3
4	24.09.2021	42	2,7	Глина	1
5	25.09.2021	31	4,7	Гравий, песок	3
6	25.09.2021	40,5	2,6	Гравий, песок	1
7	29.09.2021	42,5	2	Галька, гравий	1
Итого		27–51			29

Исследования проводились стандартными гидробиологическими методами. На каждой станции оценивались длина, высота и масса раковины. Промеры выполняли с помощью штангенциркуля, а массу створок определяли с помощью электронных весов с точностью до 0,1 г.

В лаборатории индивидуальный возраст и рост особей оценивали по зимним кольцам роста, имеющим вид характерных скульптурных элементов на наружной поверхности раковины и соответствующих им структурным меткам, хорошо различимым на радиальном спиле в наружном слое створки [3].

Раковины распиливали алмазным диском под струей воды при помощи бормашины (способ мокрой резки) в радиальном направлении – перпендикулярно к наружной поверхности от макушки к нижнему краю, чтобы пересечь все последовательные линии нарастания. Радиальные спилы рассматривали только на последних годах жизни, где кольца нарастания сильно сгущаются (рис. 1).

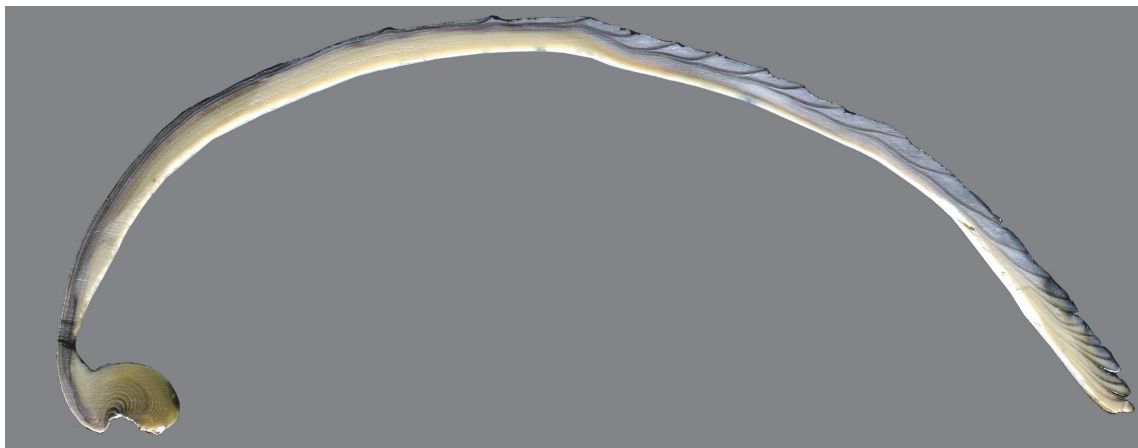


Рисунок 1 – Радиальный спил раковины серрипеса Лаперуза (фото автора)

Линейный прирост раковины вычисляли как разность между замераами длины раковины для различных моментов времени, фиксируемых линиями нарастания.

Статистическая обработка данных и построение графиков выполнены на ПК с использованием программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты исследования

Размерный состав

Длина раковин серрипеса Лаперуза, собранного у Корякского побережья Берингова моря осенью 2021 г., изменялась от 106 до 144 мм (табл. 2). Модальную группу формировали особи от 106 до 125 мм (69 %) (рис. 2). Средняя длина составила $122 \pm 4,2$ мм.

Таблица 2 – Размерные показатели серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Длина створки, мм				п, экз.
X_{\min} , мм	X_{\max} , мм	$\bar{X} \pm m_x$, мм	Среднее квадратичное отклонение, мм	
106	144	$122 \pm 4,2$	22,9	29

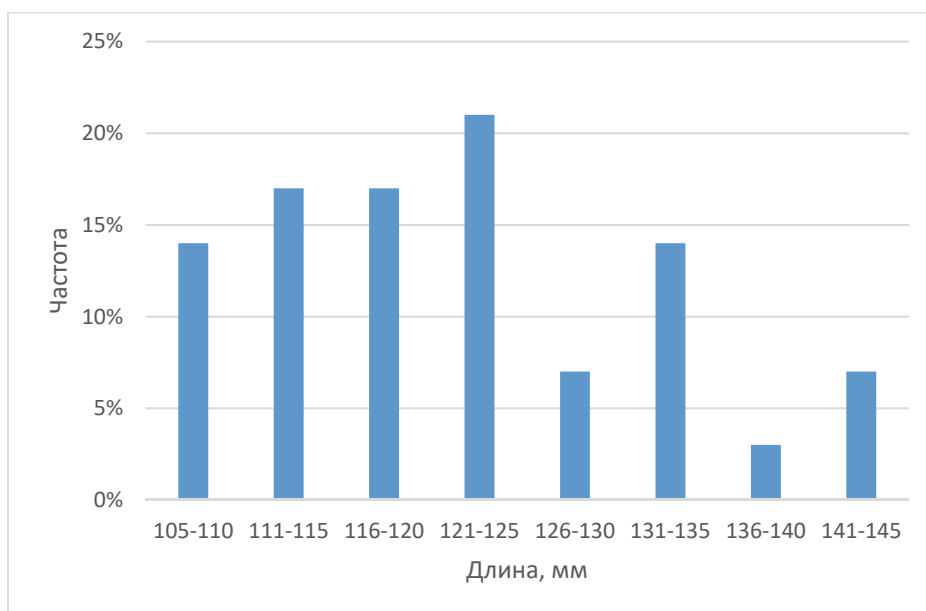


Рисунок 2 – Размерный состав (по длине раковины) серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Высота раковин серрипес Лаперуза представлена экземплярами от 88 до 116 мм (табл. 3). Средняя высота – $100,2 \pm 1,5$ мм. Модальную группу составили особи от 91 до 105 мм (68 %) (рис. 3).

Таблица 3 – Показатели высоты серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Высота створки, мм				п, экз.
X_{\min} , мм	X_{\max} , мм	$\bar{X} \pm m_x$, мм	Стандартное квадратичное отклонение, мм	
88	116	$100,2 \pm 1,5$	7,9	29

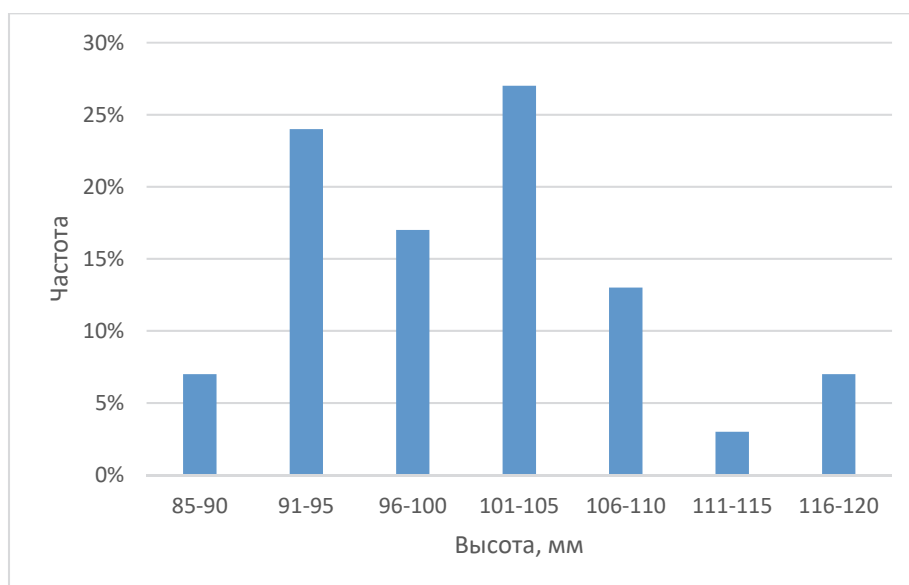


Рисунок 3 – Размерный состав (по высоте раковины) серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Массовый состав

Массовый состав раковин серрипеса Лаперуза Корякского побережья осенью 2021 г. представлен экземплярами от 51,7 и до 156,4 г (табл. 4). Средняя масса створки составила $82,6 \pm 5,1$ г. Модальную группу формировали особи с массой створок 50–90 г (77 %) (рис. 4).

Таблица 4 – Показатели массы серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Масса створки, г				n, экз.
X_{\min}, Γ	X_{\max}, Γ	$\bar{X} \pm m_x, \Gamma$	Стандартное квадратичное отклонение, г	
51,7	156,4	82,6	27,5	29

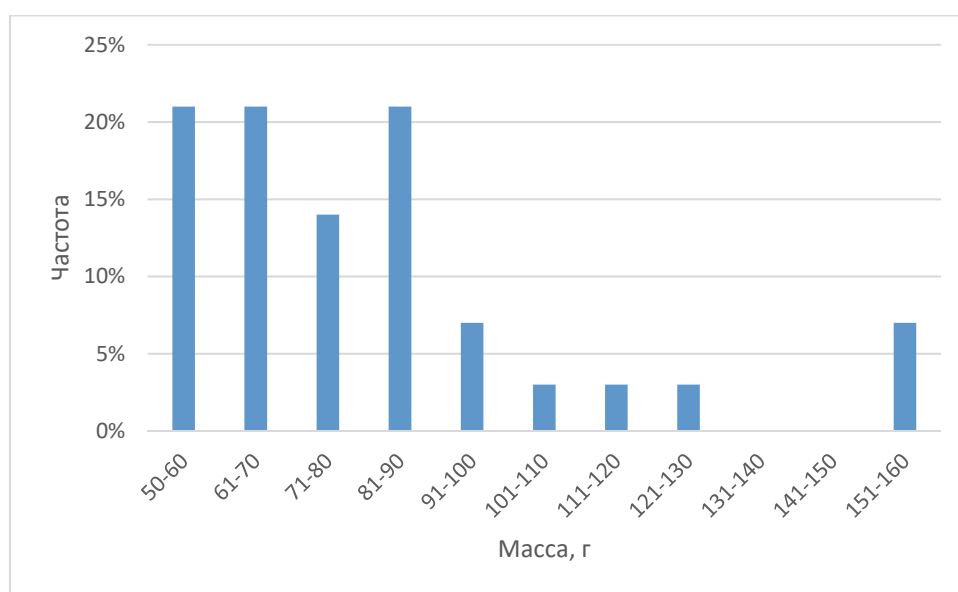


Рисунок 4 – Массовый состав серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Зависимость длина–масса

Зависимость длина–масса по данным биологического анализа серрипеса Лаперуза Корякского побережья осенью 2021 г. (рис. 5) имеет вид

$$Y = 1E-05x^{3,2254}$$

Коэффициент достоверности аппроксимации

$$R^2 = 0,7655$$

При достижении длины в 110 мм набор массы ускоряется.

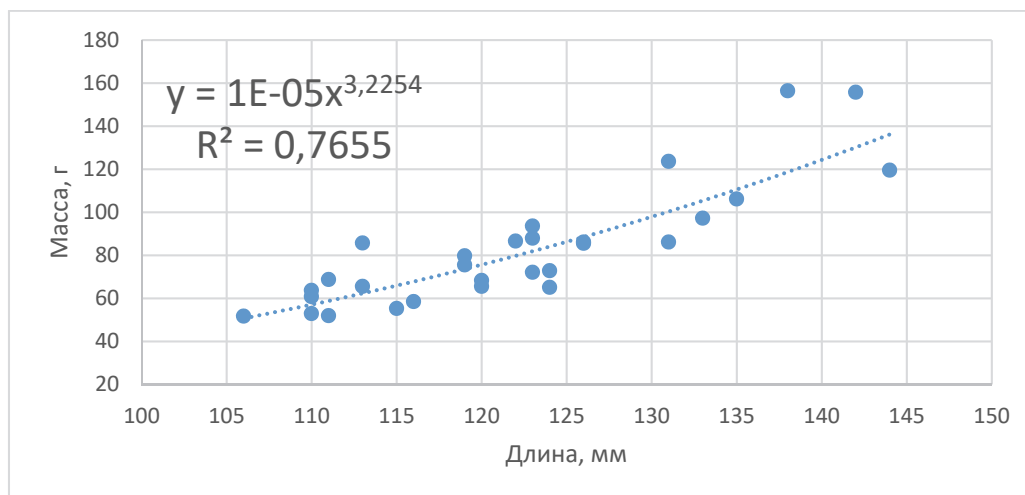


Рисунок 5 – Зависимость длина–масса серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Возрастной состав

Возраст серрипеса Лаперуза Корякского побережья осенью 2021 г. варьировался от 10 и до 30 лет (табл. 5). Средний возраст составил $18 \pm 0,8$ лет. Модальную группу формировали особи в возрасте от 16 до 20 лет (62 %) (рис. 6).

Таблица 5 – Возраст серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Возраст, г.				п, экз.
$X_{\min}, \text{г}$	$X_{\max}, \text{г}$	$\bar{X} \pm m_x, \text{г}$	Стандартное квадратичное отклонение, г	
10	30	$18,1 \pm 0,8$	4,5	29

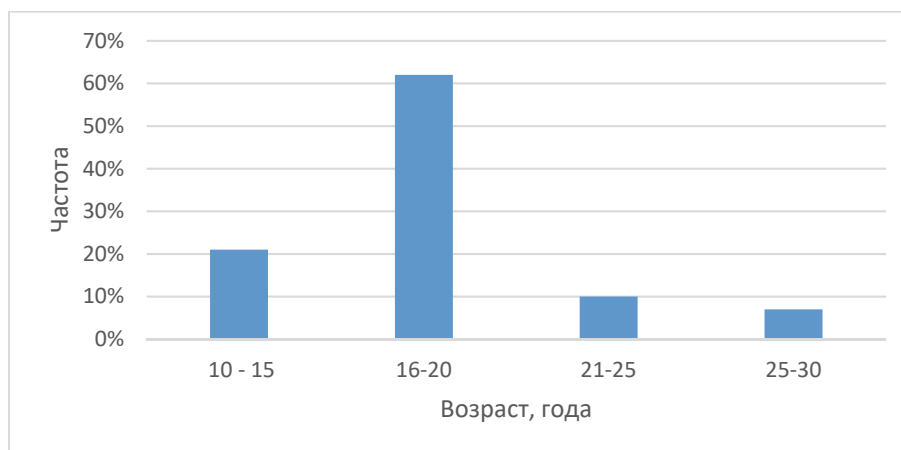


Рисунок 6 – Возрастной состав серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Рост

Исследование роста серрипеса Лаперуза Корякского побережья в 2021 г. выявило особенности изменения линейных размеров в течение жизни. На графиках группового роста наблюдается быстрое увеличение средних размерных показателей до достижения моллюсками возраста 8 лет, в последующие годы линейный рост замедляется (рис. 7, 8).

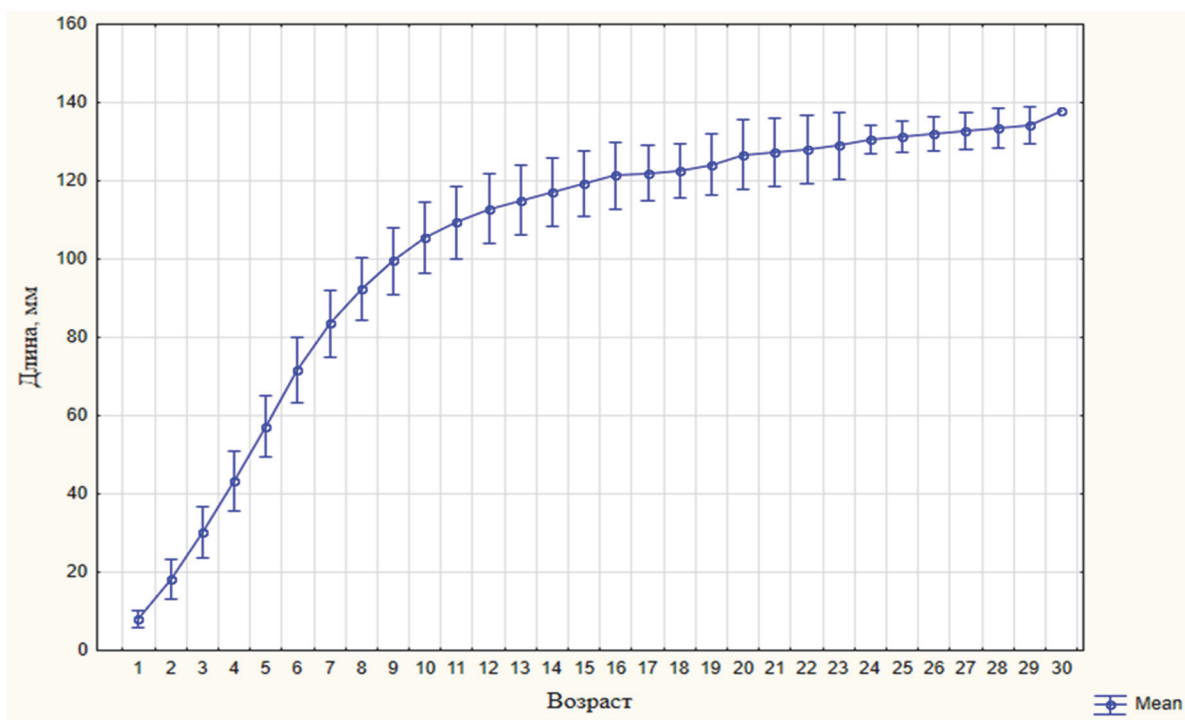


Рисунок 7 – График группового роста по длине серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

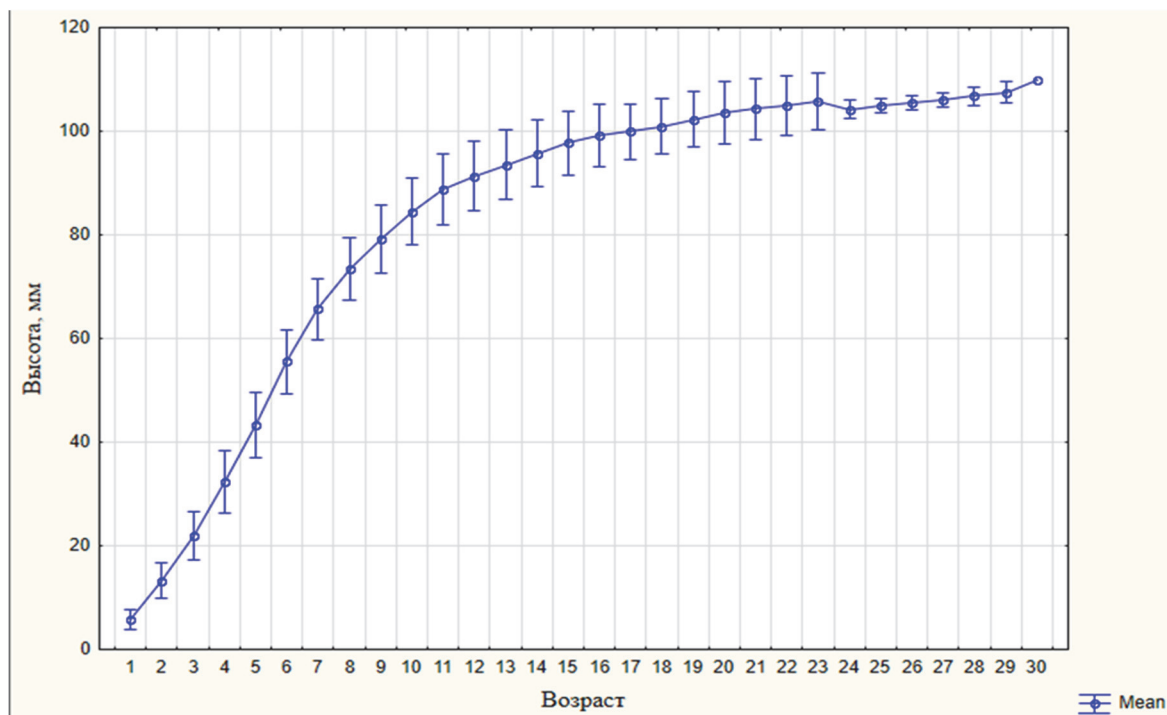


Рисунок 8 – График группового роста по высоте серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Приросты в первые годы жизни моллюсков составляли 8–14 мм по длине и 5,8–12 мм по высоте. Максимальные приросты отмечены на шестом году, они достигали 14 и 12 мм соответственно (рис. 9, 10). Приросты по длине постепенно уменьшаются на восьмом году жизни с 9 до 2 мм. Размеры приростов высоты резко снижаются.

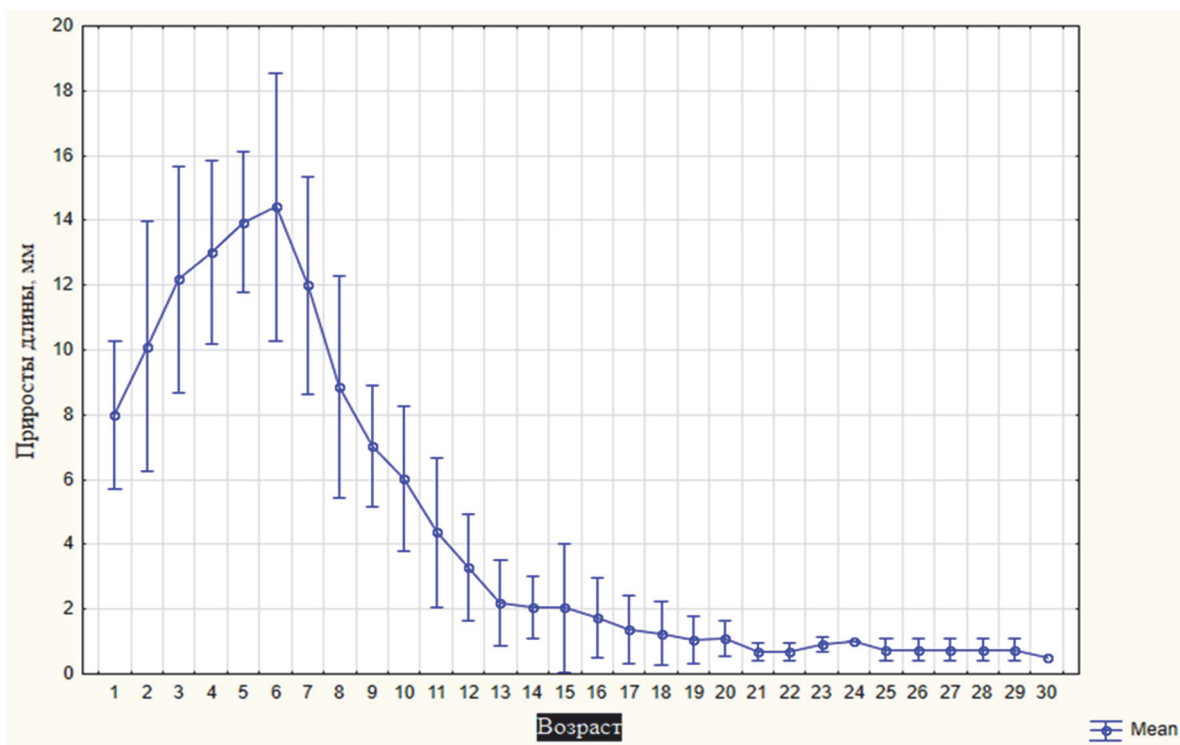


Рисунок 9 – Динамика размерных приростов по длине серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

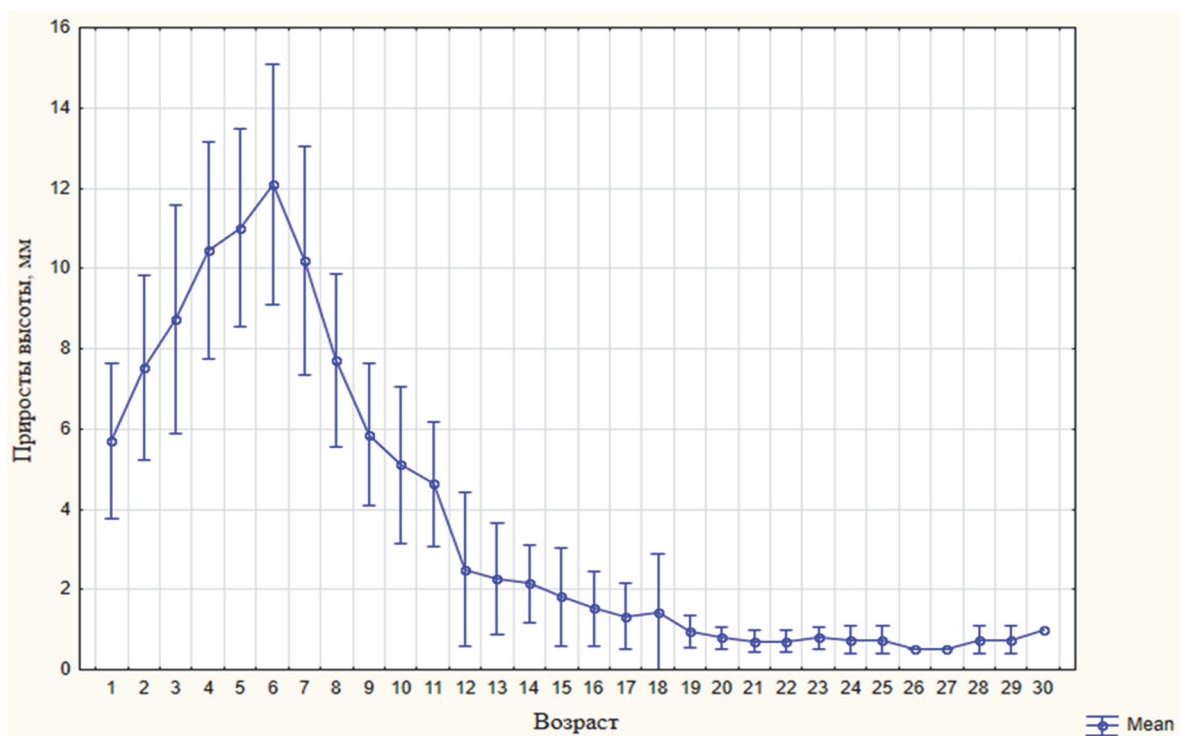


Рисунок 10 – Динамика приростов по высоте серрипеса Лаперуза Корякского побережья, 2021 г.

Исследование индивидуального роста серрипеса Лаперуза выявило увеличение изменчивости линейных параметров в старших возрастных группах (рис. 11, 12), что возможно связано с малым количеством животных старше 19 лет. Особенности роста особей – следствие разных причин, среди которых условия среды. Наиболее крупные особи обнаружены на станциях № 1, 3, 5, глубины варьировались от 31 до 51 м. Размеры особей на этих станциях изменялись от 126 до 144 мм.

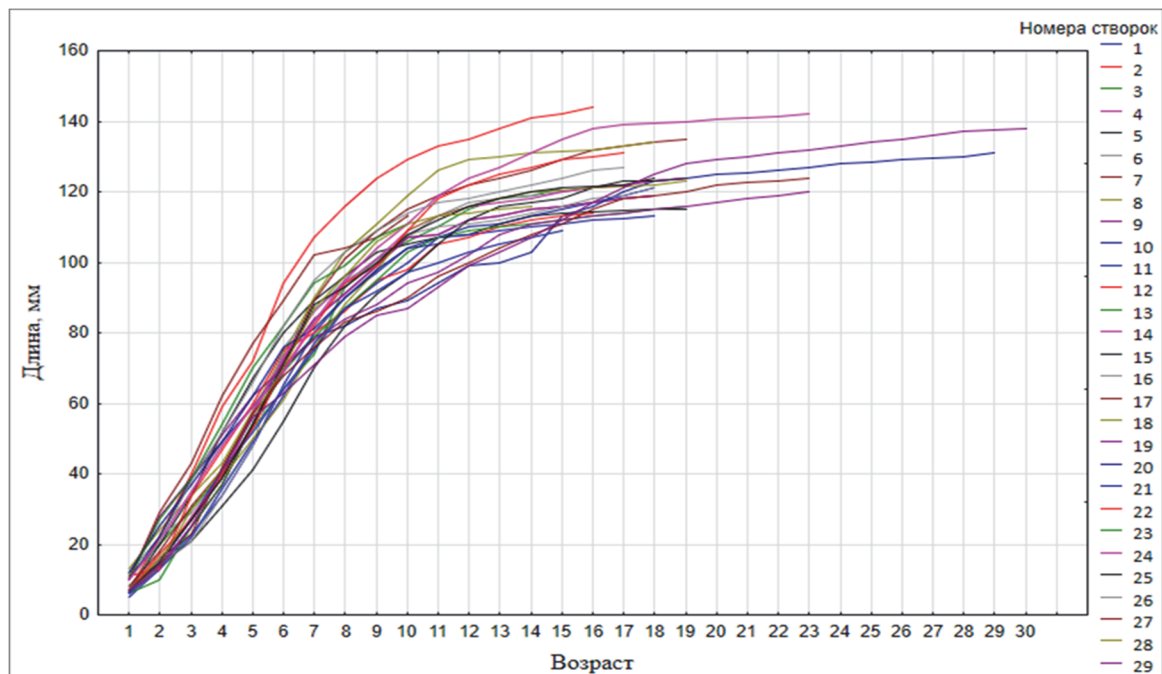


Рисунок 11 – График индивидуального роста по длине серрипеса Лаперуза
Корякского побережья, 2021 г.

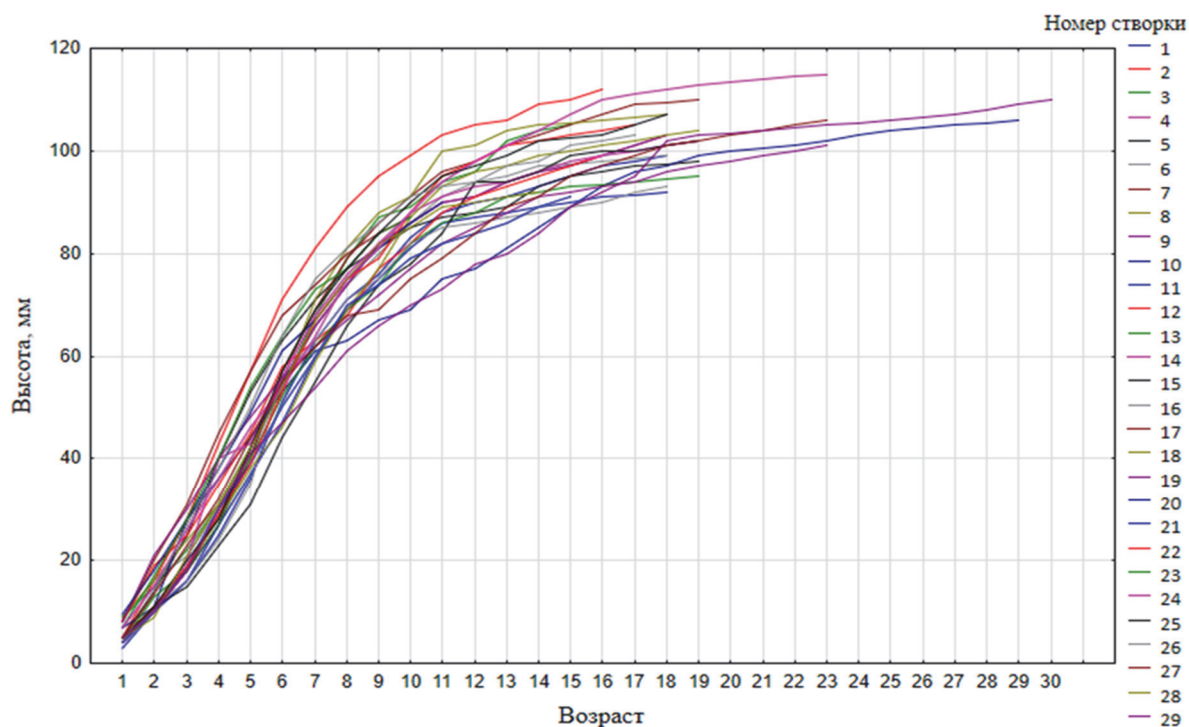


Рисунок 12 – График индивидуального роста по высоте серрипеса Лаперуза
Корякского побережья, 2021 г.

Заключение

Исследование серрипеса Лаперуза, собранного вдоль Корякского побережья Берингова моря осенью 20021 г. позволили сделать следующие выводы:

1. Размерный состав раковины серрипеса Лаперуза изменялся от 106 до 144 мм в длину и от 88 до 116 мм – в высоту. Средняя длина составила $122 \pm 4,2$ мм, средняя высота – $100,2 \pm 1,5$ мм.

2. Массовый состав раковин серрипеса Лаперуза изменялся от 51,7 до 156,4 г. Средняя масса створки составила $82,6 \pm 5,1$ г.

3. Возрастной состав серрипеса Лаперуза изменялся от 10 до 30 лет. Средний возраст составил $18 \pm 0,8$ лет.

4. Наиболее быстрый линейный рост как по длине, так и по высоте характерен для первых 6–8 лет жизни, затем он замедляется.

Ранее максимальный возраст *S. laperousii* оценивался в 12–13 лет [2], что отличается от данных, полученных в ходе исследования. Возможно, это следствие особенностей применяемых методов определения возраста.

Библиографический список

1. Скарлато О. А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука, 1981. 348 с.

2. Биологические ресурсы Камчатки и их рациональное использование. URL: https://studref.com/428173/meditsina/promyslovy_e_mollyuski (дата обращения: 31. 03. 2022).

3. Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Наукова думка, 1989. 101 с.

Елизавета Владимировна Манжела

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-422, Россия, Владивосток, e-mail: lizamanzela@gmail.com

Роман Викторович Власенко

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, научный сотрудник лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей, канд. биол. наук, Россия, Владивосток, e-mail: rv_vlasenko@mail.ru

**Характеристика биологического состояния двустворчатого моллюска
Mercenaria stimpsoni в водах южного и северного Приморья**

Аннотация. Дана характеристика биологического состояния мерценарии Стивпсона южного и северного Приморья по уловам летом–осенью 2012 и 2020 гг.

Ключевые слова: мерценария Стивпсона, *Mercenaria stimpsoni*, определение возраста, массовый состав, рост, Японское море

Elizaveta V. Manzhela

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-422, Russia, Vladivostok, e-mail: lizamanzela@gmail.com

Roman V. Vlasenko

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Researcher, Laboratory of commercial invertebrates and algae, PhD in Biological Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: rv_vlasenko@mail.ru

**Characteristics of the biological state of the bivalve *Mercenaria stimpsoni*
in water of southern and northern Primorye**

Abstract. The characteristics of the biological state of the *Mercenaria stimpsoni* of southern and northern Primorye by catches in summer and autumn 2012 and 2020.

Keywords: *Mercenaria stimpsoni*, age determination, mass composition, growth, Japan Sea

Тихоокеанский приазиатский низкобореальный зарывающийся двустворчатый моллюск мерценария Стивпсона (*Mercenaria stimpsoni*) встречается у берегов Приморского края на глубине от 1 до 45 м, занимают видное место по удельной биомассе и численности среди представителей макрозообентоса верхней сублиторали [1]. Селится на песчаном, илисто-песчаном, мелко-галечном и ракушечном грунтах, на глубине 2–45 м. Обычно зарывается в слой грунта на длину раковины (может зарываться на глубину 20 см), предпочитает более рыхлые участки дна. Максимально установленный возраст 46 лет [2], длина раковины 100 мм, масса особи 250 г. Мерценарии раздельнополы, гермафродитные особи встречаются редко. Оплодотворение наружное, с последующим прохождением личинкой пелагической стадии [3].

Нерест с августа по октябрь, зависит от достижения подходящего температурного режима поверхностных вод района обитания [1].

Цель работы – дать характеристику биологического состояния мерценарии Стивпсона из уловов южного и северного Приморья осенью 2012 и 2020 гг.

Материалом для работы послужили раковины моллюсков из прибрежных вод Приморского края, собранные в ходе водолазных гидробиологических исследований сотрудниками лаборатории промысловых беспозвоночных и водорослей тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в летне-осенние периоды 2012, 2020 гг., табл. 1.

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы

Район	Дата	Глубина	Грунт	Количество раковин
м. Проходной	28.06.2012	7,5	песок, ил	30
б. Валентина	19.08.2020	9,2	песок	27

Раковины распиливали алмазным диском под струей воды при помощи гравировальной машинки (способ мокрой резки) в радиальном направлении – перпендикулярно к наружной поверхности от макушки к нижнему краю, чтобы пересечь все последовательные линии нарастания (рис. 1). В большинстве случаев выпиливали сектор раковины нижнего края, там, где слои нарастания сильно сгущаются и достоверно определить их количество по скульптуре раковины не является возможным

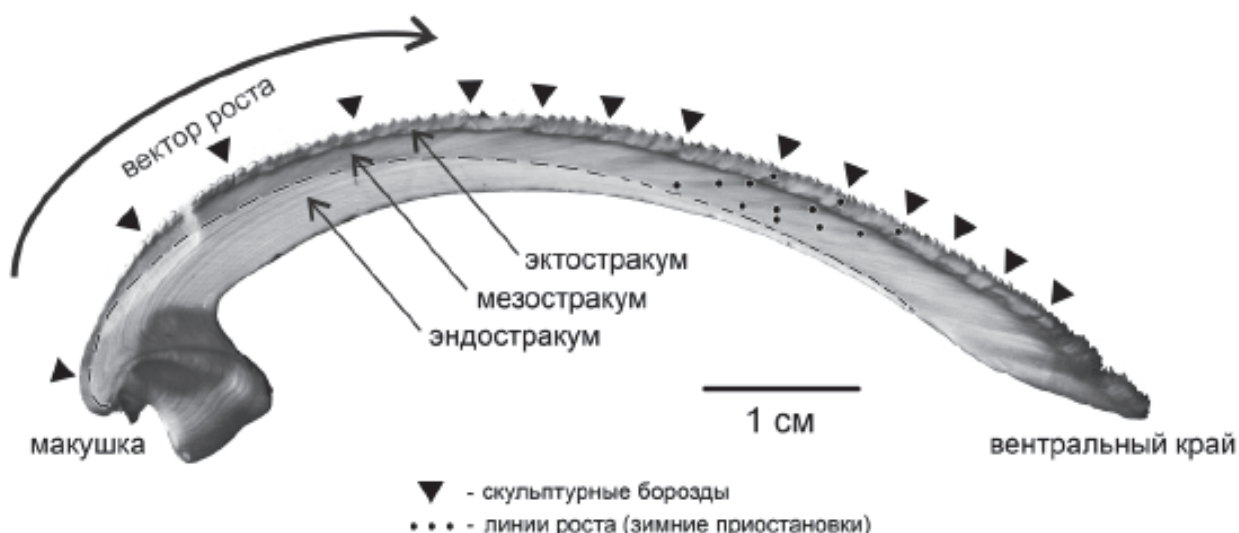


Рисунок 1 – Радиальный срез створки раковины мерценарии (фото автора)

Оформление и статистическая обработка данных выполнены на ПК с использованием программ Microsoft Excel и Statistica.

Результаты исследования

Размерный состав

Длина раковины мерценарии Стимпсона в районах исследования варьировалась от 57 до 85 мм (табл. 2). В бухте Валентина (северный район) летом 2012 г. моллюски не достигали 75 мм, на мысе Проходном (южный район) осенью 2020 г. максимальный размер был на 10 мм больше.

Представитель с наибольшей длиной раковины был обнаружен на мысе Проходном, который расположен на юге Приморья, на глубине 7,5 м.

В бухте Валентина преобладали моллюски от 60 до 69 мм (77 %) (рис. 2), а на мысе Проходном – от 75 до 79 мм (60 %), рис. 3.

Таблица 2 – Размерные показатели мерценарии Стивенса бухты Валентина и мыса Проходной в 2012 и 2020 гг.

Район	Длина раковины, мм				Количество экз.
	X min	X max	$\bar{X} \pm m_x$	σ	
Бухта Валентина	57	74	$65,3 \pm 0,5$	4,2	27
Мыс Проходной	68	85	$77,1 \pm 0,4$	3,8	30

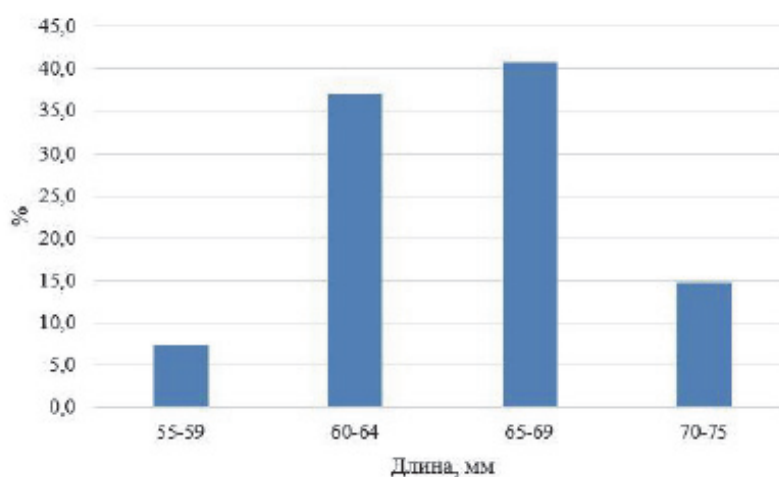


Рисунок 2 – Размерный состав по длине раковины мерценарии Стивенса в бухте Валентина, 2012 г.

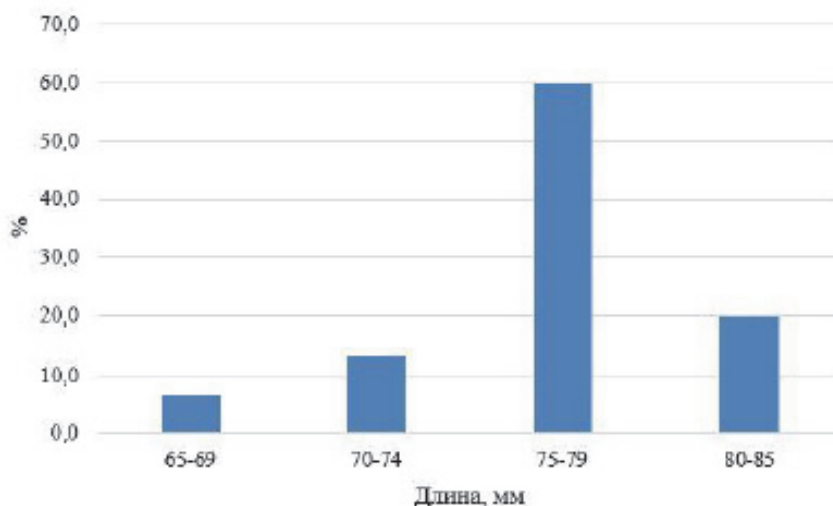


Рисунок 3 – Размерный состав по длине раковин мерценарии Стивенса на мысе Проходном, 2020 г.

Массовый состав

Массовый состав раковин мерценарии Стивенса в бухте Валентина и мысе Проходном летом 2012 г. и осенью 2020 г. представлен экземплярами от 48 до 123 г (бухта Валентина) и от 93 до 212 г (мыс Проходной), табл. 3.

Представитель с наибольшей массой раковины был найден на мысе Проходном на глубине 7,5 м.

В бухте Валентина преобладали моллюски с массой створок от 55 до 74 мм (55 %), рис. 4, а на мысе Проходном – от 140 до 150 мм (26 %), рис. 5.

Таблица 3 – Показатели массы мерценарии Стимпсона в бухте Валентина в 2012 г. и на мысе Проходном, 2020 г.

Район	Масса, г				Количество, экз.
	X min	X max	$X \pm mx$	σ	
Бухта Валентина	48	123	$75,4 \pm 2,7$	20,6	27
Мыс Проходной	93	212	$144,5 \pm 1,9$	24,7	30

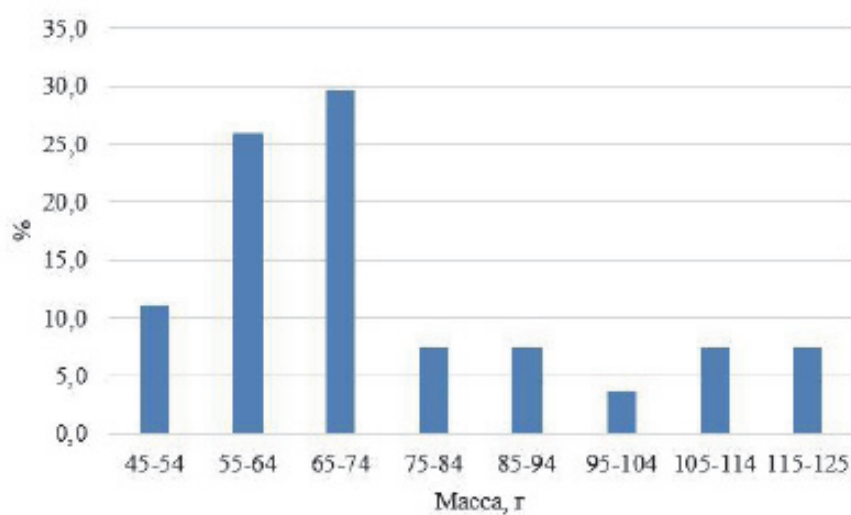


Рисунок 4 – Массовый состав мерценарии Стимпсона в бухте Валентина, 2012 г.

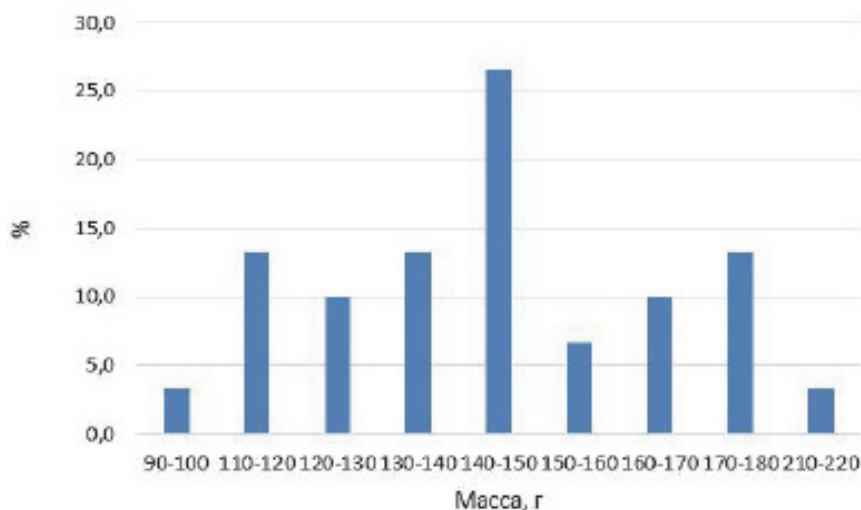


Рисунок 5 – Массовый состав мерценарии Стимпсона на мысе Проходном, 2020 г.

Возрастной состав

Возраст варьировался от 11 до 48 лет в бухте Валентина, а на мысе Проходном – от 24 до 67 лет (рис. 6, 7).

Самый долгоживущий представитель был найден на мысе Проходном с глубиной 7,5 м.

В бухте Валентина преобладали моллюски с возрастом от 10 до 14 лет (34 %), а на мысе Проходном – моллюски с возрастом от 25 до 29 лет (20 %).

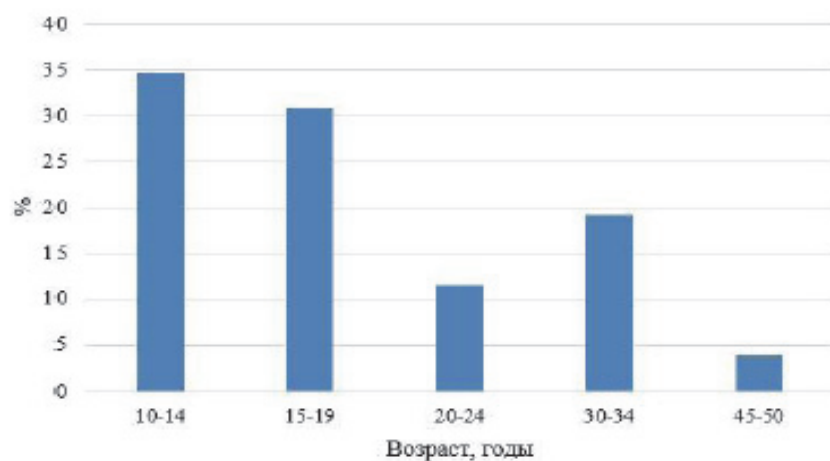


Рисунок 6 – Возрастной состав мерценарии Стивенса в бухте Валентина, 2012 г.

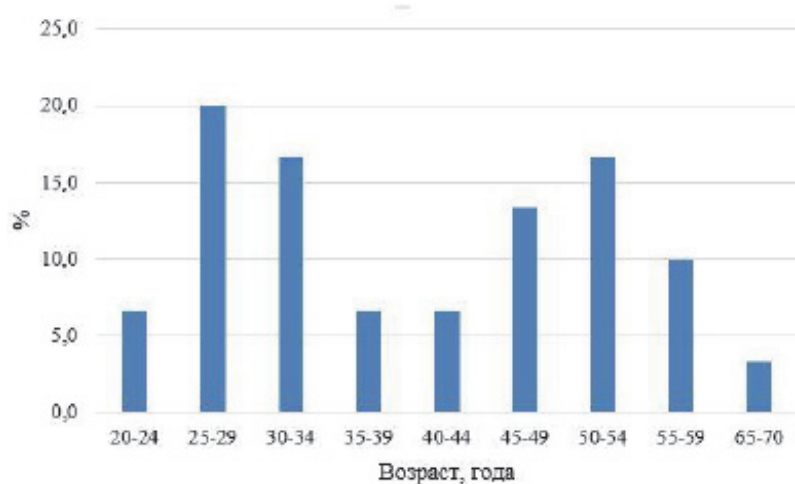


Рисунок 7 – Возрастной состав мерценарии Стивенса на мысе Проходном, 2020 г.

Зависимость длина–масса

У мерценарии Стивенса в бухте Валентина выявлена зависимость длина–масса, достоверность аппроксимации не превышает 0,7 (рис. 8). При достижении длины в 70 мм набор массы ускоряется (рис. 8).

Зависимость длина–масса у мерценарии на мысе Проходном крайне слабая (рис. 9). По достижении длины в 60 мм набор массы становился более стабильным

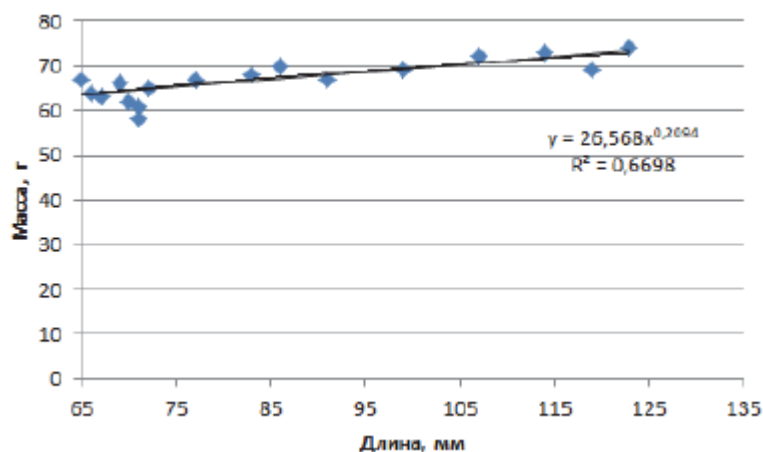


Рисунок 8 – Зависимость длина–масса мерценарии Стивенса в бухте Валентина

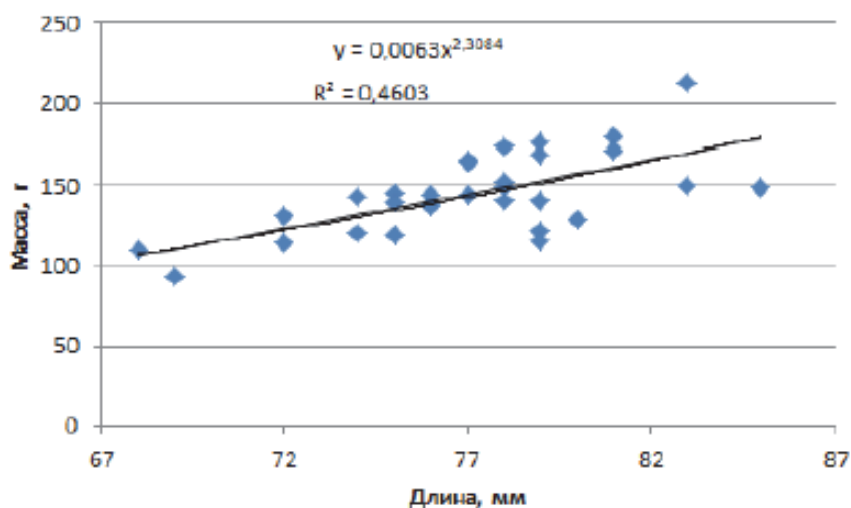


Рисунок 9 – Зависимость длина–масса мерценарии Стивпсона на мысе Проходном

Заклучение

В ходе исследования были получены сведения о биологическом состоянии мерценарии Стивпсона в водах южного и северного Приморья, позволившие сделать следующие выводы.

1. Размерный состав раковин мерценарии Стивпсона ограничивался 57–74 мм в бухте Валентина и 68–85 мм на мысе Проходном. Средняя длина, соответственно, составила $65,3 \pm 0,5$ мм и $77,1 \pm 0,4$ мм.

2. Массовый состав раковин мерценарии Стивпсона изменялся от 48 до 123 г в бухте Валентина и от 93 до 212 г – на мысе Проходном. Средняя масса створки составила $75,4 \pm 2,7$ г (бухта Валентина) и $144,5 \pm 1,9$ г (мыс Проходной).

3. Возрастной состав мерценарии Стивпсона изменялся от 11 до 48 лет (бухта Валентина) и от 24 до 67 (мыс Проходной). Средний возраст составил $19,6 \pm 2,5$ и $40,2 \pm 1,8$ лет соответственно.

У моллюска из южных вод Приморья (мыс Проходной) максимальный возраст составил 67 лет, наименьший возраст определен у особи из северных вод бухты Валентина – 48 лет. Сопоставление количественных характеристик роста мерценарии из различных местообитаний свидетельствует о более интенсивном росте особей в южных водах, по сравнению с северными.

Библиографический список

1. Золотарев В.Н. Склерохронология морских двустворчатых моллюсков. Киев: Наукова думка, 1989. С. 21–35.
2. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. Л.: Наука, 1981. 348 с.
3. Селин Н.И. Пространственно-временные изменения структуры популяции и рост двустворчатого моллюска *Mercenaria stimpsoni* в Японском море // Биол. моря. 1995. № 1. С. 51–59.

Михаил Аркадьевич Новиков

Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича, ведущий научный сотрудник, канд. биол. наук, ORCID: 0000-0002-2503-734X, Scopus ID: 7006245254, Россия, Мурманск, e-mail: mnovik@pinro.ru

**О связи уровня загрязнения морских донных отложений
с содержанием органического углерода**

Аннотация. С использованием ГИС-технологий на примере Баренцева моря проанализирована связь содержания органического углерода (C_{org}) и уровня загрязнения донных отложений тяжелыми металлами и пестицидами. Представлена новая генеральная карта содержания C_{org} в отложениях Баренцева моря, выполненная на основе результатов аналитических исследований 513 проб, отобранных в ходе морских экспедиций ПИНРО в период 2003–2021 гг. Показано, что участки повышенного антропогенного загрязнения донных отложений лишь в незначительной степени приурочены к участкам с высоким содержанием C_{org} .

Ключевые слова: Баренцево море, донные осадки, органический углерод, тяжелые металлы, хлорорганические пестициды

Mikhail A. Novikov

Polar Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography named after N.M. Knipovich, Leading Researcher, PhD in Biological Sciences, ORCID: 0000-0002-2503-734X, Scopus ID: 7006245254, Russia, Murmansk, e-mail: mnovik@pinro.ru

**On the relations between pollution levels of marine bottom sediments
and the organic carbon content**

Abstract. The paper presents an analysis of the relations between the organic carbon content (C_{org}) and pollution of bottom sediments with heavy metals and pesticides using GIS-technologies and the Barents Sea as an example. A new comprehensive chart showing the C_{org} content in the Barents Sea sediments is attached. The chart was compiled using the results obtained from the analysis of 513 samples that were collected during PINRO marine cruises from 2003 to 2021. It is shown that the areas with an increased anthropogenic pollution of bottom sediments are related to the areas with a high C_{org} content only to a small extent.

Keywords: Barents Sea, bottom sediments, organic carbon, heavy metals, organochlorine pesticides

Значительные массы рассеянных элементов в океане связываются растворенным и взвешенным органическим веществом. Его основным источником служат отмирающие планктонные организмы. Процесс разрушения их остатков наиболее активно происходит до глубины 500–1000 м. Поэтому в осадках шельфовых и неглубоких приконтинентальных морей скапливаются огромные массы дисперсного органического вещества морских гидробионтов, к которым добавляются органические взвеси терригенного происхождения. Основная часть органического вещества океана находится в растворенном состоянии и лишь 3–5 % – в виде взвеси [1]. Среди геохимических особенностей донных отложений (ДО), имеющих значение для окислительно-восстановительных процессов диагенеза, явля-

ется высокое (до 2 и более процентов) содержание органического углерода $C_{орг}$. Такие величины содержания органического вещества в современных ДО арктических морей являются отражением активных продукционных процессов, протекающих в толще воды [2]. Для многих морей России: Балтийского, Баренцева, Карского, Чукотского, Белого и др. – в современный теплый климатический период отмечена тенденция увеличения отдельных компонентов цикла углерода – первичной продукции и объемов захоронения $C_{орг}$ в донных осадках [3].

Исследовали пробы донных осадков, собранные в морских экспедициях ПИНРО им. Н.М. Книповича в период 2003–2021 гг. Для отбора проб использовали дночерпатель Ван Вина; на каждой станции брали одну пробу из поверхностного слоя ДО (до 2 см). Отобранные пробы замораживали при температуре $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и доставляли в стационарную лабораторию. Всего проанализированы пробы с 513 станций, расположенных на всей акватории Баренцева моря. Общее содержание органического углерода в ДО (в процентах от сухой массы осадка) измеряли спектрофотометрическим методом после окисления хромово-сернокислородной смесью [4]. Сведения о содержании загрязняющих веществ в ДО брали из собственной базы данных ПИНРО им. Н.М. Книповича и опубликованных работ автора. Данные по загрязнению тяжелыми металлами и хлорорганическими соединениями приведены в расчете на сухую массу осадка. Картографирование и пространственный анализ данных осуществляли в среде прикладного пакета Arcview 3.2 (ESRI).

По нашим данным, содержание $C_{орг}$ в ДО Баренцева моря в 2003–2021 гг. изменялось от 0,03 до 4,82 % со средним значением $1,34 \pm 0,08\text{ \%}$ (± 2 стандартные ошибки среднего). Для примера, в Восточно-Сибирском море среднее значение содержания $C_{орг}$ в ДО составляет 1,67 %, а диапазон колебаний – от 0,29 до 2,27 % [5]. В верхнем слое донных осадков Белого моря содержание органического углерода составляет 1,14 %, Карского – 0,83 %, в морях восточной Арктики (море Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское моря) среднее содержание $C_{орг}$ оценивалось как 0,79–0,98 %, в Беринговом море – 0,84 % [6,7]. Таким образом, среди морей Северного Ледовитого океана содержание $C_{орг}$ в ДО Баренцева моря можно считать относительно высоким.

Уровень загрязнения морских ДО различными поллютантами, в первую очередь тяжелыми металлами (ТМ), часто связывают с уровнем содержания органического вещества (углерода) в них. Причина – в связывании ТМ, а также токсичных хлорорганических соединений (ХОС) гидробионтами, в первую очередь микроорганизмами планктона и бентоса. Прямые оценки корреляции содержания ТМ и $C_{орг}$ в пробах показывают, что эта связь действительно есть [8]. Однако напомним, что даже отмеченный нами максимальный коэффициент корреляции 0,7 в отношении меди и цинка говорит о том, что только половину изменчивости (дисперсии) уровней содержания этих ТМ в ДО можно объяснить концентрацией $C_{орг}$ ($R^2=0,49$). Чтобы лучше понять, как эта связь выглядит в реальности, мы предприняли попытку выполнить геопространственный анализ данных распределения уровней загрязнения ДО и содержания в них органического углерода.

На карте, представленной на рис. 1, видно, что ДО с высоким содержанием $C_{орг}$ наблюдаются в желобах и впадинах Баренцева моря, главным образом, в Центральном и Западно-Новоземельском, что вполне закономерно. Во впадинах Баренцева моря накапливаются мелкодисперсные ДО, алевриты и пелиты (ил и глина), обогащенные органикой. Преобладающий тип ДО в море – песчанистый ил [9]. Кроме того, повышенное содержание $C_{орг}$ в ДО характерно для северо-восточного склона Центральной впадины и восточного склона Шпицбергенской (Медвежинской) банки. Можно отметить, что для этих районов регулярно отмечается очень высокая биомасса мезозoopланктона [10].

Ранее отмечали, что высокое содержание $C_{орг}$ ($> 2\text{--}2,5\text{ \%}$) не характерно ни для северных, ни для южных участков дна Баренцева моря [11]. Наши данные не противоречат этому выводу, но с одной оговоркой: в современный период на севере Баренцева моря, кроме северо-восточной его части, стало отмечаться более высокое среднее содержание органического углерода.

На приведенной картограмме (рис. 1) значками также показаны станции с высоким, выше фонового, уровнем содержания ТМ в ДО. Фоновые уровни взяты нами из ранее опубликованного исследования [12]. Приведение всех станций с оцененным содержанием ТМ в ДО Баренцева моря сильно перегрузило бы карту с потерей значимой информации. Лучше всего на карте просматривается связь распределения высокого содержания хрома, никеля и органического углерода в Западно-Новоземельском желобе. В остальном, по большому счету, четкой связи не наблюдается. Таким образом, рассмотренные выше коэффициенты корреляции, вероятно, обусловлены изменчивостью в ряду низких и средних уровней содержания ТМ, но плохо объясняют распределение высоких. Ранее нами было показано, что наличие областей (зон) с высоким уровнем загрязнения ДО в Баренцевом море обусловлено комплексом причин, связанных с рельефом его дна, особенностями гидродинамики и близостью к источникам вторичного загрязнения [9, 13].

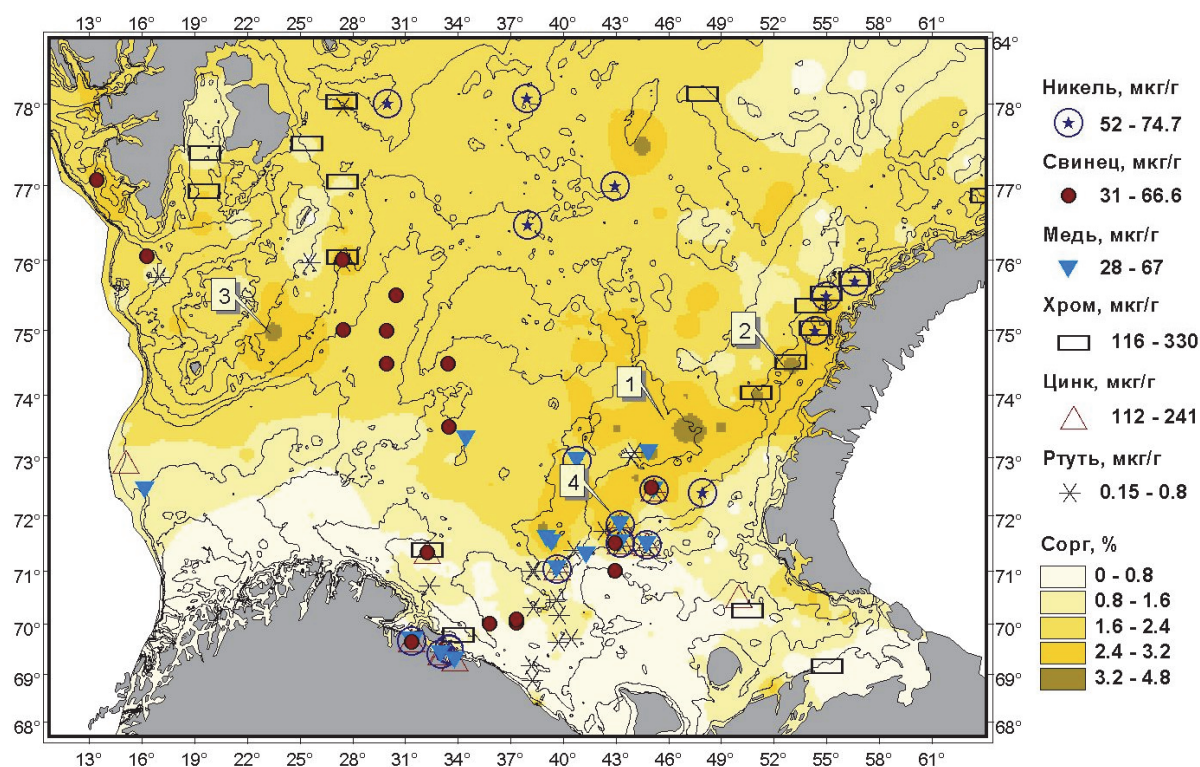


Рисунок 1 – Содержание органического углерода в донных отложениях Баренцева моря и некоторых ТМ в концентрациях, превышающих фоновый уровень (по данным 2003–2021 гг.). Цифрами обозначены: 1 – Центральная впадина (желоб); 2 – Западно-Новоземельский желоб; 3 – Шпицбергенская банка; 4 – восточный склон Центральной впадины

Аналогичную ситуацию по связи загрязнения с концентрацией $C_{орг}$ с можно наблюдать и при анализе распределения станций с высоким содержанием хлорорганических пестицидов в ДО Баренцева моря. На рис. 2 показано расположение станций, где было отмечено повышенное содержание ГХЦГ, ДДТ и ГХБ (два старших класса в 5-уровневой классификации по методу естественных границ) в ДО и содержание $C_{орг}$. Более подробно с картами распределения содержания ХОС в ДО Баренцева моря можно ознакомиться в нашем исследовании [14]. Следует сразу оговориться, что уровень содержания изученных ХОС в ДО Баренцева моря относительно не высок, но в ряде случаев содержание ДДТ и ГХЦГ превышает установленный в Норвегии фоновый уровень [15].

Из приведенной на рис. 2 картограммы следует, что непосредственная привязка уровня загрязнения ДО хлорорганическими пестицидами к содержанию в них $C_{орг}$ также затруднена. В то же время, если не считать загрязнения прибрежной зоны Западного Мурмана (к

западу от выхода из Кольского залива), можно констатировать, что вся южная часть Баренцева моря, содержащая мало $C_{орг}$ в ДО, является относительно чистой. Ранее мы указывали на то, что основное распространение загрязнения ДО Баренцева моря ХОС идет с севера на юг [14]. Загрязнение пестицидами аккумулируется в вышеупомянутых зонах, главными из которых являются восточный склон Центральной впадины и Западно-Новоземельский желоб [13]. ДО прибрежной части Баренцева моря, находящиеся в зоне влияния Нордкапского и Мурманского течений, в основном имеют незначительный уровень загрязнения ХОС.

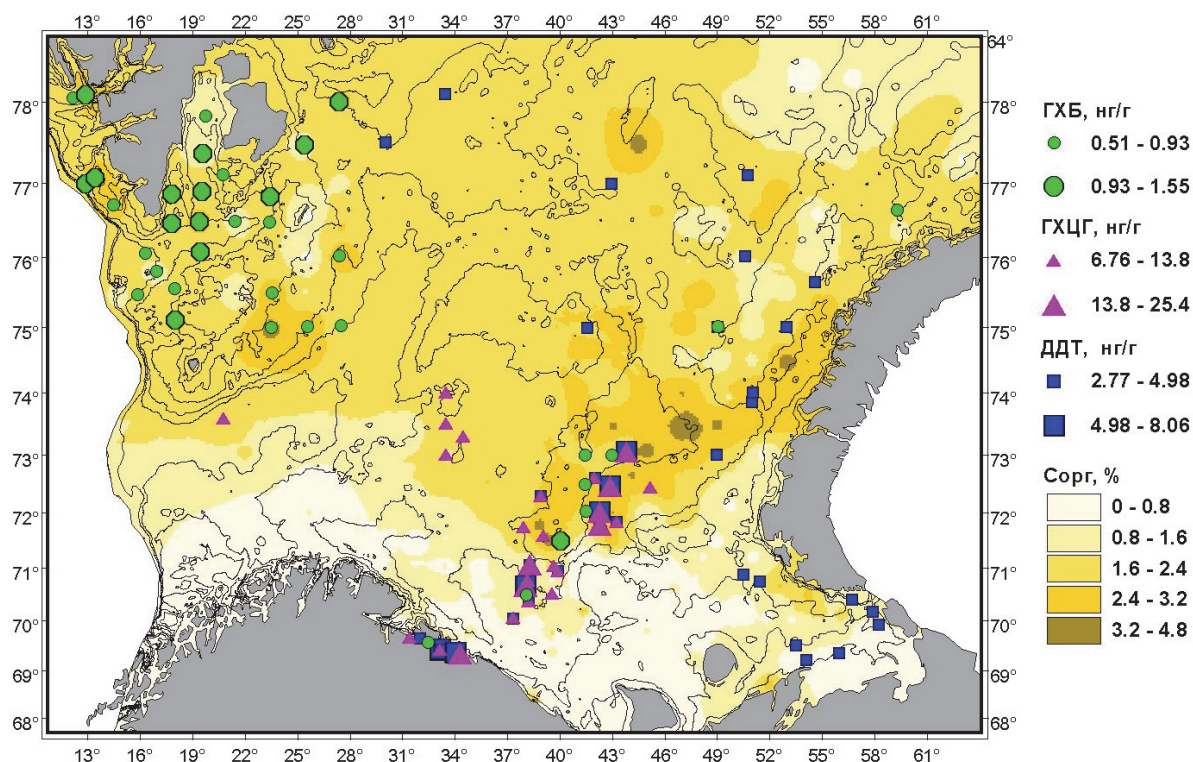


Рисунок 2 – Содержание органического углерода в донных отложениях и ряда ХОС в высоких (для Баренцева моря) концентрациях (по данным 2003–2021 гг.)

Результаты проведенных исследований показали, что содержание органического углерода в донных отложениях Баренцева моря географически часто не совпадает с участками повышенного загрязнения. В большинстве случаев наибольшие уровни загрязнения поверхностного слоя осадков тяжелыми металлами и хлорорганическими пестицидами отмечались в районах с содержанием $C_{орг}$ немного выше средних значений, на уровне 1,6–2,4 %. Отметим, что в расчетной модели интерполяции данных, результаты которой отображены на картограммах, среднее значение содержания $C_{орг}$ в ДО Баренцева моря составило 1,62 %. На это значение следует ориентироваться при анализе пространственно-распределенных данных в ГИС-приложении (например, Arcview). В то же время можно уверенно утверждать, что области низкого содержания $C_{орг}$ в ДО, в основном расположенные в южной части моря, загрязнены ТМ и ХОС в незначительной степени (за исключением узкой прибрежной полосы Западного Мурмана). Сделан вывод, что линейная связь (корреляция) загрязнения ТМ с содержанием $C_{орг}$ в ДО более характерна для акваторий с низким и близким к среднему уровню содержания последнего. Такие акватории располагаются преимущественно в южной части Баренцева моря. Накопление более значительных уровней загрязнения, а также комплексное загрязнение ДО моря в основном обусловлено другими причинами: биологической продуктивностью района, рельефом дна, течениями и близостью к источникам вторичного загрязнения (архипелаги).

Библиографический список

1. Виноградов А.П. Введение в геохимию океана. М.: Наука, 1967. 215 с.
2. Романкевич Е.А., Ветров А.А. Цикл углерода в арктических морях России. М.: Наука, 2001. 302 с.
3. Ветров А.А., Романкевич Е.А. Межгодовая изменчивость первичной продукции и потоков органического углерода в арктических морях России // Океанология. 2008. Т. 48, № 3. С. 371–380.
4. Потапова Л.И., Куприн П.Н., Фролова Л.В. Определение углерода органического вещества в донных осадках // Методы исследования органического вещества в океане. М.: Наука, 1980. С. 50–56.
5. Шакиров Р.Б., Сорочинская А.В., Обжиров А.И. Газогеохимические аномалии в осадках Восточно-Сибирского моря // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2013. № 1. Вып. 21. С. 98–110.
6. Горшкова Т.И. Биогеохимия современных морских осадков и их биологическое значение // Тр. ВНИРО. 1974. Т. 98. С. 135–144.
7. Беляев Н.А., Поняев М.С., Пересыпкин В.И. Органический углерод верхнего слоя донных осадков западной части Карского моря // Геология морей и океанов: Материалы XVIII Междунар. науч. конф. (Школы) по морской геологии. М.: ГЕОС, 2009. Т. IV. С. 17–20.
8. Новиков М.А., Жилин А.Ю. Характер распределения тяжелых металлов в донных отложениях Баренцева моря (по результатам статистического анализа) // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2016. Вып. 29, № 1. С. 78–88.
9. Новиков М.А. Применение цифровой модели донных отложений Баренцева моря для анализа загрязнения // Вестн. Кольского научного центра РАН. 2018. № 3(10). С. 205–209.
10. McBride, M. M., Filin, A., Titov, O., and Stiansen, J. E. (Eds.) IMR/PINRO update of the «Joint Norwegian-Russian environmental status report on the Barents Sea Ecosystem» giving the current situation for climate, phytoplankton, zooplankton, fish, and fisheries during 2012-13 // IMR/PINRO Joint Report Series. 2014(1). 64 p.
11. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. М.: Научный мир, 2002. 135 с.
12. Новиков М.А. К вопросу о фоновых значениях уровней содержания тяжелых металлов в донных отложениях Баренцева моря // Вестн. МГТУ. 2017. Т. 20, № 1–2. – С. 280–288.
13. Новиков М.А. Зоны аккумуляции загрязнения в донных отложениях Баренцева моря // Океанология. 2022. Т. 62, № 4. С. 578–589.
14. Новиков М.А. Стойкие органические загрязнители в донных отложениях Баренцева моря // Водные ресурсы. 2021. Т. 48, № 3. С. 334–343.
15. Bakke T., Breedveld G., Kællgvist T. et al. Veileder for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann – Revidering av klassifisering av metaller og organiske miljøgifter i vann og sedimenter (TA-2229). Oslo: Statens forurensningstilsyn, 2007. 12 p. (in Norwegian).

Евгений Валериевич Осипов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», канд. техн. наук, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: oev@mail.ru

Олег Анатольевич Данченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, аспирант кафедры «Промышленное рыболовство», Россия, Владивосток, e-mail: staratel_64@list.ru

Технические задачи конструкций морской аквакультуры

Аннотация. Конструкции морской аквакультуры за последнее время не претерпели изменений с учетом современных материалов и учетом эксплуатации. Проведенные исследования в прошлом не позволяют решать проблемы, которые возникают сегодня, соответственно, отсутствуют методы расчета конструкций для решения этих проблем. В работе излагаются задачи по решению проблем буксировки конструкций санитарной марикультуры из районов очистки бухт до районов морских течений. Потепление вод создает условия гибели продукции аквакультуры, решения этой проблемы – возможность буксировки конструкций в районы с нужной температурой.

Ключевые слова: аквакультура, санитарная аквакультура, буксировка

Evgeny V. Osipov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Russia, Vladivostok, e-mail: oev@mail.ru

Oleg A. Danchenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Russia, Vladivostok, e-mail: staratel_64@list.ru

Technical challenges of marine aquaculture structures

Abstract. The designs of marine aquaculture have not changed in recent years, taking into account modern materials and taking into account operation. The studies carried out in the past do not allow solving the problems that arise today; accordingly, there are no methods for calculating structures to solve these problems. The paper outlines the tasks for solving the problems of towing structures of sanitary mariculture from the areas of cleaning bays to areas of sea currents. The warming of waters creates conditions for the death of aquaculture products, the solution to this problem is the possibility of towing structures to areas with the right temperature.

Keywords: aquaculture, sanitary aquaculture, towing

Конструкции морской аквакультуры за последнее время не претерпели изменений с учетом современных материалов и эксплуатации. На конструкции действуют динамические нагрузки, которые влияют на длительную прочность, в ходе чего происходят изменения в структуре материала, связанные с процессами упрочнения, снижения удлинения и

возникает хрупкость материала. Проведенные исследования в прошлом не позволяют решать проблемы, которые возникают сегодня, в частности связанные с необходимостью буксировки сооружений санитарной марикультуры в другие районы для их обмыва, а также буксировки сооружений морской аквакультуры, связанные с повышением температуры воды в традиционных районах выращивания объектов аквакультуры. Здесь только в подзоне Приморья в 2021 г. гибель гидробионтов от повышения температуры поставила вопрос о закрытии ферм. Все это показывает актуальность данной работы для рыбохозяйственной отрасли и для решения задач экологии.

В настоящее время конструкции марикультуры в основном представляют собой рамный тип, рис. 1.

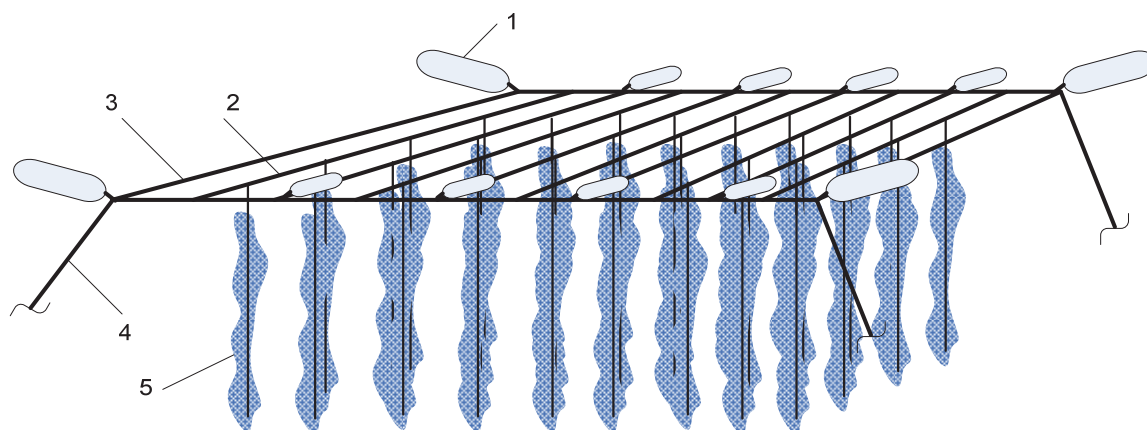


Рисунок 1 – Конструкция марикультуры: 1 – концевые буй; 2 – хребтина; 3 – рама; 4 – оттяжки; 5 – гирлянда с выращиваемыми гидробионтами

Еще в 50–70-е гг. XX в. исследования на потерю прочности материалов, применяемых в море, показали, что они теряют прочность: у полиэтилена за три года прочность падает на 50 %, у винила за 5 лет – на 50 %. Также идет потеря прочности при нагрузке 67 %, для капрона и тирелена потеря прочности достигает 73–75 %, для полиэтилена она составляет 41 % [1]. Как показали исследования [3–5], в основном это связано с хрупкостью материала под воздействием приложенной нагрузки и вытягивании материала, после этого под воздействием нагрузки он не может деформироваться и разрушается. В работе [1] предлагается брать при расчетах 50 % запаса, т.е. коэффициент запаса 2. Для буксировочных канатов на малой глубине рекомендуется брать коэффициент запаса 3–4, а на больших – 2–3. Если бухты закрыты, то большие волновые нагрузки отсутствуют, поэтому выбор коэффициента запаса 2–3 вполне оправдан. Однако исследования [3–5] показали, что для комплексной конструкции, включающей узловые соединения, необходимо брать коэффициент запаса 3–4.

Наиболее интересным материалом является полиэтилен, в то же время обрастание гирлянд из полиэтилена слабое, поэтому для гирлянды необходимо использовать капрон, он легко обрастает мидиями, которые используются в санитарной марикультуре. В то же время капрон быстро (в течение первого года) теряет прочностные характеристики в связи с воздействием на него ультрафиолета. Поэтому конструкция может иметь секционную форму, где верхний участок гирлянды состоит из полиэтиленовой секции, а следующие секции – из капрона. Для равномерной потери прочности капроновые секции можно менять по высоте (чередовать). Также это позволит собирать спад в одном месте, а далее переконпоновывать установку в месте работы под рельеф участка и под его площадь, распределяя менее плотно или более плотно гирлянды на хребтине и хребтины на раме.

В случае санитарной марикультуры необходима буксировка конструкции, которая также позволит скомпоновать ее для более эффективной буксировки. Конструкция такой буксировки показана на рис. 2, подробная система – на рис. 3.

При буксировке данной конструкции с гирляндами она испытывает другие нагрузки, чем при процессе выращивания в одном месте, при этом необходимо рассчитать скорости буксировки для оптимального режима сопротивления, исключая потери продукции и снижая затраты на топливо, а также обеспечить устойчивость системы в заданном положении буксировки.

При доставке в район отстоя конструкция с гирляндами устанавливается с заглублением, обеспечивающим снижение нагрузки от возможных волнений и штормов, а также с учетом максимальной глубины обитания выращиваемого объекта. В этом случае за счет модульной конструкции гирлянд сбор конструкции можно выполнить быстро и оптимально.

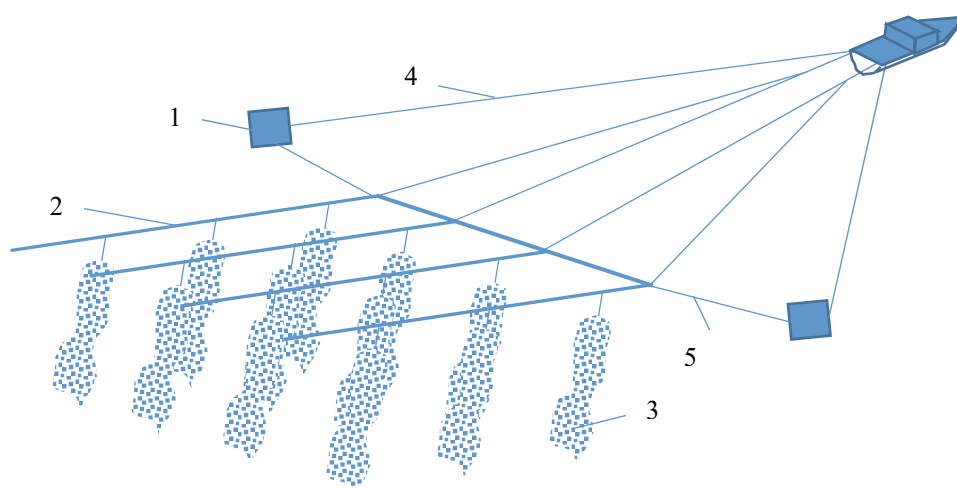


Рисунок 2 – Конструкция для буксировки сооружения марикультуры: 1 – распорные доски; 2 – хребтины; 3 – гирлянда; 4 – ваера; 5 – оттяжки

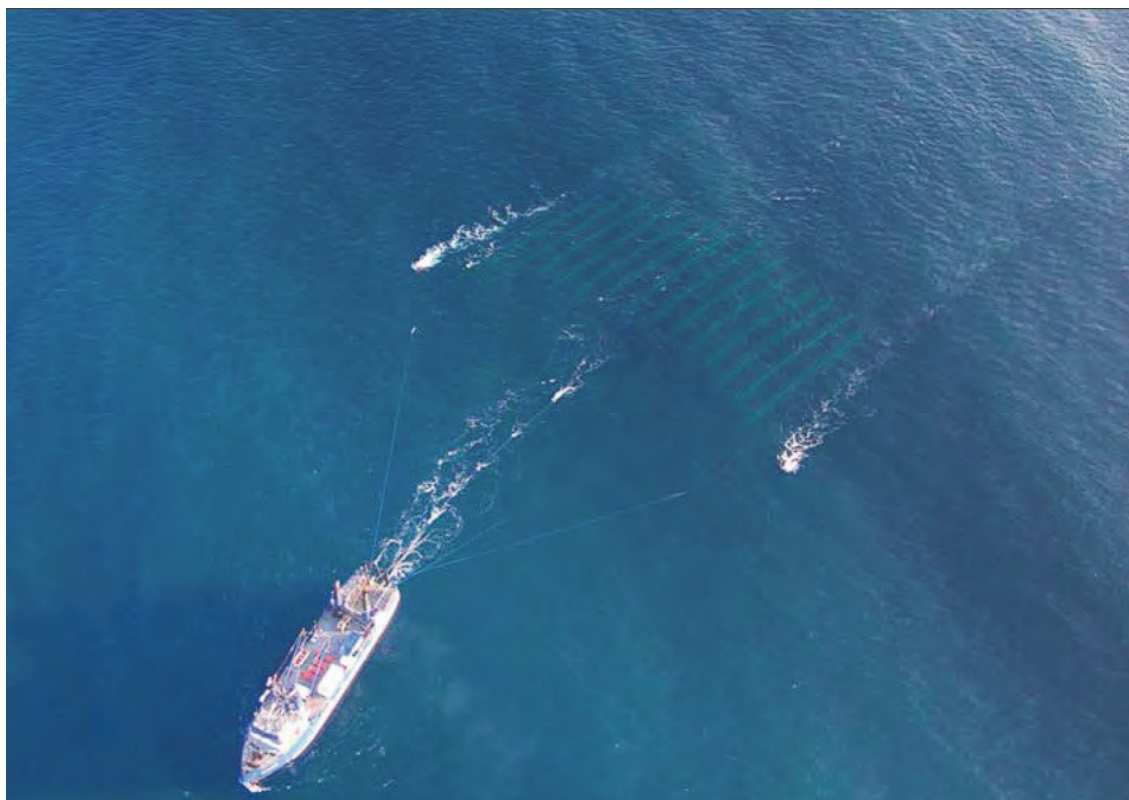


Рисунок 3 – Буксировка морской системы

В настоящее время авторы имеют накопленный теоретический и практический материал, позволяющий реализовать данный проект, который решит проблемы с аквакультурой в Приморье, связанные с потеплением, а также с загрязнением бухт и портов с применением санитарной марикультуры.

Библиографический список

1. Милн П.Х. Морские хозяйства в прибрежных водах. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1979. 198 с.
2. Ломакина Л.М. Технология постройки орудий лова. М.: Легк. и пищ. пром-сть, 1984. 208 с.
3. Осипов Е.В., Пилипчук Д.А. Исследование процессов износа капроновых ниток как комплекса взаимосвязанных эксплуатационных параметров // Рыб. хоз-во. 2020. № 5. С. 97–100.
4. Осипов Е.В., Пилипчук Д.А. Исследование синтетических нитей с учетом узловых соединений // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2019. С. 46–48.
5. Осипов Е.В., Пилипчук Д.А., Бородин П.А. Исследование износа полиэтиленовых крученых ниток // Инновационное развитие рыбной отрасли в контексте обеспечения продовольственной безопасности Российской Федерации: материалы IV Нац. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2021. С. 116–120.

Анастасия Андреевна Политаева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБМ-112, Author ID: 1086192, ORCID: 0000-0002-8417-140X, Scopus Author ID: 57219097825, Web of Science ResearcherID: AAY-9198-2021, Россия, Владивосток, e-mail: ordinary.n.p@gmail.com

Инга Владимировна Матросова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, канд. биол. наук, доцент, ORCID: 0000-0001-5316-4955, Scopus AuthorID: 14025605900, Web of Science ResearcherID: AAF-7994-2021, Россия, Владивосток, e-mail: matrosova.iv@dgtru.ru

Некоторые биологические характеристики дальневосточного трепанга и серого морского ежа из бухты Дунай и побережья острова Аскольд

Аннотация. Приведена характеристика размерно-массового, полового и возрастного состава дальневосточного трепанга и серого морского ежа из бухты Дунай и побережья острова Аскольд (зал. Петра Великого, Японское море) в июне 2021 г.

Ключевые слова: дальневосточный трепанг, серый морской еж бухты Дунай, побережье острова Аскольд, основные биологические характеристики

Anastasia A. Politaeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBm-112, Author ID: 1086192, ORCID: 0000-0002-8417-140X, Scopus Author ID: 57219097825, Web of Science ResearcherID: AAY-9198-2021, Russia, Vladivostok, e-mail: ordinary.n.p@gmail.com

Inga V. Matrosova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in Biological Sciences, Associate Professor, ORCID: 0000-0001-5316-4955, Scopus AuthorID: 14025605900, Web of Science ResearcherID: AAF-7994-2021, Russia, Vladivostok, e-mail: matrosova.iv@dgtru.ru

Some biological characteristics of the Far Eastern trepang and the gray sea urchin from Dunai bay and coastal islands of Askold Island

Abstract. The paper describes the characteristics of the size-mass, sex and age composition of the Far Eastern trepang and the gray sea urchin from Dunai bay and Coastal Islands of Askold (Peter the Great Hall, Sea of Japan) in June 2021.

Keywords: Far Eastern trepang, grey sea urchin Dunai bay, coastline of Askold Island, main biological characteristics

Введение

Дальневосточный трепанг и серый морской еж – гидробионты, обладающие лекарственной ценностью, уникальным пищевым составом, стимулирующими и укрепляющими свойствами и пользующиеся повышенным спросом в Японии, Корее, Китае.

Цель работы – изучить некоторые биологические характеристики дальневосточного трепанга и серого морского ежа бухты Дунай и побережья острова Аскольд.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования были дальневосточный трепанг (*Apostichopus japonicus*) и серый морской еж (*Strongylocentrotus intermedius*). Районами исследования биологического состояния дальневосточного трепанга и серого морского ежа являлись бухта Дунай и прибрежная часть акватории северо-западной и восточной части острова Аскольд (рис. 1). Бухта Дунай вдается в берег между мысом Веселкина и мысом, лежащим в 2,2 км от него к юго-востоку. В северо-восточной части бухты имеется участок берега, окаймленный песчано-галечным пляжем. Остальные берега бухты образованы отвесными утесами и окаймлены рифами. Остров Аскольд (42°46' с.ш, 132°20' в.д.) высотой 358,3 м, расположен в восточной части залива Петра Великого и отделен от материка глубоким проливом Аскольд.

Сбор материала был произведен водолажным способом на глубинах от 10 до 20 м на расстоянии 500–1000 м от берега, табл. 1.

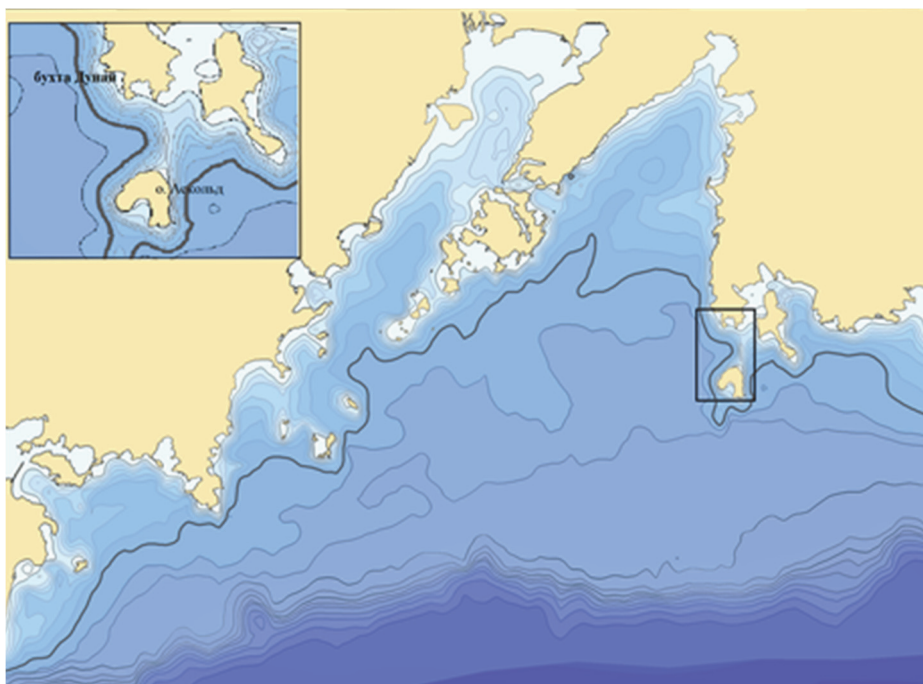


Рисунок 1 – Карта района работ (бухта Дунай, акватория острова Аскольд, залив Петра Великого) [1]

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы (трепанг дальневосточный, серый морской еж)

Год, период времени	Район работ	Объект исследования	Биологический анализ, экз.
08.06.2021–09.06.2021	Бухта Дунай	<i>A. japonicus</i>	38
		<i>S. intermedius</i>	25
10.06.2021–12.06.2021	Северо-западная и восточная части острова Аскольд	<i>A. japonicus</i>	62
		<i>S. intermedius</i>	25

Результаты и их обсуждение

Был проведен анализ размерного состава дальневосточного трепанга в бухте Дунай и северо-западной и восточной части острова Аскольд, залива Петра Великого (табл. 2).

В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. среднее значение длины тела дальневосточного трепанга составило $19,84 \pm 0,87$ см, в модальный класс вошли особи в диапазоне от 16 до 20 см (31,58 %), что представлено на рис. 2.

Таблица 2 – Длина дальневосточного трепанга в бухте Дунай и северо-западной и восточной части о. Аскольд, залива Петра Великого

Район исследования	Длина, см			Объем выборки, экз.
	X_{\max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X_{\min}	
Бухта Дунай	31,4	$19,84 \pm 0,87$	11,6	38
Остров Аскольд	38,7	$25,24 \pm 0,64$	17,2	62

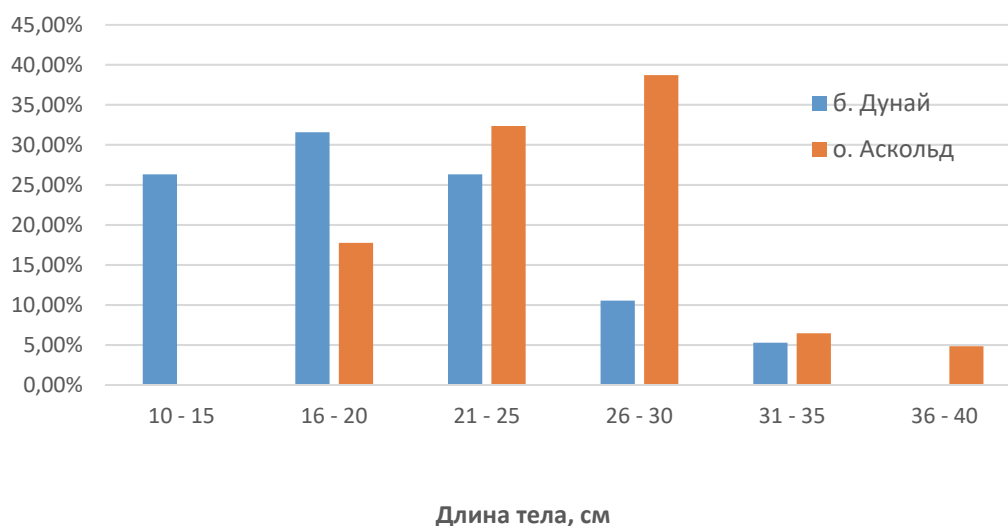


Рисунок 2 – Длина особей дальневосточного трепанга в бухте Дунай и районе острова Аскольд в июне 2021 г.

В районе острова Аскольд в первой половине июня 2021 г. среднее значение длины составило $25,24 \pm 0,64$ см, модальный класс составили особи длиной 26–30 см (38,71 %).

В целом по данным районам исследования большинство голотурий имели длину от 21 до 25 см (30 %).

Анализ общей массы и массы кожно-мускульного мешка особей дальневосточного трепанга в бухте Дунай и в районе острова Аскольд представлен в табл. 3 и на рис. 3.

Таблица 3 – Общая масса и масса кожно-мускульного мешка дальневосточного трепанга в бухте Дунай и в районе острова Аскольд в июне 2021 г.

Район исследований	W общ			W кмм			Объем выборки, экз.
	X_{\max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X_{\min}	X_{\max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X_{\min}	
Бухта Дунай	405,1	$239,12 \pm 11,24$	143,7	381,7	$216,1 \pm 11,15$	121,3	38
Остров Аскольд	469,7	$302,55 \pm 8,12$	179,2	431,7	$257,6 \pm 13,73$	156,6	62

В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. общая масса трепанга варьировала от 143,7 до 405,1 г. Модальный класс представлен трепангом с общей массой тела 151–200 г (34,21 %).

В районе острова Аскольд в июне 2021 г. общая масса особей варьировала от 179,2 до 469,7 г. Модальный класс был представлен трепангом массой 251–300 г (52,53 %).

Наибольшее количество особей в представленной выборке имели массу в диапазоне 251–300 г (28 %).

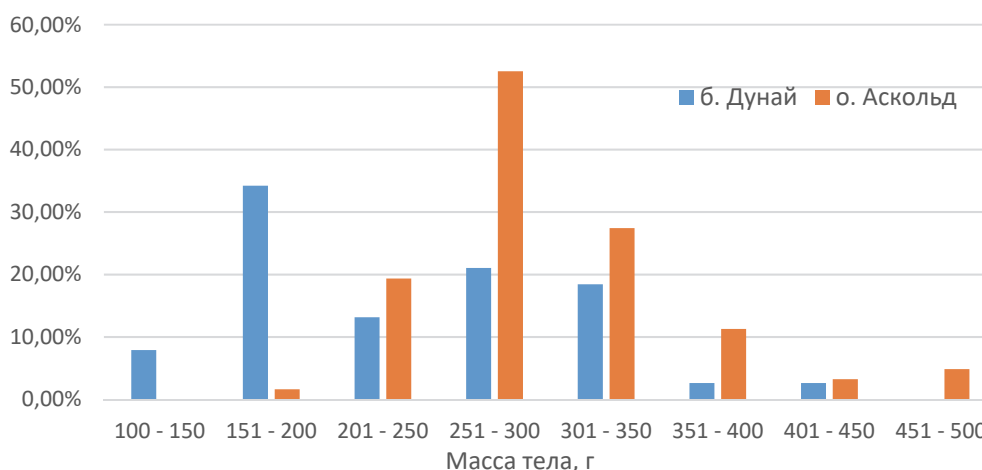


Рисунок 3 – Масса тела особей дальневосточного трепанга в бухте Дунай и районе острова Асכולд в июне 2021 г.

Для определения степени зрелости половых продуктов особей дальневосточного трепанга в исследуемых районах был рассчитан гонадный индекс (ГИ) как отношение массы гонады к массе кожно-мышечного мешка, выраженное в процентах (табл. 4).

Таблица 4 – Гонадный индекс дальневосточного трепанга в бухте Дунай и в районе острова Асכולд в июне 2021 г.

Период исследования	Гонадный индекс, %			Объем выборки, экз.
	X_{\max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X_{\min}	
08.06.2021–09.06.2021	Бухта Дунай			38
	18,3	$10,3 \pm 1,02$	5,83	
10.06.2021–12.06.2021	Остров Асכולд			62
	14,2	$8,64 \pm 0,56$	5,41	

В результате исследования полового состава дальневосточного трепанга в июне 2021 г. в районе бухты Дунай в выборке преобладали самцы (53,22 %). В исследуемой выборке в районе острова Асכולд также преобладали самцы (56,96 %). Данные о соотношении полов представлены на рис. 4, 5.

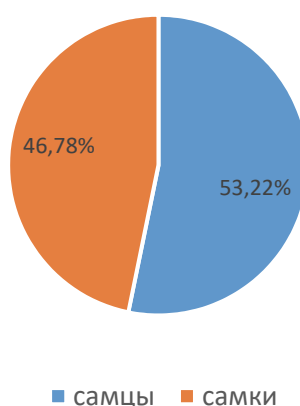


Рисунок 4 – Соотношение полов дальневосточного трепанга в июне 2021 г. в бухте Дунай

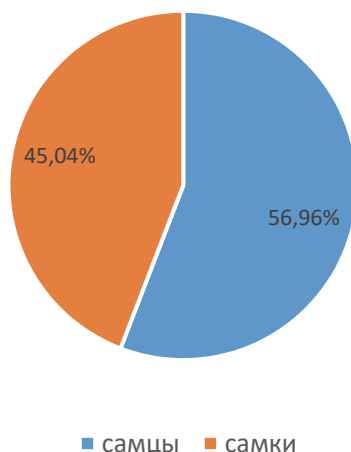


Рисунок 5 – Соотношение полов дальневосточного трепанга в июне 2021 г. в районе о. Аскольд

В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. преобладали особи, возраст которых составлял 2 года (31,58 %). В районе острова Аскольд в июне 2021 г. преобладали особи, возраст которых составлял 5 лет (20,97 %) (рис. 6).

В представленной выборке, по двум исследуемым районам, большинство особей соответствовали возрасту 5 лет (18 %).

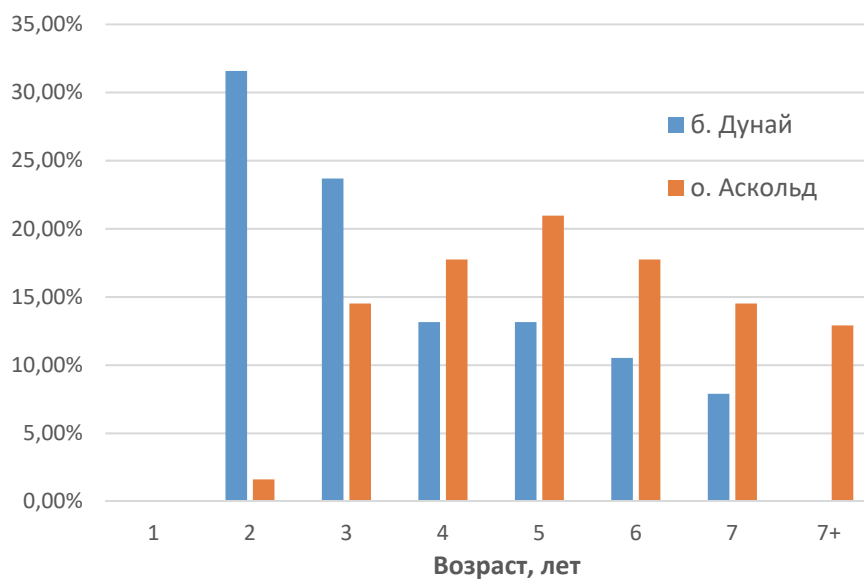


Рисунок 6 – Возрастной состав дальневосточного трепанга в июне 2021 г. в районе острова Аскольд

Серый морской еж

В результате исследования в бухте Дунай и северо-западной и восточной части острова Аскольд (залив Петра Великого) наибольшую массу в выборке имели особи серого морского ежа в диапазоне 61–70 г, что составило 32 % от общего количества экземпляров (рис. 7).

В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. масса ежей варьировала от 34,5 до 74,8 г (табл. 5). Модальный класс представлен особями с массой тела 51–60 г (36 %).

Диаметр панциря варьировался от 31,7 до 69,2 мм (табл. 5). Модальный класс составили ежи с диаметром панциря 56–60 мм (24 %).

В районе острова Аскольд в июне 2021 г. масса серых ежей варьировала от 41,5 г до 87,9 г. Модальный класс был представлен особями с массой 61–70 г (36 %).

Диаметр панциря варьировался от 40,7 до 67,7 мм (табл. 5). Модальный класс составили ежи с диаметром панциря 66–70 мм (36 %).

В представленной выборке, по двум исследуемым районам, у большинства особей диаметр панциря соответствовал интервалу 61–65, что составило 26 % от общего количества экземпляров (рис. 8).

Таблица 5 – Масса тела серого морского ежа в бухте Дунай и в районе острова Аскольд в июне 2021 г.

Район исследования	W _{панц} , г			D _{панц} , мм			Объем выборки, экз.
	X _{max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X _{min}	X _{max}	$\bar{X} \pm m_{\bar{x}}$	X _{min}	
Бухта Дунай	74,8	57,47±2,2	34,5	69,2	55,34±2,01	31,7	25
Остров Аскольд	87,9	69,05±2,59	41,5	67,7	59,96±1,77	40,7	25

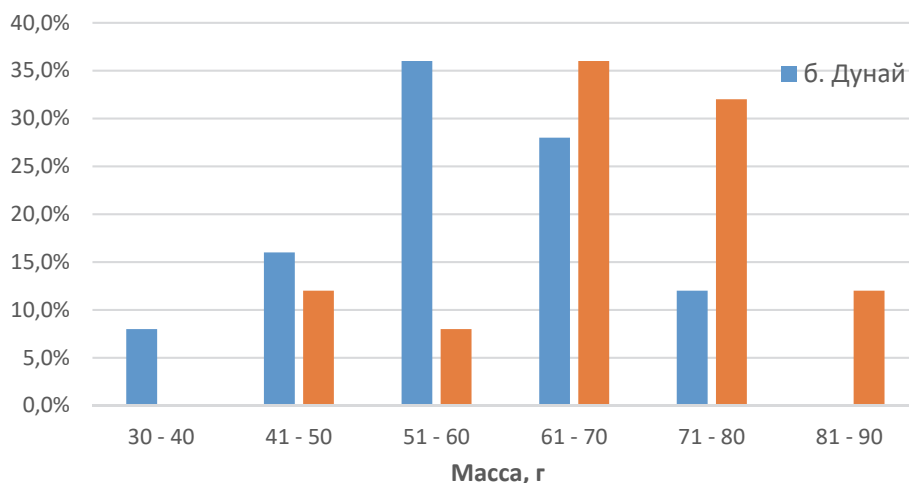


Рисунок 7 – Масса особей серого морского ежа в бухте Дунай и районе острова Аскольд в июне 2021 г.

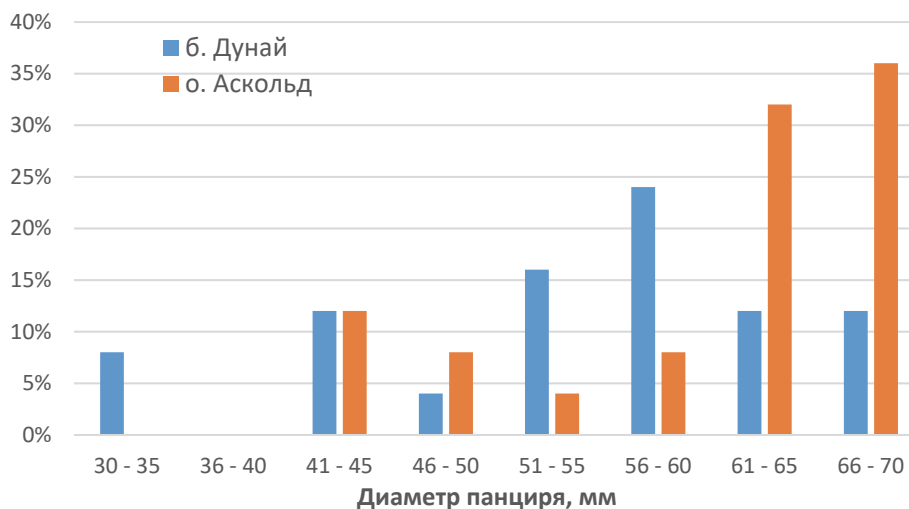


Рисунок 8 – Диаметр панциря серого морского ежа в бухте Дунай и районе острова Аскольд в июне 2021 г.

Анализируя данные возрастного состава *S. intermedius* в исследуемых районах залива Петра Великого, установлено, что большинство особей соответствовали возрасту 6 лет (22 %). В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. преобладали особи, возраст которых составлял 6 лет (14 %). В районе острова Аскольд преобладали особи, возраст которых составил 7 лет (16 %) (рис. 9).

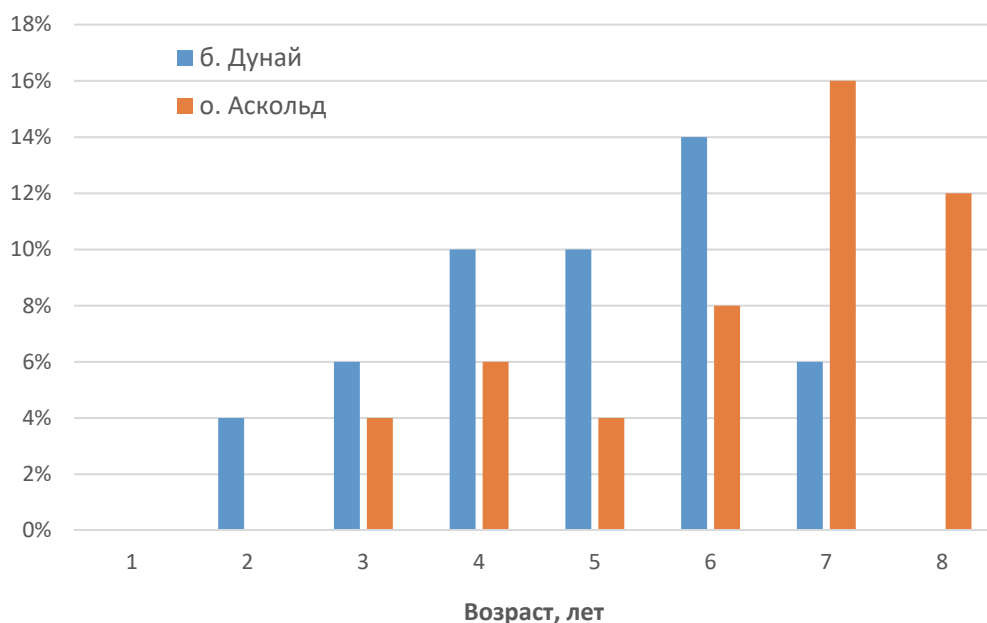


Рисунок 9 – Возрастной состав серого морского ежа в бухте Дунай и районе острова Аскольд в июне 2021 г.

Заключение

1. В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. среднее значение длины тела дальневосточного трепанга составило $19,84 \pm 0,87$ см, преобладали особи от 16 до 20 см. В районе острова Аскольд среднее значение длины $25,24 \pm 0,64$ см, преобладали особи 26–30 см. В бухте Дунай общая масса трепанга варьировала от 143,7 до 405,1 г, с преобладанием трепанга 151–200 г, в районе острова Аскольда – от 179,2 г до 469,7 г, доминировали особи массой 251–300 г. В обоих районах преобладали самцы. В бухте Дунай преобладали особи в возрасте 2 года, в районе острова Аскольд – 5 лет.

2. В бухте Дунай в первой половине июня 2021 г. диаметр панциря серых морских ежей варьировался от 31,7 до 69,2 мм, с преобладанием 56–60 мм. Масса ежей варьировала от 34,5 до 74,8 г, преобладали особи с массой тела 51–60 г. В районе острова Аскольд диаметр панциря варьировался от 40,7 до 67,7 мм с доминированием 66–70 мм, масса серых ежей варьировала от 41,5 г до 87,9 г с преобладанием 61–70 г. В бухте Дунай преобладали особи, возраст которых составлял 6 лет, в районе острова Аскольд – 7 лет.

Полученные сведения о некоторых биологических характеристиках дальневосточного трепанга и серого морского ежа дополняют информацию о них и будут полезны для специалистов в области водных биоресурсов и аквакультуры.

Библиографический список

Яндекс карты. URL: <https://yandex.ru/maps> (дата обращения: 03.06.2022).

Павел Юрьевич Расщупкин

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБМ-212, Россия, Владивосток, e-mail: pavel.rasschupkin2017@mail.ru

Некоторые биологические характеристики серебряного карася озера Ханка (Приморский край) в 2018 г.

Аннотация. Проанализированы некоторые биологические характеристики серебряного карася, обитающего в озере Ханка, в 2018 г. По результатам проведенных исследований половозрелая часть популяции состояла из особей в возрасте от 4 до 12 лет, размером от 21–39 см, массой 130–880 г, что типично для данного вида. Анализ полученных данных указывает на то, что популяция серебряного карася в озере Ханка находится в удовлетворительном состоянии.

Ключевые слова: серебряный карась, размер, масса, стадия зрелости, возраст, озеро Ханка

Pavel Yu. Raschupkin

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBm-212, Russia, Vladivostok, e-mail: pavel.rasschupkin2017@mail.ru

Some biological characteristics of the silver carp of Lake Khanka (Primorsky Krai) in 2018

Abstract. Some biological characteristics of the silver carp living in the Lake Khanka in 2018 were analyzed. According to the results of the conducted studies, the sexually mature part of the population consisted of individuals aged 4 to 12 years, ranging in size from 21 to 39 cm, weighing 130-880 g, which is typical for this species. Analysis of the data obtained indicates that the population of silver carp in Lake Khanka is in a satisfactory condition, despite changes in the water level in the lake.

Keywords: silver carp, size, weight, maturity stage, age, Lake Khanka

Введение

Серебряный карась является широко распространенной пресноводной рыбой и популярным объектом спортивной ловли в пресных континентальных водоёмах. Озеро Ханка – пресноводный водоем на Дальнем Востоке России, расположенный в южной части бассейна Амура. В нем обитает большое количество промысловых видов рыб. Озеро является трансграничным водоемом между Россией и КНР, и его ресурсы активно эксплуатируются обеими странами [1]. Характерной особенностью озера Ханка являются циклические изменения уровня воды, однако быстрый рост уровня в течение 2010–2015 гг. и его высокое положение в последние годы повлияли на функционирование экосистемы озера в целом и на состояние обитающих там видов рыб [1]. Для оценки биологического состояния промыслового объекта необходимы регулярные наблюдения за его важнейшими биологическими характеристиками (размер, вес, возраст, соотношение полов и т.д.), поскольку они позволяют прослеживать изменения в состоянии популяции как от изменения условий среды обитания, так и от промысловой нагрузки.

При планировании и организации работ по охране и эксплуатации запасов серебряного карася в озере Ханка необходим регулярный мониторинг его биологических показателей.

Цель настоящей работы – изучить некоторые черты биологии серебряного карася озера Ханка в 2018 г. Для достижения поставленной цели были поставлены следующие задачи:

изучить размерный и массовый состав; охарактеризовать зависимость длина–масса; изучить возрастной состав; определить соотношение полов и степень зрелости гонад; охарактеризовать темп линейного и массового роста.

Объект и методы исследования

В основу работы положен материал, любезно предоставленный сотрудниками Районной инспекции рыбоохраны города Спасск-Дальний, собранный в озере Ханка в весенний период в 2018 г. Лов производился ставной сетью с ячейей 65 мм. Размерно-массовые показатели измерялись с помощью стандартных методик. В ходе биологического анализа определяли длину, массу, возраст, соотношение полов, стадии зрелости гонад.

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно литературным сведениям серебряный карась в возрасте 2–3 лет имеет длину от 10 до 28 см и массу 200–350 г. Растет данный вид быстро, в возрасте 6–7 лет достигает массы 400–700 г, а иногда до 2 кг и более [2–4].

В 2018 г. в озере Ханка облавливался карась длиной от 21 до 39 см. Модальную группу формировали рыбы длиной от 22,1 до 26,0 см, на их долю пришлось 74 % . Более крупные экземпляры длиной 32–39 см составили всего 9% (рис. 1).

Масса серебряного карася варьировала от 130–880 г, основу выборки составили особи массой от 201 до 300 г (59 %). На долю особей с большей массой пришлось около 19 % (рис. 2).

Исследования возрастной структуры популяции серебряного карася показали, что половозрелая часть популяции обычно состоит из рыб от 2 до 8–9 лет, однако встречаются особи и более старшего возраста – до 15 лет. Известно, что при активном промысле в популяциях серебряного карася редко встречаются рыбы более старших возрастных групп [5, 6]. В выборке встречались рыбы в возрасте от 4 до 12 лет, 80 % улова составили особи возрастом 5–6 лет (рис. 3).

В улове значительно преобладали самки (93 %), на долю самцов приходилось лишь 7 % (рис. 4) В популяциях серебряного карася соотношение полов является показателем состояния популяций. Известно, что количество самцов увеличивается по мере ухудшения условий жизни, что сказывается на размерном составе и других биологических параметрах рыб. На Дальнем Востоке в большинстве водоемов доминируют гиногенетические популяции самок с триплоидным набором хромосом, но в южной части ареала есть диплоидные популяции, в составе которых обычно имеются самцы, доля которых в три и более раз меньше самок [2].

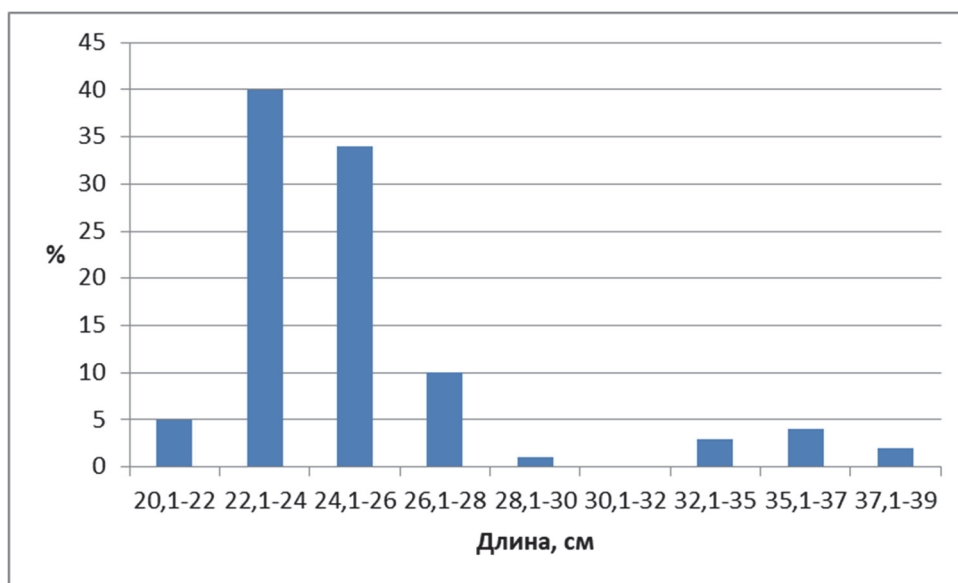


Рисунок 1 – Размерный состав серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

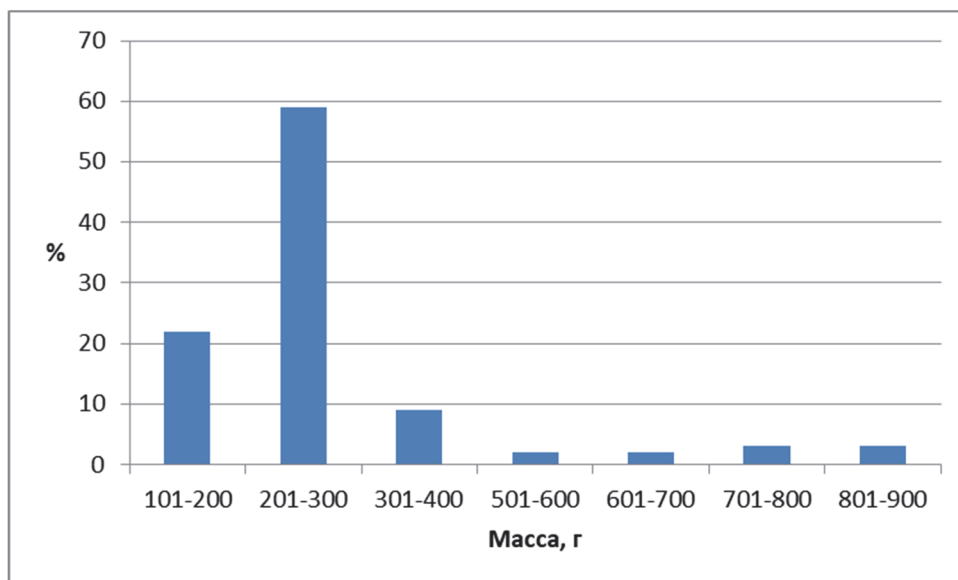


Рисунок 2 – Массовый состав серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

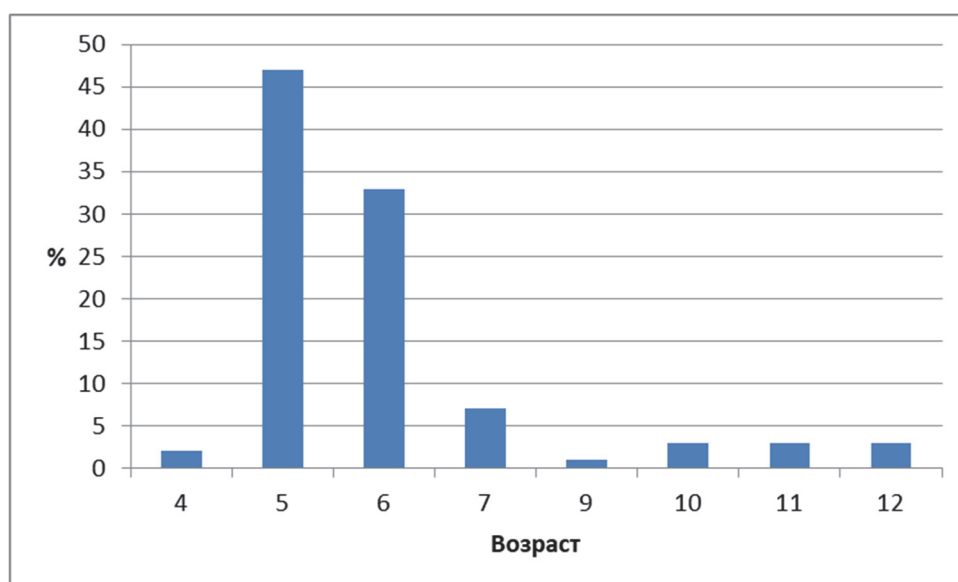


Рисунок 3 – Возрастной состав серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

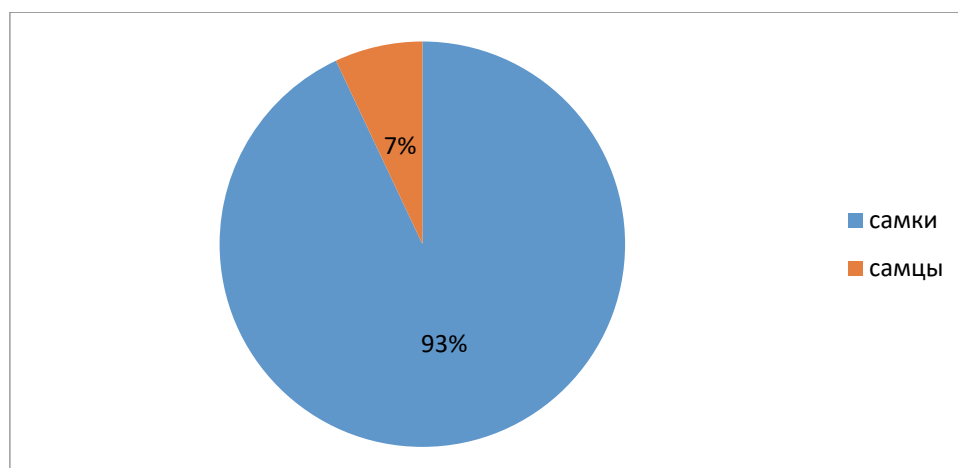


Рисунок 4 – Соотношение полов серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

Среди самок в преднерестовом состоянии находилось всего 2 %, в нерестовом состоянии – 43 % особей и в постнерестовом – 55 % (рис. 5).

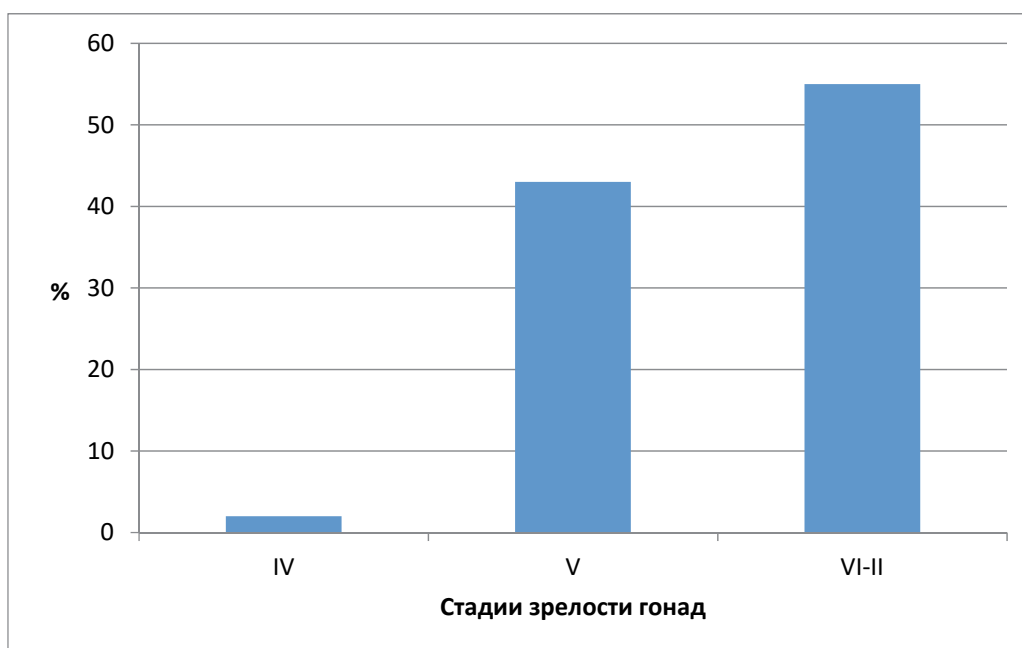


Рисунок 5 – Стадия зрелости половых продуктов серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

Темп линейного роста серебряного карася в период года наших исследований представлен стабильной прямой с небольшим ускорением роста в возрасте 5–6 лет. В возрасте 7 лет особи достигали средней длины $27,8 \pm 0,2$ см, к 10 годам – $33,9 \pm 0,5$ см, а к 12 годам средние размеры серебряного карася составили $37,7 \pm 0,7$ см, рис. 6.

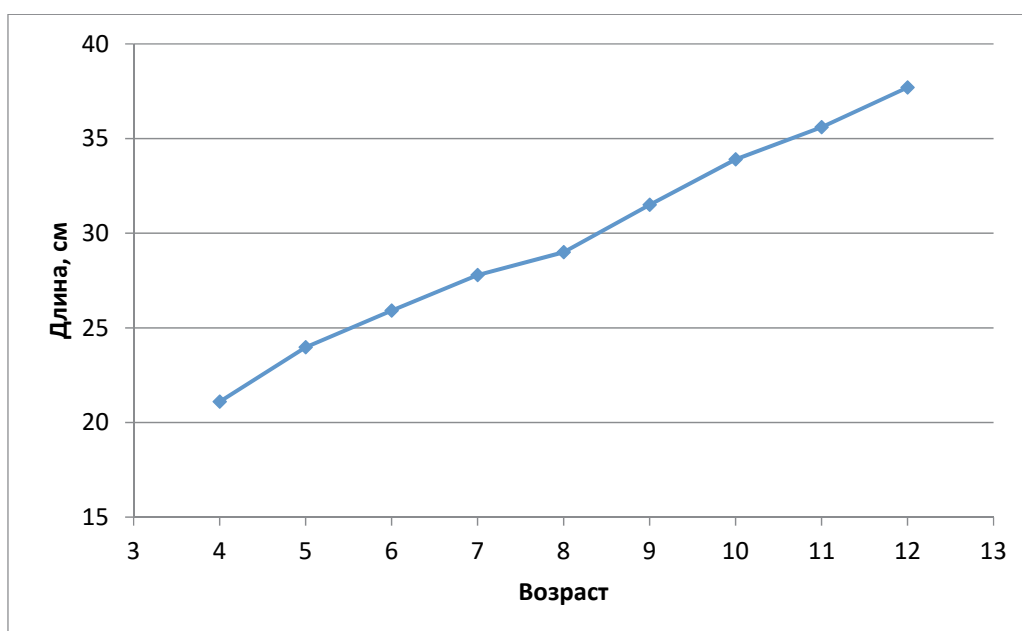


Рисунок 6 – Линейный рост серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

Наиболее высокий темп массового роста приходится на 7–10-й год жизни. К 7 годам масса рыб составила $325,7 \pm 17,3$ г, а к 10 достигла $715 \pm 90,6$ г. Далее темп массового роста немного снижался и к 12 годам составил $798,3 \pm 16,1$ г, рис. 7.

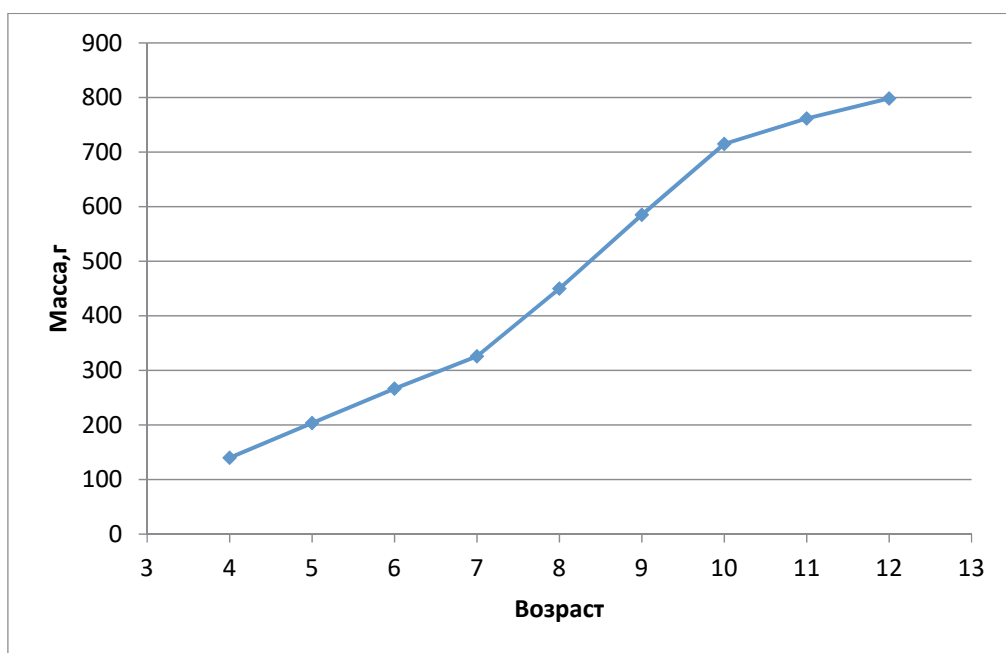


Рисунок 7 – Массовый рост серебряного карася озера Ханка, 2018 г.

Заключение

Общая численность серебряного карася в озере зависит как от кормовой базы, так и от плотности популяции. В 2018 г. озеро Ханка имело максимальный подъем уровня воды, что сказалось главным образом на состоянии его промысловых ресурсов и проявилось в росте уловов промысловых рыб. Поскольку показатель водности водоема характеризует состояние запасов рыб, можно отметить, что в это время рыбы в озере становятся больше. Численность серебряного карася в большей степени зависит от температуры воды во время нереста, нежели от уровня режима водоема, поэтому не стоит исключать, что оба эти показателя также сказываются на численности популяции [2–7].

1. В 2018 г. в озере Ханка облавливался серебряный карась длиной от 21 до 39 см, в среднем длина составила $25,9 \pm 0,3$ см.

2. Масса серебряного карася изменялась от 130 до 880 г, составив в среднем $287,3 \pm 16,5$ г.

3. Возрастной состав серебряного карася включал рыб от 4 до 12 лет, основу улова формировали особи от 5 до 6 лет.

4. В выборке серебряного карася значительно преобладали самки, доля самцов составила 7 %.

5. Анализ полученных данных указывает на то, что популяция серебряного карася в озере Ханка находится в удовлетворительном состоянии.

Библиографический список

1. Зуенко Ю.И., Шаповалов М.Е., Курносова А.С. Современные изменения уровня оз. Ханка и их последствия для промысловых ресурсов // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, вып. 4. С. 935–950.
2. Шаповалов, М. Е. Сроки нереста, плодовитость и воспроизводительная способность некоторых видов рыб оз. Ханка / М.Е. Шаповалов, В.П. Королева // Изв. ТИНРО. 2013. Т. 175. С. 69–92.
3. Барабанщиков, Е.И. Фауна круглоротых и рыб озера Ханка / Е.И. Барабанщиков, В.А. Назаров, В.Г. Свирский // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 97–110.
4. Шаповалов М.Е. Динамика состояния запасов рыб озера Ханка // Трансграничное озеро Ханка: причины повышения уровня воды и экологические угрозы. Владивосток: Дальнаука, 2016. С. 174–181.

5. Сысоева Т.К. Материалы по возрастному составу и темпу роста серебряного карася *Carassius auratus gibelio* (Bloch) в бассейне Амура // Тр. Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: МОИП, 1958. Т. 4. С. 149–157.
6. Макаревич А.И. Изменения в структуре популяции серебряного карася *Carassius Gibello* пресноводного озера на острове Большой Пелис (залив Петра Великого Японского моря) // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, вып. 2. С. 321–333.
7. Шаповалов М.Е., Барабанщиков Е.И. Рост серебряного карася *Carassius auratus gibelio* в бассейне реки Уссури // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2005. Вып. 3. С. 527–534.

Марина Олеговна Ростовцева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-422, Россия, Владивосток, e-mail: rostovceva3001@mail.ru

Надежда Леонидовна Асеева

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ведущий научный сотрудник лаборатории ресурсов дальневосточных и арктических морей, канд. биол. наук, Россия, Владивосток, e-mail: aseeva_n@hotmail.ru

Характеристика биологического состояния тихоокеанского белокорого палтуса *Hippoglossus stenolepis* в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

Аннотация. Дана характеристика биологического состояния тихоокеанского белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

Ключевые слова: тихоокеанский белокорый палтус, *Hippoglossus stenolepis*, длина, масса, гонады, пространственное распределение, батиметрическое распределение, питание, Западно-Беринговоморская зона

Marina O. Rostovtseva

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-422, Russia, Vladivostok, e-mail: rostovceva3001@mail.ru

Nadezhda L. Aseeva

Pacific Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Leading Researcher, Laboratory of Resources of the Far Eastern and Arctic Seas, PhD in Biological Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: aseeva_n@hotmail.ru

Characteristics of the biological state of the pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* of the western part of the Bering Sea in the summer of 2017

Abstract. The characteristics of the biological state of the pacific halibut in the western part of the Bering Sea in the summer of 2017.

Keyword: pacific halibut, *Hippoglossus stenolepis*, length, weight, gonads, spatial distribution, bathymetric distribution, feeding, Bering Sea

Тихоокеанский белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis* распространен в северной части Тихого океана; ведет придонно-пелагический образ жизни на шельфе и материковом склоне в диапазоне глубин от поверхности до 1200 м при температуре воды от –1 до +11,5 °С. Промысловые скопления летом образует на глубинах 30–300 м, зимой – на 200–700 м. Сезонные миграции не велики (около 100 миль) – весной к кромке шельфа и на мелководья, осенью – в верхние горизонты материкового склона [1].

Белокорый палтус является наиболее ценным и самым крупным представителем семейства камбаловых рыб. Длина палтуса достигает 2,7 м, масса тела – до 345 кг, а продолжительность жизни – до 40–55 лет [2].

В Западно-Беринговоморской зоне самцы становятся половозрелыми в возрасте 7–13 лет, а самки созревают в возрасте 9–15 лет. Однако первые самцы могут начать созревать в

возрасте 4 лет, а самки в возрасте 6 лет [3, 5, 6]. Плодовитость белокорого палтуса в этом районе колеблется от 61 тыс. до 2,8 млн икринок [4, 7].

Икра пелагическая, при температуре воды 6 °С личинки палтуса выклеваются через 16 сут. Метаморфоз и оседание на дно происходит по достижении примерно 70 мм. Оседание на дно происходит преимущественно в недалеком расстоянии от берега [1].

Специализированный промысел данного вида в России отсутствует, палтус добывается в качестве прилова при многовидовом промысле донных видов рыб [8]. С конца 80-х гг. прошлого века начал интенсивно развиваться ярусный и сетной лов донных и придонных рыб не только в шельфовой зоне, но и на материковом склоне. У берегов Камчатки на материковом склоне и в нижней зоне шельфа палтус входит в состав уловов при промысле трески, наваги, камбал, окуней. В районе Западной и Восточной Камчатки белокорый палтус является объектом специализированного лова [8, 9, 10, 11].

Промысловый запас белокорого палтуса подвержен значительным флуктуациям. Так, в середине 80-х гг. прошлого века общий допустимый улов белокорого палтуса составлял 3,7 тыс. т, к середине 2000-х гг. снизился до 2,2 тыс. т, вновь увеличившись к концу 2000-х гг. до 6,3 тыс. т [12]. Однако согласно приказу Министерства сельского хозяйства от 30.09.2022 г. ОДУ в 2023 г. составит всего лишь 0,9 тыс. т [13]. Поэтому более углубленное изучение распределения запасов и особенностей биологии палтуса в Беринговом море способствует разработке законодательной базы для ведения рационального промысла, сохранения вида и увеличения уловов.

Цель данной работы – дать характеристику биологического состояния тихоокеанского белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

Материал, положенный в основу работы, собран летом 2017 г. в Западно-Беринговоморской зоне сотрудниками лаборатории ресурсов дальневосточных морей Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО») на МКРТМ «БУХОРО» и предоставлен автору в обработку (табл. 1).

Таблица 1– Материал, положенный в основу работы

Район	Дата	Количество биологических анализов, экз.
Зона Западно-Беринговоморская	Июнь–июль 2017 г.	129

В ходе биологического анализа определялись следующие показатели:

а) длина по Смиту АС, см – расстояние от конца нижней челюсти до конца средних лучей хвостового плавника, промеры длины рыб велись при помощи стандартной мерной линейки (0,1 см);

б) масса, г – рыбы взвешивались на электронных весах (0,001 г);

в) пол рыбы – определялся после вскрытия;

г) стадии зрелости гонад определялись по шкале О.Ф. Сакуна и Н.А. Буцкой;

д) степень наполнения желудка – определялась по 5-балльной шкале Лебедева.

Для характеристики распределения рыб учитывались координаты и глубина места лова.

Статистическая обработка материала производилась с помощью персонального компьютера и программ Word, Excel и Surfer 12.

Результаты исследований

Размерный состав

Размерный состав белокорого палтуса из уловов в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г. был представлен экземплярами от 18,3 до 158 см (табл. 2).

Модальную группу составили особи от 51 до 60 см (45 %). У самок преобладали экземпляры длиной 51–60 см (34 %), у самцов – от 46 до 60 (50 %).

Самки были крупнее самцов. Средний размер самок составил 70,6 см, самцов – 60,1 см (рис. 1).

Таблица 2 – Длина белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне 2017 г.

Пол	X_{\min} , см	X_{\max} , см	$M \pm m_x$, см	σ , см	n, экз.
♀♂	18,3	158	$64 \pm 1,88$	21,64	129
♂	21,2	92	$60,1 \pm 1,4$	11,93	73
♀	18,3	158	$70,6 \pm 2,66$	19,72	55

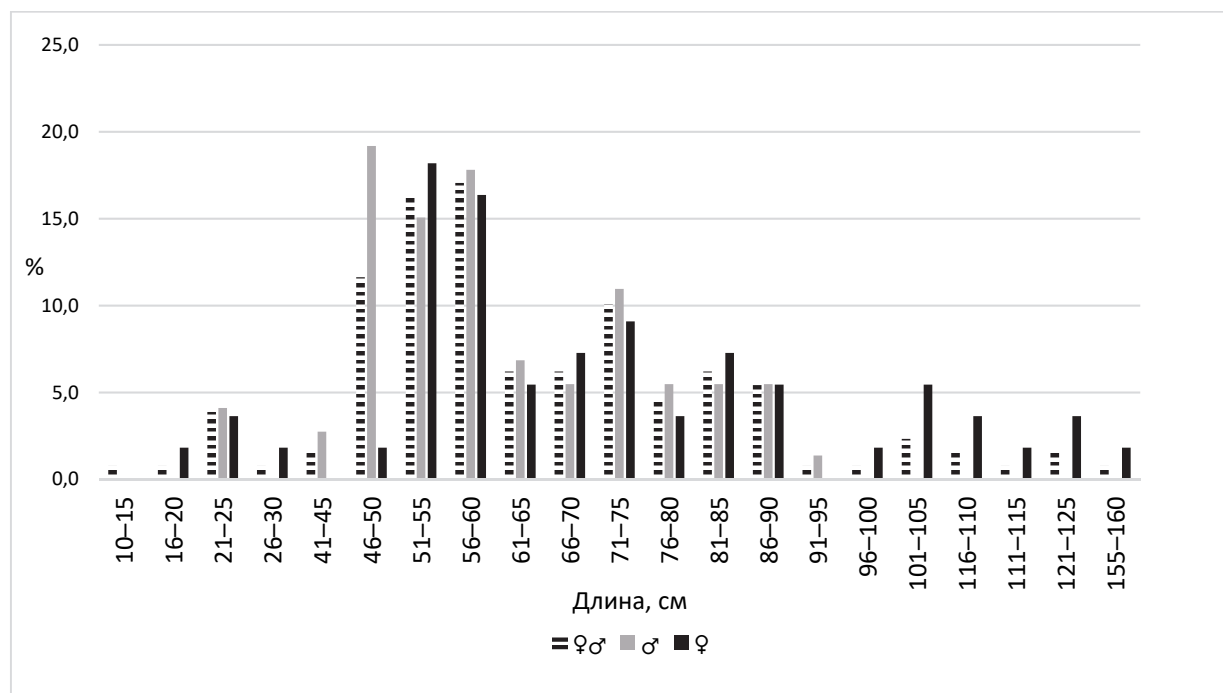


Рисунок 1 – Размерный состав белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне, 2017 г.

Известно, что белокорый палтус к 5–8 годам достигает длины 50–80 см и начинает нереститься [2, 3]. В районе исследований в уловах преобладали особи промыслового размера (более 62 см), однако попадали и небольшие рыбы. Возможно, это связано с тем, что молодь палтуса преимущественно обитает на шельфе, а взрослые особи мигрируют летом с материкового склона на мелководье. Кроме того, палтус ловится вместе с треской, промысловый размер которой составляет 40 см, следовательно, орудие лова может ловить более мелкого палтуса.

Массовый состав

Массовый состав белокорого палтуса летом 2017 г. был представлен экземплярами от 58 до 46450 г (табл. 3). Модальную группу составили особи массой от 1001 до 2500 г (47 %). Модальный класс у самок составили особи с массой 1501–2000 г (21,8 %), у самцов – 1001–1500 г (24,7 %) (рис. 2). Средний вес самок (5877 г) был выше, чем у самцов (2831 г).

Таблица 3 – Масса белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

Пол	Min. масса, г	Max. масса, г	$M \pm m_x$, см	σ , г	n, экз.
♀♂	58	46450	$4108 \pm 277,7$	3154,35	129
♀	58	46450	$5877 \pm 664,9$	4920,5	55
♂	98	8915	$2831 \pm 204,9$	1742,03	73

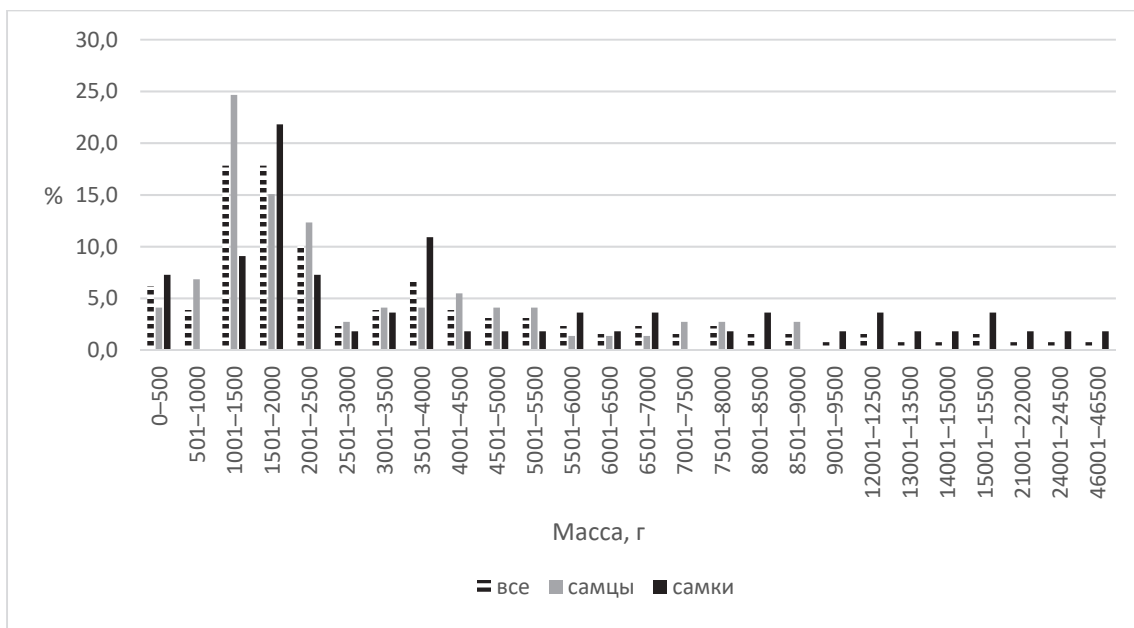


Рисунок 2 – Массовый состав белокорого палтуса Западно-Беринговоморской зоны, 2017 г.

Зависимость длина–масса

На рис. 3 представлена зависимость длина–масса. Изменение показателей подчинялось степенной функции. Коэффициент аппроксимации получился высоким и составляет 0,9878. Следует отметить, что до 35 см набор массы шел медленно, а по достижении 50 см – ускорился. Это связано с тем, что палтусы после достижения половой зрелости при длине 40–50 см резко начинают набирать массу [1, 3, 6].

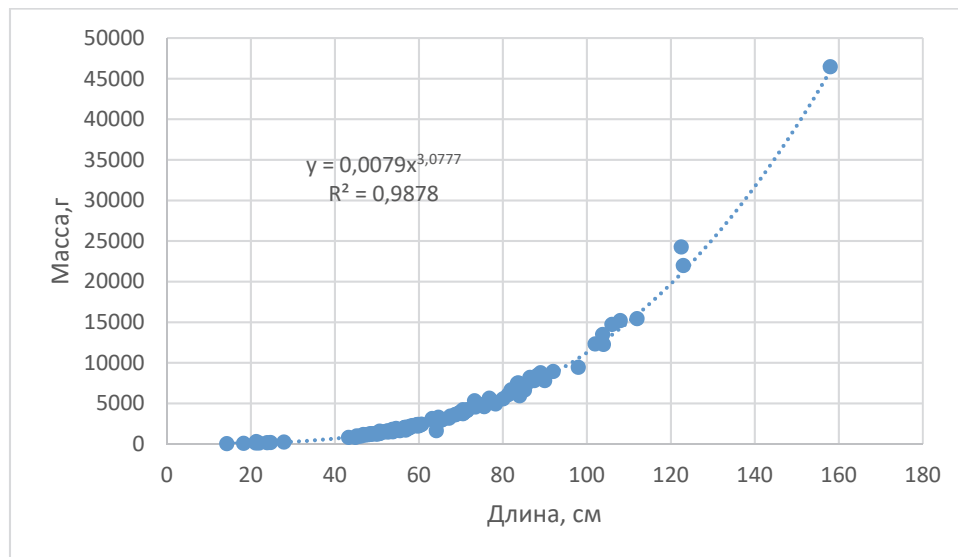


Рисунок 3 – Зависимость длина–масса белокорого палтуса Западно-Беринговоморской зоны, 2017 г.

Соотношение полов и стадии зрелости гонад

Соотношение самцов и самок в выборке было близким 1 : 1. Самцы (57 %) незначительно преобладали над самками (43 %) (рис. 4).

Большинство особей белокорого палтуса имели гонады II стадии зрелости (78 %) (рис. 5). В Беринговом море нерест белокорого палтуса проходит с октября по март, следовательно, летом, во время взятия материала, гонады палтуса находились на ранних этапах гаметогенеза [1].

Степень наполнения желудка

Летом 2017 г. в Западно-Беринговоморской зоне большинство особей белокорого палтуса имели пустой или мало наполненный желудок (рис. 6).

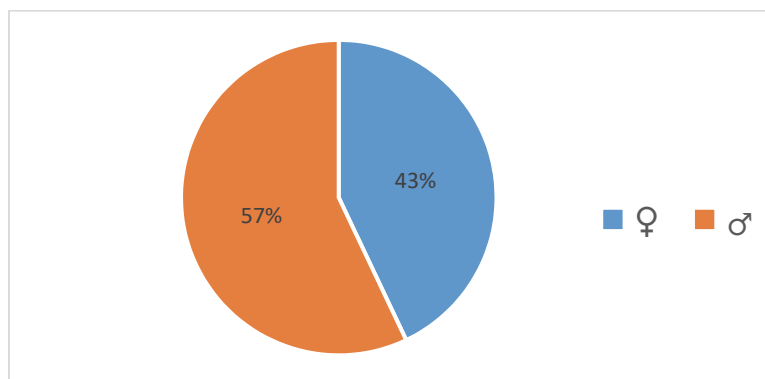


Рисунок 4 – Соотношение полов белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.



Рисунок 5 – Стадии зрелости гонад белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

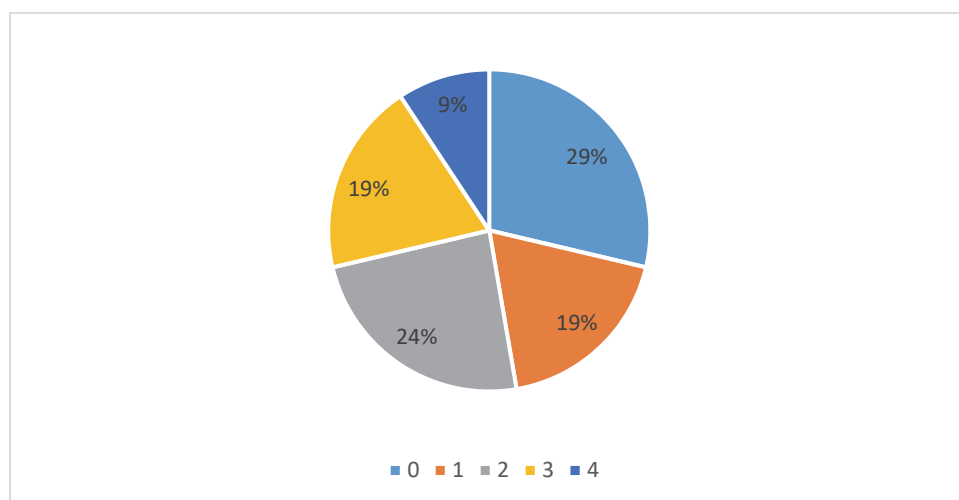


Рисунок 6 – Степень наполнения желудка белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

По данным А.М. Орлова [14], в рационе белокорого палтуса значительна доля донных беспозвоночных и в первую очередь десятиногих ракообразных. Ведущее место принадлежит крабам-стригунам. Высокая частота встречаемости характерна для моллюсков, при этом кальмары и осьминоги имеют практически равное значение. Рыбы после моллюсков и ракообразных занимают третье место. Наиболее часто в желудках палтусов отмечаются тресковые (преимущественно минтай) и рогатковые.

Состав пищи изменяется в течение года и суток. Летом увеличивается потребление моллюсков и рыбы. Встречаемость этих объектов повышается в утренние часы [14, 15].

В пищевом комке рыб, выловленных в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г., были найдены остатки кальмара, краба стригуна, горбуши и других рыб.

Географическое распределение

С целью изучения распределения разных размерных групп палтуса в Западно-Беринговоморской зоне в летний период 2017 г. были построены карты. Выделено 3 размерные группы: менее 60 см, 60–100 см и крупнее 100 см.

Очевидно, что все группы в летний период совершают миграции к кромке шельфа. Группы менее 60 см и 60–100 см располагаются вдоль всей Западно-Беринговоморской зоны (рис. 7, 8), а группа крупнее 100 см преимущественно находится в южной части (рис. 9).



Рисунок 7 – Распределение белокорого палтуса длиной менее 60 см в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.



Рисунок 8 – Распределение белокорого палтуса длиной 60–100 см в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.



Рисунок 9 – Распределение белокорого палтуса длиной больше 100 см в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

Распределение по глубинам

Белокорый палтус был пойман на глубинах от 23 до 400 м. Наибольшее количество обнаружено в диапазоне 51–400 м (81,3 %), на малых глубинах палтус попадался редко (18,6 %) (рис. 10).

По-видимому, это связано с тем, что летом палтус предпочитает находиться на глубинах от 30 до 400 м, где происходит его нагул [1, 3, 6].

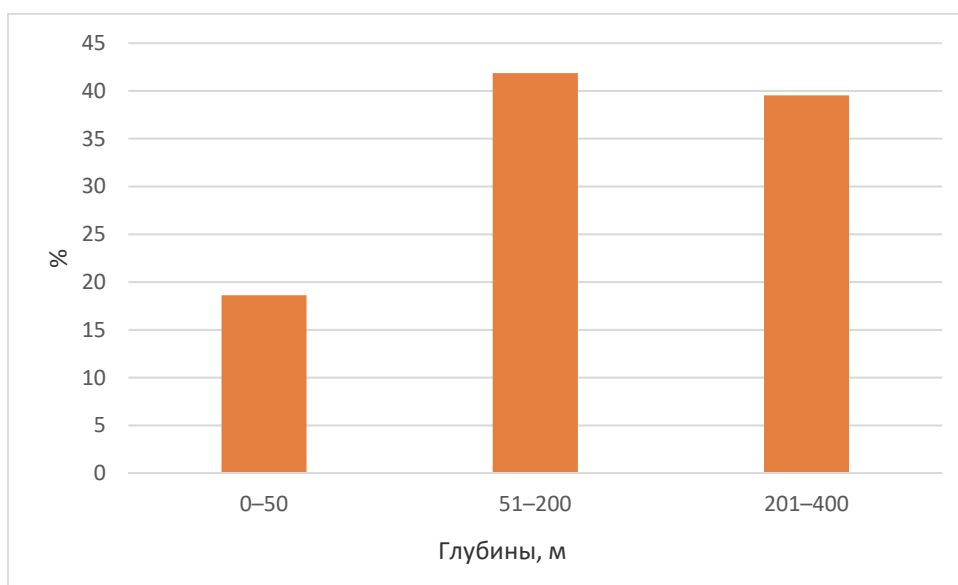


Рисунок 10 – Распределение белокорого палтуса по глубинам в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.

В ходе исследования дана характеристика биологического состояния тихоокеанского белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне:

1. Размерный состав белокорого палтуса из уловов в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г. был представлен экземплярами от 18,3 до 158 см, при среднем значении у самок $70,6 \pm 2,66$ см, а у самцов – $60,1 \pm 1,4$ см.

2. Массовый состав белокорого палтуса в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г. был представлен экземплярами от 58 до 46450 г, при среднем значении у самок $5877 \pm 664,9$ г, а у самцов – $2831 \pm 204,9$ г.

3. Зависимость длина–масса описывает уравнение $y = 0,0079x^{3,077}$, $R^2 = 0,9878$.

4. Соотношение самцов и самок близко 1 : 1. Самцы (57 %) преобладали над самками (43 %). Большинство особей было с гонадами на II стадии зрелости (78 %).
5. Степень наполнения желудка изменялась от 0 до 4, преобладали особи с пустым или мало наполненным желудком. В пищевом рационе присутствовали кальмары, краб-стригун, горбуша и другие рыбы.
6. В летний период 2017 г. все размерные группы палтуса распределялись вдоль кромки шельфа Западно-Беринговоморской зоны. Особи крупнее 100 см преимущественно находились в южной части района.
7. Белокорый палтус распределялся на глубинах от 23 до 400 м, образуя концентрации в диапазоне 51–400 м (81,3 %).

Библиографический список

1. Яржомбек А.А. Образ жизни и поведение промысловых рыб. М.: Изд-во ВНИРО, 2016. 200 с.
2. Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский, 2005. 52 с.
3. Дьяков Ю.П. Половое созревание дальневосточных камбалообразных рыб (Pleuronectiformes) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. Вып. 39. С. 5–69.
4. Дьяков Ю.П. Плодовитость дальневосточных камбал (Pleuronectiformes). Часть 1. Общая характеристика плодовитости камбалообразных рыб в Северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 2017. Т. 188. С. 54–88.
5. Балыкин П.А. Состояние и ресурсы рыболовства и западной части Берингова моря. М.: ВНИРО, 2006. 143 с.
6. Новиков Н.П. Основные черты биологии тихоокеанского белокорого палтуса (*Hippoglossus stenolepis* Schmidt) в Беринговом море // Изв. ТИНРО. 1964. Т. 51, вып. 2. С. 167–207.
7. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 308 с.
8. Новиков Р.Н. Некоторые аспекты промысла белокорого палтуса (*Hippoglossus stenolepis*) восточной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2009. Вып. 15. С. 44–49.
9. Новиков Н.П. Новые данные о распространении палтусов и некоторых других промысловых рыб в Беринговом море // Зоол. журн. 1994. Вып. 10. С. 10–15.
10. Новиков Р.Н. Некоторые результаты исследований белокорого палтуса у восточного побережья Камчатки // Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов: тез. докл. конф. молодых ученых. Владивосток: ТИНРО, 1997. С. 56–57.
11. Кодолов Л.С., Савин А.Б. О возможности промысла нагульного белокорого палтуса в дальневосточных прибрежных водах // Рыб. хоз-во. 1998. № 1. С. 59–61.
12. Тупоногов В.Н., Мальцев И.В., Очеретянный М.А. Ярусовой промысел белокорого палтуса (*Hippoglossus Stenolepis*) в Западно-Беринговоморской зоне по данным ресурсных исследований и рыбопромысловой статистики в 1998–2008 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 175. С. 159–172.
13. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 30 сентября 2022 г. N 648.
14. Орлов А.М. Материалы по питанию белокорого палтуса *Hippoglossus Stenolepis* (Pleuronectidae, Pleuronectiformes) тихоокеанских вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки // Рыбохозяйственные исследования в Сахалино-Курильском районе и сопредельных акваториях. Южно-Сахалинск: Сахалинское кн. изд-во. Т. 2. С. 136–142.
15. Чучукало В.И., Радченко В.И., Кобликов В.Н., Надточий В.А., Слабинский А.М. Питание и некоторые черты экологии камбал у побережья Западной Камчатки в летний период // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124, ч. 2. С. 635–650.

Марина Михайловна Сергеева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель, Россия, Владивосток, e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru

Сергей Сергеевич Прибылов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-514, Россия, Владивосток, e-mail: ss-pribylov@mail.ru

**Нерест зебровой акулы *Stegostoma fasciatum*
в условиях Приморского океанариума**

Аннотация. Изучены некоторые черты биологии зебровой акулы, особенности размножения в искусственных условиях. Рассмотрены размерно-массовые показатели и рацион питания малька зебровой акулы.

Ключевые слова: зебровая акула *Stegostoma fasciatum*, Приморский океанариум, Восточно-Китайское море, нерест зебровой акулы, малёк зебровой акулы, рацион питания, размерный состав, массовый рост, охрана природы

Marina M. Sergeeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, Senior Lecture, Russia, Vladivostok, e-mail: Sergeeva.MM@dgtru.ru

Sergey S. Pribylov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-514, Russia, Vladivostok, e-mail: ss-pribylov@mail.ru

**Spawning of zebra shark *Stegostoma fasciatum* in the conditions
of the Primorsky Aquarium**

Abstract. Some features of the biology of the zebra shark, the peculiarities of reproduction in artificial conditions have been studied. The size and mass indicators and the diet of the zebra shark fry are considered.

Keywords: Zebra shark *Stegostoma fasciatum*, Primorsky Aquarium, East China Sea, zebra shark spawning, zebra shark fry, diet, size composition, mass growth, nature conservation

Введение

Районы обитания зебровых акул – теплые воды южных морей – Индо-Западная часть Тихого океана: Южная Африка, Красное море, моря, омывающие Индию, Пакистан, Шри-Ланка, Филиппины, Бангладеш, Индонезию, Таиланд, Вьетнам, Китай, Японию, Палау, Австралию, Новую Зеландию и некоторых других регионов. Она предпочитает прибрежные шельфы материков и островов, часто встречается на коралловых рифах. Предпочитает морскую воду с температурой не ниже 26–29 °С, глубины – не более 70–80 м [1].

Зебровые акулы довольно меланхоличны и неторопливы. Некоторые особи предпочитают обитать в определенных районах и каждый раз возвращаются в излюбленные места. В целом вид не склонен к миграциям, поэтому их длительность крайне редко превышает 140–150 км.

Зебровая акула способна благодаря своему длинному гибкому телу проникать в узкие трещины и щели между камнями и в подводных скалах, извлекать добычу из щелей и тре-

щин на рифах, хотя нередко она собирает моллюсков и ракообразных на песчаном дне. Несколько более активна в ночное время, когда, по-видимому, эта акула и выходит на поиски пропитания [2].

Цвет у взрослых особей желто-коричневый с темно-коричневыми пятнами; брюшная сторона окрашена бледно. Длина зебровой акулы может достигать 2,3 м, очень редко 3 м. Тело цилиндрическое, с пятью выступающими продольными гребнями на коже (у взрослых). Голова широкая, несколько уплощенная.

Половозрелыми самцы становятся при достижении длины тела около 150 см, а самки не менее 170 см. Размножение в естественных условиях проходит без ярко выраженной сезонности. Внешнее различие между самцами и самками зебровых акул незначительное, обычно пол особи зебровой акулы определяют по наличию у самца трубкообразного органа (claspers) для ввода половых продуктов в тело самки. У самок таких органов нет [3].

Самец преследует самку и покусывает ее за плавники и хвост, принуждая опуститься на дно, где происходит в течение 2–5 мин спаривание. После спаривания она откладывает до 46 яиц приблизительно через 112 дней.

Размножается эта акула яйцекладкой, подобно рептилиям и птицам. Яйца-капсулы крупные (до 17 см в длину), темного цвета, несколько приплюснутой формы, снабжены особыми пучками волос, с помощью которых прикрепляются к субстрату на дне.

Яйца помещены в темно-коричневые или фиолетовые капсулы длиной до 17 см, шириной около 8 см и толщиной до 5 см.

Они прикрепляются к придонному субстрату, где происходит развитие зародышей в зависимости от температуры и условий окружающей среды на протяжении 4–6 месяцев.

Продолжительность развития зародышей в яйцах – около 170 дней, акулята вылупляются не очень крупными – 20–25 см в длину [4].

Основу рациона зебровой акулы составляют различные моллюски, брюхоногие, донные ракообразные, мелкая рыба, креветки и даже морские змеи. Отмечено, что рыбы попадают на стол к зебровым акулам чаще в больном состоянии или погибшие.

Диета зебровых акул состоит из различных морепродуктов животного происхождения. Обычно для кормления этих акул используют замороженные корма: мясо кальмаров, ракообразных, двусторчатых моллюсков, а также филе морских рыб. Крупных зебровых акул в больших аквариумах можно содержать практически с любыми рыбами. При наличии достаточного пространства и убежищ они вполне уживаются даже с активными хищниками, такими, как пелагические акулы. При этом они практически не опасны для более мелких подвижных рыб, плавающих в толще воды [5].

Зебровых акул зачастую содержат в аквариумах, поскольку эта красивая рыба весьма неприхотлива в содержании и уходе. Имеются даже случаи размножения в неволе. Разумеется, аквариум для зебровой акулы должен быть достаточно большим. Молодых особей можно поселить в аквариум от 1000 л. Декорации в аквариуме, образующие разнообразные укрытия для акул, должны сочетаться со свободными участками дна. Необходима хорошая фильтрация, температура воды 24–26 °С.

Промыслового значения зебровая акула не имеет, поскольку обитает в местах, где ее поимка сетями затруднительна, да и больших скоплений не образует. Как очень уязвимый вид, зебровая акула занесена в красный список МСОП, статус вымирающий вид.

Взрослых особей зебровой акулы в домашних аквариумах не содержат. Но полюбоваться ими можно в океанариумах, где они частые и излюбленные питомцы.

Объекты и методы исследований

Зебровые акулы *Stegostoma fasciatum* были выловлены в Восточно-Китайском море в районе острова Маэсима (Maejima Island) в начале 2018 г.

Отлов осуществлялся с помощью водолазов с применением крупноячеистой сети для отлова акул, что является оптимальным методом отлова, так как местом обитания данного вида акул являются рифы.

После отлова их перевезли к о. Йохена (Yagaji Island), который находится рядом с о. Окинава. Акулы были помещены в садки 10 х 10 м с глубиной 8 м для временного содержания. Перевозка осуществлялась японским рыболовным судном с отсеками для содержания живой рыбы. В отсеках постоянно производилась циркуляция воды из внешней среды.

Во время транспортировки кормление акул производилось путем подачи корма сверху. Перевозка заняла 3 сут. Температурный режим воды сменился с 25 до 18 °С. По прибытии во Владивосток в порт мыс. Поспелова животные были перемещены в бочки с водой температурой 18° С.

В океанариуме переместили акул в основной танк для временного содержания на период карантина, необходимо было, чтобы животные прошли акклиматизацию (постепенное увеличение температуры воды от 18 до 25 °С). Акклиматизация к температурному режиму воды заняла 2 ч. В течение 90 дней в карантине акулы раскармливались (приучались есть с рук водолазов-биологов) и проходили курс лечения от паразитов. В дальнейшем их переместили в экспозицию главного корпуса.

Параметры рыб перед поступлением в океанариум составляли: самка – 1,7 м, вес – 53 кг; самец – 1,5 м, вес – 30 кг. На момент исследования параметры рыб составили: самка – 2,1 м, вес – 80 кг; самец – 1,9 м, вес – 50 кг.

В условиях океанариума зимой–весной 2020 г. нерест продолжался 92 сут. С 29 февраля по 30 мая произошло 9 кладок. Количество яиц в кладках изменялось от 2 до 8. За 4 месяца нереста акула отложила 46 яиц, из которых 2 были недоразвиты и 3 – жировые.

В период нереста самка проявляла активность и хорошо питалась, иногда кладки происходили во время кормления самки при помощи биолога-водолаза, при обнаружении яиц они доставались и перемещались в садок на временное содержание и в дальнейшем перевозились в НАК (Научно-адаптационный корпус) для дальнейшей инкубации и наблюдения. Условия инкубации обеспечивались постоянным протоком воды и поддержанием температуры воды 25 °С, соленостью 32–33 ‰, pH 8 мг/л.

19.09.2020 г. после выхода из яйца малек был помещен в отдельный резервуар под наблюдение и раскорм. Поддерживались благоприятные условия места обитания и специальный уход, это обеспечивалось постоянным протоком воды и поддержанием температуры воды 25 °С, соленостью 32–34 ‰ и уровнем pH 8 мг/л. Каждые десять дней производилось взвешивание на весах и измерение длины с помощью рулетки, все данные фиксировались в журнале.

Питание малька

В первые полгода малек зебровой акулы питался два раза в день – утром и днем. Кормление происходило с помощью шупа, на конце которого закреплялся корм и подносился ко рту малька.

Делалась заготовка кормов (разделка до филе) и взвешивалась перед подачей, далее акуленку предлагались разные виды кормов, после чего был составлен основной рацион (кальмар, креветка, красная рыба, гребешок) исходя из его предпочтений.

Увеличение порции проходило по потребности рыбы. Это было необходимо для скорейшего роста и увеличения в размерах, что обусловлено инстинктом самосохранения. Объем пищи уменьшался только в те дни, когда рыба была перенасыщена предыдущим кормлением, либо при резких изменениях погоды (метеозависимость).

В период с 21.09.2020 по 01.03.2021 г. выяснилось, что акуленок предпочитал белковую пищу (71 %). В первый прием пищи он употребил 1,4 г, рацион состоял из 0,5 г креветки и 0,9 г гребешка. Данные записывались в журнал.

За период с 21.09.2020 г. по 28.02.2021 г. акуленок съел около 2156,5 г корма. Рацион его питания в этот период составил: кальмар 34 %, креветка 25 %, красная рыба 15 %, гребешок 12 %, мидия 8 %, скумбрия 6 % и меньше 1 % составили гаммарус и терпуг.

Результаты и их обсуждение

При появлении малька зебровой акулы его длина составляла 27 см. Дальнейшее измерение осуществлялось 2 раза в месяц, все данные фиксировались в электронном журнале.

Прирост за 8 месяцев составил 68 см. Первые 3 месяца рост был не значителен, всего 11 см. В последующем малек прибавлял в росте в среднем по 10 см в месяц.

Взвешивание акулёнка производилось 2 раза в месяц. На стадии выклева малек имел массу 100 г. В первые 6 месяцев жизни его масса увеличилась на 850 г, в месяц он набирал в среднем 120 г. Малек активно питался и набирал массу, и в следующие 3 месяца масса увеличилась на 2200 г. В этот период он набирал в среднем по 700 г в месяц.

Интенсивный скачок роста и массы наблюдался после 6 месяцев жизни.

В целях научных исследований массовые и размерные показатели будут фиксироваться весь период жизни акулы в океанариуме.

Заключение

Вид *зебровой акулы* (*Stegostoma fasciatum*) хорошо приспособлен к содержанию в условиях искусственной среды. Акулы тяжело размножаются в неволе, и откладка яиц является показателем того, что им комфортно. В искусственной среде, при созданных благоприятных условиях, возможно получение потомства *зебровой акулы*.

Программа разведения зебровой акулы в Приморском океанариуме реализуется с 2018 г. Данный вид акул относится к числу малоизученных, поэтому вся полученная информация в части размножения имеет ценность для науки.

Для инкубационного периода яиц в Приморском океанариуме научились создавать специализированные инкубаторы, в которых можно содержать до выхода малька из яйца. Для выращивания мальков зебровой акулы в искусственной среде можно создавать необходимые условия для роста и развития.

Зебровая акула вылавливается коммерческим способом на большей части ее ареала, используя донные тралы, жаберные сети и длинные линии. Им также угрожает деградация их среды обитания на коралловых рифах вследствие антропогенного воздействия, разрушительных методов рыболовства, таких как подрыв или отравление. В результате Всемирный союз охраны природы оценил этот вид как находящийся под угрозой исчезновения.

Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП) присвоен охранный статус для *Stegostoma fasciatum* – «Уязвимый вид». Такой охранный статус, присваивается биологическим видам, которые находятся под риском стать вымирающими. Они нуждаются в мониторинге численности и темпа размножения, а также в мерах, способствующих сохранению их среды обитания.

Иногда такие виды хорошо размножаются в неволе, но сохраняют статус «Находятся в уязвимом положении», так как существует угроза для дикой популяции вида.

Библиографический список

1. Акулы. Зебровая акула или акула-зебра [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://akully.ru/vidy/zebrovaya/index.shtml> (дата обращения: 16.05.2021).
2. Жизнь животных. Т. 4. Ланцетники. Круглоротые. Хрящевые рыбы. Костные рыбы / под ред. Т. С. Раса, гл. ред. В. Е. Соколов. 2-е изд. М.: Просвещение, 1983. 575 с.
3. Саускан В.И. Краткое описание промысловых рыб Мирового океана. Акулы и скаты: учеб. пособие. СПб.: Лань, 2019. 92 с.
4. Никольский Г.В. Частная ихтиология. М.: Высш. шк., 1971. 471 с.
5. Котляр О.А., Мамонтова Р.П. Курс лекций по ихтиологии. I. Систематика и таксономия рыб. II. Взаимоотношения рыб с внешней средой: учеб. пособие для вузов. М.: Колос, 2007. 592 с.

УДК 574.5

Полина Дмитриевна Сошникова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент, гр. ВБб-422, Россия, Владивосток, e-mail: poylina.2002@mail.ru

Марина Анатольевна Шебанова

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, ведущий научный сотрудник лаборатории мониторинга кормовой базы и питания рыб, Россия, Владивосток, e-mail: marina.shebanova@tinro-center.ru

**Качественный и количественный состав зоопланктона южной части
Охотского моря в обловленном слое 200-0 м в 2020 г.**

Аннотация. По результатам исследования проб зоопланктона южной части Охотского моря был определен его качественный и количественный состав.

Ключевые слова: зоопланктон, таксономический состав, Copepoda, мелкая фракция, средняя фракция, крупная фракция

Polina D. Soshnikova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBb-422, Russia, Vladivostok, e-mail: poylina.2002@mail.ru

Marina A. Shebanova

Pacific Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Leading Researcher, Laboratory of Monitoring of the feed base and fish nutrition, Russia, Vladivostok, e-mail: marina.shebanova@tinro-center.ru

**Qualitative and quantitative composition of zooplankton in the southern part
of the Sea of Okhotsk in the 200-0 m fished layer in 2020**

Abstract. According to the results of the study of zooplankton samples in the southern part of the Sea of Okhotsk, its qualitative and quantitative composition was determined.

Keywords: zooplankton, taxonomic composition, Copepoda, small fraction, medium fraction, large fraction

Зоопланктон дальневосточных морей является основной кормовой базой для многих обитающих в них гидробионтов, особенно для ценных промысловых видов рыб, их личинок и беспозвоночных. Изучение его сообществ дает ихтиологам и гидробиологам представление о состоянии цепей питания в том или ином регионе в целом и определенном промысловом районе в частности.

Информация о численности и биомассе планктона позволяет сделать выводы об обеспеченности рыб кормом в районах обитания, нагула и нереста. От количества и состава зоопланктона зависит образование массовых скоплений таких промысловых видов рыб, как *Clupea pallasii*, *Sardinops sagax melanostica*, *Oncorhynchus gorbusha*, *Oncorhynchus nerka*, *Oncorhynchus tshawytscha*, *Oncorhynchus kisutch*, *Theragra halcogramma*, *Gadus macrocephalus* и др.

Мониторинг распределения зоопланктона позволяет отследить направление течений и смешение водных масс.

Зоопланктон может служить индикатором для определения качества среды обитания гидробионтов в определенном районе, уровня ее загрязнения различными веществами. Таким образом, сбор данных о состоянии численности и составе зоопланктона позволяет оценить состояние и функционирование экосистем.

Цель работы – дать характеристику качественного и количественного состава зоопланктона в южной части Охотского моря в 2020 г.

Материал, положенный в основу работы, предоставлен сотрудниками Тихоокеанского филиала федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО») («ТИНРО») (табл. 1), на базе которого автор проходил практику.

Орудие лова – большая сеть Джеди (БСД).

Сбор материала осуществлялся наблюдателем на научно-исследовательском судне «ТИНРО», Охотское море.

Таблица 1 – Материал, положенный в основу работы

Район работ	Дата	Количество проб, шт.	Номера обработанных станций
Охотское море	С 14.09.2020 г. по 26.10.2020 г.	70	143, 155, 159, 161, 167, 169, 187, 205, 209, 219

Сбор и обработка планктона проводилась по стандартной методике. В ТИНРО-центре применяется методика А.Ф. Волкова (фракционная обработка проб планктона) в варианте с незначительными изменениями [1]. В ее основе лежит:

1) принцип механического разделения планктонной пробы на размерные фракции (мелкую, среднюю и крупную) и дальнейшей обработки каждой фракции классическими или экспресс-методами;

2) применение для различных групп планктона дифференцированных коэффициентов условности;

3) оценка кормовой базы nektona применительно ко времени суток, подразумевающая расчет параметров по дневным и ночным станциям [2].

Пробы рассматривались в лаборатории ТИНРО-центра под бинокулярном при увеличении 8 x 4. В каждой пробе определялись виды, их численность и длина особей. Все данные заносились в таблицу.

Обработка полученных материалов производилась на ПК в программах Word и Excel.

Результаты исследования

Таксономический состав

При исследовании зоопланктона южной части Охотского моря всего было отмечено 52 представителя планктона (табл. 2). Из них идентифицировано до 36 видов.

Наиболее разнообразно в видовом отношении представлен подкласс Copepoda (20 видов). Отряд Euphausiacea был представлен 4 видами. В составе других таксономических групп 1–2 вида.

Мелкую, среднюю и крупную фракции в основном формировали представители подкласса Copepoda. Среди животных крупной и средней фракций преобладали следующие виды: *Metridia pacifica* – на станциях 143 и 159 (863 и 2296 шт.); *Pseudocalanus newmani* – на ст. 155 (300 шт.); *Metridia okhotensis* – на станциях 161, 167, 169, 209 и 219 (240, 1840, 5403, 1640 и 10744 шт.); *Neocalanus plumchrus* – на станциях 187 и 205 (1188 и 1116 шт.).

Среди животных мелкой фракции на всех станциях преобладал вид *Oithona similis* (1 197 800 шт.), который также являлся преобладающим по количеству видом во всех пробах.

Таблица 2 – Видовой состав планктона в южной части Охотского моря

№	Название вида
1	2
PROTOZOA (простейшие)	
1	<i>Globigerina bulloides</i>
COELENTERATA (кишечнополостные)	
2	<i>Aglantha digitale</i>
POLYCHAETA (многощетинковые черви)	
3	<i>Tomopteris pacifica</i>
PTEROPODA (крылоногие)	
4	<i>Limacina helicina</i>
5	<i>Clione limacine</i>
OSTRACODA (ракушковые)	
6	<i>Conchoecia</i> sp.
COPEPODA (веслоногие)	
7	<i>Amallothrix paravalida</i>
8	<i>Neocalanus cristatus</i>
9	<i>Neocalanus plumchrus</i>
10	<i>Calanus pacificus</i>
11	<i>Microcalanus pugmaeus</i>
12	<i>Eucalanus bungii</i>
13	<i>Pseudocalanus newmani</i>
14	<i>Paraeuchaeta elongate</i>
15	<i>Gaetanus brevispinus</i>
16	<i>Racovitzanus antarcticus</i>
17	<i>Scolecithricella minor</i>
18	<i>Metridia pacifica</i>
19	<i>Metridia okhotensis</i>
20	<i>Mesocalanus tenuicornis</i>
21	<i>Candacia columbiae</i>
22	<i>Oithona similis</i>
23	<i>Oithona plumifera</i>
24	<i>Microsetella rosea</i>
25	<i>Heterorhabdus tanneri</i>
26	<i>Harpacticida</i> sp.
AMPHIPODA (разноногие)	
27	<i>Themisto pacifica</i>
28	<i>Primno macropa</i>
MYSIDACEA (мизиды)	
29	<i>Meterythrops microphthaema</i>
30	<i>Meterythrops robusta</i>

1	2
EUPHAUSIACEA (эвфаузииды)	
31	<i>Thysanoessa inermis</i>
32	<i>Thysanoessa longipes</i>
33	<i>Thysanoessa raschii</i>
34	<i>Euphausia pacifica</i>
CHAETOGNATHA (щетинкочелюстные)	
35	<i>Parasagitta elegans</i>
TUNICATA (оболочники)	
36	<i>Oikopleura</i> sp.

Количество видов на разных станциях изменялось от 20 до 32 (рис. 1). Станции, где количество видов превышало 29, располагались южнее остальных, можно отметить относительную близость их расположения к побережью. Такое распределение может быть связано с течениями, которые движутся от залива Шелихова вдоль побережья по направлению к острову Хоккайдо, т.е. от северной части моря к южной.

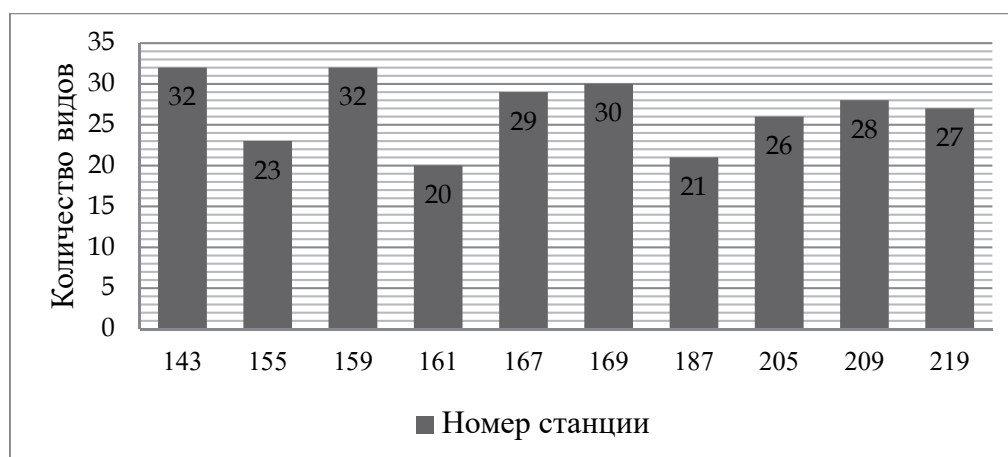


Рисунок 1 – Количество видов в зоопланктоне южной части Охотского моря

На всех станциях наиболее часто встречались представители подкласса Copepoda, (*Metridia pacifica*, *Metridia okhotensis*, *Eucalanus bungii*, *Pseudocalanus newmani*); представители класса Gastropoda (*Limacina helicina* и *Clione limacine*); представитель типа Chaetognatha (*Parasagitta elegans*); отряд Euphausiacea (*Thysanoessa inermis* и *Thysanoessa longipes*).

Наиболее редкими видами, встречаемыми на станциях, были представители отряда Amphipoda – *Primno macropa*; подкласса Copepoda – *Amallothrix paravalida*, *Heterorhabdus tanneri* и *Candacia columbiae*; класса Polychaeta – *Tomopteris pacifica*.

Количество видов крупной и средней фракции достигало 19 и 18 соответственно. Максимальное количество видов крупной фракции было отмечено на станции 159 (рис. 2), средней – на станции 143 (рис. 3).

Количество видов мелкой фракции не превышало 13 (169 ст.) (рис. 4).

Процентное соотношение размерных фракций в пробах представлено на рис. 5.

В целом в составе зоопланктона в южной части Охотского моря в сентябре–октябре 2020 г. доминировали представители средней и мелкой фракций 29–42 и 21–32 % соответственно, доля крупной фракции – 23–45 %.

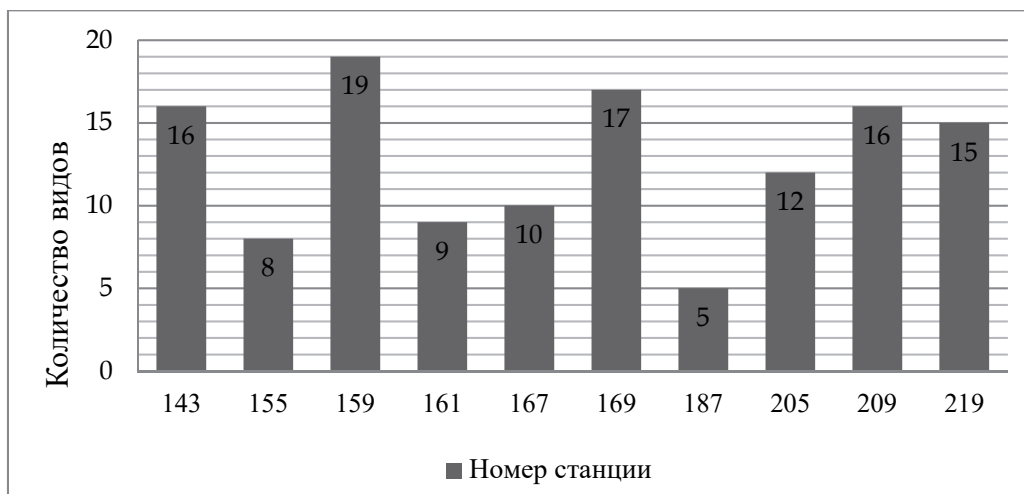


Рисунок 2 – Количество видов крупной фракции в зоопланктоне южной части Охотского моря

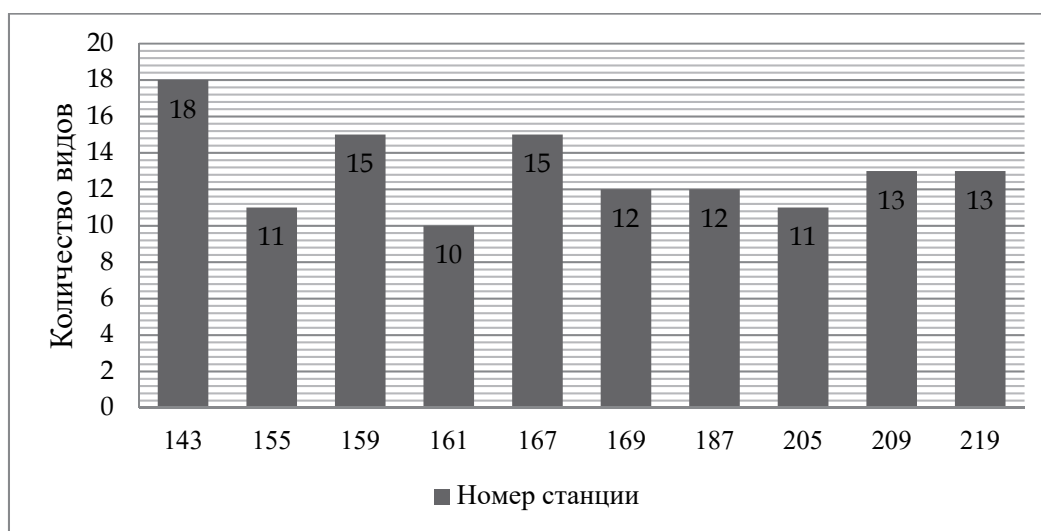


Рисунок 3 – Количество видов средней фракции в зоопланктоне южной части Охотского моря

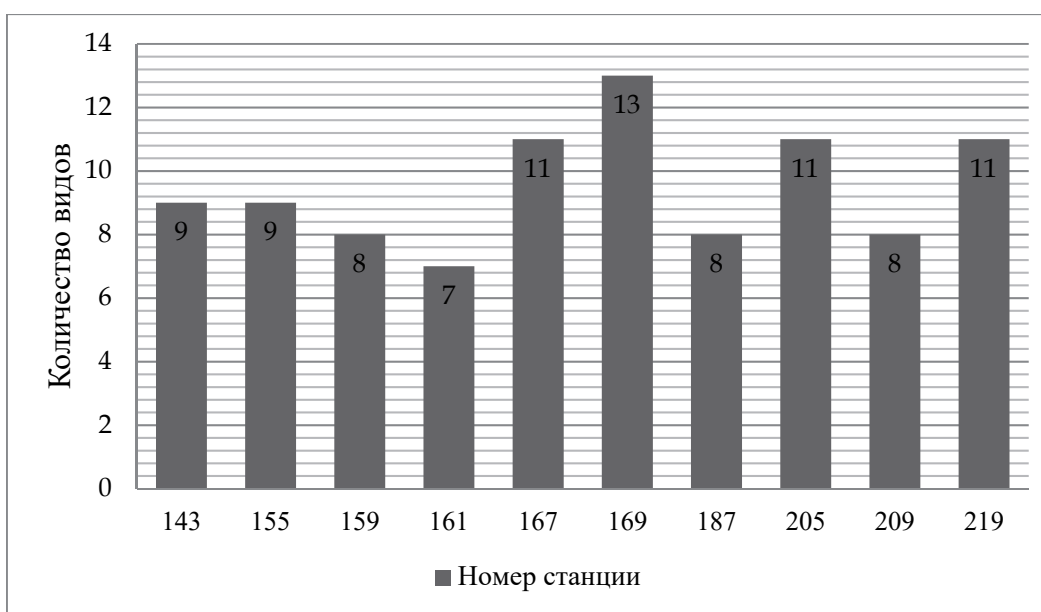
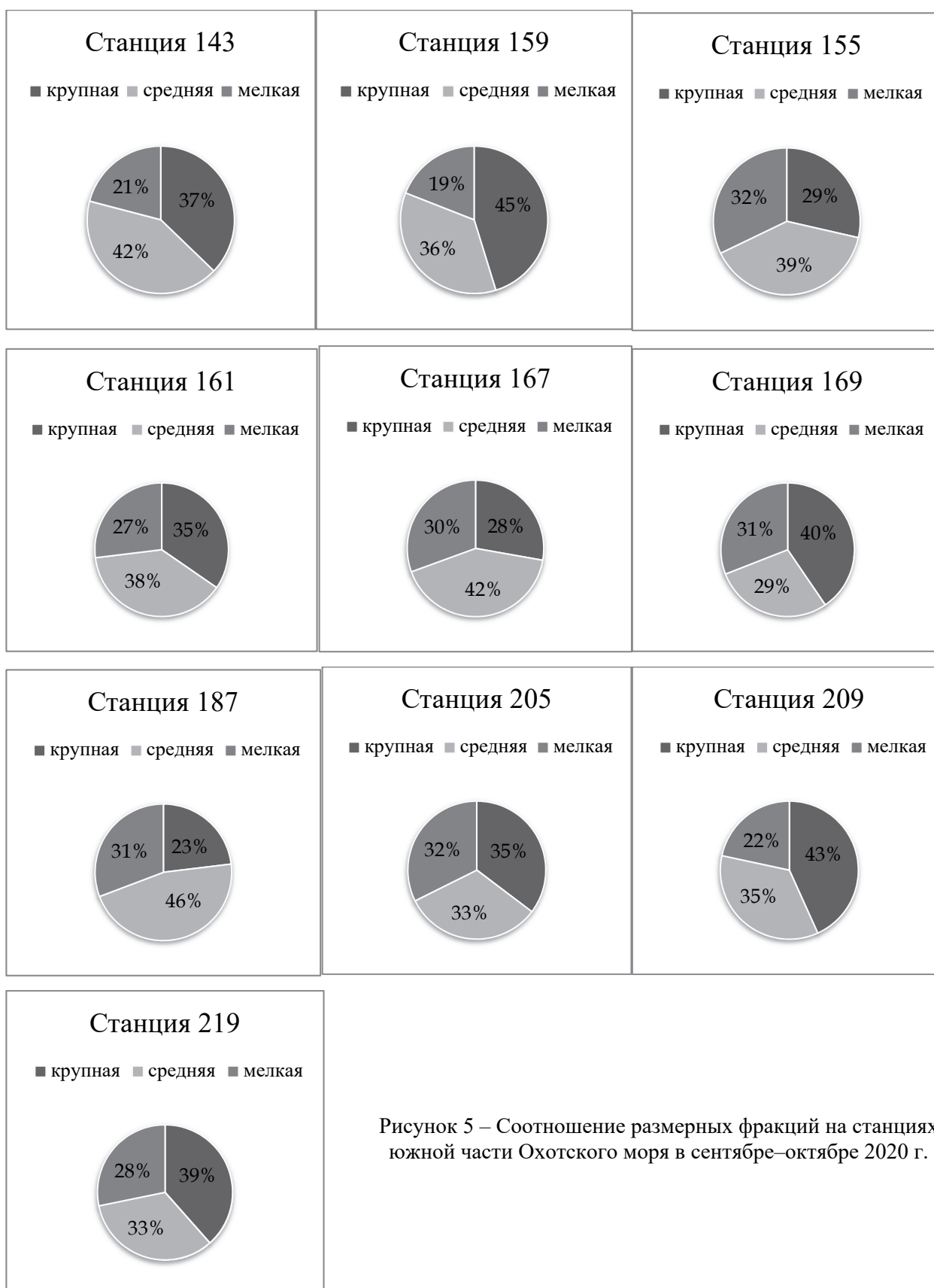


Рисунок 4 – Соотношение количества видов в мелкой фракции



Библиографический список

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. Т. 1. 580 с.

Вероника Александровна Хлебникова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
студент, гр. ВБм-212, Россия, Владивосток, e-mail: veronika112@mail.ru

**Некоторые черты биологии карася *Carassius gibelio* (Cypriniformes)
притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.**

Аннотация. Изучен размерно-массовый состав, зависимость длина–масса *Carassius Gibelio* притоков реки Уссури в 2016–2018 гг. В исследованные годы биологические показатели серебряного карася различались незначительно, что косвенно свидетельствует о стабильном состоянии популяции этого вида.

Ключевые слова: серебряный карась, размер, масса, река Уссури

Veronika A. Khlebnikova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Student, VBm-212, Russia, Vladivostok,
e-mail: veronika112@mail.ru

**Some features of the biology of the crucian carp *Carassius gibelio* (Cypriniformes)
of the tributaries of the Ussuri River in 2016–2018**

Abstract. The size and weight composition, the length–mass dependence of the *Carassius Gibelio* tributaries of the Ussuri River in 2016–2018 were studied. In the years studied, the biological indicators of the silver carp differed slightly, which indirectly indicates the stable state of the population of this species.

Keywords: silver carp, size, weight, Ussuri River

Введение

Ихтиофауна пресных водоемов на Дальнем Востоке во многом складывается из рыб систем рек Тихого и Северного Ледовитого океанов.

Амур – главная река региона, состав рыб в которой характеризуется огромным разнообразием более 120 видов. К основным ихтиоресурсам Амура относятся некоторые анадромные, а также наиболее ценные виды – лососи, осетры, калуга. Одним из важных компонентов сообществ, вступающим в сложные биотические отношения с другими объектами, является карась *Carassius gibelio*.

Серебряный карась, обитающий в Приморском крае, населяет практически все пресноводные водоемы. Являясь биологически пластичным видом, он легко заселяет новые водоемы и приспосабливается к новым условиям. Серебряный карась является рыбой средних размеров, длина которого достигает 18–39 см, при массе от 200 до 350 г [1, 2].

Вследствие биологической пластичности, заселив большинство озёрных и речных систем, он продолжает осваивать другие территории, приспосабливаясь к новым условиям обитания. Хозяйственное значение карася в этих водоемах определяется ролью в любительском и промышленном рыболовстве [1]. Так, в русловой придаточной системе и водохранилищах реки Уссури запас жилых рыб составил 464 т и среди 16 рыб, для которых определяется РВ, серебряный карась занимает первое место (70 т).

Целью данной работы является исследование некоторых черт биологии серебряного карася реки Уссури в 2016–2018 гг.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- изучить размерный состав;
- изучить массовый состав;
- охарактеризовать зависимость длина–масса.

Материал и методы исследования

В работе представлены результаты исследований, проведенные в районе бассейна реки Уссури в течение 2016–2018 гг. (таблица).

Основное место сбора – протока Бурханка, расположенная в 13 км от с. Преображенка Кировского района Приморского края.

Материал, положенный в основу работы

Год	Количество биологических анализов, экз.
2016	84
2017	145
2018	72

В ходе работ проанализировано 301 экз. серебряного карася с использованием стандартных методик (Правдин, 1966).

Статистическая обработка материала производилась с помощью пакета компьютерных программ Microsoft Office.

Результаты исследования и их обсуждение

В 2016 г. в притоках реки Уссури облавливался серебряный карась длиной 17–31 см, модальный класс формировали особи длиной 21,1–24 (60 %). Карась размером менее 17 и более 31 см в улове не встречались. В 2017 г. длина серебряного карася изменялась от 15 до 27 см. В модальный класс вошла рыба длиной от 22–26 см, это составило 47 %. На животных с длиной 14–17 см пришлось 6 %. Карась размером более 27 см в выборке отсутствовал.

В 2018 г. облавливался карась от 18 до 35 см. Модальный класс представлен рыбами длиной от 18–22 см (48 %). Особи размером менее 18 см в улове отсутствовали. Карась длиной более 30 см составил 8 %. Размерный ряд в 2018 г. более обширный, однако карась был больше в 2016 г. (рис. 1). Самцы больше самок.

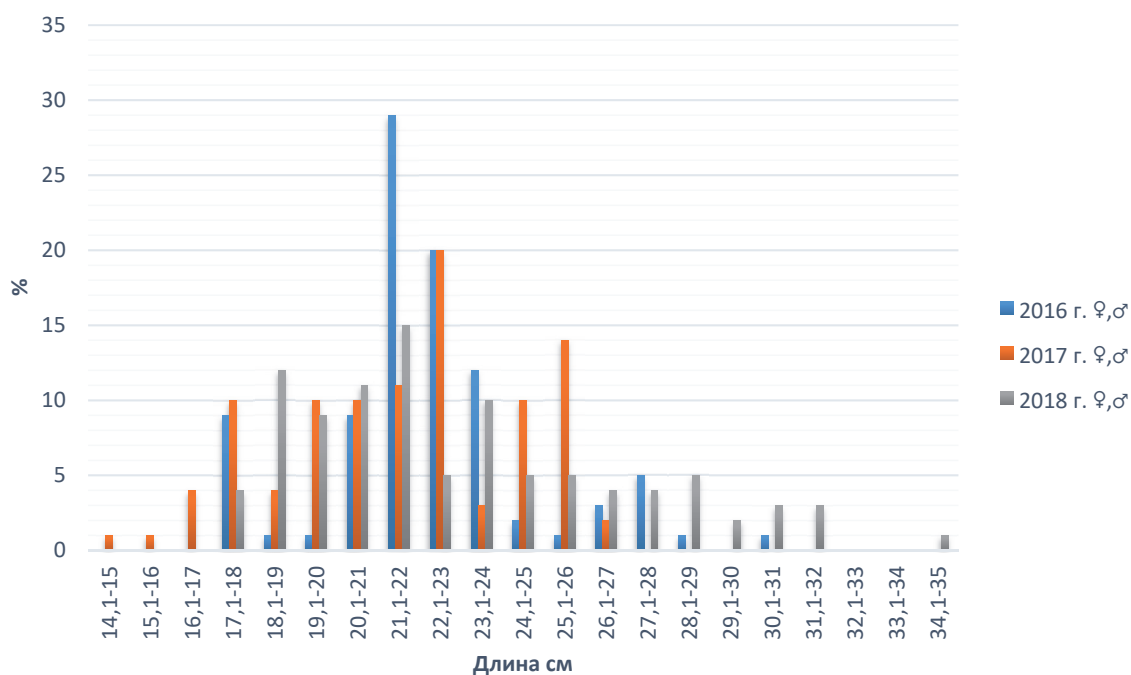


Рисунок 1 – Размерный состав серебряного карася притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

В 2016 г. модальный класс формировали самки размером от 21,1–24 см (61 %). Карась длиной от 17–20 см составил 5 %. Самки длиной более 30 см в улове не встречались.

В 2017 г. модальный класс представляли самки от 19,1–22 см, на их долю пришлось 57 %. Рыбы размером от 14–18 см были не многочисленны (14 %). Самки длиной более 27 см в выборке отсутствовали.

В 2018 г. модальный класс представили самки длиной от 18,1–22 см (45 %). Животные размером менее 17 см в улове не встречались. Самый немногочисленный класс составил 10 % с размерами более 30 см (рис. 2).

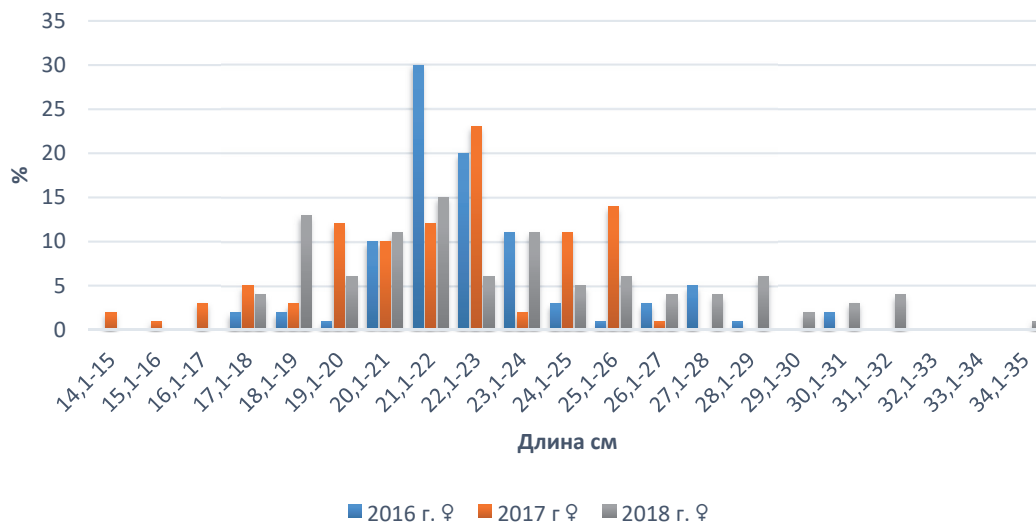


Рисунок 2 – Размерный состав серебряного карася самок притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

В 2016 г. самцы были размеров от 17,1–23 см. Модальный класс составили особи длиной от 21,1–22 см (50 %). Самцы менее 17 см в улове не встречались. В 2017 г. модальный класс формировали рыбы длиной от 17,1–19 см (61 %). Карась длиной менее 15 % составил 10 %, а более 20 см – 25 %. В 2018 г. облавливались самцы длиной от 18,1–23 см. Модальный класс представлен рыбами от 19,1–20 см (40 %). Самцы длиной менее 18 см в выборке не встречались (рис. 3).

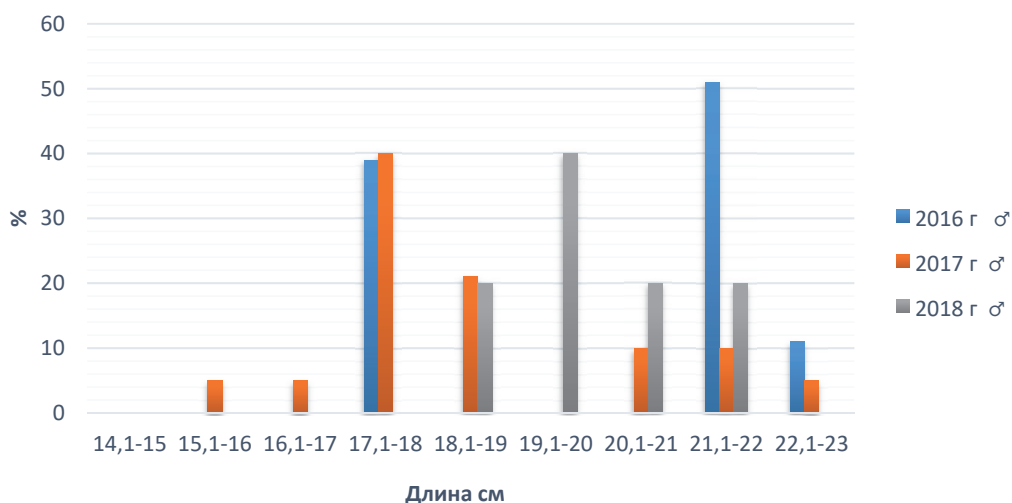


Рисунок 3 – Размерный состав серебряного карася самцов притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

Серебряный карась является бентофагом, объектами питания служат моллюски, гам-марида, хирономиды или же крупная водная растительность. В случае недостатка кормовой базы переходит на питание планктоном. Пик интенсивности питания приходится на летний период, в зимний период питание прекращается [2, 3].

Помимо этого, в рацион карася входят водоросли и детрит. Именно детрит играет главную роль в питании, составляя до 80–90 % в пищевом комке у рыб в отдельных прудах Амурского бассейна [3].

Массовый состав 2016 г. включал особей от 90 до 540 г. Большинство рыб имели массу 101–250 г (59 %). Особи менее 100 г составили 6 %, а более 300 г – 15 %. В 2017 г. масса серебряного карася изменялась от 70 до 330 г. Модальный класс был представлен животными от 51–250 г (78 %). Особи массой более 350 г в улове отсутствовали. В 2018 г. масса серебряного карася изменялась от 110 до 650 г. Модальный класс составил 101–200 г, на их долю пришлось 54 %. Немногочисленный класс представили караси от 301–650 г, всего 13 %. В выборке не встречались особи массой менее 150 г. Самки больше самцов (рис. 4).

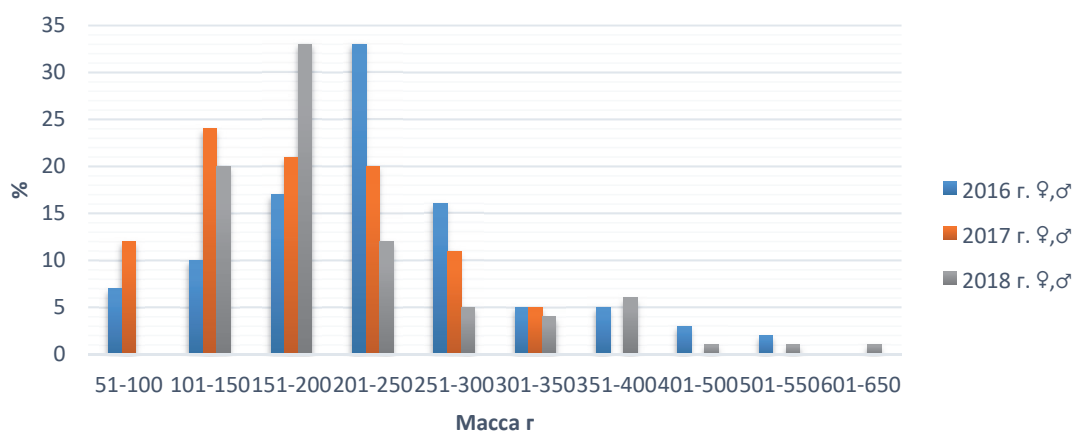


Рисунок 4 – Массовый состав серебряного карася притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

В 2016 г. самки формировали модальный класс от 151–300 г (63 %). Немногочисленными оказались особи более 351 г, на их долю пришлось 19 %. В 2017 г. модальный класс представили самки 101–300 г (78 %). Особи массой более 350 г не вылавливались. В 2018 г. модальный класс самок составил 101–250 г (68 %). Рыбы массой более 350 г оказались немногочисленные – 10 % (рис. 5).

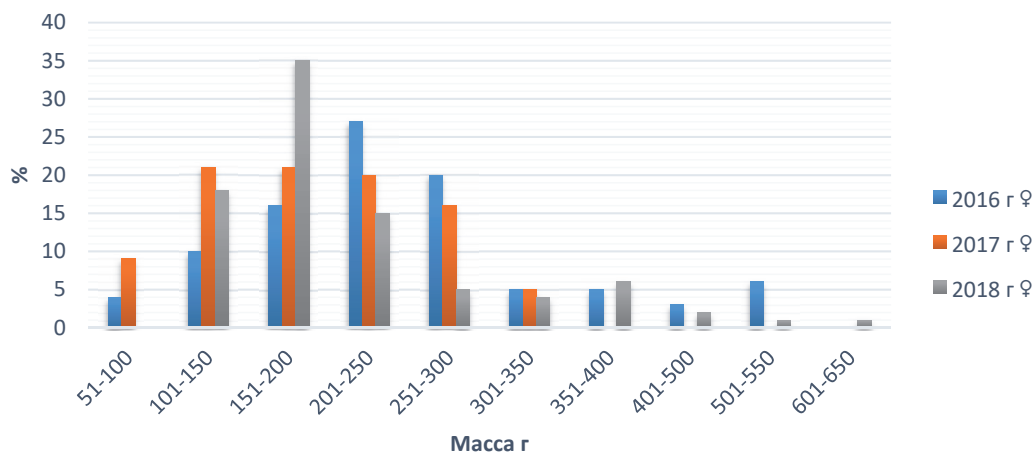


Рисунок 5 – Массовый состав самок серебряного карася притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

Самцы в 2016 г. облавливались массой от 51–300 г (рис. 6). Модальный класс представлен массой 51–200 г (64 %). В 2017 г. модальный класс представлен самцами массой 101–150 г (60 %). В 2018 г. модальный класс самцов составлял 101–150 (60 %).

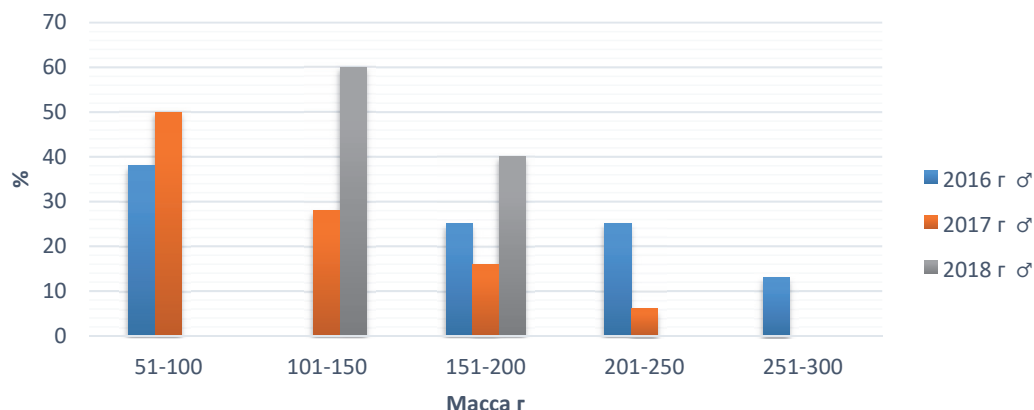


Рисунок 6 – Массовый состав самцов серебряного карася притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.

На изменение массовых и размерных характеристик относятся факторы окружающей среды, которые в зависимости от водоема могут влиять на рыб по-разному [2].

Опираясь на литературу, можно утверждать, что обнаружены особенности темпа роста самцов и самок серебряного карася в бассейне и на разных участках реки Уссури. Особенно это заметно у разнополых особей на первых годах жизни. Темп роста самцов выше в той части бассейна реки Уссури, которая ближе к озеру Ханка – в бассейне реки Сунгача. На верхнем участке реки Уссури, наоборот, самки растут быстрее. Темп роста самцов и самок в среднем течение реки уравнивается. Данное явление объясняется как абиотическими (гидрологический режим), так и биотическими (пресс хищников, достаточность кормовой базы) факторами [4].

Зависимость длина–масса серебряного карася в притоках реки Уссури в 2016 г. описывает степенное уравнение $y = 0,0058x^{3,3755}$ с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,8541$. Зависимость длина–масса серебряного карася в притоках реки Уссури в 2017 г. описывает степенное уравнение $y = 0,0157x^{3,0336}$ с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9083$. Зависимость длина–масса серебряного карася в притоках реки Уссури в 2018 г. описывает степенное уравнение $y = 0,0864x^{2,4925}$ с коэффициентом достоверности аппроксимации $R^2 = 0,9231$ (рис. 7).

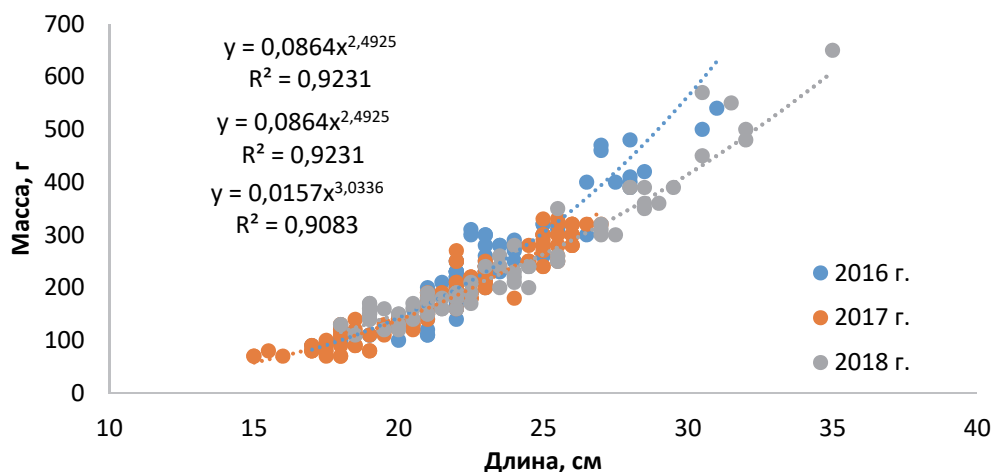


Рисунок 7 – Зависимость длина–масса серебряного карася реки Уссури в 2016–2018 гг.

Заключение

Серебряный карась реки Уссури в 2016–2018 гг. имел длину 15–35 см, массу 70–650 г. Проведенный анализ выявил изменение размерного состава серебряного карася в притоках реки Уссури в годы исследований. Максимальные средние показатели наблюдались в 2018 г. Особи менее 16,1 см попадались в уловах только 2017 г., крупнее 31 см – только в 2018 г.

По литературным данным, средние показатели массы серебряного карася на разных участках реки Уссури и ее притоков составляют 200–350 г и 165–272 г [1].

Показатели массы серебряного карася притоков реки Уссури за годы исследований сокращались. Наибольшую массу имели особи в 2016 г.

В целом полученные в годы исследований размерные показатели серебряного карася реки Уссури в 2016–2018 гг. соответствуют параметрам карася бассейна Амура (18–39 см), массовые – показателям рыб среднего течения реки Уссури (165–272 г).

Библиографический список

1. Колпаков Н.В., Коцюк Д.В., Островский В.И. и др. Современный статус водных биологических ресурсов бассейна реки Амур и задачи их изучения // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200, №3. С. 499–529.
2. Шедько С.В. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток: Дальнаука, 2001. Вып. 1. С. 229–249.
3. Боруцкий Е.В. Материалы о питании карася в бассейне Амура // Тр. амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. М.: Изд-во МОИП, 1950. Т. I. С. 131–144.
4. Бурик В.Н. Сравнительный анализ пресноводной ихтиофауны Еврейской автономной области и других территорий Дальнего Востока России // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 1. С. 48–55.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

УДК 378.1

Татьяна Валерьевна Беспалова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, канд. физ.-мат. наук, Россия, Владивосток, e-mail: Bepalova.TV@dgtru.ru

Оксана Федоровна Дергунова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель кафедры «Высшая математика», Россия, Владивосток, e-mail: Dergunova.OF@dgtru.ru

Анализ эффективности дистанционного обучения на примере дисциплины «Математика» в рыбохозяйственном вузе

Аннотация. Представлен анализ эффективности применения дистанционной образовательной технологии применительно к преподаванию дисциплины «Математика» в Дальневосточном государственном техническом рыбохозяйственном университете на примере двух групп студентов, обучающихся на различных направлениях подготовки бакалавриата.

Ключевые слова: дистанционное обучение, ZOOM, рыбохозяйственный университет, высшая математика, ранговая корреляция, выборочный коэффициент Спирмена, распределение Стюдента

Tatiana V. Bepalova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, PhD in Physics and Mathematical Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: Bepalova.TV@gdtru.ru

Oksana F. Dergunova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Russia, Vladivostok, e-mail: Dergunova.OF@dgtru.ru

Features of distance education for teaching higher mathematics in a fishery university

Abstract. The article analyzes the effectiveness of the application of distance educational technology at the Far Eastern State Technical Fisheries University in relation to teaching higher mathematics. The analysis was carried out on the example of two groups of students studying in different areas of bachelor's training.

Keywords: Distance learning, ZOOM, higher mathematics, Fisheries University, rank correlation, Spearman sampling coefficient, Student's distribution

Социально-экономические проблемы, которые выступили на первый план в связи с коронавирусной инфекцией, повлияли на многие привычные аспекты российской обще-

ственной жизни. Не обошли стороной возникшие трудности и сферу образования. Некоторые социологи считают, что именно школы, колледжи, вузы стали на время пандемии своеобразной экспериментальной площадкой, где рождались новые форматы обучения.

Сложившаяся ситуация побудила к созданию многочисленных образовательных траекторий, претворение в жизнь которых позволило контролировать процесс обучения в нестандартных обстоятельствах.

Рыбохозяйственные вузы не остались в стороне от этого процесса. Перед научно-преподавательским составом была поставлена задача в кратчайшие сроки организовать учебный процесс в дистанционном формате. Для реализации учебного процесса была выбрана платформа ZOOM, которая предоставляет достаточно широкий спектр возможностей в рамках проведения занятий.

Преподаватели кафедр получили шанс применить новые методики подачи привычного математического курса с использованием современных средств визуализации учебного материала. Была проведена работа по переводу лекций в электронный формат, отработаны навыки работы с электронной доской в режиме реального времени, а также подготовлен план семинаров в форме интерактивных занятий для закрепления пройденного материала.

Что касается обучающихся, то большая часть из них также достаточно успешно перешла на дистанционный режим проведения занятий: студенты записывали теоретический материал с необходимыми пояснениями, могли задавать уточняющие вопросы, участвовать в обсуждении предлагаемых преподавателем тем.

Некоторые неудобства в преподавании математики возникают на этапе опроса пройденной темы, так как большинство заданий требует от студентов умения непосредственно решить ту или иную задачу, выполнить чертеж или произвести расчетно-графическую работу.

В данной статье представлен анализ преподавания дисциплины «Математика» в дистанционном формате в Дальневосточном государственном рыбохозяйственном университете для студентов первого курса набора 2021 года по направлениям подготовки бакалавров «Экология и природопользование» и «Электроэнергетика и электротехника». Студенты обоих направлений изучали дисциплину «Математика» в течение двух семестров и имели опыт как очного, так и дистанционного формата обучения по данной дисциплине.

Для того, чтобы оценить эффективность обучения математическим дисциплинам с применением дистанционных технологий, авторами статьи была разработана следующая анкета:

1. Считаете ли вы необходимым введение дистанционного формата изучения дисциплин в высших учебных заведениях?
2. Считаете ли вы возможным полный переход на дистанционное обучение в вузе?
3. Считаете ли вы, что дистанционный формат может быть использован частично, как дополнение к очному формату обучения?
4. Считаете ли вы, что дистанционный формат обучения необходимо вводить в случае чрезвычайных ситуаций (пандемии, ухудшения погодных условий и т.п.)?
5. Считаете ли вы, что полный переход на дистанционный формат обучения способствует более глубокому освоению дисциплин в вузе?
6. Считаете ли вы, что частичный переход на дистанционный формат обучения способствует более глубокому освоению дисциплин в вузе?
7. Считаете ли вы, что обучение при дистанционном формате более эффективно для дисциплин математического цикла?
8. Считаете ли вы, что обучение при дистанционном формате больше подходит для гуманитарных дисциплин?
9. Нравится ли вам преподавание дисциплины «Математика» в дистанционном формате?
10. Считаете ли вы удобным для себя проведение лекционных занятий по дисциплине «Математика» в дистанционном формате?
11. Считаете ли вы удобным для себя проведение практических занятий по дисциплине «Математика» в дистанционном формате?

12. Считаете ли вы удобным для себя проведение консультаций по дисциплине «Математика» в дистанционном формате?

13. Считаете ли вы удобным для себя проведение промежуточных аттестаций (зачёты, экзамены) по дисциплине «Математика» в дистанционном формате?

14. Считаете ли вы, что проведение промежуточных аттестаций (зачёты, экзамены) по дисциплине «Математика» необходимо проводить в виде тестовых заданий?

15. Считаете ли вы, что дистанционный формат обучения способствует повышению успеваемости по дисциплине «Математика»?

16. Хотелось бы вам в дальнейшем изучать дисциплины в вузе в дистанционном формате?

Данная анкета была предложена студентам двух групп первого курса, а именно – обучающимся по направлениям бакалавриата «Экология и природопользование» и «Электроэнергетика и электротехника».

На каждый задаваемый вопрос предполагается однозначный ответ: «да» или «нет».

Далее было подсчитано процентное соотношение положительных ответов на вопросы данной анкеты в группах по соответствующим направлениям подготовки бакалавров. Полученные два набора значений занесены в табл. 1.

Таблица 1

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
«Экология и природопользование»	95	21	97	99	15	89	67	88	78	93	54	52	56	68	55	75
«Электроэнергетика и электротехника»	97	20	85	94	21	93	73	82	83	92	47	50	53	75	39	81

Проанализируем полученные данные с помощью теории *ранговой корреляции* [2].

Присвоим ранги x_i ответам группы направления «Экология и природопользование». Для этого расположим ответы в убывающем порядке и пронумеруем их. Ранг x_i равен порядковому номеру ответа, т.е. $x_i = i$. Результат занесем в табл. 2.

Таблица 2

Ранги x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
«Экология и природопользование»	99	97	95	93	89	88	78	75	68	67	56	55	54	52	21	15

Аналогично расположим ответы группы по направлению «Электроэнергетика и электротехника» в порядке убывания, перенумеруем их.

Таблица 3

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
«Электроэнергетика и электротехника»	97	94	93	92	85	83	82	81	75	73	53	50	47	39	21	20

Далее определяем ранги y_i . Напомним, что индекс i при y должен быть равен порядковому номеру ответа табл. 2.

Найдём ранг y_1 . Индекс $i = 1$ означает, что рассматривается ответ в табл. 2, стоящий на 1-м месте (ответ 99). Из табл. 1 видно, что этому значению соответствует ответ 94, который в табл. 3 находится на 2-м месте. Таким образом, ранг $y_1 = 2$. Аналогичным образом определяем остальные ранги y_i и получаем табл. 4.

Таблица 4

Ранги x_i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ранги y_i	2	5	1	4	3	7	6	8	9	10	11	14	13	12	16	15

Для определения выборочного коэффициента ранговой корреляции Спирмена найдём разность рангов и занесём в табл. 5.

Таблица 5

№ п/п	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
$d_i = x_i - y_i$	-1	-3	2	0	2	-1	1	0	0	0	0	-2	0	2	-1	1

Найдём сумму квадратов разностей рангов:

$$\sum d_i^2 = 1 + 9 + 4 + 4 + 1 + 1 + 4 + 4 + 1 + 1 = 30.$$

Искомый выборочный коэффициент ранговой корреляции Спирмена находим по формуле

$$\rho_v = 1 - \frac{6 \sum d_i^2}{n^3 - n},$$

где n – объём выборки, в данном случае – число вопросов в анкете.

Так как $n = 16$, имеем

$$\rho_v = 1 - \frac{6 \cdot 30}{16^3 - 16} = 0,96.$$

Проверим, является ли значимой ранговая корреляционная связь между ответами на вопросы анкеты двух исследуемых групп [3]. Выберем уровень значимости $\alpha = 0,01$ и найдём $t_{кр}(\alpha; k)$ критическую точку двусторонней критической области распределения Стьюдента по уровню значимости α и числу степеней свободы $k = n - 2 = 16 - 2 = 14$.

Итак, $t_{кр}(0,01; 14) = 2,98$.

Далее находим критическую точку $T_{кр}$ по формуле

$$T_{кр} = t_{кр}(\alpha; k) \sqrt{\frac{1 - \rho_v^2}{n - 2}}.$$

В нашем случае критическая точка равна

$$T_{кр} = 2,98 \sqrt{\frac{1 - 0,96^2}{16 - 2}} = 0,22.$$

Итак, $\rho_v = 0,96$ и $T_{кр} = 0,22$, и мы получаем, что $|\rho_v| > T_{кр}$, из чего делаем вывод, что между двумя наборами ответов табл. 1 существует значимая ранговая корреляционная связь.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что студенты оценивают эффективность обучения по дисциплине «Математика» в дистанционном формате схожим образом.

При этом анализ критериев эффективности обучения дисциплине «Математика» показал, что большинство студентов различных направлений рассматривают дистанционный формат как возможность более детально и углубленно изучить предмет в целом, а также использовать ряд преимуществ, таких как:

- получение дополнительной информации по изучаемым темам;
- учёт индивидуального темпа обучения;
- возможность повторного просмотра демонстрационных материалов;
- комфортная среда (рабочее место, режим питания и т.п.).

В то же время полученные ответы дают понять, что форма обучения с применением дистанционных технологий не является для студентов приоритетной. Большинство студентов рассматривает занятия в аудитории как базовую составляющую успешного освоения дисциплины, а коммуникацию с преподавателем – как решающий фактор успеха.

Так, при выполнении практического индивидуального задания студенту достаточно сложно получить своевременную консультацию преподавателя. При дистанционном формате обучения обратная связь между преподавателем и студентом достаточно слабая, что затрудняет их эффективное взаимодействие.

Кроме того, периодически дают о себе знать сложности с техническим оснащением образовательного процесса. Не у всех студентов есть возможность выхода в интернет в соответствии с расписанием занятий.

В то же время студенты, обучающиеся по различным направлениям бакалавриата единодушны в том, что дистанционная форма является достаточно эффективной при изучении дисциплины «Математика» и, безусловно, должна быть представлена как дополнительный инструмент образования в высшей школе.

Библиографический список

1. Демцура С.С., Якупов В.Р. Возможности использования программы ZOOM для дистанционного обучения студентов // Наукосфера. 2020. № 7. С. 42–45.
2. Гмурман Е.В. Теория вероятностей и математическая статистика : учебник для вузов. М. : Юрайт, 2020. – 479 с.
3. Гмурман Е.В. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике: учеб пособие. М.: Юрайт, 2016. 1620 с.
4. Чайкина Е.В. Особенности обучения математике в техническом вузе в условиях дистанционного обучения // Актуальные проблемы преподавания математики в техническом вузе. 2020. № 8. С. 254–258.
5. Дедюхин Д.Д., Баландин А.А., Попова Е.Н. Дистанционное обучение в системе высшего образования: проблемы и перспективы // Мир науки. Педагогика и психология, 2020. Т. 8, № 5. С. 1–11.

Татьяна Марьяновна Бойцова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, профессор, профессор кафедры «Промышленное рыболовство», доктор техн. наук, Россия, Владивосток, e-mail: boitsova_tm@mail.ru

Светлана Владимировна Лисиенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, зав. кафедрой «Промышленное рыболовство», канд. экон. наук, Россия, Владивосток, e-mail: lisienkosv@mail.ru

Базовое и перспективное образование для рыбохозяйственной отрасли

Аннотация. Проанализирована система подготовки квалифицированных специалистов для рыбохозяйственной отрасли. Представлена новая программа подготовки магистров по направлению «Промышленное рыболовство», соответствующая требованиям образовательного и профессиональным стандартам. Предложены дисциплины для получения профессиональных компетенций.

Ключевые слова: рыбохозяйственная отрасль, квалифицированные специалисты, Промышленное рыболовство, подготовка магистров, дисциплины, профессиональные компетенции

Tatyana M. Boitsova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Professor, Professor of the the Department of Industrial Fisheries, Doctor of Technical Sciences, Russia, Vladivostok, e-mail: boitsova_tm@mail.ru

Svetlana V. Lisienko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries, PhD in Economics, Russia, Vladivostok, e-mail: lisienkosv@mail.ru

Basic and advanced education for the fisheries industry

Abstract. The system of training qualified specialists for the fisheries industry is analyzed. A new master's degree program in the field of Industrial Fishing, meeting the requirements of educational and professional standards, is presented. Disciplines for obtaining professional competencies are proposed.

Keywords: Fisheries industry, qualified specialists, Industrial fishing, master's degree training, disciplines, professional competencies

Рыболовство – это деятельность по добыче (вылову) водных биоресурсов и, в предусмотренных федеральным законом случаях, по приемке, обработке, перегрузке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов, производству рыбной и иной продукции из водных биоресурсов. Весь рыбохозяйственный комплекс играет важную роль в поддержании продовольственной безопасности, сохранении водных биоресурсов и улучшении качества жизни населения. В связи с этим специалисты, работающие в отрасли, должны обладать полными знаниями по этим вопросам.

В настоящее время система высшего образования претерпевает решительные изменения. Принятая в Российской Федерации Болонская конверсия себя не оправдала. Особенно это отразилось на подготовке инженерных кадров. Как сами вузы, так и представители промышленности отмечают назревшую необходимость в проведении реформирования.

В системе рыбохозяйственного образования подготовка по основным направлениям, востребованным в отрасли, ведется в две ступени: бакалавриат – магистратура. Подготовка бакалавра сокращена по сравнению с существующей ранее подготовкой специалиста-инженера до 4-х лет. Основное снижение провели как раз за счет специальных дисциплин, что отразилось на уровне подготовки и качестве знаний выпускника. В частности, выпускники в области промышленного рыболовства ранее за период обучения кроме знаний по специальности и квалификации «инженер-механик» могли получить квалификацию судоводителя, освоить военную специальность, получали практические навыки в ходе достаточно продолжительных учебных и производственных практик. Такие специалисты были востребованы в отрасли, быстро осваивались в производственных условиях, успешно продвигались по карьерной лестнице.

Необходимо отметить, что в последнее время получению студентами рабочих навыков стали уделять серьёзное внимание. Командное участие в мероприятиях по международной программе World Skills такую возможность предоставляет. Данные соревнования не только позволяют приобрести производственные навыки, но и позволяют учащимся и профессорско-преподавательскому составу познакомиться с уровнем подготовки в других учебных заведениях, перенять передовой опыт, расширить свой кругозор, познакомиться с деятельностью других рыбохозяйственных регионов, продемонстрировать себя работодателю.

Кроме того, в программу обучения активно внедряются современные IT-технологии. В частности, на кафедре Промышленного рыболовства Дальрыбвтуза введен в эксплуатацию компьютерный тренажер, наглядно демонстрирующий весь производственный процесс организации и осуществления вылова водных биологических ресурсов.

Тренажер снабжен имитаторами современных навигационных приборов, устанавливаемыми на рыбопромысловых судах, и обеспечивает полное погружение в производственный процесс по настройке оборудования, добыче, организации системы технологических потоков. Тренажер позволяет вести как подготовку учащихся, так и переподготовку действующего командного состава, и трал мастеров рыбопромысловых судов.

Учитывая активное развитие науки и технических средств, в промышленном рыболовстве развивается подготовка магистров. Успешно реализуется подготовка по программе «Процессы и системы промышленного рыболовства». Программа пользуется спросом у выпускников, получивших квалификацию «бакалавр», и уже работающих на производстве специалистов, желающих повысить свою квалификацию и получить современные знания. Обучающиеся получают более расширенные знания непосредственно по специальности, готовят и защищают магистерскую диссертацию.

Цель настоящей работы – проведение анализа и включение в образовательный процесс компетенций, необходимых для повышения качества подготовки и полноценного включения выпускников кафедры промышленного рыболовства в производственный процесс на рыбохозяйственных предприятиях.

В результате обсуждения и защит магистерских диссертаций перед комиссией, включающей представителей рыбохозяйственной науки и руководителей действующих производственных предприятий, по итогам конференций и совещаний различного уровня был поднят вопрос о необходимости расширения программы подготовки магистров.

Как оказалось, в отрасли требуются специалисты со знанием не только техники, орудий лова и технологии промысла, но и организации и управления всем производственным циклом, вылова объекта промысла, организации технологии вылова и технологии переработки, возможности реализации глубокой разделки сырья в условиях промысла, осуществления принципа комплексного использования сырья и повышения уровня экологической безопасности промыслового района.

Получение выпускником этих компетенций позволит уже в производственных условиях организовать процессы, позволяющие добиться снижения затрат и себестоимости продукции, повысить прибыль предприятия.

Учитывая постоянную динамику развития отрасли, постановку новых целей и задач перед отечественными рыбодобывающими предприятиями, связанными с мощной индустриализацией, промысловой и технологической перевооруженностью современного рыбопромыслового флота, выдвигаются и новые требования к уровню образованности отраслевых специалистов. Тем более что в последнее время во многих, особенно в передовых технологических, областях промышленности страны наблюдается положительная тенденция возрастания роли специалистов, обладающих междисциплинарными знаниями, умениями и навыками. Эти факты стали решающими для создания новой образовательной программы магистратуры: **«Организация и управление производственно-технологической деятельностью на судах рыбопромыслового флота»**.

Программа новая, инновационная, нешаблонная. Принципиально новой характеристикой, безусловно, является ее междисциплинарность как основа комплексного подхода к формированию состава дисциплин учебного плана. План включает в себя как традиционные для промышленного рыболовства дисциплины, создающие основу направления, так и дисциплины технологические и организационно-управленческие, определяющие ее профильную направленность.

Компетентностный подход реализован в данной программе следующим образом: совокупность запланированных результатов обучения по обязательным дисциплинам направления и профильной направленности, а также по практикам, относящимся к обязательной части программы, обеспечивает формирование у выпускников универсальных и общепрофессиональных компетенций. Так, в состав дисциплин профильной направленности включены следующие:

- Организация промыслово-технологической деятельности на судах рыбопромыслового флота;
- Рыболовные системы;
- Экологический подход к управлению производственными процессами рыбопромыслового флота;
- Комплексные инновационные технологии добычи и обработки водных биологических ресурсов на судах рыбопромыслового флота;
- Методы контроля качества водных биоресурсов, полуфабрикатов и готовой продукции;
- Технологии обработки водных биоресурсов на промысловых судах;
- Контроль и учет сырья, полуфабрикатов и готовой продукции из водных биоресурсов;
- Промысловые биоресурсы и параметры их качества и другие.

Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплинам профильной направленности, а также по практикам части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений, обеспечивает развитие у выпускников профессиональной компетенции **ПКС-1: «Способен управлять технологическим процессом добычи (вылова) водных биоресурсов рыбодобывающей организации»**. Она сформирована путем выделения из названного профессионального стандарта **полностью** обобщенной трудовой функции 7-го уровня Н и формирования из нее профессиональной компетенции (в классической программе ОТФ была выделена частично). При этом индикатор ее достижения сформулирован из трудовой функции *Н/02.7: «Способен организовывать производственную деятельность рыбодобывающей организации в соответствии со стратегией ее развития добычи (вылова) и обработки биологических ресурсов на судах рыбопромыслового флота»* (в первой программе предусмотрены индикаторы достижения на основе двух трудовых функций).

Программа соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.08 «Промышленное рыболовство» с учетом требований профессионального стандарта 15003

«Специалист добыче (вылову) и обработке водных биологических ресурсов на судах рыбопромыслового флота».

Особенность профессионального стандарта заключалась в новом комплексном подходе к профессиональной компетентности управляющих рыбодобывающими организациями высшего звена, а также управляющих производственно-технологическими процессами добычи и обработки в рамках таких организаций, в т.ч. на рыбопромысловых судах.

Эта особенность выражена в функциональной карте видов профессиональной деятельности: код обобщенной трудовой функции Н, уровень квалификации 7, т.е. уровень высшего образования – магистратура.

Обобщенная трудовая функция «Управление технологическим процессом добычи (вылова) водных биоресурсов рыбодобывающей организации», включающая в себя 2 вида трудовых функций: «Координация работы рыбопромысловых судов в составе рыбодобывающей организации» и «Организация производственной деятельности рыбодобывающей организации в соответствии со стратегией развития добычи (вылова) и обработки биологических ресурсов на судах рыбопромыслового флота», ясно определила организационно-управленческие требования к уровню подготовленности выпускников для занятия соответствующих должностей в рыбодобывающих организациях в соответствии с:

- общероссийским классификатором занятий (ОКЗ) – руководители подразделений в рыболовстве и рыболовстве;
- единым квалификационным справочником должностей (ЕКС) – главный технолог;
- общероссийским классификатором профессий рабочих, должностей служащих и тарифных разрядов (ОКПДТР) – главный технолог (в промышленности).

Наряду с этим общероссийским классификатором специальностей по образованию (ОКСО) определен уровень и направление подготовки магистратуры для занятия должностей с возможными наименованиями: главный технолог и специалист по добыче и обработке рыбы и морепродуктов – 35.04.08 «Промышленное рыболовство».

Это соответствует определению промышленного рыболовства, данному в 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»:

«Промышленное рыболовство – это предпринимательская деятельность по поиску и добыче (вылову) водных биологических ресурсов, по приемке, обработке, перегрузке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов водных биоресурсов, производству на судах рыбопромыслового флота рыбной и иной продукции из этих водных биоресурсов».

Иными словами, область и сфера профессиональной деятельности – промышленное рыболовство уже достаточно длительный период являются комплексными и междисциплинарными, затрагивающими все процессы рыбопромысловой деятельности добывающих судов, как и в составе рыбопромышленной организации, так в отдельности.

Следовательно, разработанная магистерская программа позволит получить все компетенции, требуемые для присвоения квалификации «магистр».

После того как Дальрыбвтуз объявил набор на разработанную программу, ей заинтересовались производственники и руководители предприятий, направив своих специалистов, а в некоторых случаях – и руководителей на обучение на кафедре «Промышленное рыболовство» для получения квалификации «магистр».

Подготовку по программе проводят квалифицированные преподаватели, доктора и кандидаты наук, ведущие специалисты рыбохозяйственных предприятий.

Кроме того, на кафедре «Промышленное рыболовство» ведутся научные исследования совместно с учеными Всероссийского научно-исследовательского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Дальневосточного филиала ВНИРО (ТИНРО-Центра), Дальневосточного отделения Академии наук. Ведется подготовка аспирантов, защищаются научные диссертации. Проводимые мероприятия в целом нацелены на выполнение Государственной Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года.

Программа доложена, обсуждена и получила широкое одобрение на Пленуме специалистов рыбохозяйственного образования в октябре 2022 г. на базе Камчатского Технического Университета, проводимом под руководством Учебно-методического объединения. В рамках реализации программы рыбохозяйственные вузы выразили желание участвовать в совместном сетевом обучении магистров.

Библиографический список

1. ФГОС ВО по направлению подготовки 35.04.08 «Промышленное рыболовство».
2. Профессиональный стандарт 15003 «Специалист по добыче (вылову) и обработке водных биологических ресурсов на судах рыбопромыслового флота».
3. 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»:
4. Государственная Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года.

Нина Сергеевна Иванко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель, Россия, Владивосток, e-mail: ivns@mail.ru

Проблемы нормоконтроля студенческих работ

Аннотация. Рассматриваются проблемы корректной проверки студенческих работ, в частности – рефератов, с точки зрения соответствия заявленным требованиям к оформлению. В качестве решения проблемы многократных проверок предложено внедрение программы автоматической проверки текстов на соответствие требованиям. Особое внимание уделяется оформлению библиографических источников согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Ключевые слова: нормоконтроль, оформление, библиографическая ссылка, ГОСТ Р 7.0.5-2008, ГОСТ 7.1-2003

Nina S. Ivanko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Senior Lecturer, Russia, Vladivostok, e-mail: ivns@mail.ru

Problems of standard control of student works

Abstract. This article discusses the problems of correct verification of student papers, in particular abstracts, for compliance with the stated requirements for registration. As a solution to the problem of multiple checks, the possibility of implementing an automatic text verification program for compliance with the requirement is proposed. Special attention is paid to the design of bibliographic sources according to GOST R 7.0.5-2008.

Keywords: standard control, design, bibliographic reference, GOST R 7.0.5-2008, GOST 7.1-2003

Любой вид самостоятельной работы – это возможность для студента показать свои знания. Оформлению контрольных работ, рефератов, отчетов по практикам они уделяют минимальное внимание, считая этот вид работ недостаточно «серьезным». Однако, как и курсовые, данный вид работ является важным и способствует формированию компетенций обучающегося для применения в будущей профессиональной деятельности.

Вышеуказанная проблема является актуальной, но большинство трудов по этой теме посвящено оформлению библиографических списков [1, 2] или же проблемам формирования содержимого работ [3]. В данном случае рассмотрена проблема оформления студенческих работ в целом. Вопросам правовых оснований стандартизации оформления научно-исследовательских работ студентов посвящена работа [4].

Доступность информации для контрольной работы, реферата или отчета в сети Интернет обеспечивает, с одной стороны, возможность получения дополнительных сведений по дисциплине для студентов, в том числе не только по содержанию работы, но и по самой структуре, а с другой – повышает соблазн использовать готовый материал, не прикладывая усилий. Большинство студентов младших курсов не владеют навыками самостоятельного написания исследовательской работы, не только по специальным дисциплинам выбранного ими направления подготовки, но и по общеобразовательным дисциплинам, таким как, например, информатика (речь идет о студентах, обучающихся не по IT-направлению подготовки). И здесь возникает проблема не только уникальности текстов, которая была ранее

рассмотрена в работе [5], но и грамотного оформления работы. Скопированный фрагмент текста имеет форматирование, не соответствующее требованиям оформления печатных работ. Это в первую очередь связано с различными стандартами оформления письменных (печатных) работ и веб-документов.

Основной целью оформления самостоятельной работы студента по заданным критериям и требованиям является подготовка студентов к оформлению курсовых и выпускных квалификационных работ, оформление которых регламентируется ГОСТ. С этой целью к рефератам применяются те же требования по оформлению содержимого, как и к выпускной квалификационной работе, и в первую очередь это требования к структуре реферата. Реферат должен содержать титульный лист, оглавление (содержание), автоматически формируемое по содержанию основной части реферата, введение, основную часть реферата по заданной теме, заключение и библиографический список.

Такие виды самостоятельных работы студентов, как реферат, контрольная работа и отчет по практике, подразумевают, что они выполняются каждым студентом группы. Если таких групп у преподавателя несколько, количество работ для проверки вырастает значительно. В таблице представлены данные по результатам проверки рефератов по информатике для трех групп студентов.

Результаты исследований

	Зачтено при первой проверке	Число правок работы		Количество студентов в группе
		1	2	
Группа А	1	8	3	12
Группа Б	4	16	5	25
Группа В	6	37	4	47

Из таблицы видно, что для большинства студентов достаточно указать ошибки один раз, и при следующей проверке замечаний по оформлению работы уже не возникает.

Однако даже в таком случае количество проверок в группе возрастает вдвое. Так, для работ группы А из 12 студентов было произведено 26 проверок, для того чтобы все они были зачтены, для групп Б и В количество проверок составило 51 и 92 соответственно.

При проверке студенческих работ основная проблема – это количество работ для проверки и необходимость повторных проверок после исправлений замечаний студентами. В таких условиях не исключены ошибки при проверке, т.е. можно пропустить некоторые моменты ошибочного оформления работы. Для того чтобы избежать подобного и автоматизировать процесс проверки работ студентов можно использовать специальные программы. Для создания такой программы необходимо выделить основные пункты, по которым работа будет проверяться. Для рефератов их можно условно разделить на 4 категории: проверка структуры реферата, параметров страниц, параметров абзацев, библиографического списка.

Первый этап – это проверка структуры реферата, выявление основных элементов реферата, таких как титульный лист, содержание (оглавление), введение, главы реферата, заключение и библиографический список. Данный этап может также включать проверку общего объема реферата.

Пример требований к содержанию реферата:

Объем работы – 5–10 страниц формата А 4.

Основной текст реферата разбить на 2 или 3 главы, в каждой из которых выделить не менее двух пунктов.

В тексте обязательно должна быть использована хотя бы одна таблица и должен присутствовать хотя бы один рисунок по теме реферата.

В конце обязательно указать список использованных источников.

Таким образом, при проверке содержимого реферата, оформленного по данным требованиям, необходимо обратить внимание на следующие пункты:

- количество страниц документа,
- наличие введения и заключения, т.е. заголовков с соответствующим текстом,
- наличие заголовков двух уровней вложенности,
- наличие библиографического списка (списка используемых источников).

Второй этап – это проверка оформления страниц документа. В данном случае необходимо выделить следующие элементы:

- параметры полей, т.е. размеры всех полей документа;
- параметры колонтитулов, здесь необходимо выделить проверку на наличие нумерации страниц, проверку на наличие дополнительных полей колонтитулов, например, по заданию могут быть добавлены ФИО студента, выполнившего работу, в колонтитул.

Пример требований для оформления страниц:

Установить поля: верхнее, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1 см.

Нумерация страниц – внизу, по центру.

В верхний колонтитул включить свою фамилию и личный шифр (номер зачетной книжки).

Таким образом, при проверке параметров страниц документа, оформленного по данным требованиям, необходимо проверить следующие пункты:

- размер полей,
- наличие нумерации страниц и местоположение нумерации страниц,
- наличие текста в верхнем колонтитуле.

При проверке параметров абзацев необходимо обратить внимание на следующие показатели:

- непосредственно параметры абзацев, т.е. используемый шрифт, размер текста, выравнивание текста в абзаце, интервалы перед и после абзацев, межстрочные интервалы, отступы первой строки и прочие параметры абзаца;
- используемые стили, т.е. применение стилей для оформления заголовков, шрифтовое оформление заголовков и проч.;
- оформление таблиц, т.е. наличие заголовка таблицы, начинающегося со слова «таблица», параметры размещения таблицы на странице документа, такие как размещение заголовка таблицы и таблицы на одной странице документа, размер текста в таблице и т.д.;
- оформление рисунков, т.е. параметры обтекания текстом рисунка, наличие подписи, ее расположение относительно рисунка и параметры текста подписи;
- особые параметры оформления текста, например отсутствие пустых абзацев или разбивка текста на колонки.

Пример требований к оформлению абзацев:

Создать стили абзацев:

заголовков с нумерацией – каждому заголовку присвоить уровень в соответствии с его иерархией (пункты, подпункты и т.д.);

абзацев основного текста (шрифт – Times New Roman, 14, выравнивание – по ширине, отступ первой строки – 1,25 см, междустрочный интервал – полуторный);

списков (шрифт – Times New Roman, 14, выравнивание – по ширине, междустрочный интервал – полуторный, отступы маркеров/номеров – 1 см, положение текста – 1,25 см);

использованной литературы (шрифт – Times New Roman, 13, курсив).

Включить режим автоматической расстановки переносов в тексте.

Создать оглавление (автоматически, используя стили заголовков с нумерацией).

Таким образом, при проверке параметров абзацев документа, оформленного по данным требованиям, необходимо проверить следующие пункты:

- стили заголовков,
- для основного текста – шрифт, размер, выравнивание, размер отступа в первой строке, межстрочный интервал,
- параметры оформления списков – отступы маркеров, положение текста.

Автоматическая расстановка переносов в тексте и автоматически генерируемое оглавление относятся к особым требованиям оформления текста, и их необходимо проверять отдельно. В этом случае можно выделить следующие элементы:

- расстановка переносов,
- поля автоматически обновляемых данных.

К отдельному этапу проверки следует отнести оформление библиографических списков. Для оформления библиографических списков используется ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка»[6].

Требования к оформлению и правила описания источников изложены в ГОСТ 7.1-2003[7], ГОСТ 7.82-2001 и ГОСТ 7.80-2000. В этих документах изложены правила указания авторов и названий источников, выходных данных библиографических ссылок (город, издательство, количество страниц или интервалы страниц и т.д.).

Библиографическое описание содержит сведения об источнике цитирования, сформированные по определенным правилам, согласно которым определен порядок элементов источника и порядка его описания.

Согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008, выделяют следующие виды библиографических ссылок по месту расположения ссылок:

- внутритекстовая ссылка – это ссылка на источник, указанная в тексте документа, заключенная в круглые скобки;
- подстрочная ссылка – это ссылка на источник, оформленная как примечание в нижней части страницы;
- затекстовая ссылка – это ссылка на источник, оформленная отдельным списком, обычно в конце документа.

Считаем, что при оформлении студенческих работ будут использоваться только затекстовые виды ссылок.

Согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008, отдельно выделены повторные ссылки – это ссылки, оформленные в сокращенной форме, для источников, которые уже ранее упоминались в документе.

Вид формирования ссылки на источник полностью зависит от типа источника. Разделяют ссылки на электронные ресурсы (для них обязательным является указание URL-источника и даты обращения), архивные документы (название архивохранилища приводится в виде аббревиатуры или в виде сокращенного названия).

На данном этапе проверка библиографических списков является самой сложной частью поставленной задачи, во-первых, потому что имеется большое число типов источников, оформление которых различается, во-вторых, именно эта часть студенческих работ имеет особое, часто не соответствующее требованиям, оформление.

В силу сложности оформления библиографических списков в их проверку на данном этапе планируется включить следующие составляющие:

- выделение отдельных источников,
- проверка наличия URL-ссылки в источнике,
- проверка наличия ссылки в квадратных скобках на данный источник в тексте студенческой работы.

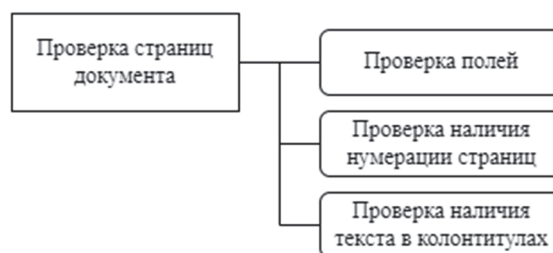
Общая схема этапов проверки студенческой работы представлена на рисунке.

Таким образом, выявлены основные элементы, требующие анализа при проверке оформления студенческих работ, на примере оформления реферата. Далее будет разработан алгоритм автоматической проверки выделенных пунктов в виде программы.

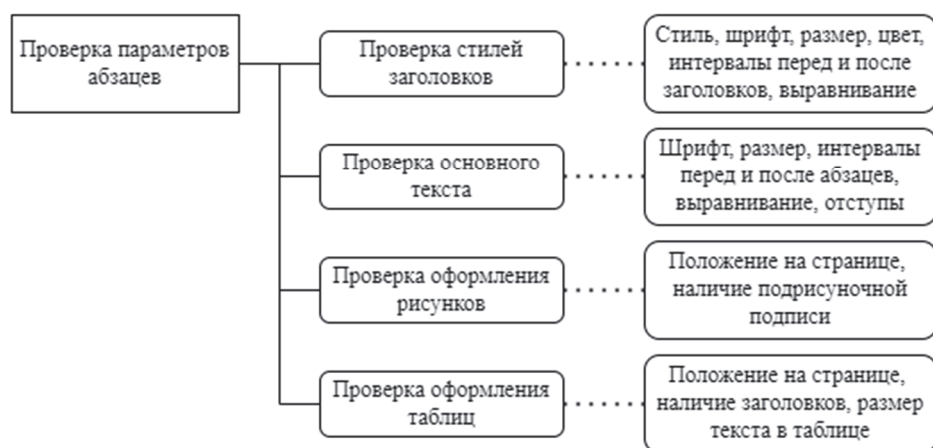
Этап 1



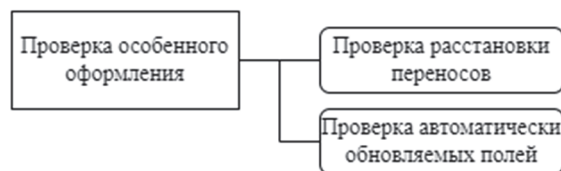
Этап 2



Этап 3



Этап 4



Этап 5



Этапы проверки

Библиографический список

1. Алешкова Д.А., Александрова А.С. Автоматическое оформление списка литературы согласно ГОСТ Р 7.0.5-2008 и references // Инновационные технологии: теория, инструменты, практика. 2018. Т. 1. С. 4–7.

2. Воробьева Г.Н. К применению ГОСТ 7. 32-2017 в вузе. Требования // Вестн. науки и образования. 2019. №14-2 (68). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/k-primeneniyu-gost-7-32-2017-v-vuze-trebovaniya> (дата обращения: 18.10.2022).

3. Копылов С.В. Обучение студентов и рефераты в этом процессе // Инновационная наука. 2017. № 6. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/obuchenie-studentov-i-referaty-v-etom-protsesse> (дата обращения: 18.10.2022).

4. Пирожкова И.Г. Проблемы нормоконтроля научной студенческой работы: правовые основания и практика // Библиосфера. 2019. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/>

problemy-normokontrolya-nauchnoy-studencheskoy-raboty-pravovye-osnovaniya-i-praktika-1
(дата обращения: 18.10.2022).

5. Иванко Н.С. Анализ студенческих работ на заимствование // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы Нац. науч.-техн. конф. 2019. С. 126–130.

6. ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. Введ. 2009 -01-01. М.: Стандартиформ, 2008. 38 с.

7. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. Введ. 2004-07-01. М.: Изд-во стандартов, 2004. 66 с.

Екатерина Александровна Колбина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, канд. физ.-мат. наук; Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН, младший научный сотрудник, Россия, Владивосток, e-mail: pavlova@iacp.dvo.ru

Изучение модели динамики численности с дискретным временем

Аннотация. Рассматривается динамика численности популяции на примере обобщенной нелинейной модели с дискретным временем. Определяются стационарные решения и условия их устойчивости. Рассматривается пример выполнения практического задания.

Ключевые слова: динамика численности, модели с дискретным временем, стационарные точки, устойчивость

Ekaterina A. Kolbina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, PhD in Physics and Mathematics; Institute of Automation and Control Processes FEB RAS, Junior Researcher, Russia, Vladivostok, e-mail: pavlova@iacp.dvo.ru

Study of the dynamics of a Discrete-Time Population Model

Abstract. Population size dynamics is considered on the example of a generalized nonlinear model with discrete time. Stationary solutions and their stability conditions are determined. An example of performing a practical task is considered.

Keywords: population dynamics, discrete time models, stationary points, stability

В процессе обучения дисциплине «Математические методы в экологии» для описания природных механизмов в популяциях используются математические модели, позволяющие описывать динамику численности. Известно, что в реально существующих популяциях численность обладает достаточно сложным поведением. Именно по этой причине одной из главных задач в популяционной экологии является теория динамики численности. По математическому аппарату, применяемому при составлении базовых моделей популяционной экологии, можно выделить две основные группы: 1) модели, основанные на обыкновенных дифференциальных уравнениях; 2) дискретные по времени модели.

При построении большей части моделей математической экологии применялся аппарат дифференциальных уравнений. Изучение непрерывных моделей описаны в классических работах таких исследователей, как Ферхюльст, Вольтерра [1], Костицын [2], и многих других. Гаузе [3, 4] в своих экспериментах при изучении динамики численности в популяциях микроорганизмов подтверждал результаты этих исследований.

В природе существует достаточное число биологических видов, жизненные циклы которых имеют временную периодичность. К ним относятся некоторые виды однолетних растений, отдельные виды лососевых рыб, многие виды насекомых и мелких грызунов. В таких популяциях поколения являются неперекрывающимися. Для описания динамики численности таких популяций логично использовать дискретные динамические системы. Такие модели дают возможность описать различные эффекты, которые наблюдаются в реальных и лабораторных популяциях. К ним относят такие, как «возникновение циклов в динамике численности лимитированной популяции, псевдослучайное поведение экосистем и др.» [5].

Вышеописанная популяция позволяет достаточно просто представить динамику численности. При этом возможно предположить, что при не очень сильном изменении условий существования популяции при изменении поколений она постоянна. При данном условии численность некоторого поколения будет целиком выражаться через численность предыдущего поколения. Используем обозначения: N_n численность n -го поколения. Тогда динамику численности одновозрастной популяции с неперекрывающимися поколениями можно описать следующим уравнением:

$$N_{n+1} = F(N_n). \quad (1)$$

Попытки описания динамических процессов в популяциях при помощи различных частных видов уравнения (1) имеют достаточно длительную историю.

Численность популяции, которая существует в условиях неограниченности ресурсов питания, описывается моделью Мальтуса с дискретным временем и имеет вид

$$N_{n+1} = qN_n. \quad (2)$$

Далее будем рассматривать вариант плотностно зависимого лимитирования. В таком случае в уравнении (2) коэффициент q становится функцией от численности.

Обычно полагают $q(N) = af(N)$, где функция $f(N)$ – убывающая функция численности при условии $f(0) = 1$. Коэффициент a – *репродуктивный потенциал популяции*. Он также является «скоростью роста популяции в пустоту, поскольку $q(0) = a$ ». Преобразуя уравнение (2), получаем

$$N_{n+1} = aN_nf(N_n). \quad (3)$$

Такие модели начали исследоваться ещё в начале 70-х г. прошлого века. Существенный вклад внесли А.П. Шапиро [6, 7] и Р.М. Мэй [8], которые показали: если убывание функции $F(N) = aNf(N)$ происходит достаточно быстро, то изменение численности популяции, согласно модели (3), будет весьма сложной.

Некоторые общие свойства решений уравнения вида: $N_{n+1} = F(N_n)$, где $F(N_n) = aN_nf(N_n)$, рассмотрены ниже.

Вначале необходимо найти равновесные или стационарные значения численности (неподвижные точки). В этом случае стационарные значения – это те значения численности N , которые обеспечивают равенство численности в различных поколениях, что соответствует равенствам $N_{n+1} = N_n = N$.

Значения численности получаются путем решения уравнения $\bar{N} = F(\bar{N})$. На графике оно представляется как точки пересечения функции $F(N)$ и N (рис. 1). График функции N представляет собой биссектрису первого координатного угла.

Модель (3) будет преобразована к следующему виду:

$$\bar{N} = a\bar{N}f(\bar{N}).$$

Уравнение имеет решение $\bar{N} = 0$. Остальные решения ($\bar{N} \neq 0$) получаем $1 = af(\bar{N})$, что эквивалентно

$$f(\bar{N}) = 1/a. \quad (4)$$

На рис. 1 представлены несколько вариантов модели в зависимости от значения a с учетом того, что функция $f(N)$ является убывающей и $f(0) = 1$ по условию создания модели.

- а) $a < 1$ – график $f(N)$ целиком располагается под прямой $f \equiv 1/a$,
б) $a > 1$ – пересечение функции и прямой происходит в точке $N = \bar{N}$.

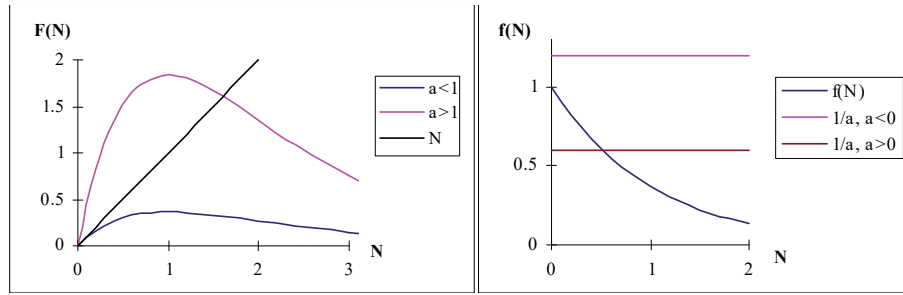


Рисунок 1 – Слева: графики $F(N)$ при $a > 1$ и $a < 1$ и прямой N , справа: графики $f(N)$, прямых $1/a$ при $a > 1$ и $a < 1$

Количество стационарных точек в уравнении (3):

- 1) $a < 1$ – нулевое (единственное) положение равновесия;
- 2) $a > 1$ – два положения равновесия:

- $\bar{N} = 0$,
- \bar{N} , вычисленное из уравнения (4).

Проанализируем устойчивость этих точек. Считаем, что функция $F(N)$ непрерывна и её производная $F'(N)$ также непрерывна. Точка \bar{N} будет устойчива при производной $F(N)$ по модулю меньше единицы, т.е.

$$|F'(\bar{N})| < 1, \quad (5)$$

и неустойчива, если

$$|F'(\bar{N})| > 1. \quad (6)$$

При этом если

- $|F'(\bar{N})| > 1$, то отклонение от равновесия – монотонно.
- $0 < F'(\bar{N}) < 1$, стремление к равновесию – монотонно.
- $-1 < F'(\bar{N}) < 0$, переход к равновесию – в виде затухающих колебаний.
- $F'(\bar{N}) < -1$, отход от равновесия – путем расходящихся колебаний.

Для анализа устойчивости равновесных решений уравнения (3) необходимо рассмотреть уравнение

$$F'(N) = \{aNf(N)\}' = af(N) + aNf'(N). \quad (7)$$

Рассмотрим основные варианты. При $\bar{N} = 0$ уравнение превращается в $F'(0) = af(0) = a$, т.е. при $a < 1$ есть устойчивость и при $a > 1$ – нет. Надо отметить, что $a < 1$ даёт единственную неподвижную точку (рис. 1), т.е. $N_{n+1} = F(N_n) < N_n$. В случае $a < 1$ последовательность N_n из любого начального значения $N_0 > 0$ сходится к 0. В данном случае $\bar{N} = 0$ – «глобально устойчивое (или устойчивое в целом) положение равновесия».

В модели (4) определяем устойчивость нетривиальной неподвижной точки, что приводит к $f(\bar{N}) = 1/a$. Подставив $N = \bar{N}$ в уравнение (7), получаем:

$$F'(\bar{N}) = af(\bar{N}) + aNf'(\bar{N}) = 1 + aNf'(\bar{N}).$$

При убывающей функции $f(N)$ её производная $f'(N) < 0$ и второе слагаемое в рассматриваемом выражении отрицательно, т.е. $F'(\bar{N}) < 1$. Тогда возможны три варианта:

1) $-1 < a\bar{N}f'(\bar{N}) < 0$. Тогда $0 < F'(\bar{N}) < 1$ и неподвижная точка \bar{N} – устойчива, и переход к равновесию осуществляется монотонно;

2) $-2 < a\bar{N}f'(\bar{N}) < -1$. Тогда $F'(\bar{N}) < 0$, но $|F'(\bar{N})| < 1$, и неподвижная точка \bar{N} – устойчива, и переход к равновесию происходит через затухающие колебания;

3) $a\bar{N}f'(\bar{N}) < -2$. Тогда $F'(\bar{N}) < -1$ и $|F'(\bar{N})| > 1$, неподвижная точка \bar{N} – неустойчива, и численность меняется в виде расходящихся колебаний.

Численное исследование позволяет сделать предположение о существовании периодических решений, называемых циклами. В зависимости от модели количество циклов может быть очень большим, с достаточно сложной структурой.

Пример практического задания.

1. Найти стационарные точки и исследовать их на устойчивость для модели $x_{n+1} = F(x_n)$.

а. $F(x) = 2x(1 - 0.3x)$.

б. $F(x) = 6xe^{-x/2}$.

2. Построить динамику каждой модели в череде поколений. Проверить правильность определения стационарных точек и типов их устойчивости.

Ход выполнения задания. Найдем стационарные точки первой модели. Точки удовлетворяют уравнению

$$\bar{x} = F(\bar{x}) \Rightarrow \bar{x} = 2\bar{x}(1 - 0.3\bar{x}) \Rightarrow 2\bar{x} - 0.6\bar{x}^2 - \bar{x} = 0 \Rightarrow \bar{x}(1 - 0.6\bar{x}) = 0 \Rightarrow \bar{x}_1 = 0; \bar{x}_2 = 5/3.$$

В модели существует две стационарные точки. Исследуем их на устойчивость. Найдем производную функции $F(x)$. Получим $F'(x) = (2x - 0.6x^2)' = 2 - 1.2x$. Рассмотрим значения производной в каждой из неподвижных точек.

$\bar{x}_1 = 0 \Rightarrow F'(\bar{x}_1) = 2 > 1$. Значит, данная точка является неустойчивой.

$\bar{x}_2 = 5/3 \Rightarrow F'(\bar{x}_2) = 2 - 1.2 \cdot \frac{5}{3} = 2 - 2 = 0 < 1$. Значит, данная точка является устойчивой.

В табличном процессоре Microsoft Excel построим динамику численности в череде поколений при разной начальной численности. Для этого на рабочем листе создадим столбцы с начальными условиями (рис. 2), для расчета численности в следующих поколениях используем формулы (рис. 3).

В результате получаем таблицу с динамикой численности нашей модели (рис. 4). Для визуализации результата построим график (рис. 5).

Из вышеприведенных таблицы и графика видно, что динамика численности достаточно быстро выходит на стационарный уровень, соответствующий $\bar{x}_2 = 5/3$.

Найдем стационарные точки второй модели. Точки удовлетворяют уравнению

$$\bar{x} = F(\bar{x}) \Rightarrow \bar{x} = 6\bar{x}e^{-\bar{x}/2} \Rightarrow \bar{x} - 6\bar{x}e^{-\bar{x}/2} = 0 \Rightarrow \bar{x}(1 - 6e^{-\bar{x}/2}) = 0 \Rightarrow \begin{cases} \bar{x}_1 = 0 \\ 1 - 6e^{-\bar{x}_2/2} = 0 \end{cases}.$$

Рассмотрим второе уравнение системы.

$$1 - 6e^{-\bar{x}_2/2} = 0 \Rightarrow e^{-\bar{x}_2/2} = 1/6 \Rightarrow -\bar{x}_2/2 = \ln(1/6) \Rightarrow -\bar{x}_2/2 = -\ln(6) \Rightarrow \bar{x}_2 = 2\ln(6)$$

В модели существует две стационарные точки. Исследуем их на устойчивость. Найдем производную функции $F(x)$. Получим $F'(x) = (6xe^{-x/2})' = 6e^{-x/2} - 3xe^{-x/2}$. Рассмотрим значения производной в каждой из неподвижных точек.

$$\bar{x}_1 = 0 \Rightarrow F'(\bar{x}_1) = 6e^0 = 6 > 1.$$

Значит, данная точка является неустойчивой.

$$\bar{x}_2 = 2 \ln(6) \Rightarrow F'(\bar{x}_2) = 6e^{-\ln(6)} - 6 \ln(6)e^{-\ln(6)} = \frac{6}{6} - \frac{6}{6} \ln(6) = 1 - \ln(6) \approx -0.79 \Rightarrow |F'| < 1.$$

Значит, данная точка является устойчивой.

	1	2	3	4	5	6	7
1	номер поколения	x1	x2	x3	x4	x5	
2	0	0,0001	0,05	1	2	3	
3	1						
4	2						
5	3						
6	4						
7	5						
8	6						
9	7						
10	8						
11	9						
12	10						
13	11						
14	12						
15	13						
16	14						
17	15						
18	16						
19	17						
20	18						
21	19						
22	20						

Рисунок 2 – Исходные данные

	A	B	C	D	E	F
1	номер поколения	x1	x2	x3	x4	x5
2	0	0,0001	0,05	1	2	3
3	1	=2*B2*(1-0,3*B2)	=2*C2*(1-0,3*C2)	=2*D2*(1-0,3*D2)	=2*E2*(1-0,3*E2)	=2*F2*(1-0,3*F2)
4	2	=2*B3*(1-0,3*B3)	=2*C3*(1-0,3*C3)	=2*D3*(1-0,3*D3)	=2*E3*(1-0,3*E3)	=2*F3*(1-0,3*F3)
5	3	=2*B4*(1-0,3*B4)	=2*C4*(1-0,3*C4)	=2*D4*(1-0,3*D4)	=2*E4*(1-0,3*E4)	=2*F4*(1-0,3*F4)
6	4	=2*B5*(1-0,3*B5)	=2*C5*(1-0,3*C5)	=2*D5*(1-0,3*D5)	=2*E5*(1-0,3*E5)	=2*F5*(1-0,3*F5)
7	5	=2*B6*(1-0,3*B6)	=2*C6*(1-0,3*C6)	=2*D6*(1-0,3*D6)	=2*E6*(1-0,3*E6)	=2*F6*(1-0,3*F6)
8	6	=2*B7*(1-0,3*B7)	=2*C7*(1-0,3*C7)	=2*D7*(1-0,3*D7)	=2*E7*(1-0,3*E7)	=2*F7*(1-0,3*F7)
9	7	=2*B8*(1-0,3*B8)	=2*C8*(1-0,3*C8)	=2*D8*(1-0,3*D8)	=2*E8*(1-0,3*E8)	=2*F8*(1-0,3*F8)
10	8	=2*B9*(1-0,3*B9)	=2*C9*(1-0,3*C9)	=2*D9*(1-0,3*D9)	=2*E9*(1-0,3*E9)	=2*F9*(1-0,3*F9)
11	9	=2*B10*(1-0,3*B10)	=2*C10*(1-0,3*C10)	=2*D10*(1-0,3*D10)	=2*E10*(1-0,3*E10)	=2*F10*(1-0,3*F10)
12	10	=2*B11*(1-0,3*B11)	=2*C11*(1-0,3*C11)	=2*D11*(1-0,3*D11)	=2*E11*(1-0,3*E11)	=2*F11*(1-0,3*F11)
13	11	=2*B12*(1-0,3*B12)	=2*C12*(1-0,3*C12)	=2*D12*(1-0,3*D12)	=2*E12*(1-0,3*E12)	=2*F12*(1-0,3*F12)
14	12	=2*B13*(1-0,3*B13)	=2*C13*(1-0,3*C13)	=2*D13*(1-0,3*D13)	=2*E13*(1-0,3*E13)	=2*F13*(1-0,3*F13)
15	13	=2*B14*(1-0,3*B14)	=2*C14*(1-0,3*C14)	=2*D14*(1-0,3*D14)	=2*E14*(1-0,3*E14)	=2*F14*(1-0,3*F14)
16	14	=2*B15*(1-0,3*B15)	=2*C15*(1-0,3*C15)	=2*D15*(1-0,3*D15)	=2*E15*(1-0,3*E15)	=2*F15*(1-0,3*F15)
17	15	=2*B16*(1-0,3*B16)	=2*C16*(1-0,3*C16)	=2*D16*(1-0,3*D16)	=2*E16*(1-0,3*E16)	=2*F16*(1-0,3*F16)
18	16	=2*B17*(1-0,3*B17)	=2*C17*(1-0,3*C17)	=2*D17*(1-0,3*D17)	=2*E17*(1-0,3*E17)	=2*F17*(1-0,3*F17)
19	17	=2*B18*(1-0,3*B18)	=2*C18*(1-0,3*C18)	=2*D18*(1-0,3*D18)	=2*E18*(1-0,3*E18)	=2*F18*(1-0,3*F18)
20	18	=2*B19*(1-0,3*B19)	=2*C19*(1-0,3*C19)	=2*D19*(1-0,3*D19)	=2*E19*(1-0,3*E19)	=2*F19*(1-0,3*F19)
21	19	=2*B20*(1-0,3*B20)	=2*C20*(1-0,3*C20)	=2*D20*(1-0,3*D20)	=2*E20*(1-0,3*E20)	=2*F20*(1-0,3*F20)
22	20	=2*B21*(1-0,3*B21)	=2*C21*(1-0,3*C21)	=2*D21*(1-0,3*D21)	=2*E21*(1-0,3*E21)	=2*F21*(1-0,3*F21)

Рисунок 3 – Формулы расчета численности модели

	A	B	C	D	E	F	
1	номер						
2	поколения	x1	x2	x3	x4	x5	
3	0	0,0001	0,05	1	2	3	
4	1	0,0002	0,0985	1,4	1,6	0,6	
5	2	0,0004	0,191179	1,624	1,664	0,984	
6	3	0,0008	0,360428	1,665574	1,666662	1,387046	
7	4	0,001599	0,642911	1,666666	1,666667	1,619754	
8	5	0,003197	1,037821	1,666667	1,666667	1,665346	
9	6	0,006388	1,429398	1,666667	1,666667	1,666666	
10	7	0,012751	1,632889	1,666667	1,666667	1,666667	
11	8	0,025405	1,665982	1,666667	1,666667	1,666667	
12	9	0,050423	1,666666	1,666667	1,666667	1,666667	
13	10	0,099321	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
14	11	0,192722	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
15	12	0,36316	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
16	13	0,647189	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
17	14	1,043065	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
18	15	1,433339	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
19	16	1,634002	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
20	17	1,666026	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
21	18	1,666666	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
22	19	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	
23	20	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	1,666667	

Рисунок 4 – Вычисленные результаты



Рисунок 5 – Графики динамики численности при различных начальных условиях

В табличном процессоре Microsoft Excel построим динамику численности в череде поколений при разной начальной численности. Для этого на рабочем листе создадим столбцы с начальными условиями, для расчета численности в следующих поколениях используем формулы (рис. 6).

В результате получаем таблицу с динамикой численности нашей модели (рис. 7). Для визуализации результата построим графики (рис. 8).

Из приведенных таблицы и графика видно, что динамика численности выходит на стационарный уровень, соответствующий $\bar{x}_2 = 2 \ln(6)$, через затухающие колебания.

	A	B	C	D	E	F
1	номер поколения	x1	x2	x3	x4	x5
2	0	0,0001	0,05	1	5	8
3	1	$=6*B2*EXP(-B2/2)$	$=6*C2*EXP(-C2/2)$	$=6*D2*EXP(-D2/2)$	$=6*E2*EXP(-E2/2)$	$=6*F2*EXP(-F2/2)$
4	2	$=6*B3*EXP(-B3/2)$	$=6*C3*EXP(-C3/2)$	$=6*D3*EXP(-D3/2)$	$=6*E3*EXP(-E3/2)$	$=6*F3*EXP(-F3/2)$
5	3	$=6*B4*EXP(-B4/2)$	$=6*C4*EXP(-C4/2)$	$=6*D4*EXP(-D4/2)$	$=6*E4*EXP(-E4/2)$	$=6*F4*EXP(-F4/2)$
6	4	$=6*B5*EXP(-B5/2)$	$=6*C5*EXP(-C5/2)$	$=6*D5*EXP(-D5/2)$	$=6*E5*EXP(-E5/2)$	$=6*F5*EXP(-F5/2)$
7	5	$=6*B6*EXP(-B6/2)$	$=6*C6*EXP(-C6/2)$	$=6*D6*EXP(-D6/2)$	$=6*E6*EXP(-E6/2)$	$=6*F6*EXP(-F6/2)$
8	6	$=6*B7*EXP(-B7/2)$	$=6*C7*EXP(-C7/2)$	$=6*D7*EXP(-D7/2)$	$=6*E7*EXP(-E7/2)$	$=6*F7*EXP(-F7/2)$
9	7	$=6*B8*EXP(-B8/2)$	$=6*C8*EXP(-C8/2)$	$=6*D8*EXP(-D8/2)$	$=6*E8*EXP(-E8/2)$	$=6*F8*EXP(-F8/2)$
10	8	$=6*B9*EXP(-B9/2)$	$=6*C9*EXP(-C9/2)$	$=6*D9*EXP(-D9/2)$	$=6*E9*EXP(-E9/2)$	$=6*F9*EXP(-F9/2)$
11	9	$=6*B10*EXP(-B10/2)$	$=6*C10*EXP(-C10/2)$	$=6*D10*EXP(-D10/2)$	$=6*E10*EXP(-E10/2)$	$=6*F10*EXP(-F10/2)$
12	10	$=6*B11*EXP(-B11/2)$	$=6*C11*EXP(-C11/2)$	$=6*D11*EXP(-D11/2)$	$=6*E11*EXP(-E11/2)$	$=6*F11*EXP(-F11/2)$
13	11	$=6*B12*EXP(-B12/2)$	$=6*C12*EXP(-C12/2)$	$=6*D12*EXP(-D12/2)$	$=6*E12*EXP(-E12/2)$	$=6*F12*EXP(-F12/2)$
14	12	$=6*B13*EXP(-B13/2)$	$=6*C13*EXP(-C13/2)$	$=6*D13*EXP(-D13/2)$	$=6*E13*EXP(-E13/2)$	$=6*F13*EXP(-F13/2)$
15	13	$=6*B14*EXP(-B14/2)$	$=6*C14*EXP(-C14/2)$	$=6*D14*EXP(-D14/2)$	$=6*E14*EXP(-E14/2)$	$=6*F14*EXP(-F14/2)$
16	14	$=6*B15*EXP(-B15/2)$	$=6*C15*EXP(-C15/2)$	$=6*D15*EXP(-D15/2)$	$=6*E15*EXP(-E15/2)$	$=6*F15*EXP(-F15/2)$
17	15	$=6*B16*EXP(-B16/2)$	$=6*C16*EXP(-C16/2)$	$=6*D16*EXP(-D16/2)$	$=6*E16*EXP(-E16/2)$	$=6*F16*EXP(-F16/2)$
18	16	$=6*B17*EXP(-B17/2)$	$=6*C17*EXP(-C17/2)$	$=6*D17*EXP(-D17/2)$	$=6*E17*EXP(-E17/2)$	$=6*F17*EXP(-F17/2)$
19	17	$=6*B18*EXP(-B18/2)$	$=6*C18*EXP(-C18/2)$	$=6*D18*EXP(-D18/2)$	$=6*E18*EXP(-E18/2)$	$=6*F18*EXP(-F18/2)$
20	18	$=6*B19*EXP(-B19/2)$	$=6*C19*EXP(-C19/2)$	$=6*D19*EXP(-D19/2)$	$=6*E19*EXP(-E19/2)$	$=6*F19*EXP(-F19/2)$
21	19	$=6*B20*EXP(-B20/2)$	$=6*C20*EXP(-C20/2)$	$=6*D20*EXP(-D20/2)$	$=6*E20*EXP(-E20/2)$	$=6*F20*EXP(-F20/2)$
22	20	$=6*B21*EXP(-B21/2)$	$=6*C21*EXP(-C21/2)$	$=6*D21*EXP(-D21/2)$	$=6*E21*EXP(-E21/2)$	$=6*F21*EXP(-F21/2)$

Рисунок 6 – Формулы расчета численности модели

	A	B	C	D	E	F
1	номер поколения	x1	x2	x3	x4	x5
2	0	0,0001	0,05	1	5	8
3	1	0,0006	0,292593	3,639184	2,46255	0,879151
4	2	0,003599	1,516629	3,539293	4,313208	3,398673
5	3	0,021554	4,262838	3,618429	2,99468	3,727762
6	4	0,127936	3,035195	3,555817	4,019899	3,468376
7	5	0,720048	3,99258	3,605411	3,231889	3,673915
8	6	3,014091	3,254072	3,566161	3,853115	3,511558
9	7	4,006877	3,836769	3,597246	3,367208	3,640206
10	8	3,242462	3,380439	3,572641	3,751814	3,538478
11	9	3,845337	3,741721	3,592126	3,449027	3,61907
12	10	3,373505	3,457151	3,576701	3,688937	3,555307
13	11	3,747014	3,682636	3,588915	3,499533	3,605813
14	12	3,45289	3,504578	3,579245	3,649618	3,565842
15	13	3,685941	3,645671	3,586902	3,530971	3,597498
16	14	3,501932	3,53412	3,58084	3,624973	3,572441
17	15	3,647742	3,622498	3,58564	3,550611	3,592284
18	16	3,532468	3,552581	3,58184	3,609516	3,576575
19	17	3,623796	3,607963	3,584848	3,562901	3,589014
20	18	3,551548	3,564135	3,582466	3,59982	3,579167
21	19	3,608778	3,598847	3,584352	3,570598	3,586964
22	20	3,563488	3,571371	3,582859	3,59374	3,580791

Рисунок 7 – Фрагмент вычисленных результатов

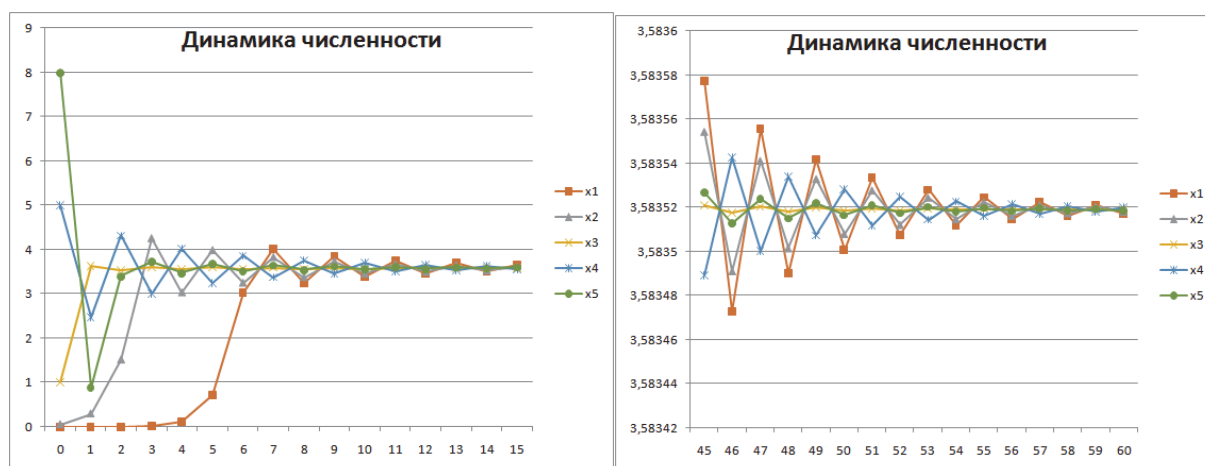


Рисунок 8 – Графики динамики численности при различных начальных условиях и разных поколениях. Слева – от начальной численности в 15 первых поколениях, справа – в поколениях 45–60

Библиографический список

1. Вольтерра В. Математическая теория борьбы за существование. М.: Наука, 1976. 286 с.
2. Костицын В.А. Эволюция атмосферы биосферы и климата. М.: Наука, 1984. 95 с.
3. Гаузе Г.Ф. Исследование над борьбой за существование в смешанных популяциях // Зоологический журн. 1935. Т. 14. Вып. 2. С. 243–270.
4. Гаузе Г. Ф. Математическая теория борьбы за существование и ее применение к популяциям дрожжевых клеток // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1934. Т. 43, № 1. С. 69–87.
5. Жданова О.Л., Колбина Е.А., Фрисман Е.Я. Проблемы регулярного поведения и детерминированного хаоса в математической модели эволюции менделевской лимитированной популяции // Дальневосточный математический журн. 2003. Т. 4, № 2. С. 289–303.
6. Фрисман Е.Я., Жданова О.Л., Кулаков М.П., Неверова Г.П., Ревуцкая О.Л. Математическое моделирование популяционной динамики на основе рекуррентных уравнений: результаты и перспективы. Часть I // Изв. РАН. Сер. биологическая. 2021. № 1. С. 3–18. (Frisman, E.Y., Zhdanova, O.L., Kulakov, M.P., Neverova, G.P., & Revutskaya O.L. (2021). Mathematical Modeling of Population Dynamics Based on Recurrent Equations: Results and Prospects. Part I. Biology Bulletin. 48 (1). P.1–15.)
7. Фрисман Е.Я., Жданова О.Л., Кулаков М.П., Неверова Г.П., Ревуцкая О.Л. Математическое моделирование популяционной динамики на основе рекуррентных уравнений: результаты и перспективы. Часть II // Изв. РАН. Сер. биологическая. 2021. № 3. С. 227–240 (Frisman, E.Y., Zhdanova, O.L., Kulakov, M.P., Neverova, G.P., & Revutskaya O.L. (2021). Mathematical Modeling of Population Dynamics Based on Recurrent Equations: Results and Prospects. Part II. Biology Bulletin. 48 (3). P. 239–250.)
8. Колбина Е.А., Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Математические методы в экологии. Ч. 1. Конспект лекций для магистрантов направления 05.04.06 «Экология и природопользование» всех форм обучения. Владивосток, 2019. 55 с.
9. Колбина Е.А., Жданова О.Л., Фрисман Е.Я. Математические методы в экологии. Ч. 2. Конспект лекций для магистрантов направления 05.04.06 «Экология и природопользование» всех форм обучения. Владивосток, 2020. 39 с.

Александр Андреевич Недбайлов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, Россия, Владивосток, e-mail: teach_it@mail.ru

Компьютерные технологии в учебной деятельности курсантов

Аннотация. Анализируются результаты выполнения лабораторных работ исследовательского характера курсантами 3-го курса с применением компьютерных технологий, которые они изучали на 1-м курсе.

Ключевые слова: компьютерные технологии, проектная деятельность, исследовательская деятельность, отчёт, графика, текстовый документ, расчёт

Alexander A. Nedbaylov

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Russia, Vladivostok, e-mail: teach_it@mail.ru

Computer technologies in educational activities of students

Abstract. The paper analyzes the results of laboratory research work by 3rd year students who used the computer technologies learned in their 1st year.

Keywords: computer technologies, project activities, research activities, report, graphics, text document, calculation

Компьютерные технологии, которые изучают студенты и курсанты технических направлений подготовки на 1-м курсе, должны применяться на старших курсах при выполнении как учебных, так и исследовательских работ [2]. Речь может идти, в частности, о технологиях подготовки:

- графических изображений (эскизов технического назначения) [3, 4];
- текстовых документов (например, отчётов);
- расчётов в среде электронных таблиц или на языке программирования [5].

Все эти элементы часто содержат отчёты, пояснительные записки и дипломные проекты.

Поскольку на первом занятии проводится беседа с целью оценить навыки, полученные в школе в ходе изучения дисциплины «Информатика», сочтено необходимым по каждой теме разбирать примеры – ориентировочную основу действий 3-го типа с подробными пояснениями в соответствии с теорией усвоения П.Я. Гальперина [1].

По результатам занятий с курсантами 1-го курса в 2020/2021 учебном году в ходе выполнения лабораторных работ у них были сформированы соответствующие технологические компетенции в ходе подготовки:

- эскизов цепи постоянного тока и кинематической схемы редуктора;
- текстовых документов, содержащих эскизы, формулы разной степени сложности, таблицы и списки;
- расчётов в среде электронных таблиц, в том числе с математическими функциями;
- графического представления экспериментальных данных.

Для каждого задания предоставлялся образец для репродукции и указывались критерии оценки готового результата.

Спустя 2 года представилась возможность проверить сформированность технологических компетенций в ходе выполнения этими же студентами заданий по цифровому изме-

рению параметров процессов механического движения и протекания электрического тока. Особенность курса заключается в том, что теоретическая часть не предусмотрена.

На первом занятии были снова представлены критерии оценки результатов:

- выполнения расчётов в среде электронных таблиц;
- подготовки отчётов с указанием исходных данных и полученных результатов.

Тематика заданий:

- процессы протекания постоянного и переменного тока;
- процесс механического движения;
- последовательный процесс.

Результаты. В качестве основных критериев оценки расчётов и выполнения отчётов были выбраны:

- соответствие результата заданию;
- применение технологий подготовки документов и компонентов документов;
- необходимость и количество корректирующих исправлений;
- время выполнения задания.

Наблюдения за ходом работы студентов показали следующее:

- создание эскизов:
 - метод конструктора реализуется без проблем;
 - базовый элемент выбирается правильно в большинстве работ;
- подготовка текстовой части отчёта:
 - обрезка эскиза выполняется корректно;
 - форматирование шрифта чаще всего выполняется корректно;
- расчёты в электронных таблицах:
 - структурирование информации выполняется корректно;
 - использование чисел в формулах выполняется корректно;
 - тип диаграммы выбирается верно.

В таблице приведены оценки результатов работы курсантов. Они учитывают:

- соответствие критериям оценки как работы целиком, так и отдельных её компонентов;
- соответствие эскизов, размещаемых в документе, заданию и основам электротехники;
- применение в отчётах абзаца и шрифта единого формата;
- корректность структуры расчёта в электронных таблицах;
- оперативность исправления замечаний;
- количество предъявлений работы преподавателю;
- общее время выполнения работы.

Оценка результатов

Тема	Оценка		
	Удовлетворительно, %	Хорошо, %	Отлично, %
Подготовка текстового отчёта в целом	26,7	26,7	46,6
Эскиз в документе	13,3	46,6	40,1
Таблицы в документе	20	33,4	46,6
Формулы в документе	13,3	20	66,7
Форматирование отчёта	46,6	20	33,4
Расчёт в электронных таблицах	26,7	46,6	26,7
Диаграммы в электронных таблицах	13,3	20	66,7

Результаты работы курсантов 3-го курса в ходе осеннего семестра показали, что:

- достаточно уверенно применяются компьютерные технологии, которые изучались на 1 курсе;
- определённые проблемы возникают при подготовке эскизов электрических цепей (чаще всего нет точек в местах соединения проводников);

- параметры абзаца, заданные в начале документа, могут в дальнейшем отличаться;
- достаточно часто игнорируется форматирование информации, помещаемой в текстовый документ из других источников (в данном случае – из электронных таблиц).

Заключение

Методика, основанная на использовании технологий применительно к подготовке графических эскизов и форматированию текстовых документов, дала хорошие результаты и в основном применяется успешно.

Структурирование информации в электронных таблицах даёт возможность уверенно и корректно выполнять расчёты и оперативно изменять их в случае необходимости.

Опрос по завершении первых двух заданий показал, что курсанты, уверенно выполняющие задания, составляют более половины группы.

Компьютерные технологии и задания, применявшиеся в курсе дисциплины «Информатика», позволяют сформировать компетенции, требуемые в проектной и исследовательской деятельности.

Библиографический список

1. Гальперин П.Я. Основные результаты исследований по проблеме «Формирование умственных действий и понятий». М., 1965. 51 с.
2. Недбайлов А.А. Компьютерные технологии поддержки проектного обучения // Информатика и образование. 2012. № 10. С. 68–72.
3. Применение компьютерных технологий для повышения качества подготовки специалистов для рыбной отрасли // Рыб. хоз-во. 2018. № 4. С. 8–11.
4. Недбайлов А.А. Критерии оценивания растровых изображений и анимации // Информатика в школе. 2011. № 6. С. 36–37.
5. Недбайлов А.А. Структурирование информации при решении задач в электронных таблицах // Информатика и образование. 2019. № 2. С. 43–46.

Тамара Александровна Рыжкина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, канд. физ.-мат. наук, Россия, Владивосток, e-mail: t.ryzhic@mail.ru

**Моделирование связи между экономическими переменными
в условиях внутрисистемной неопределенности**

Аннотация. Рассматривается эконометрическая модель функции потребления в виде одного регрессионного уравнения без учета внешних обстоятельств, влияющих на экономические переменные, входящие в модель. Предполагается, что случайные остатки моделирования функции расходов имеют переменную дисперсию, определяемую внутрисистемными связями. Проверяются статистические гипотезы о пропорциональности дисперсии случайных ошибок фактору (доходу) или функции потребления. Заключение о статистической значимости (незначимости) этих гипотез ставятся в соответствие со значимостью (незначимостью) исходной (преобразованной) модели в целом для опытных данных.

Ключевые слова: статистические гипотезы, статистическая значимость (незначимость), эконометрическая модель, обобщенный метод наименьших квадратов, статистический критерий Фишера, интегральная функция статистического критерия

Tamara A. Ryzhkina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, PhD in Physics and Mathematics, Russia, Vladivostok, e-mail: t.ryzhic@mail.ru

**Modeling the relationship between economic variables under conditions
of intrasystem uncertainty**

Abstract. An econometric model of the consumption function is considered in the form of a single regression equation without taking into account external circumstances affecting the economic variables included in the model. It is assumed that the random residuals of the cost function modeling have variable dispersion determined by intrasystem connections. Statistically tested statistical hypotheses about the proportionality of the variance of random errors to a factor (income) or consumption function. The conclusions about the statistical significance (insignificance) of these hypotheses are put in accordance with the significance (insignificance) of the original (transformed) model as a whole for the experimental data.

Keywords: statistical hypotheses, statistical significance (insignificance), econometric model, generalized least squares method, Fisher's statistical test, integral function of the statistical test

Известно, что простейшая эконометрическая модель функции потребления y с одним доминирующим фактором x (доходом) без учета внешних влияний определяется одним линейным регрессионным уравнением:

$$y = a + bx + \varepsilon \quad (\hat{y} = a + bx), \quad (1)$$

в котором ε – случайная величина, обозначающая случайное отклонение от наблюдаемого результата y_j в каждом конкретном испытании j , $\varepsilon_j = y_j - \hat{y}_j$, \hat{y}_j – теоретическое значение результата, вычисленное по линейной формуле (1).

Относительно характера изменений случайной величины ε существует континуум вариантов, среди которых выделяют следующие условия [1, 2]:

- 1) отсутствие (наличие) систематических ошибок;
- 2) постоянство $M(\varepsilon^2) = \sigma^2 = const$ (непостоянство, $M(\varepsilon^2) = \sigma^2 \neq const$) дисперсии ε ;
- 3) некоррелированность случайных ошибок для разных наблюдений, т.е. корреляционный момент $M(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = K_{ij} = 0$ (коррелированность, $M(\varepsilon_i \cdot \varepsilon_j) = K_{ij} \neq 0$);
- 4) представление о плотности распределения вероятностей случайной величины ε (например, нормальный закон).

Подчеркнутые позиции отвечают классической модели (1) [1, 2]. Постоянство дисперсии остатков для каждого значения фактора x_j называют **гомоскедастичностью**.

В остальном имеет место обобщенная модель (1). Для простоты рассмотрения обобщенная модель строится в предположении, что дисперсия случайных ошибок неоднородная, игнорируется условие 4. Неоднородность обеспечивается линейными, квадратичными, полулогарифмическими связями дисперсии с ресурсами (x, y). При обобщенном подходе имеет место **гетероскедастичность** остатков.

Статистически проверяются следующие сложные гипотезы относительно ε :

$$H_1 : D_\varepsilon = \sigma^2 \cdot x, \quad H_2 : D_\varepsilon = \sigma^2 \cdot y, \quad (2)$$

x, y – объясняющая и объясняемая переменные, $\sigma^2 = const$.

Альтернативной для этих сложных гипотез является простая гипотеза

$$H_0 : D_\varepsilon = K = \sigma^2 = const.$$

Вид обобщенной модели в условиях H_1 для каждого $j = 1, 2, \dots, n$ следующий:

$$y_j = a + bx_j + \sqrt{x_j} \cdot E_j, \quad (3)$$

где E_j – случайная составляющая с постоянной дисперсией σ^2 , $\sqrt{x_j}$ – функция от данных наблюдения j , дисперсия исходной случайной ошибки в j -наблюдении $\sigma^2(\varepsilon_j) = \sigma^2 x_j$.

Обобщенная модель в условиях H_2 для каждого $j = 1, 2, \dots, n$ имеет вид:

$$y_j = a + bx_j + \sqrt{y_j} \cdot E_j, \quad (4)$$

где E_j – случайная составляющая с постоянной дисперсией σ^2 , $\sqrt{y_j}$ – функция от результатов наблюдения j , дисперсия исходной случайной ошибки в j -наблюдении $\sigma^2(\varepsilon_j) = \sigma^2 y_j$.

Обобщенная модель (3) приводится к классическому виду с помощью взвешенных переменных, полученных делением заданных переменных на коэффициент пропорциональности $\sqrt{x_j}$:

$$\frac{y_j}{\sqrt{x_j}} = \frac{a}{\sqrt{x_j}} + b \frac{x_j}{\sqrt{x_j}} + E_j. \quad (5)$$

Взвешенные переменные в серии наблюдений (3) имеют, соответственно, вид

$$w_j = \frac{y_j}{\sqrt{x_j}}, \quad z_j = \sqrt{x_j}, \quad u_j = \frac{1}{\sqrt{x_j}},$$

Обобщенная модель (4) приводится к классическому виду с помощью взвешенных переменных, полученных делением заданных переменных на коэффициент пропорциональности $\sqrt{y_j}$:

$$\sqrt{y_j} = \frac{a}{\sqrt{y_j}} + b \frac{x_j}{\sqrt{y_j}} + E_j. \quad (6)$$

Взвешенные переменные в серии наблюдений (4) имеют, соответственно, вид

$$w_j = \sqrt{y_j}, \quad z_j = \frac{x_j}{\sqrt{y_j}}, \quad v_j = \frac{1}{\sqrt{y_j}}.$$

Модели (5), (6) с введением взвешенных переменных формально представляют двухфакторные модели без входного потока (свободного члена).

Если допустить, что одна из гипотез H_1 , H_2 , H_0 верна, например, на уровне $\alpha=0,05$, то следующим шагом является проверка статистической значимости соответствующей модели, (5), или (6), или (1), в целом по некоторому статистическому критерию. Уровень $\alpha=0,05$ означает вероятность отвержения верной гипотезы.

Для оценки значимости какой-то из моделей (5), или (6), или (1) в целом можно использовать критерий Фишера [1, 2]

$$F_{набл} = \frac{D_{факт}}{D_{ост}} \quad (7)$$

по следующему алгоритму:

1) выдвигается гипотеза H : $D_{факт}=D_{ост}$, где $D_{факт}$, $D_{ост}$ – объяснённая и остаточная дисперсии, приходящиеся на одну степень свободы, задаётся уровень значимости α гипотезы H ($\alpha=0,05$, или $0,01$, или $0,001$);

2) определяется критическая точка по условию для вероятности $P(F_{набл} > F_{кр}(\alpha, n_1, n_2)) = \alpha$, где n_1, n_2 – степени свободы числителя и знаменателя формулы (7) соответственно;

3) если $(F_{набл} > F_{кр})$ – H отвергается, модель статистически значима, если $(F_{набл} < F_{кр})$ – гипотеза H принимается, модель статистически незначима.

Вывод по третьему пункту алгоритма основан на возникшем противоречии: событие $(F_{набл} > F_{кр})$ состоялось, его вероятность не может быть малой величиной α .

Оценка параметров классической линейной регрессии осуществляется по известному методу наименьших квадратов в простой форме с помощью пакета «Анализ данных» в Excel.

Для решения вопроса о существенности различий в получении результата по обобщенной и классической формам регрессии рассматриваются три совокупности

$$Y_1 = \{ E_j \cdot \sqrt{x_j} \} \quad Y_2 = \{ E_j \cdot \sqrt{y_j} \} \quad Y_3 = \{ \varepsilon_j \}.$$

Остаточные дисперсии по обеим формулам (5), (6) и классической модели (1), приходящиеся на одну степень свободы случайных совокупностей, определяются формулами соответственно:

$$D_{ост} = \frac{1}{n-3} \sum_{j=1}^n x_j (w_j - \hat{w}(u_j, z_j))^2, \quad D_{ост} = \frac{1}{n-3} \sum_{j=1}^n y_j (w_j - \hat{w}(v_j, z_j))^2,$$

$$D_{\text{ост}} = \frac{1}{n-2} \sum_{j=1}^n (y_j - \hat{y}(x_j))^2. \quad (8)$$

Эти формулы используются, с одной стороны, для определения стандартных ошибок $\sigma_{\text{ост}}$ в оценке параметров. С другой – позволяют сравнить значимость эконометрических моделей в зависимости от характера их случайных уклонений от объекта.

Пример. На основании данных (табл. 1) по доходу x от деятельности хозяйствующего субъекта (д. ед.) в течение десяти периодов и по достигнутым уровням функции расходов y (д. ед.) проверить с учетом одной из гипотез H_1 , H_2 , H_0 , какова значимость соответствующей допущению модели в центре наблюдений (при отклонении от среднего дохода на +10 %) и на выходе из поля наблюдений, 11-й период ($x = 190$), по каждой модели.

Таблица 1 – Исходные данные наблюдений

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_j , д.ед.	30	35	35	45	50	60	70	90	160	180
y_j , д.ед.	30	30	35	35	40	50	70	80	120	140

Таблица 2 – Преобразованные данные к модели (5)

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
u_j	0,182674	0,169031	0,169031	0,149071	0,141421	0,129099	0,119523	0,105409	0,079057	0,074536
z_j	5,477226	5,91608	5,91608	6,708204	7,071068	7,745967	8,3666	9,486833	12,64911	13,41641
w_j	5,477226	5,070926	5,91608	5,217492	5,656854	6,454972	8,3666	8,43274	9,486833	10,43498

Таблица 3 – Преобразованные данные к модели (6)

j	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
v_j	0,182574	0,182574	,169031	0,169031	0,158114	0,141421	0,119523	0,111803	0,091287	0,084515
z_j	5,477226	6,390097	5,91608	7,606388	7,905694	8,485281	8,3666	10,06231	14,60593	15,21278
w_j	5,477226	5,477226	5,91608	5,91608	6,324555	7,071068	8,3666	8,944272	10,95445	11,83216

Решение.

1. В условиях гипотезы H_0 имеет место классическая линейная модель (1) с соответствующими оценками параметров:

$$y = 7,618019 + 0,733536x + \varepsilon, \quad (9)$$

характеризующаяся показателем детерминации $R^2 = 0,9818$, стандартной случайной ошибкой $\sigma_{\text{ост}} = 5,63346$, текущим значением $F_{\text{набл}} = 431,8985$ критерия Фишера. Наблюдаемое значение $F_{\text{набл}} = 431,8985 > F_{\text{крит}}(0,05; 1; 8) = 5,32$, что противоречит статистической незначимости уравнения (9) на уровне $\alpha = 0,05$.

Интегральная функция случайной величины F гарантирует нахождение $F_{\text{набл}}$ в критической области с вероятностью $(1-3 \cdot 10^{-8})$.

График случайных остатков подобен графику полинома второй степени. Случайные ошибки предсказанных значений потребления в поле наблюдений подчиняются закону больших чисел. Среднеквадратическая ошибка аппроксимации равна 5,038618, что меньше $\sigma_{ост} = 5,63346$. Дисперсионный анализ дает следующие величины:

$Socm = 253,8767$, $Собщ = 13960$, 8 степеней свободы остаточной суммы.

Предсказанные значения функции потребления по формуле (9) соответственно равны:

$$\begin{aligned}\hat{y}(69,3) &= 7,618019 + 0,733536 \cdot 69,3 = 58,4521, \\ \hat{y}_{11} &= 7,618019 + 0,733536 \cdot 190 = 146,99.\end{aligned}$$

2. Если справедлива гипотеза H_1 , рассматривается взвешенная модель (5), табл. 2, имеющая вид

$$w = 6,292828u + 0,751088z + E, \quad (10)$$

с показателем $R^2=0,993$, т.е. доля объясненной вариации выше, чем в предыдущем случае. Стандартная случайная ошибка $\sigma_{ост} = 0,686002$, текущее значение критерия Фишера $F_{набл} = 560,8159$. Случайная величина F попадает в критическую область с вероятностью $(1-2 \cdot 10^{-8})$. Значение $F_{набл} = 560,8159 > F_{крит}(0,05;2;7) = 4,74$, что противоречит статистической незначимости уравнения (10) на уровне $\alpha = 0,05$. На выходе из поля наблюдений рост результата усиливается, имеют место системные изменения, $Socm = 3,76479$, $Собщ = 531,6032$, среднеквадратическая ошибка аппроксимации равна 0,6136.

При возвращении к исходным переменным в (10) получается модель (3) с соответствующими оценками параметров и дисперсионным анализом вида

$$y_j = 6,292828 + 0,751088x_j + \sqrt{x_j} \cdot E_j. \quad (11)$$

$Socm = 261,7243$, $Собщ = 13960$, 7 степеней свободы остаточной суммы.

Вычисления в центре и на выходе имеют следующий вид:

$$\begin{aligned}\hat{y}(69,3) &= 6,292828 + 0,751088 \cdot 69,3 = 58,3432, \\ \hat{y}_{11} &= 6,292828 + 0,751088 \cdot 190 = 149.\end{aligned}$$

3. В условиях гипотезы H_2 взвешенная модель (6) применительно к табл. 3 имеет вид

$$w = 6,087819v + 0,74831z + E, \quad (12)$$

с показателем $R^2=0,9934$, что выше, чем в модели (10). Стандартная случайная ошибка $\sigma_{ост} = 0,720631$, текущее значение критерия Фишера $F_{набл} = 602,5746$. Случайная величина F попадает в критическую область с вероятностью $(1-1,5 \cdot 10^{-8})$. Значение $F_{набл} = 602,5746 > F_{крит}(0,05;2;7) = 4,74$, что противоречит статистической незначимости уравнения (12) на уровне $\alpha = 0,05$. На выходе из поля наблюдений темпы роста результата соизмеримы с ростом в формуле (10), имеют место системные изменения, $Socm = 4,1548$, $Собщ = 630$, среднеквадратическая ошибка аппроксимации равна 0,6446.

Прогнозная оценка при отклонении от среднего дохода и предсказание на один шаг вперед по уравнению (7) соответственно равны

$$\begin{aligned}\hat{y}(67,0833345) &= 5,279673 + 0,772387 \cdot 67,0833345 \cong 57,093968; \\ \hat{y}_{10} &= 5,279673 + 0,772387 \cdot 180 \cong 144,309.\end{aligned}$$

Модели (5), (6) существенных различий результата в центре наблюдений не показывают. Прогноз в виде чисел 58,3432 и 57,0940 имеет уклонение, не превосходящее среднеквадратическую ошибку 0,640. Стандартные ошибки, используемые в оценке параметров и равные соответственно 0,686 и 0,721, близки.

Однако скорость роста потребления с ростом дохода по уравнению (11) выше, чем по (12), т.е. случайные ошибки, оцененные по обобщенному МНК, могут нарастать в будущих периодах. Таким образом, выбор модели связан с рассматриваемым периодом.

Замечание. Исследование в условиях гипотезы H_1 может быть дополнено применением ранговой корреляции Спирмена с целью доказательства некоррелированности (коррелированности) в паре $(x_j, |\varepsilon_j|)$.

Заключение

Проведено сравнение с точки зрения практического применения классической и обобщенной моделей линейной регрессии при формировании функции потребления. В обобщенной модели учтена «чистая» гетероскедастичность случайных остатков регрессии. Показано преимущество использования той или иной модели в зависимости от этапа рассмотрения (внутри поля наблюдений или за его пределами). Выдвижение той или иной гипотезы требует специального исследования случайных ошибок для соответствующих регрессионных моделей. Оцениваются параметры связи остаточной дисперсии с экономическими переменными, делается переход к взвешенным переменным, решается вопрос о состоятельности выдвинутых гипотез.

Работа может быть полезна в практике решения эконометрических задач, в постановке заданий для самостоятельной работы студентов с учетом экономики рыбохозяйственной отрасли.

Библиографический список

1. Кремер Н.Ш., Путко Б.А. Эконометрика: учебник. М.: Юнити, 2010. 328 с.
2. Эконометрика : учебник / под ред. И.И. Елисеевой. М.: Финансы и статистика, 2011. 288 с.

Елена Владимировна Ющик

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Прикладная математика и информатика», ORCID: 0000-0003-2664-2442, Россия, Владивосток, e-mail: yushchik.ev@dgtru.ru

Михаил Александрович Ющик

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, ассистент кафедры «Прикладная математика и информатика», Россия, Владивосток, e-mail: yushchikma@mail.ru

**Пути повышения достоверности онлайн-тестирования по информатике
студентов нетехнических специальностей**

Аннотация. Основная цель – исследование достоверности интернет-тестирования по информатике студентов нетехнических специальностей. Часто студенты ищут ответы на вопросы, ориентируясь не на свои знания, а информацию из интернета. При этом явно выделяются участники, просматривающие полученную информацию поверхностно. На основе проведенных исследований, опыта работы в LMS в статье приводятся практические советы преподавателям для грамотного создания контрольных тестов и эффективного контроля статистики ответов с целью более детальной оценки знаний учащихся по информатике.

Ключевые слова: онлайн-тестирование, образовательные технологии, тестирование по информатике, нетехнические специальности, кризис образования

Elena V. Yushchik

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD of Technical Sciences, Head of the Department of Applied Mathematics and Informatics, ORCID: 0000-0003-2664-2442, Russia, Vladivostok, e-mail: yushchik.ev@dgtru.ru

Mikhail A. Yushchik

Far Eastern State Technical Fisheries University, Assistant of the Department of Applied Mathematics and Informatics, Russia, Vladivostok, e-mail: yushchikma@mail.ru

**Ways to improve the reliability of online computer science testing
for non-technical students**

Abstract. The purpose of the work described in the article was to study the reliability of Internet testing in Informatics for students of non-technical specialties. Often students look for answers to questions, focusing not on their knowledge, but on Internet searches. At the same time, participants who view the information received superficially are clearly distinguished. Based on the research, experience in LMS, the article provides practical advice to teachers for the competent creation of control tests and effective control of response statistics for a more detailed assessment of students' knowledge of computer science.

Keywords: online testing, educational technology, computer science testing, non-technical specialties, education crisis

Введение

Практически все образовательные учреждения не только в России, но и по всему миру были вынуждены осуществить переход на онлайн-обучение в первую половину 2020 года в связи с пандемией нового коронавируса, что изменило традиционную модель взаимодей-

ствия обучающихся, учебных организаций и преподавателей. Переход на дистанционную образовательную деятельность российских учебных заведений по приказу Министерства образования и науки РФ от 14.03.2020 № 398 «О деятельности учреждений, расположенных в управлении Министерства образования и науки РФ в условиях предотвращения распространения нового коронавируса на территории России» стал началом активных дискуссий не только в академическом сообществе, но и в широкой общественности. В первую очередь обсуждался вопрос об эффективности и результатах такого ещё непривычного формата обучения. В ответ правительство выпускало успокаивающие заявления, в которых гарантировало, что массовое «дистанционное обучение является временной мерой в чрезвычайных условиях эпидемиологического кризиса» [1].

Обучение и информационные технологии

Активное неприятие в академической среде и среди широких масс онлайн-обучения можно связать с нераспространенностью научно-исследовательских работ, направленных на всестороннее оценивание педагогических теорий, и уже существующих практических работ по обучению в интернет-режиме, с одной стороны, с другой – с «неосознанием педагогических задач и целей преподавания и обучения в современной цифровой экономике и во всех сферах жизни человека, связанных с непосредственной деятельностью образовательных организаций» [2].

Педагогическая задача образования в современных условиях может быть сформулирована следующим образом: подготовка кадров к жизни и работе в условиях текущей неопределенности и ускоренной цифровизации экономической системы. Процесс подготовки с использованием компьютерных технологий позволит обучающимся получить навыки цифрового образования и компетенций, необходимые для успеха в профессиональном творчестве.

Эксперты считают, что пандемия коронавируса, вызвав глобальный экономический кризис, будет оказывать существенное влияние на бюджетные средства, которые выделяются на образование. Как следствие, должны произойти корректировки государственного бюджета, а следовательно, изменятся и расходы на учебные учреждения любого уровня. При этом больше всего изменений в государственных расходах придется на долю начального и среднего образования, так как этот уровень образования в каждой из стран Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР) обязателен и гарантирован государственным бюджетом [3].

Что касается мировой практики, то эксперты [4] считают, что «одной из позитивных тенденций в образовательном кризисе COVID-19 стал рост государственно-частного партнерства в области образования». В большинстве стран мира образовательные организации сформировали партнерские объединения с различными IT-компаниями. Передовой в этом отношении явилась компания EdTech, которая занимается разработкой платформенных решений и онлайн-курсов для осуществления учебного процесса в дистанционном режиме [5]. При этом и в России значительно расширился рынок образовательных технологий по сравнению с допандемийным периодом, ускорились процессы цифровизации образования, внедрение информационных образовательных технологий в образовательных учреждениях страны [6].

Также использование информационных технологий может значительно повысить результативность обучения, так как позволяет реализовать индивидуальный маршрут обучения, добиться персонализации, снять ограничения по времени и месту занятий, увеличить наглядность и интерактивность процесса обучения [7]. В ближайшие годы систематическое слежение в рамках федерального статистического наблюдения ВПО за различными показателями электронного образования и использованием дистанционных технологий образования поможет выявить проблемные моменты принятия управленческих решений отраслевыми образовательными органами [8].

При этом очевидно, что данные, которые используются в настоящее время для оценки использования электронной образовательной среды (ЭОС) и соответственно дистанционных технологий, непрерывно меняются. Это такие показатели, как «количество и доля образовательных программ высшего образования, реализуемых с использованием электронного обучения и дистанционных технологий, от общего количества всех образовательных программ высшего образования», «численность и доля обучающихся с использованием электронного обучения и дистанционных технологий от общего количества всех образовательных программ высшего образования» [9].

В настоящее время во всем мире активно используется такой инструмент в области онлайн-образования, как Moodle – свободная система контроля за обучением. Эта система характеризуется в первую очередь необходимостью организации совместной работы преподавателя и обучаемого. В то же время её можно успешно использовать для организации традиционного дистанционного обучения, а также очно-заочной подготовки. В среде Moodle для преподавателя открывается возможность создавать различные курсы, используя для этого как непосредственно тексты, так и различные вспомогательные файлы, презентации, опросы и так далее [10].

Пользователю для того, чтобы использовать учебную среду Moodle, достаточно иметь произвольный браузер, не требуется никакой дополнительной установки. Это достаточно удобно и не требует особых компетенций ни от преподавателя, ни от обучающихся. Отличительной особенностью этой среды является возможность выставления оценки вместе с комментарием по итогам выполнения заданий. Поэтому Moodle, принадлежащий к классу LMS-систем управления учебным процессом, является тем центром, который позволяет создавать учебные материалы и обеспечивает интерактивные взаимоотношения между участниками процесса обучения [11, 12].

Именно такое программное обеспечение используют в большинстве вузов для организации дистанционной образовательной деятельности [13]. Более 30 тысяч образовательных учреждений мира проектируют, создают ресурсы информационно-образовательного пространства в среде Moodle, она переведена почти по 80 языков, включая русский.

Данная система обладает удобным интуитивным интерфейсом. Пользователь самостоятельно, используя только справочную систему, может составить электронный курс, управлять его работой [14]. Этот инструмент удобно использовать для онлайн-образования, особенно для обучения информатике студентов нетехнических специальностей. Но возникает проблема дальнейшего контроля за учебными достижениями, обеспечиваемыми Moodle.

В рамках проведенного опроса проанализированы ответы студентов Дальрыбвтуза по типу вопросов контрольной подготовки относительно формулировок, доступности материала лекции. По итогам дистанционного электронного тестирования по дисциплине «Информатика» студентов нетехнических специальностей вузов показатели превысили 60% [15].

Наиболее часто у тестируемых возникали проблемы относительно дидактических единиц: сетевого сервиса и сетевых стандартов; сетевых технологий обработки информации, компонентов вычислительной сети; информационной безопасности, защите информации; информационной модели объекта для тестирования (более 90%) [16].

Дидактические элементы – графическое отображение информации в ЭТ, мерные и единичные числа и количество данных, кодирование информации в ЭВМ, технологии и обработка мультимедийных презентаций усвоены студентами на 80%.

Выяснилось, что большая часть студентов, которые ищут ответы на вопросы ограниченного по времени теста, ориентируются на свои знания, а не на слова-маркеры, формирующие поисковый запрос в тексте лекций или интернете [17].

В данном случае явно выделяются те участники, которые не анализируют полученную информацию, просматривают ее поверхностно и стараются выбрать наиболее вероятные варианты ответа из представленных.

Контроль достижений

Для учебных организаций всегда особо актуальны вопросы, связанные с контролем достижений обучаемых, особенно в сфере информатики [8]. Это связано, в первую очередь, с четкой гранью между теоретическими знаниями и практическими навыками, умениями обучающихся. Студенты могут успешно выполнять предложенные задания на компьютере, но в то же время не иметь уверенных знаний по теоретической части предмета. В связи с этим студенты, особенно нетехнической специальности, не всегда могут достоверно продемонстрировать свои знания. В таких случаях значительная часть студентов во время прохождения теста, который, естественно, ограничен по времени, при ответе на вопросы начинают сомневаться в собственных знаниях, находят в тексте вопроса «слова-маркеры», опираясь на которые, формируют поисковые запросы в тексте лекций либо в сети Интернет [18].

Решение вопросов, связанных с повышением достоверности онлайн-тестирования по информатике для студентов нетехнических направлений обучения, основано на общих требованиях к созданию тестов и условиях проведения процесса тестирования.

- Задание теста должно быть четко, коротко и понятно сформулировано;
- Варианты ответов для каждого задания должны быть подобраны так, чтобы избежать возможности простого угадывания или отброса заведомо неправильного ответа.
- Тест не должен содержать второстепенных терминов;
- Тестовые задачи не должны быть слишком сложными или слишком простыми.

К основным требованиям составления тестов можно отнести следующие:

1. Предметная чистота.
2. Формальная чистота.
3. Надежность.
4. Содержательная корректность.
5. Краткость заданий.
6. Однозначность ответа.
7. Время тестирования должно быть минимальным.

Вариантов ответов должно быть не менее пяти. В случае отсутствия знаний студенту сложно сосредоточиться на правильном решении, что приводит к снижению количества ошибок тестируемого.

Заключение

Компьютерное тестирование – общепризнанный удобный инструмент для оценки базового уровня знаний, но это не единственная форма контроля итогов, а лишь дополнение к другим видам [19]. Следует отметить, что в период вынужденного отсутствия контактной работы со студентами оно показало себя с лучшей стороны. Но, несмотря на значимые достоинства компьютерного обучения и тестирования, они имеют и ряд недостатков. Поэтому лучше всего использовать эту систему для оценивания сформированности простейших навыков, можно сказать, поверхностных знаний, которые основываются на запоминании набора основных фактов. Для формирования навыков творческого использования полученных знаний необходимо применять иные формы обучения.

Библиографический список

1. Кризис, не похожий ни на какой другой, неопределенные перспективы восстановления. URL: <https://www.imf.org/ru/Publications/WEO/Issues/2020/06/24/WEOUpdateJune2020> (дата обращения: 10.03.2022).
2. Азимов Э.Г., Щукин А.Н. Новый словарь методических терминов и понятий (теория и практика обучения языкам). М.: ИКАР, 2009. 203 с.
3. Международная комиссия по вопросам будущего образования. Образование в мире после COVID: девять идей для общественных действий. ЮНЕСКО, 2020.

4. Краснова Г.А., Полушкина А.О. Состояние и перспективы дистанционного обучения в период пандемии COVID-19 // Вестн. РУДН. Серия: Информатизация образования. 2021. № 18(1). С. 36–44.
5. Браун Г., Ахмед А. Спасение поколения COVID. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/07/covid19-education-lockdown-children/> (дата обращения: 06.03.2022).
6. Обухов А.С., Томилина М.В. Развитие цифровых образовательных технологий в России до пандемии: история и особенности индустрии EdTech // Информатика и образование. 2021. № 8. С. 52–61.
7. Меры реагирования на COVID-19 процесс восстановления: Оказание помощи учащимся в навёрстывании упущенного с особым упором на решение проблем неравенства // UNESCO // Цифровая библиотека. URL: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373766_rus (дата обращения: 09.03.2022).
8. Всемирный банк. Дистанционное обучение и COVID-19. URL: <https://www.worldbank.org/en/topic/edutech/brief/edtech-covid-19> (дата обращения: 06.03.2022).
9. Маринони Г., Лэнд Х., Дженсен Т. Инклюзия и образование: все означает все. Доклад о глобальном мониторинге образования. UNESCO, 2020.
10. Ющик Е.В. Повышение уровня информационно-коммуникационной компетенции студентов рыбохозяйственного вуза // Рыб. хоз-во. 2013. № 4. М.: ФГБУ ЦУРЭН. С. 10–11.
11. COVID-19 и сфера труда. Обновленные оценки и анализ // Вестн. МОТ. 2020. Вып. 5. URL: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---europe/---ro-geneva/---sro-moscow/documents/briefingnote/wcms_767671.pdf (дата обращения: 10.03.2022).
12. Sibgatullina A., Ivanova R., Yushchik E. Moodle Learning System as an Effective Tool for Implementing the Innovation Policy of the University. International Journal of Web-Based Learning and Teaching Technologies (IJWLTT). 2022. 17 (1). 1–12. URL: <http://doi.org/10.4018/IJWLTT.298683>.
13. Li C, Lalani F. Пандемия COVID-19 навсегда изменила образование. URL: <https://www.weforum.org/agenda/2020/04/coronavirus-education-global-covid19-online-digital-learning> (дата обращения: 07.03.2022).
14. Маринони Г., Лэнд Х., Дженсен Т. Влияние Covid-19 на высшее образование во всем мире. Отчет о глобальном исследовании IAU, 2020.
15. Федеральное статистическое наблюдение ВПО-1, ВПО-2. Федеральное статистическое наблюдение ВПО-1, ВПО-2. URL: <https://minobrnauki.gov.ru/action/stat/highed/> (дата обращения: 10.03.2022).
16. Всемирный банк. Реагирование на кризис COVID-19: поддержка высшего образования для преемственности, адаптации и инноваций. URL: <https://www.worldbank.org/en/data/interactive/2020/03/24/world-bank-education-andcovid-19> (дата обращения: 10.03.2022).
17. Ананд Ч., Сринивас Р. Кризис только начинается: как переобучить тех, кто остается без работы. URL: <https://hbr-russia.ru/biznes-i-obshchestvo/ekonomika/834985> (дата обращения: 10.03.2022).
18. Сидоренко А.С. Оптимизация компьютерного тестирования студентов: минимизация влияния на ответы помощи интернета // Информатика и образование. 2020. № 5. С. 50–55.
19. Беспалько В.П. Слагаемые педагогической технологии. М.: Педагогика, 2016. 30 с.

Елена Николаевна Ященко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент, старший преподаватель, Россия, Владивосток, e-mail: iashchenko.en@dgtru.ru

**Разработка методических материалов по дисциплине «Информатика»
для обеспечения оценки уровня сформированности компетенций и индикаторов
их достижения (на примере направления подготовки 26.03.01)**

Аннотация. Изложены примеры разработки учебно-методических материалов для проведения лабораторных занятий по дисциплине «Информатика» по направлению подготовки бакалавриата 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» с целью более эффективной работы студентов по достижению максимально возможного уровня запланированных результатов обучения.

Ключевые слова: запланированные результаты обучения, оценка уровня сформированности компетенции, подготовка методических материалов, задания разных уровней сложности

Elena N. Yashchenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, Associate Professor, Senior Lecturer, Russia, Vladivostok, e-mail: iashchenko.en@dgtru.ru

**Development of methodological materials for the discipline "Informatics"
to ensure the assessment of the level of formation of competencies and indicators
of their achievement (on the example of the direction of a bachelor's degree 26.03.01)**

Abstract. The article presents examples of the development of educational and methodological materials for conducting laboratory classes in the discipline "Computer Science" in the direction of undergraduate training 26.03.01 "Management of water transport and hydrographic support of navigation", with the aim of more efficient work of students to achieve the highest possible level of planned learning outcomes.

Keywords: planned learning outcomes, assessment of the level of competence development, preparation of methodological materials, tasks of different levels of complexity

Как известно, в соответствии с утвержденными федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования по различным направлениям подготовки (ФГОС ВО 3++) в образовательных программах установлены индикаторы достижения компетенций (обобщенные характеристики, уточняющие и раскрывающие формулировку компетенции). Для дисциплины «Информатика» (по направлению подготовки бакалавров 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства») это общепрофессиональная компетенция ОПК-1 «Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности с применением информационно-коммуникационных технологий» и индикатор достижения компетенции ОПК-1.1 «Использует современное программное обеспечение и эффективные способы поиска информации для решения стандартных задач профессиональной деятельности» [1, 2].

Основные запланированные результаты обучения, т.е. усвоения дисциплины (так называемые категории «знать-уметь-владеть») отражены в рабочей программе дисциплины [3]. «Уровни (дескрипторы) сформированности компетенций в соответствии с запланированными результатами обучения, соотношенными с установленными индикаторами до-

стижения, которыми должен обладать обучающийся, освоивший дисциплину», конкретизированы в Оценочных материалах текущей и промежуточной аттестации по дисциплине [4].

В научно-педагогической литературе встречается немало работ, посвященных исследованиям и рекомендациям по проектированию педагогических средств формирования и оценки компетенций. Особое внимание в подобных работах уделяется разнообразным оценочным средствам [5–7].

Что касается изучения дисциплины «Информатика» (как многих других «практических» дисциплин), оперативный (текущий) контроль в виде наблюдения за выполнением лабораторной работы, ее защиты, а также собеседования и тестирования по отдельным разделам дисциплины позволяют преподавателю объективно оценить качество освоения студентами программы дисциплины. Однако не меньшего внимания заслуживает разработка практических заданий к лабораторным работам. Основная задача преподавателя в этом направлении – подготовить задания разных уровней сложности, чтобы обеспечить студента материалом для достижения наиболее высокого уровня результатов обучения.

Поскольку учебным планом направления 26.03.01 [2] не предусмотрены лекции как вид аудиторных занятий, студент должен самостоятельно осваивать теоретический материал по рекомендации преподавателя, что требует от него значительных временных затрат и умственных усилий.

Очевидно, что студенты, имеющие более высокий уровень подготовки по школьной программе «Информатика» и более уверенные навыки работы за персональным компьютером, способны быстрее других справиться с несложными заданиями и приступить к выполнению более сложных по той же теме лабораторного занятия. Тем самым за счет повторения и последовательного усложнения учебного материала у студента закрепляются и углубляются знания, совершенствуются навыки, что результирует в повышении уровня сформированности соответствующей компетенции.

Например, в рамках раздела 2 (Технология создания и обработки профессиональных текстов) запланирована лабораторная работа по теме «Создание маркированных, нумерованных и многоуровневых списков».

Для начального уровня предлагаются задания, представленные на рис. 1. Для форматирования маркированного и нумерованного списков (по образцу) студент должен определить и настроить параметры: формат маркера и номера, отступ маркера и номера, а также отступ текста. Для форматирования многоуровневого списка перечисленные параметры необходимо определить на двух уровнях нумерации и научиться переходить по уровням при наборе (и редактировании) текста.

Для более высокого уровня подготовки можно предложить задание, представленное на рис. 2. Дополнительно к вышеперечисленным настройкам студент должен настроить более сложные параметры: гарнитуру, начертание и подчеркивание номера первого уровня, составной формат номера второго уровня (включающий номер первого уровня нумерации), а также наиболее точно выполнить выравнивание номеров и текста на каждом уровне списка.

При выполнении Лабораторной работы 11 (Раздел 3. Технология обработки числовой информации в процессе решения профессиональных задач. Тема: Вычисления в таблицах. Автосуммирование. Ввод и редактирование формул.) для определения характеристик грузовых мест на судне для разного груза (рис. 3) используются вычисления с помощью относительно несложных формул (рис. 4).

При построении формул в данном случае применяются простые арифметические вычисления, использование логической функции ЕСЛИ (с одним вопросом и двумя выходами), а также использование списка функций инструмента Автосумма (для вычисления среднего и максимума в итоговой строке).

Примером построения более сложных формул может послужить, например, вычисление количества месяцев, прошедших с даты ремонта судна:

$$=(СЕГОДНЯ()-J4)/30,5.$$

Студенту потребуется самостоятельно познакомиться с функцией СЕГОДНЯ() (для того, чтобы текущая дата обновлялась всякий раз при открытии файла), построить формулу приведения количества дней к месяцам и понять необходимость переформатирования ячейки-результата из формата даты в числовой формат.

Классификационный список сухогрузных судов для нормирования погрузоразгрузочных работ:

- ~ добывающие суда,
- ~ плавучие базы,
- ~ производственные рефрижераторы (ПР),
- ~ приемно-транспортные рефрижераторы (ТР),
- ~ нерефрижераторные суда.

Этапы преобразования грузопотоков в поток судов с грузами

- 1 - Подготовка нормативно-справочной информации.
- 2 - Формирование схем движения флота.
- 3 - Расстановка флота.
- 4 - Отбор судов пополнения флота и дополнительных (свободных) грузопотоков.
- 5 - Составление графика движения судов для каждой схемы движения судов.

***Краткая характеристика условий эксплуатации судов
рыбопромысловой флотилии***

1. Характеристика параметров судов:
 - a ~ назначение судна,
 - b ~ основные размерения,
 - c ~ скорость,
 - d ~ грузоподъемность,
 - e ~ грузоместимость,
 - f ~ характеристики грузовых помещений и грузовых устройств.
2. Характеристики районов промысла и морских путей:
 - a ~ название морей, входящих в данный район,
 - b ~ географические координаты района,
 - c ~ сроки и продолжительность путинного периода,
 - d ~ природный состав добываемой рыбы,
 - e ~ гидрометеорологические условия,
 - f ~ рекомендуемые маршруты движения судов.
3. Характеристика порта базирования флота:
 - a ~ географическое положение,
 - b ~ историческая справка развития порта,
 - c ~ специализация порта,
 - d ~ характеристика причального фронта, складского хозяйства,
 - e ~ экономическое состояние и перспективы развития.

Рисунок 1 – Пример форматирования списков

<p align="center">Преобразование грузопотоков в поток судов с грузами для формирования объемов работ в базовом порту (этапы):</p> <p>1 этап: Подготовка нормативно-справочной информации:</p> <p>1.a - по судам:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ объемно-весовые и линейные характеристики судна, ~ группа судна, ~ эксплуатационная скорость, ~ нормативы расходов по содержанию судна на ходу и на стоянке, ~ грузоподъемность отдельных грузовых помещений; <p>1.b - по портам:</p> <p>1.c - по направлению перевозки грузопотоков:</p> <p>2 этап: Формирование схем движения флота:</p> <p>2.a - составление таблицы корреспонденции тоннажа,</p> <p>2.b - оптимизация схем движения флота,</p> <p>2.c - составление сводной таблицы корреспонденции тоннажа,</p> <p>2.d - построение схем движения судов в графическом виде.</p> <p>3 этап: Расстановка флота:</p> <p>3.a - определение производительности тоннажа по линиям:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ потребности в тоннаже, ~ суточных объемов работы, ~ грузоподъемность каждого судна, ~ продолжительность рейса на каждой линии; <p>3.b - формирование оптимального варианта закрепления типов судов за выбранными схемами движения:</p> <ul style="list-style-type: none"> ~ определение производительности типов судов на каждой линии, ~ определение коэффициента сопоставления, ~ отбор судов на линии, ~ определение числа рейсов для каждого судна. <p>4 этап: Составление графика движения судов для каждой схемы движения судов.</p>									
---	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Рисунок 2 – Пример форматирования сложного многоуровневого списка

Род груза	Длина пакета, м	Ширина пакета, м	Высота пакета, м	Масса пакета, т	УГС, м ³ /т	Удельный погрузочный объём груза (УПО), м ³ /т	Соотношение УГС и УПО	Вид груза	Кол-во груза в трюме (g _i)
Сахар в мешках на поддонах	1,68	1,22	1,53	2,08					
Крупа в мешках на мягких стропях	1,34	0,95	1,26	0,95					
Цемент в мешках на поддонах	1,67	1,25	1,3	3,28					
Кирпич на поддонах	1,6	1,2	1,1	3,2					
			Средняя высота	Максимальная масса	Коэффициент использования грузоподъёмности судна				

Рисунок 3 – Пример таблицы для выполнения расчетов в MS Excel

$$\text{УПО} = \frac{\text{Объем пакета}}{\text{Масса пакета}} * \text{Коэффициент укладки груза в трюме.}$$

$$\text{Соотношение УГС и УПО} = \begin{cases} \text{"УГС<УПО", если УГС<УПО,} \\ \text{"УГС>УПО", в противном случае.} \end{cases}$$

$$\text{Вид груза} = \begin{cases} \text{"легкий", если УГС<УПО,} \\ \text{"тяжелый", в противном случае.} \end{cases}$$

$$\text{Количество груза в трюме} = \begin{cases} \frac{\text{Объем трюма}}{\text{УПО}}, & \text{если груз "легкий",} \\ \text{Грузовместимость} * \text{УПО,} & \text{если груз "тяжелый".} \end{cases}$$

Рисунок 4 – Пример несложных формул для выполнения расчетов

Еще один пример более сложных вычислений – группировка судов по их «возрасту» (количеству лет, прошедших с даты постройки):

$$\text{Группа} = \begin{cases} 1 \text{ группа, если судно построено позже 2010 года,} \\ 2 \text{ группа, если судно построено позже 2000 года, но раньше 2010 года,} \\ 3 \text{ группа, если судно построено раньше 2000 года.} \end{cases}$$

В этом случае студенту необходимо изучить порядок построения вложенной функции ЕСЛИ (с двумя вопросами и тремя выходами), выстроить оптимальную последовательность вопросов и узнать способ вызова вложенной функции (через адресное поле):

=ЕСЛИ(НЗ>=01.01.2010;"1группа";ЕСЛИ(НЗ>=01.01.2000;"2группа";"3группа")).

Для Лабораторной работы 16 (Раздел 3. Технология обработки числовой информации в процессе решения профессиональных задач. Тема: Работа со списками. Способы сортировки данных. Фильтрация данных) при исследовании характеристик судов (рис. 5) с помощью расширенного фильтра MS Excel в качестве простых задач можно предложить отфильтровать список судов со следующими характеристиками:

- суда типа «стр» с весом корпуса меньше 5000;
- суда, ремонт которых выполнялся до 01.07.2011;
- суда типов «рс» или «стр», построенные ранее 1980 года;
- все траулеры водоизмещением больше 2000 и дедвейтом меньше 1000.

№ пп	Название судна	Тип судна	Водоизмещение	Дедвейт	Вес корпуса	Дата постройки	Дата ремонта
1	Минчегуар	рс	135	38	97	15.07.1975	17.07.2010
2	Альпинист	стр	1137	327	810	11.05.1977	16.05.2011
3	Атлантик	бмрт	3362	1150	2212	18.07.1979	28.07.2010
4	Бологое	стр	545	186	359	12.04.1955	16.04.2011
5	Братск	пр	2872	964	1962	12.11.1980	22.11.2010
6	Вытегра	стр	464	156	308	18.04.1980	14.04.2010
7	Захаров	ркз	15300	7737	7563	22.03.1983	20.03.2010
8	МРС-225	рс	127	21	106	13.02.1976	13.02.2011

Рисунок 5 – Пример таблицы для фильтрации данных

В качестве более сложных задач можно предложить следующие условия фильтрации:

- водоизмещение выше среднего более, чем на 10%;
- с даты ремонта на сегодняшний день прошло более 10 лет.

В первом случае студенту необходимо построить логическое выражение, содержащее формулу расчета среднего значения по столбцу «Водоизмещение», увеличить его на 10% (т.е. добавить в формулу коэффициент 110%), а также для корректной работы инструмента «Расширенный фильтр» зафиксировать границы массива (с помощью абсолютной ссылки) для расчета среднего:

=D7>110%*CPЗНАЧ(\$D\$7:\$D\$21).

Во втором случае студенту необходимо построить логическое выражение, содержащее формулу расчета времени, прошедшего с даты ремонта, включающую функцию СЕГОДНЯ(), которая возвращает текущую дату (с системного таймера), перевести результат расчета из «дней» в «годы»:

=(СЕГОДНЯ()-H7)/365,25>10.

Таким образом, построение более сложных условий фильтрации потребует более глубоких знаний и навыков расчетов в электронных таблицах.

Грамотно подготовленный учебно-методический материал позволит обеспечить каждому студенту возможность максимально погрузиться в изучаемый предмет и усвоить материал соответственно своим способностям. Задания разного уровня сложности выступают инструментом стимулирования учебной работы студентов.

Наблюдение за деятельностью студента в процессе освоения дисциплины на лабораторных занятиях и ее анализ позволят преподавателю предварительно оценить уровень подготовки студента (в процессе текущего контроля по разделам дисциплины), а в итоге – дать точную оценку соответствию уровня подготовки студента планируемым результатам обучения (во время промежуточной аттестации).

Подобный уровневый подход к подготовке учебно-методического материала обеспечит студенту возможность демонстрации уровня своих умений, навыков при прохождении промежуточного контроля знаний.

Библиографический список

1. Основная профессиональная образовательная программа высшего образования направления подготовки 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства (уровень бакалавриата)», утвержденная ученым советом ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» «24» декабря 2020 г., протокол № 4/34.

2. Учебный план подготовки 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» уровня бакалавриата (профильная направленность «Управление транспортными системами и логистическим сервисом на водном транспорте»), одобренный учёным советом университета «27» февраля 2020 г. (год набора 2020), протокол № 6/26.

3. Рабочая программа дисциплины «Информатика», реализующей ОПОП ВО направления подготовки 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидрографическое обеспечение судоходства» уровня бакалавриата, утвержденная ученым советом Института рыболовства и аквакультуры «Дальрыбвтуза», протокол № 4 от 21.12.2020.

4. Оценочные материалы текущей и промежуточной аттестации по дисциплине «Информатика». Направление подготовки 26.03.01 «Управление водным транспортом и гидро-

графическое обеспечение судоходства». Квалификация бакалавр. Утверждено на заседании кафедры «Прикладная математика и информатика», протокол № 6 от 14.12.2020.

5. Бакланов И.О., Бирюкова И.П. Методы и средства диагностики формирования компетенций в лабораторных практикумах по естественно-научным дисциплинам // Современные проблемы науки и образования. 2020. № 4. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=30016> (дата обращения: 08.10.2022).

6. Литвинов В.А. К вопросу об оценке сформированности компетенций обучающихся при проведении промежуточных и итоговой аттестации // Современное образование. 2019. № 1. С. 85–91. DOI: 10.25136/2409-8736.2019.1.25638. URL: https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=25638 (дата обращения: 08.10.2022).

7. Шмигирилова И.Б., Рванова А.С., Григоренко О.В. Оценивание в образовании: современные тенденции, проблемы и противоречия (обзор научных публикаций) // Образование и наука. 2021.23(6):43–83. URL: <https://doi.org/10.17853/1994-5639-2021-6-43-83> (дата обращения: 08.10.2022).

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ РЫБОЛОВСТВА	3
<i>Баринов В.В., Осипов Е.В., Павлов Г.С., Грибов А.Е.</i> Исследование процессов промысла тихоокеанского кальмара в решении задач его поиска и обнаружения	3
<i>Кудакаев В.В.</i> Параметрическое моделирование пластины крепления ваера к траловой доске пр. 2490 в «Компас 3D».....	8
<i>Майсс А.А., Сиренко В.Г., Телятник О.В., Наумов Д.Г.</i> Интенсификация промысла тихоокеанских лососей путем щадящего отвода морских млекопитающих из зоны действия ставного невода	13
<i>Михалан С.Г., Тараканов В.В.</i> Состояние любительского рыболовства на Чудско-Псковском озере (российская часть акватории) в зимний период	18
<i>Осипов Е.В., Чипизубов В.В., Шкуратов Р.О.</i> Разработка концепции траловой комплексной лебедки для схемы со снижением или исключением ручного труда	25
<i>Телятник О.В.</i> Японские невода в отечественном промысле лососей	29
<i>Якимов А.В.</i> Прилов молоди минтая и проблемы контроля	34
Секция 2. ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ, АКВАКУЛЬТУРА И ЭКОЛОГИЯ	38
<i>Аминина Н.М., Гапеева М.А.</i> Макрофиты как индикаторы загрязнения бухты Рудной (Японское море, Приморский край)	38
<i>Бусарова О.Ю.</i> Разнообразие мальмы <i>Salvelinus malma</i> бассейна озера Азабачье, Камчатка	43
<i>Буторина Т.Е.</i> Использование метода инкубирования в среде Рэя RFTM для диагностики заболевания гребешка при садковом выращивании в хозяйствах Приморья	47
<i>Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю.</i> Адаптация паразитических гидробионтов к высокому содержанию органики в водоеме (на примере реки Пенжина)	53
<i>Волкова А.Р.</i> Некоторые черты биологии осенней кеты в реке Иска (Хабаровский край) в 2015, 2017 гг.....	58
<i>Горбачева Е.А.</i> Содержание хлорорганических соединений в камбале-ерше <i>Hippoglossoides platessoides limandoides</i> (Bloch) Баренцева моря.....	67
<i>Грушинец В.А., Смирнов А.А.</i> Основные промысловые и биологические показатели трески из приловов на траловом промысле минтая в январе–апреле 2020 г. в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах Охотского моря	72
<i>Дубина В.А., Бусыгина А.Д., Азмухаметова Л.М.</i> Особенности поля гравитационных внутренних волн в Центрально-Курильском районе	77
<i>Дубина В.А., Колесникова А.С., Круглик И.А., Руденко О.Н.</i> Районы генерации внутренних волн, регистрируемых на охотоморском шельфе Сахалина.....	83
<i>Зеленников О.В.</i> Особенности питания массовых видов рыб в период миграции к морю молоди горбуши и кеты на примере реки Вольной (юго-западный Сахалин).....	89
<i>Калинина Г.Г., Романюк Е.Г.</i> Рост молоди амурского осетра в условиях Анюйского рыбоводного завода в 2015, 2016 гг.	97
<i>Колтун А.В.</i> Характеристика биологического состояния чёрного палтуса <i>Reinhardtius hippoglossoides</i> западной части Берингова моря	102
<i>Колтун Е.В.</i> Биологическая характеристика состояния минтая <i>Theragra chalcogramma</i> южных Курильских островов	109

Косач Е.А., Птушенкова Э.В., Бабченко Д.Л., Жаворонкова М.А., Ягунова Д.С., Мартынова А.С., Зеленников О.В. К вопросу об использовании метода отолитного маркирования при анализе стрейнга горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i>	116
Кузнецов М.Ю., Поляничко В.И. Особенности пространственного распределения и обилия тихоокеанской сельди <i>Clupea pallasii</i> в северо-западной части Берингова моря в летне-осенний период 2020 г.	121
Куча И.В. Линейный и массовый рост разновозрастного приморского гребешка <i>Mizuhopecten yessoensis</i> поколения 2014 г., культивируемого в бухте Круглой (о. Русский) и бухте Северной (Славянский залив).....	128
Макеева А.И., Власенко Р.В. Ростовые и возрастные характеристики серрипеса Лаперуза <i>Serripes lapereusii</i> в северо-западной части Берингова моря.....	132
Манжела Е.В., Власенко Р.В. Характеристика биологического состояния двустворчатого моллюска <i>Mercenaria stimpsoni</i> в водах южного и северного Приморья	141
Новиков М.А. О связи уровня загрязнения морских донных отложений с содержанием органического углерода	147
Осипов Е.В., Данченко О.А. Технические задачи конструкций морской аквакультуры	152
Политаева А.А., Матросова И.В. Некоторые биологические характеристики дальневосточного трепанга и серого морского ежа из бухты Дунай и побережья острова Аскольд.....	156
Расцупкин П.Ю. Некоторые биологические характеристики серебряного карася озера Ханка (Приморский край) в 2018 г.	163
Ростовцева М.О., Асеева Н.Л. Характеристика биологического состояния тихоокеанского белокорого палтуса <i>Hippoglossus stenolepis</i> в Западно-Беринговоморской зоне летом 2017 г.	169
Сергеева М.М., Прибылов С.С. Нерест зебровой акулы <i>Stegostoma fasciatum</i> в условиях Приморского океанариума	177
Сошникова П.Д., Шебанова М.А. Качественный и количественный состав зоопланктона южной части Охотского моря в обловленном слое 200-0 м в 2020 г.....	181
Хлебникова В.А. Некоторые черты биологии карася <i>Carassius gibelio</i> (Cypriniformes) притоков реки Уссури в 2016–2018 гг.	187

Секция 3. СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ОБРАЗОВАНИЯ.....

Беспалова Т.В., Дергунова О.Ф. Анализ эффективности дистанционного обучения на примере дисциплины «Математика» в рыбохозяйственном вузе.....	193
Бойцова Т.М., Лисиенко С.В. Базовое и перспективное образование для рыбохозяйственной отрасли	198
Иванко Н.С. Проблемы нормоконтроля студенческих работ.....	203
Колбина Е.А. Изучение модели динамики численности с дискретным временем	209
Недбайлов А.А. Компьютерные технологии в учебной деятельности курсантов.....	217
Рыжкина Т.А. Моделирование связи между экономическими переменными в условиях внутрисистемной неопределенности.....	220
Ющик Е.В., Ющик М.А. Пути повышения достоверности онлайн-тестирования по информатике студентов нетехнических специальностей	226
Яценко Е.Н. Разработка методических материалов по дисциплине «Информатика» для обеспечения оценки уровня сформированности компетенций и индикаторов их достижения (на примере направления подготовки 26.03.01).....	231

Научное электронное издание

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ
РЕГУЛИРОВАНИЯ РЫБОЛОВСТВА**

Материалы Национальной
научно-технической конференции

(Владивосток, 27–28 октября 2022 г.

Подписано в печать.15.11.2022. Формат 60х84/8.
Усл. печ. л. 27,90. Уч.-изд. л. 25,50. Заказ 0866.
Тиражируется на машиночитаемых носителях

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б