

## **Уважаемые участники конференции!**

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

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

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

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

Председатель оргкомитета,  
врио ректора ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

Н.К. Зорченко  
22 мая 2018 г.

## **Dear conference participants!**

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

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

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

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

Chairman of the Organizing Committee,  
Interim President of Federal State-Funded Educational  
Institution of Higher Education  
«Far Eastern State Technical Fisheries University»  
(FSFEI HE «Dalrybvtuz»),

N.K. Zorchenko  
22 May, 2018

**FEDERAL AGENCY FOR FISHERY**



**Far Eastern State Technical  
Fisheries University**

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

**Proceedings of the 5<sup>th</sup> International  
Scientific and Technical Conference**

(Vladivostok, 22–24 May, 2018)

PART I

Plenary reports

Water bioresources, ecology, fisheries and aquaculture

Marine Engineering

Vladivostok  
Dalrybvtuz  
2018

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ**



**Дальневосточный государственный технический  
рыбохозяйственный университет**

**Актуальные проблемы освоения  
биологических ресурсов Мирового океана**

**Материалы V Международной  
научно-технической конференции**

(Владивосток, 22–24 мая 2018 года)

Часть I

Пленарные доклады

Водные биоресурсы, рыболовство, экология и аквакультура

Морская инженерия

Владивосток  
Дальрыбвтуз  
2018

УДК 639.2.053  
ББК 47.2  
А43

**Редакционная коллегия:**

*Председатель* – Н.К. Зорченко, врио ректора ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».

*Зам. председателя* – О.Л. Щека, доктор физ.-мат. наук, профессор, проректор по научной и инновационной деятельности.

А.Н. Бойцов, канд. техн. наук, доцент, директор Института рыболовства и аквакультуры;  
И.В. Матросова, канд. биол. наук, доцент, зав. кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура»;

С.Б. Бурханов, директор Мореходного института;

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

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

Н.В. Дементьева, канд. техн. наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания»;

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

Т.И. Ткаченко, канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой «Технологические машины и оборудование»;

Е.В. Черная, канд. ист. наук, доцент кафедры «Социально-гуманитарные дисциплины»;

Л.В. Воронова, канд. пед. наук, доцент, зав. кафедрой «Русский язык как иностранный».

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

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

**А43 Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана : материалы V Междунар. науч.-техн. конф. : в 2 ч. – Владивосток : Дальрыбвтуз, 2018. – Ч. I. – 319 с.**

ISBN 978-5-88871-711-0 (ч. I)

ISBN 978-5-88871-710-3

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

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

УДК 639.2.053  
ББК 47.2

ISBN 978-5-88871-711-0

© Дальневосточный государственный  
технический рыбохозяйственный  
университет, 2018

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

---

---

УДК 629.12.001.2

А.И. Азовцев<sup>1</sup>, И.С. Карпушин<sup>2</sup>, О.В. Москаленко<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»,  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### **МОРЕХОДНЫЕ ВЕЗДЕХОДЫ НА ВОЗДУХООПОРНЫХ ГУСЕНИЦАХ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСВОЕНИЯ БИОРЕСУРСОВ С БАЗ НА ОТКРЫТОМ ПОБЕРЕЖЬЕ**

*Обоснована перспективность интенсификации прибрежного промысла на основе применения мореходных вездеходов на воздухоопорных гусеницах при промысле и переработке биоресурсов на базах, создаваемых на обширнейшем открытом побережье. Низкая транспортная составляющая в себестоимости продукции основана исключением необходимости дорогостоящих причальных сооружений и инфраструктуры содержания промыслового флота на базе, малыми затратами времени и топлива на переходы к месту промысла за счет надежного и безопасного облавливания мелководий и замерзающих акваторий и эффективного сбора штормовых выбросов в прибойной полосе. Эффективность предлагаемого транспорта в условиях неосвоенного открытого побережья повышается возможностью его доиспользования в береговых условиях.*

Прибрежный промысел всегда был основой поставки на рынок свежайшей рыбы и морепродуктов. Близость района промысла к рынку естественно обеспечивает малые транспортные расходы в себестоимости высококачественной продукции. В закрытых бухтах и у надежных причалов базируется специализированный промысловый флот преимущественно малого водоизмещения.

Для обширного побережья Дальнего Востока такое благополучие для прибрежного промысла чаще исключение, чем закономерность. Промысловые скопления рыбы на опасном для судоходства мелководье и на замерзающих акваториях шельфа исключены из районов промысла. Исследования Дальрыбвтуза обосновывают возможность создания эффективной отрасли изготовления высококачественной продукции из свежайшего возобновляемого сырья при устройстве множества береговых баз прибрежного промысла на открытом побережье, что возможно при использовании амфибийного промыслового транспорта [1].

Успех решения проблем развития прибрежного промысла во многом зависит от правильного выбора транспортного средства. Перспективность мореходных транспортных средств на воздухоопорных гусеницах (ТСВГ) многократно описана [2]. Обладая хорошими мореходными и вездеходными качествами, способностью преодолевать линию прибоя, ТСВГ может быть использовано для прибрежного промысла на открытом побережье без строительства портово-причальных сооружений, что значительно снижает затраты на создание береговой базы.

МГУ им. адм. Г.И. Невельского и Дальрыбвтуз в разработках по Федеральной целевой программе «Развитие гражданской морской техники» на 2009–2016 гг. фундаментально обосновали рациональность и перспективность создания глиссирующих ТСВГ для прибрежного промысла [3]. Высокие скорости хода в глиссирующем режиме значительно со-

крашают время хода от базы до места промысла и время возвращения. Но при этом нет значительных расходов топлива, как это имеет место для судов на воздушной подушке и глиссирующих теплоходов проекта А-145.

В глиссирующем режиме экономия топлива в 2 и более раз в сравнении с судами на воздушной подушке и глиссирующими судами достигается тем, что смоченная (опорная) часть воздухоопорной гусеницы движется по направлению набегающего потока со скоростью большей скорости хода, исключается сопротивление трения.

Для прибрежного промысла и обслуживания хозяйств марикультуры разработаны технические предложения мореходных вездеходов оптимальной грузоподъемности 20, 10, 5 т. Необходима разработка технических проектов и рабочей документации. В условиях отсутствия финансирования МГУ им. адм. Г.И. Невельского и Дальрыбвтуз ведут исследование на инициативной основе по совершенствованию воздухоопорных гусениц и технических средств механизации промысла в специфических условиях ТСВГ.

При отсутствии промысловых скоплений в зоне доступности вездеходов и при неблагоприятных погодных условиях на море мореходные вездеходы могут доиспользоваться для транспортных и транспортно-технологических операций на берегу, что всесторонне обосновано в [5].

### Библиографический список

1. Обоснование необходимости промысла на побережье Охотского и Японского морей, разработка требований к мореходному вездеходу, для прибрежного промысла и марикультуры: отчет о НИР / ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз»; рук. И.С. Карпушин. Владивосток, 2009. 106 с.

2. Карпушин И.С., Азовцев А.И., Клебанов Г.В. Мореходная амфибия для прибрежного промысла и изысканий // Надводные технические средства исследования и освоения океана. Владивосток, 1983. С. 28–30.

3. Азовцев А.И., Огай С.А., Москаленко О.В. Разработка типоразмерного ряда мореходных вездеходов на воздухоопорных гусеницах для комплексного освоения побережья и замерзающего шельфа // Морские интеллектуальные технологии. 2013. СПб., 2013. Спецвыпуск № 1. С. 34–37.

4. Азовцев А.И., Огай С.А., Москаленко О.В. Прорыв в области внедорожного амфибийного транспорта // Наука и транспорт. Морской и речной транспорт. Транспорт Российской Федерации. 2011. С. 48–50.

A.I. Azovtsev<sup>1</sup>, I.S. Karpushin<sup>2</sup>, O.V. Moskalenko<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>FGBOU VO «Maritime State University named after G. I. Nevelskoy»,  
<sup>2</sup>Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### SEAWORTHY ALL-TERRAIN VEHICLES ON AIR-SUPPORTED TRACKS FOR RAISING OF EFFECTIVENESS OF THE DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL RESOURCES FROM THE BASES ON THE OPEN SEASHORE

*The essay proves the prospectivity of intensifying the coastal people's trade on the basis of employing the seaworthy all-terrain vehicles on air-supported tracks in people's trade and processing of the biological resources on the bases founded on the vast open seashore. Small transport component in the cost of the output is well-grounded by eliminating expensive berthing constructions and infrastructure of maintenance of the trading fleet on the base, small expenses on time and fuel oil for passing to the place of people's trade, as well as due to the secure and safe fishery in shallow and freezing water areas and effective picking up of specimens cast ashore by storm in the surf area. The effectiveness of the suggested vehicle in the conditions of the undeveloped open seashore is raised by the possibility of its additional use in the seashore conditions*

Г.С. Гаврилова  
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЕКТЫ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ НАУКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗВИТИЯ ОДНОГО ИЗ МАРИКУЛЬТУРНЫХ РАЙОНОВ ПРИМОРЬЯ**

*Дальнейшее ускоренное развитие аквакультуры связывается с интенсивными научными исследованиями. Подготовка инновационных исследовательских проектов и продвижение их среди предпринимателей входит в задачи научных организаций. С 2015 г. ТИНРО-Центр работает в рамках Федеральной программы для создания качественно новой научной базы аквакультуры в России. В настоящее время сформулированы тематики проектов, реализация которых позволит изменить технологии получения посадочного материала моллюсков и структуру хозяйств марикультуры в Дальневосточном регионе.*

Аквакультура является одним из быстрорастущих секторов пищевого производства (последнее десятилетие ее рост составлял более 6 % в год), и ее дальнейшее развитие связывается с интенсивными научными исследованиями, главные направления которых – создание передовых технологий; оценка влияния аквакультуры на окружающую среду, профилактика, диагностика и лечение болезней объектов аквакультуры. Должно быть усовершенствовано и управление практикой аквакультуры.

Подготовка инновационных проектов и продвижение их среди предпринимателей входит в задачи научных организаций. На Дальнем Востоке существует опыт внедрения биотехнологических инноваций, но на современном этапе необходимо как его существенное расширение, так и создание инноваций нового типа – организационно-управленческих проектов (Богерук, 2008; Жук, Новоселова, 2009), таких как формирование разномасштабных хозяйств марикультуры или региональных центров посадочного материала.

С 2015 г. ТИНРО-Центр работает в рамках Федеральной программы по аквакультуре, основная цель которой – создание качественно новой научной базы аквакультуры в России. За первые три года подготовлены не только новые технологии разведения гидробионтов, но и проект концепции развития марикультуры Дальнего Востока до 2025 г. В документе выполнен анализ деятельности марихозяйств края, что позволило определиться и с будущими научно-исследовательскими проектами.

Залив Посьета – один из основных районов марикультуры в Приморье. В его водах выращивают нескольких объектов, в том числе и приморский гребешок (*Mizuhopecten yessoensis*), продукция которого в последнее десятилетие измеряется сотнями тонн. При выполнении исследований обработаны более 400 документов (актов обследования и отчетов предприятий) за период с 2000 по 2015 гг., что позволило оценить объемы производства марикультуры (величины посадочного материала, товарную продукцию) с высокой степенью достоверности.

В настоящее время в заливе Посьета площадь участков, отведенных под плантации марикультуры, превышает 61 км<sup>2</sup>, что составляло 13, 5 % от общей площади залива и 53 % от его акватории над глубинами до 20 м, для которых разработаны современные технологии марикультуры. Концентрация рыбоводных участков на акватории превосходит таковую в остальных районах залива Петра Великого и представляется высокой, так как большинство из них расположено в бухтах с ограниченным водообменом.

В 2000–2015 гг. в заливе Посьета хозяйства марикультуры получали посадочный материал для культивирования четырех видов беспозвоночных. Приоритетными объектами были приморский гребешок и дальневосточный трепанг, в меньших объемах собиралась на

коллекторы молодь тихоокеанской мидии и тихоокеанской гигантской устрицы. Спата других видов двустворчатых моллюсков использовали для восстановления и пополнения природных популяций.

Во всех хозяйствах за 15 лет получено более 644 млн экз. спата гребешка. Однако в бухте Рейд Паллада урожай спата был почти полностью утрачен трижды, а в заливе Китовый – 4 раза, молодь моллюсков уничтожена осевшими на коллекторы морскими звездами. Отмечались и значительные колебания численности молоди на субстратах, количество спата изменялась от года к году в 10 и более раз. Получение посадочного материала коллекторным способом контролировалось биотическими и абиотическими факторами среды и не позволяло прогнозировать будущий урожай.

Получение товарной продукции трепанга возросло в 2008–2010 гг., когда стабилизировалась работа первых заводов в Приморье, производивших мальков в контролируемых условиях. За весь период на коллекторах было собрано только 1 280,1 тыс. экз. молоди трепанга, большая ее часть (89 %) получена в бухте Рейд Паллада. Основным объемом посадочного материала трепанга (более 15 млн экз.), расселенного в заливе Посьета в настоящее время, – это заводские мальки, полученные от производителей из разных бухт и заливов побережья Приморья.

Опыт работы хозяйств показал также, что получение большого количества посадочного материала без возможности его своевременной переработки не всегда приводит к желаемым результатам и экономической выгоде. Для подращивания приморского гребешка в садках отсаживалось только 14–31 % годовиков, из которых и была получена наибольшая товарная продукция. Высокие значения плотности и биомассы гидробионтов наблюдаются не на всей площади марикультурных участков, а в толще воды в местах расположения коллекторных и садковых комплексов, а также на донных участках с высокой плотностью расселенной молоди. Современная структура марикультурных участков не оптимальна и лишь часть их акватории используется непосредственно для размещения культивируемых объектов.

Выполненный анализ показал необходимость замены технологий получения посадочного материала двустворчатых моллюсков и изменения структуры действующих хозяйств для повышения продуктивности плантаций и увеличения объемов товарной продукции.

В соответствии с запросами промышленности были сформулированы направления научных исследований. С 2018 г. в ТИПРО-Центре начата реализация проектов, результатами которых должны стать две технологии получения спата моллюсков в заводских условиях, а также технология приготовления кормов для промышленного выращивания молоди трепанга и методика определения потенциальной продуктивности участков марикультуры в заливе Петра Великого.

Перспективные проекты ТИПРО-Центра являются частью Комплексной целевой программы научных исследований РФ на 2018–2022 гг. и будут способствовать ускоренному и устойчивому развитию этого сектора рыбного хозяйства, что до настоящего времени достигнуто не было, о чем свидетельствуют результаты развития одной из акваторий Приморья.

### **Библиографический список**

1. Богерук А.К. Инновации в аквакультуре // Рибогосподарська наука України. 2008. № 3. С. 111–117.
2. Жук А.П., Новоселова Е.С. Организационно-экономические основы формирования системы управления инновационной деятельностью в хозяйствах марикультуры и их проектная реализация (на примере Приморского края). Изв. ТИПРО. 2009. Т. 157. С. 312–327.



G.S. Gavrilova  
Pacific Scientific Research Fisheries Centre, TINRO-Centre, Vladivostok, Russia

## **INNOVATIVE PROJECTS OF FISHERY SCIENCE AND THE DEVELOPMENT OF ONE OF THE PRIMORSKY MARICULTURE AREAS**

*The further development of aquaculture depends on intensive scientific research, and the research objectives of scientific organizations include the preparation of innovative projects and their promotion among entrepreneurs. Since 2015, TINRO-Center has been working within the framework of the Federal Program on creation of a qualitatively new scientific base for aquaculture in Russia. Currently, the implementation of the project subjects will change the technologies for obtaining mollusk spat and the structure of mariculture farms in the Far Eastern region.*

УДК 639.2.053.7

А.М. Токранов  
КФ ТИГ ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский, Россия

## **НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРИБРЕЖНОГО РЫБОЛОВСТВА ПРИКАМЧАТСКИХ ВОД ОХОТСКОГО МОРЯ**

*Дан обзор некоторых нетрадиционных потенциальных объектов прибрежного рыболовства прикамчатских вод Охотского моря (колючий люмпен, дальневосточная лисичка, обыкновенный волосозуб, тихоокеанская песчанка), запасы которых сегодня практически не используются. Рассмотрены проблемы, ограничивающие промышленное освоение их ресурсов.*

Прикамчатские воды Охотского моря характеризуются высокой биопродуктивностью, в связи с чем являются районом широкомасштабного экспедиционного и прибрежного рыболовства. Однако наряду с такими традиционными объектами промысла, как лососи, сельдь, минтай, треска, навага и камбалы (Антонов, 2011), по оценке специалистов рыбохозяйственных институтов, здесь достаточно велики ресурсы рыб прибрежного комплекса, которых можно отнести к категории нетрадиционных потенциальных объектов рыболовства (в первую очередь, колючего люмпена *Acantholumpenus mackayi*, дальневосточную лисичку *Podothecus sturioides*, обыкновенного волосозуба *Trichodon trichodon* и тихоокеанскую песчанку *Ammodytes hexapterus*), поскольку их запасы сегодня практически не используются. При рациональной эксплуатации ресурсов этих представителей ихтиофауны в перспективе они могли бы быть заметным дополнением к уже существующему набору промысловых объектов в прикамчатских водах Охотского моря. Обобщение имеющейся на сегодняшний день информации позволяет получить представление о запасах перечисленных видов рыб в прикамчатских водах Охотского моря и рассмотреть проблемы, ограничивающие их промышленное освоение.

К числу нетрадиционных потенциальных объектов прибрежного рыболовства в прикамчатских водах Охотского моря можно отнести стихеевых (сем. Stichaeidae). Представители этого достаточно характерного и разнообразного в систематическом отношении в северо-западной части Тихого океана семейства донных рыб обитают преимущественно в прибрежной зоне (до 100 м), и лишь отдельные виды опускаются на глубину свыше 400–600 м (Линдберг, Красюкова, 1975, и др.). В прикамчатских водах Охотского моря некоторые виды стихеевых обладают довольно высокой численностью и биомассой (Четвергов и др., 2003; Терентьев и др., 2013), а потому могут быть потенциальными объектами прибрежного рыболовства. Наиболее перспективен, на наш взгляд, обитающий в летние месяцы в зоне прибрежного мелководья и обладающий сравнительно крупными размерами колючий люмпен (Токранов, 2015; Токранов, Орлов, 2016).

Этот вид стихеевых входит в состав сублиторального ихтиоценоза, обитая в течение всего года в шельфовых водах (Шейко, Федоров, 2000 и др.). Его максимальные концентрации в летние месяцы отмечаются на глубинах менее 30 м в пределах сравнительно хорошо прогретой водной массы сезонной модификации при придонной температуре от 5 до 12 °С (Токранов, 1990, 2015; Токранов, Орлов, 2016). Колючий люмпен – один из наиболее крупных представителей стихеевых в северной части Тихого океана, предельный размер которого достигает 70 см, а масса тела 800 г (Masuda et al., 1984; Mecklenburg et al., 2002; Тупоногов, Кодолов, 2014; Тупоногов, Снытко, 2014; Токранов, Орлов, 2016). Однако, по нашим данным, максимальная длина этого вида в прикамчатских водах Охотского моря составляет 60 см, а масса тела – 380 г, хотя в уловах обычно доминируют его особи размером 35–50 см и 250–350 г (Токранов, 1990; Токранов, Орлов, 2016). Колючий люмпен относится к рыбам со средней продолжительностью жизни (до 15 лет), основу популяции которых (свыше 70–80 %) формируют особи не менее четырех–пяти возрастных групп (Токранов, 2009).

По данным учётных траловых съёмок, выполненных в прикамчатских водах Охотского моря в 2000-х гг., биомасса колючего люмпена на глубинах менее 100 м оценивается в пределах от 1,2 до 5,2 (в среднем 3,2) тыс. т (Четвергов и др., 2003; Терентьев и др., 2013). Причём свыше 99 % её приходится на участок южнее 54° с.ш. Исходя из коэффициента изъятия в 30 %, величина возможного вылова колючего люмпена в прибрежной зоне, где традиционно ведётся промысел, в настоящее время может достигать не менее 1 тыс. т. Однако сегодня ресурсы этого вида стихеевых рыб в прикамчатских водах Охотского моря практически не используются. Лишь в начале летнего периода, когда колючий люмпен в качестве прилова попадает в ставные невода, выставляемые в прибрежье для добычи тихоокеанских лососей (отдельные уловы этого представителя стихеевых достигают 200–300 кг), он в ограниченном количестве (в пределах нескольких сотен килограмм) поступает на рыбные рынки Петропавловска-Камчатского, где под названием «минога» реализуется как пищевая рыба населению в охлаждённом виде. Поэтому в настоящее время колючего люмпена в прикамчатских водах Охотского моря можно рассматривать в качестве потенциального объекта прибрежного рыболовства. В странах Юго-Восточной Азии его ближайший родственник – стихей Григорьева *Stichaeus grigorjewi*, обитающий повсеместно в Японском море и тихоокеанских водах Хоккайдо и достигающий до полуметра в длину, служит объектом местного промысла и используется в пищу.

Другим нетрадиционным потенциальным объектом прибрежного рыболовства является дальневосточная лисичка (сем. Agonidae), которая в прикамчатских водах Охотского моря обладает довольно высокой численностью и биомассой (Токранов, 1987, 2009; Черешнев и др., 2001; Четвергов и др., 2003; Терентьев и др., 2013; Токранов, Орлов, 2016). Этот вид входит в состав элиторального ихтиоценоза, обитая преимущественно в шельфовой зоне и самой верхней части материкового склона на глубинах 8–432 м (Шейко, Федоров, 2000 и др.). Однако в прикамчатских водах Охотского моря его наибольшие концентрации в течение года отмечаются в батиметрическом диапазоне 20–80 м (Токранов, Орлов, 2016). Максимальная длина дальневосточной лисички достигает 33,5 см, а масса тела – 200 г, хотя в уловах чаще всего встречаются её особи размером 18–30 см и 60–120 г (Токранов, Орлов, 2016). Этот вид относится к относительно короткоцикловым рыбам со средней продолжительностью жизни (до 8–10 лет), основу популяции (свыше 60–80%) которого формируют особи всего четырех возрастных групп (Токранов, 2009).

По данным учётных траловых съёмок, выполненных в прикамчатских водах Охотского моря в 2000-х гг., биомасса дальневосточной лисички здесь в эти годы варьировала от 16 до 46 (в среднем около 29) тыс. т (Четвергов и др., 2003; Терентьев и др., 2013; Токранов, Орлов, 2016). Даже исходя из минимального расчётного значения биомассы и коэффициента изъятия в 30 %, величина возможного вылова дальневосточной лисички на западнокамчатском шельфе в настоящее время оценивается не менее чем в 5 тыс. т. Хотя данный вид постоянно попадает в снюрреводы в качестве прилова при промысле камбал, трески и наваги, сегодня его ресурсы в прикамчатских водах Охотского моря совершенно

не используются. Дальневосточная лисичка обладает хорошими вкусовыми качествами, и потому её можно реализовывать в охлаждённом и мороженом виде, а также использовать для получения различной пищевой продукции. Однако при организации промысла необходимо учитывать, что она, как правило, не образует «чистых» скоплений, а обычно вылавливается в качестве прилова совместно с другими промысловыми видами донных рыб.

Наряду с колючим люмпеном и дальневосточной лисичкой, к нетрадиционным потенциальным объектам прибрежного рыболовства в прикамчатских водах Охотского моря также относится обыкновенный, или северный волосозуб, который довольно многочислен на западнокамчатском шельфе. Это небольшая рыба с сильно сжатым с боков телом входит в состав элиторального ихтиоцена, обитая в течение года на глубинах менее 250 м (Шейко, Федоров, 2000, и др.). Однако в летние месяцы она держится преимущественно в зоне прибрежного мелководья (до 30–50 м) на участках с песчаными и песчано-илистыми грунтами. Максимальные размеры обыкновенного волосозуба достигают 32 см, а масса тела 230 г (Черешнев и др., 2001; Тупоногов, Снытко, 2014; Карпенко, Виноградская, 2017), но в уловах чаще всего встречаются особи длиной 16–22 см и массой 90–140 г (Минева, 1955; Степанюк, 2000; Фадеев, 2005). По данным учётной траловой съёмки 2012 г., биомасса обыкновенного волосозуба в прикамчатских водах Охотского моря в настоящее время составляет около 15,5 тыс. т (Терентьев и др., 2013). Причём свыше 96 % её приходится на участок южнее 54° с.ш. Исходя из коэффициента изъятия в 30 %, величина его возможного вылова в прибрежной зоне может достигать не менее 5 тыс. т. Однако, несмотря на такие запасы и образование довольно плотных скоплений с уловами до 2–3 т за часовое траление, сегодня ресурсы этого вида в прикамчатских водах Охотского моря совершенно не используются, хотя в 1970–1980-х гг. его вместе с мойвой и песчанкой под названием «рыбная мелочь» нередко продавали в магазинах Петропавловска-Камчатского. Другой вид волосозубов – японский *Arctoscopus japonicus* – в Японии и Корее – традиционный объект местного промысла, имеющий пищевое значение (Фадеев, 2005).

И, наконец, ещё одним нетрадиционным потенциальным объектом прибрежного рыболовства в прикамчатских водах Охотского моря является тихоокеанская песчанка. По имеющимся в настоящее время данным (Шейко, Федоров, 2000; Черешнев и др., 2001; Mecklenburg et al., 2002 и др.), основной областью обитания её взрослых особей в течение всего года в северной части Тихого океана является зона верхней части шельфа с глубинами до 100 м. Однако на западнокамчатском шельфе в летние месяцы преобладающее большинство тихоокеанской песчанки повсеместно концентрируется в интервале глубин 20–60 м при температурах 1,5–8 °С (Токранов, 2007). Согласно результатам наших исследований, её наибольшие уловы донным тралом во время выполнения учётных съёмок (до 400 кг за часовое траление) ежегодно приходится на центральную часть западнокамчатского шельфа от 52°00 до 56°00 с.ш. Правда, максимальные концентрации тихоокеанской песчанки в различные годы формируются на разных локальных участках шельфа, что, скорее всего, обусловлено особенностями гидрологического режима и концентрацией планктонных организмов, служащих песчанке кормовыми объектами. По данным большинства исследователей (Худя, 1993; Mecklenburg et al., 2002; Фадеев, 2005, и др.), максимальная длина тихоокеанской песчанки в северной части Тихого океана не превышает 30 см, а масса тела 80–100 г, хотя в уловах чаще всего встречаются её особи размером 12–22 см и 10–40 г. Имеющиеся в литературе сведения о продолжительности жизни тихоокеанской песчанки неоднозначны. По одним оценкам (Фадеев, 2005), она достигает 6, другим (Худя, 1993; Тупоногов, Снытко, 2014) – 10–11 лет. Однако все исследователи указывают, что в уловах повсеместно, как правило, преобладают особи лишь двух-трёх возрастных групп.

Согласно результатам учётных траловых съёмок, выполненных в прикамчатских водах Охотского моря в 2000-х гг., биомасса тихоокеанской песчанки здесь в настоящее время составляет всего лишь около 1 тыс. т (Четвергов и др., 2003; Терентьев и др., 2013). Однако, очевидно, эта цифра во много раз занижена и далека от реальной величины, поскольку, как известно (Мельников, Худя, 1998), результаты донных траловых съёмок слабо отражают истинный уровень запасов данного вида. Наглядным подтверждением этому

служит тот факт, что на западнокамчатском шельфе нередко регистрируют значительные концентрации тихоокеанской песчанки с уловами до 10–20 т за часовое траление (Худя, 1993). Поэтому для оценки достоверной величины ресурсов тихоокеанской песчанки в прикамчатских водах Охотского моря и величины её возможного вылова необходимо выполнение специальных учётных съёмов, ориентированных на этот вид.

Вовлечение колючего люмпена, дальневосточной лисички, обыкновенного волосозуба и тихоокеанской песчанки в сферу хозяйственной деятельности, наряду с получением дополнительной пищевой рыбной продукции (в том числе изготовления консервов и разнообразных кулинарных изделий), позволило бы более комплексно и рационально использовать водные биологические ресурсы западнокамчатского шельфа, обеспечивая за счёт этих видов рыб ежегодное увеличение объёма вылова в прикамчатских водах Охотского моря, как минимум, на 11–12 тыс. т. Не исключено, что после выполнения учётных съёмов для оценки истинной величины запасов тихоокеанской песчанки эти цифры могут возрасти в два–три раза. Однако при организации промысла данного вида, не следует забывать, что он играет важную роль в питании многих промысловых видов рыб, рыбоядных морских птиц и млекопитающих (Худя, 1993; Мельников, Худя, 1998; Черешнев и др., 2001 и др.).

### Библиографический список

1. Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 244 с.
2. Карпенко В.И., Виноградская А.В. Характеристика некоторых морфобиологических показателей обыкновенного волосозуба (*Trichodon trichodon*) в Охотском море в 2014 г. // Вестн. КамчатГТУ. 2017. № 42. С. 62–70.
3. Линдберг Г.У., Красюкова З.В. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 4. Л.: Наука, 1975. 463 с.
4. Мельников И.В., Худя В.Н. Дальневосточная песчанка (*Ammodytes hexapterus* Pallas) в Охотском и западной части Берингова морей // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 124. С. 344–359.
5. Минева Т.А. Некоторые данные по биологии волосозуба обыкновенного // Изв. ТИНРО. 1955. Т.43. С.195–198.
6. Степанюк М.В. Размерно-возрастная характеристика волосозуба обыкновенного из прибрежных вод Камчатки // Третья регион. конф. по актуальным проблемам морск. биол., экол. и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых: тез. докл. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2000. С.84–85.
7. Терентьев Д.А., Михалютин Е.А., Матвеев А.А. Современное состояние запасов, многолетняя динамика распределения и размерной структуры массовых промысловых видов рыб на шельфе западного побережья Камчатки в летний период // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. Вып. 30. С. 5–27.
8. Токранов А.М. Видовой состав и особенности распределения морских лисичек (*Pisces, Agonidae*) в прибрежных водах Камчатки // Зоол. журн. 1987. Т. 66, вып. 3. С. 385–392.
9. Токранов А.М. Питание массовых видов стихеевых рыб (*Stichaeidae, Pisces*) у западного побережья Камчатки // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1990. Т.95, вып.2. С. 51–58.
10. Токранов А.М. Распределение и некоторые черты биологии тихоокеанской песчанки *Ammodytes hexapterus* (*Ammodytidae*) в прикамчатских водах Охотского моря // Вопр. ихтиол. 2007. Т. 47, № 3. С. 320–327.
11. Токранов А.М. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах: дис. в виде науч. докл. ... д-ра биол. наук. Владивосток: ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, 2009. 83 с.
12. Токранов А.М. Стихеевые рыбы (*Stichaeidae*) прикамчатских вод Охотского моря // Чтения памяти академика К.В. Симакова: материалы докл. Всерос. науч. конф. (Магадан, 24–25 ноября 2015 г.). Магадан: ООО «Типография», 2015. С. 167–169.

13. Токранов А.М., Орлов А.М. Стихеевые рыбы (Stichaeidae) прикамчатских вод // Академику Л.С. Бергу – 140 лет: Сб. науч. статей = Academician Leo Berg – 140: Collection of Scientific Articles. – Бендеры: Eco-TIRAS, 2016 (Типogr. “Elan Poligraf”). – С. 536–539.
14. Токранов А.М., Орлов А.М. Морские лисички (Agonidae) прикамчатских вод // IV Балтийский морск. форум: междунар. науч. конф. «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоёмов», труды (Калининград, 24–25 мая 2016 г.). Калининград: КГТУ, 2016. С. 62–63.
15. Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С. Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: Русский Остров, 2014. 336 с.
16. Тупоногов В.Н., Снытко В.А. Атлас промысловых видов рыб дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2014. 206 с.
17. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. 336 с.
18. Худя В.Н. Песчанка // Проект «Моря». Т. IX. Охотское море. Вып. 2. Гидрохим. условия и океанолог. основы формирования биол. продуктивности. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. С. 100–104.
19. Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2001. 197 с.
20. Четвергов А.В., Архандеев М.В., Ильинский Е.Н. Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. Книжн. изд-во, 2003. Вып. IV. С. 227–256.
21. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. С. 7–69.
22. Masuda H., Amaoka K., Araga S., Uyeno T., Yoshino T. The Fishes of the Japanese Archipelago. Takai Univ. Press, 1984. Text: 1–456. Pl. 1–378.
23. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. XXXVII+1037 p.+40 Pl.

А.М. Tokranov  
KB PGI FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

### **NON-TRADITIONAL POTENTIAL OBJECTS OF COASTAL FISHERY IN THE NEAR KAMCHATKA WATERS OF SEA OF OKHOTSK**

*The survey of some non-traditional potential objects of coastal fishery in the near Kamchatka waters of Sea of Okhotsk (blackline prickleback, hawk poacher, Pacific sandfish and Pacific sand lance) is given. Resources of this fishes today don't used in general. The problems are analyzed that exploitation of this fishes resources are limited.*

УДК 639.64

В.А. Шелехов  
ФГБУН «НИЦМБ ДВО РАН», Владивосток, Россия

### **НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ МАРИКУЛЬТУРЫ В ПРИМОРСКОМ КРАЕ**

*Рассматриваются основные гидрологические и биогеографические особенности дальневосточных морей. Приводятся характеристики северо-западной части Японского моря, являющиеся предпосылками для масштабного развития марикультуры на шельфе. Приведены примеры некоторых разработок в области техники марикультуры, дающие возможность эффективно использовать акватории на шельфе Японского моря в целях развития марикультуры.*

В океане основными факторами, определяющими величину ПП (первичной продукции) – основы для товарной продуктивности водоемов, являются биогенные элементы и солнечная радиация (Сапожников, 2014). В полярных районах высокие концентрации биогенных элементов объясняются процессами зимнего вертикального перемешивания, когда с глубины 200–400 м выносятся воды, содержащие высокие концентрации фосфатов, нитратов и кремнекислоты. Вдоль периферии океанов преобладающие в холодный период сгонные ветра отгоняют поверхностную воду от берега, а на её место поднимаются глубинные воды с высоким содержанием биогенных элементов. Соответственно высокие значения первичной продукции наблюдаются в полярных районах и вдоль периферии океанов (Кобленц-Мишке и др., 1968). Предполагается, что именно полярные районы, дающие в настоящее время максимальные уловы гидробионтов, в перспективе будут давать основную прибавку к вылову, в то время как уловы в тропических и субтропических водах будут уменьшаться (Cheung et al., 2016) (рис. 1).

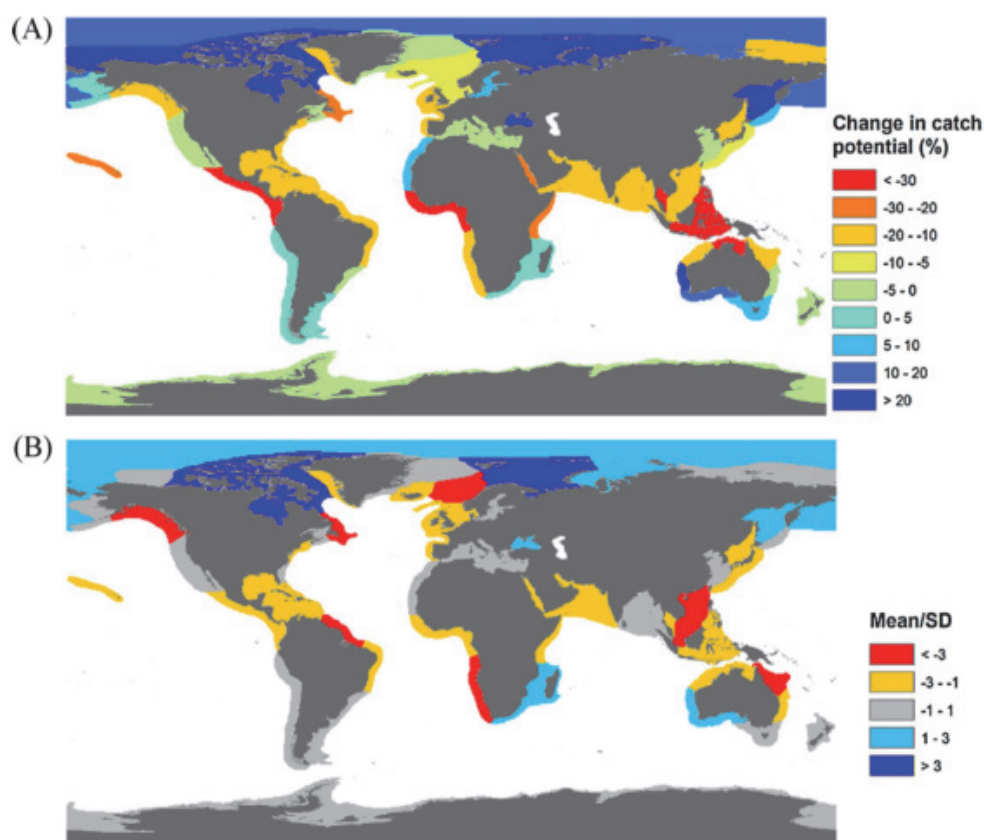


Рис. 1. Результаты моделирования изменений в вылове морских гидробионтов в различных районах Мирового океана до 2050 г. (цит. по: Cheung et al., 2016)

Среди дальневосточных морей России Японское море характеризуется наименьшими концентрациям биогенов и общей продуктивностью (таблица), даже не смотря на то, что это единственное из дальневосточных морей, через которое проходит фронтальная зона (Зуенко, 2008), однако за счет более южного положения, меньшей ледовитости и более высокой инсоляции оно имеет больший, но нереализованный потенциал по продукции в единицу времени (Шунтов, 2001) в сравнении с Охотским и Беринговым морями. Этому способствует более выраженная сезонность в концентрации биогенов в эвфотическом слое за счет гораздо меньшей площади водосбора, впадающих в Японское море рек и узкого вдоль большей часть побережья шельфа. В перспективе до 2050 г. ожидается дальнейшее уменьшение вклада Японского моря в мировой вылов морепродуктов (Cheung et al., 2016).

## Характеристики продуктивности дальневосточных морей

Характеристика	Море		
	Берингово	Охотское	Японское
Общая площадь, млн км <sup>2</sup> **	2,27/2,26	1,58/1,60	1,01/1,06
Объем воды, млн км <sup>3</sup> **	3,69/3,80	1,32	1,36/1,70
Площадь шельфа, %	45,0/44,9	39,6/41,1	23,8
Среднемноголетняя температура воды у поверхности на шельфе летом, °С*	7–11	3–18	18–26
Отношение площади водосбора/площадь моря	0,74	1,67	0,35
Фосфаты годовой макс., мкг-ат/л	1,5–2,2	1,3–2,2	0,4–1,3
Азот годовой макс., мкг-ат/л	17,4–27,2	30,0–65,0	14,0–30,0
Кремний годовой макс., мкг-ат/л	28,5–55,9	17,0–27,0	2,0–10,0
Первичная продукция, макс., г/м <sup>3</sup> /сезон	до 12/лето	до 100/весна	до 7 /весна
Продуктивность зоопланктона, макс. мг/м <sup>3</sup> /сезон	4822/лето	4431>5000/лето	1900/лето
Продукция макробентоса на шельфе г/м <sup>2</sup>	520	572	365
Рыбы и кальмары г/м <sup>2</sup>	5,2–9,9	5,6–9,3	2,0–7,0

\* – данные для российских вод Японского моря. \*\* – оценки по различным источникам.

Зимнее конвективное перемешивание считается основным источником поступления биогенов в эвфотический слой Японского моря. У северо-западного побережья значительный вклад в подъем биогенов с октября по март дает также сезонный апвеллинг, возникающий благодаря действию преобладающих сгонных ветров (Зуенко, 1998). Кроме того, Ю.И. Зуенко полагает (1998), что потребление этих биогенов фитопланктоном в зимний период ограничено отсутствием выраженного пикноклина, который способствовал бы задержке фитопланктона в эвфотическом слое. Эта точка зрения подтверждается случаями наблюдаемого зимнего «цветения» в закрытых бухтах и заливах (Посъет, Амурский залив) за счет обилия биогенов и малых глубин, так что «весеннего» цветения может и не наблюдаться (запасы биогенов закономерно снижаются) (Проект «Моря», 2004).

Не смотря на существенно меньшее поступление биогенов в Японское море со стоком рек и тропическими по происхождению водами Цусимского течения в сравнении с Охотским и Беринговым морями (Шунтов, 2001), их количество в афотическом слое, особенно в северо-западной части моря, может быть очень существенным, поскольку скорость минерализации органики в донных осадках Японского моря гораздо выше (в 5 раз в сравнении с Беринговым морем и в 7 раз – с северной частью Тихого океана (Зуенко, 1998)). Например, если на поверхности выше летнего пикноклина от зимы к лету в северо-западной части Японского моря концентрация солей фосфора, важнейшего из лимитирующих первичную продукцию биогенных элементов, падает в 5–6 раз, то на глубине 100–150 м она остается на том же высоком уровне (Проект «Моря», 2004). Быстрый рост содержания фосфатов продолжается в Японском море до глубины почти 1200 м. Максимум содержания нитритов во все сезоны находится на глубине 50–100 м. Летом у поверхности концентрация нитритов может быть близка к нулю, но в целом по эвфотическому слою она выше, чем зимой, поскольку содержание нитритов отражает интенсивность биохимических процессов, а они выше именно летом как за счет более высоких температур и инсоляции, так и за счет наличия летнего пикноклина, который является «опорой» для развивающегося фитопланктона, не давая ему погружаться в афотическую зону.

В теплое время года конвекция прекращается, поэтому заметные концентрации фитопланктона могут наблюдаться летом лишь в прибрежной зоне за счет поступления биогенов с речным стоком и турбулентного ветрового перемешивания и приливного перемешивания. На шельфе Приморья благодаря этому весеннее «цветение» заканчивается позже, а осеннее – начинается раньше, чем в глубоководных районах. Но в целом осенний пик развития фитопланктона практически слабо выражен за счет обилия в это время зоопланктона, который быстро его выедает (Надточий, 1998).

Зоопланктон в северо-западной части Японского моря, в свою очередь, является базой для нагула нескольких ценных видов пелагических рыб – мигрантов (сардины, сайры, анчоуса, тихоокеанского кальмара, скумбрии) и в меньшей степени местных планктоноядных рыб, численность которых относительно мала, в частности, и из-за ограниченности подходящих для них биотопов (узкого шельфа). Отмечается, что в отсутствие, например, сардины (в годы низкой ее численности) численность хищного зоопланктона увеличивается примерно в 4 раза (Шунтов, 2001). Щитинкочелюстные, например, в открытых водах Японского моря занимают первое место по биомассе (Проект «Моря», 2004).

Исходя из анализа особенностей первичной продукции в Японском море можно предложить способ ее увеличения и перевода непосредственно в товарную продукцию за счет более полного использования биогенов в эвфотическом слое на шельфе в течение всего года и их вовлечения в фотосинтез из афотического слоя в летний период. Для этого предлагается развивать культивирование, прежде всего, макрофитов типа ламинарии, а также в поликультуре с ней гребешка, мидий, трепанга и других гидробионтов, возможно, планктоноядных рыб на шельфе и материковом склоне, над глубинами 50–250 м. Перенос поликультурных хозяйств на шельф и к кромке материкового склона позволит более полно вовлекать значительные запасы биогенов в этих районах в образование непосредственно товарной продукции, увеличить объемы продукции местной аквакультуры, уменьшить или полностью ликвидировать негативное влияние марикультурных хозяйств на экосистему прибрежной зоны, что показано для случаев закладки гребешковых и мидиевых ферм у побережья на относительно закрытых акваториях (Масленников и др., 1994, Ващенко и др., 1999). Кроме того, освоение огромных, практически не эксплуатируемых промыслом открытых прибрежных акваторий в указанном диапазоне глубин вдоль побережья Приморья позволит применить действительно индустриальный подход в аквакультуре с развитием специализированного флота, обрабатывающей и транспортной инфраструктуры и привлечением большого количества профильных специалистов, а также снимет ряд противоречий и напряженностей, возникающих в связи с существующим развитием марикультуры непосредственно у побережья, в закрытых бухтах и на акваториях, востребованных для развития рекреации и туризма. Безусловно, широкомасштабное освоение шельфа в целях аквакультуры должно сопровождаться всесторонним биологическим мониторингом на всех этапах реализации проектов, чтобы избежать какого-либо ущерба для экосистемы.

Ранее С.И. Масленников (2011) предложил концепцию создания морских биотехнопарков на открытых акваториях. Площадь подходящих акваторий в зоне Приморья в диапазоне глубин до 50–60 м была оценена им в 376,5 тыс. га. В случае освоения акваторий с глубинами в диапазоне 50–250 м пригодные площади могут быть увеличены в несколько

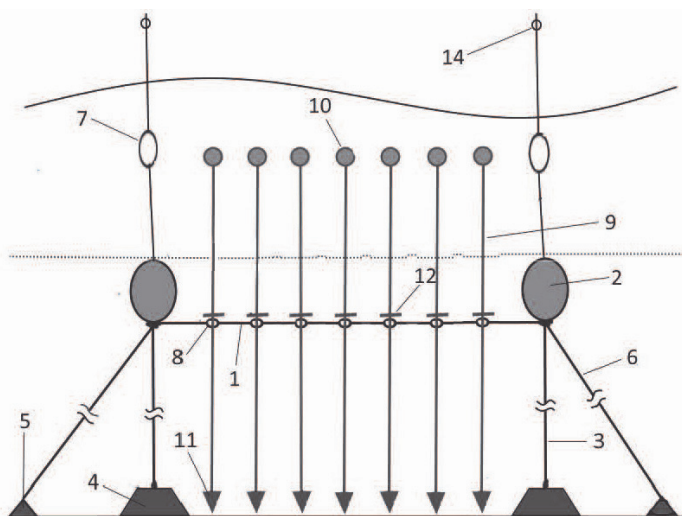


Рис. 2. Схема предлагаемой несущей конструкции для хозяйств аквакультуры на шельфе

раз, при этом 90 % из них в зоне Приморья будут находиться в 12-мильной зоне территориальных вод.

Нами предложена (патентуется) простая в установке и эксплуатации несущая конструкция тросового типа, позволяющая развивать макрикультурные хозяйства на шельфе (рис. 2). Эта конструкция позволяет минимизировать влияние ветрового, волнового воздействия и льдов в зимнее время (весь шельф у Приморья находится в зоне, где в годы максимальной ледовитости в феврале наблюдаются льды (Проект «Моря», 2004)) на установки марикультуры, а также не препятствует судоходству.



Согласно изобретению, несущий трос 1 закреплен в горизонтальном положении ниже фотического слоя несущими погруженными буями 2, которые в свою очередь соединены якорными тросами 3 с донными якорями 4 и якорями-оттяжками 5 с помощью вспомогательных тросов 6, а также снабжены концевыми буями 7. Через кольца 8, смонтированные в несущий трос 1, пропущены вертикальные несущие тросы 9, снабженные сверху буями 10, снизу грузом-противовесом 11, а посередине стопорным элементом 12. Бионоситель прикреплен к вертикальным несущим тросам 9 выше стопорного элемента 12.

В качестве бионосителя могут использоваться коллекторы для водорослей и моллюсков, садки различной конструкции для моллюсков, трепанга или рыб.

Длина якорных тросов и вспомогательных тросов до несущих погруженных буёв должна обеспечивать размещение несущего горизонтального троса и несущих погруженного буя глубже нижней границы фотического слоя в летний период, что позволяет значительно замедлить процесс обрастания и полностью вывести несущую конструкцию из зоны волнового и прочих механических воздействий, что существенно снижает эксплуатационные расходы. Конструкция вертикальных несущих тросов, в свою очередь, позволяет легко обслуживать коллекторы с борта судна, вытягивая их на борт вплоть до стопорного элемента, оперативно менять верхнюю часть несущего троса 9 при сборе урожая и постановки коллекторов с рассадой.

Похожий способ размещения коллекторов на несущих вертикальных тросах, однако, неподвижно закрепленных на горизонтальном тросе, размещенном на дне или в толще воды, предлагался ранее С.И. Масленниковым (Патент RU 2149541 от 25.05.2000 (не действующий)) для освоения открытых акваторий с глубинами до 50 м. Опробованные полностью погруженные установки, собранные по этой схеме на глубинах более 30 м показали хорошую устойчивость к механическим нагрузкам и достаточно высокую выживаемость посадочного материала. Однако к их недостаткам следует отнести трудность в обслуживании (обязательное привлечение водолазов), постановка-снятие всей установки целиком и непригодность ее для глубин больше 50 м.

За счет погружения бионосителя на предлагаемой нами конструкции на глубину более 2–3 м талломы ламинарии, например, будут находиться, в условиях термического режима даже южного Приморья, практически в течение всего года в оптимальных температурных условиях для прироста биомассы (Крупнова, 2002). Кроме, того для оптимизации условий выращивания гидробионтов в течение всего года (включая наиболее теплые месяцы с июля по сентябрь), на шельфе возможна эксплуатация ресурсов нижележащих слоев водной толщи. Нами предложены (патентуются) простые по конструкции приспособления типа волновых насосов и перемешивателей, которые могут ставиться по периметру установок марикультуры для повышения концентрации биогенов и оптимизации температурных условий (рис. 3, 4).

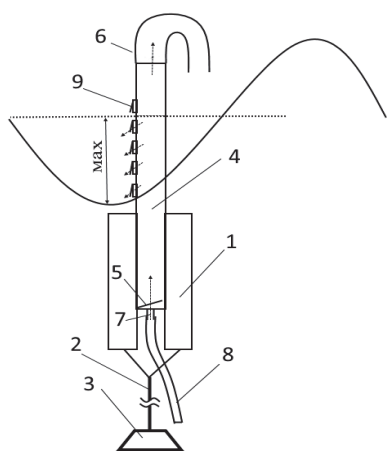


Рис. 3. Стационарный водяной насос для подъема глубинных вод

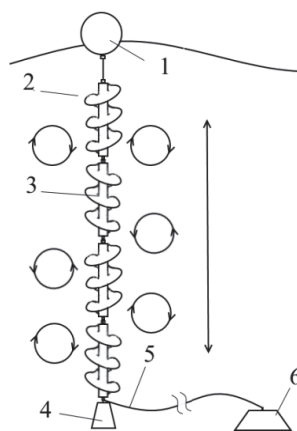


Рис. 4. Волновой турбулентный перемешиватель водной толщи для разрушения пикноклина, обогащения биогенами деятельного слоя и выравнивания температуры по водной толще

## Библиографический список

1. Ващенко М.А., Лучшева Л.Н., Жадан П.М. и др. Оценка экологической ситуации в бухте Алексеева (залив Петра Великого Японского моря) по биологическим и биогеохимическим показателям // Биол. моря. 1999. Т. 25. № 2. С. 96–97.
2. Зуенко Ю.И. Элементы структуры вод северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 262–290.
3. Зуенко Ю.И. Промысловая океанография Японского моря: моногр. Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. 227 с.
4. Кобленц-Мишке О.И., Кабанова Ю.Г., Волковинский В.В. Новые данные о величине первичной продукции Мирового океана // Докл. АН СССР. 1968. Т. 183. № 5. С. 229–232.
5. Крупнова Т.Н. Особенности развития спорозной ткани у ламинарии японской под воздействием изменяющихся условий среды // Известия ТИНРО. 2002. Т. 130. Ч. 2. С. 474–482.
6. Масленников С.И., Корн О.М., Кашин И.А., Мартынченко Ю.Н. Многолетние изменения численности личинок донных беспозвоночных в бухте Алексеева острова Попова Японского моря // Биол. моря. 1994. Т. 20. № 2. С. 107–114.
7. Масленников С.И. Концепция проекта по созданию морского биотехнопарка в Сахалинской области // Морские прибрежные биологические ресурсы Дальнего Востока: их рациональное использование с экологической и экономической точек зрения. 2011. С. 89–125.
8. Надточий В.В. Сезонное развитие планктона в зонах разных типов вертикально структуры вод северо-западной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 1998. Т. 123. С. 150–167.
9. Проект «Моря». Гидрометеорология и гидрохимия морей. Японское море, гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. СПб: Гидрометеоиздат. 2004. Т. 8. Вып. 2. 266 с.
10. Сапожников В.В. Гидрохимические методы оценки биопродуктивности промысловых районов Мирового океана. Среда обитания водных биологических ресурсов// Тр. ВНИРО. 2014. Т. 152. С. 3–14.
11. Тищенко П.П., Звалинский В.И., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю. Первичная продукция Амурского залива (Японское море) в летний сезон 2008 года // Биология моря. 2017. Т. 43. № 3. С. 195–202.
12. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Владивосток: ТИНРО, 2001. Т. 1. 580 с.
13. Cheung W.W.L., Jones M.C., Reygondeau G., Stock C.A., Lam V.W.Y., Frölicher T.L. 2016 Structural uncertainty in projecting global fisheries catches under climate change. Ecological Modelling. Vol. 325. P. 57–66.

V.A. Shelekhov

National Scientific Center of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok, Russia

### A NEW LOOK AT THE POTENTIAL OF MARICULTURE IN PRIMORYE REGION

*The main hydrological and biogeographical features of the seas of Russian Far East are considered. The characteristics of the northwestern part of the Sea of Japan, which are prerequisites for the large-scale development of mariculture on the shelf, are presented. Examples of some inventions in the techniques of mariculture, which make it possible to effectively use the water area on the shelf of the Sea of Japan for the purposes of mariculture are given.*

Wei Li<sup>1</sup>, Yang Shi<sup>1</sup>, Chaoqun Lu<sup>2</sup>, Changqing Tong<sup>1</sup><sup>1</sup>College of Food Science and Engineering, Dalian Ocean University, Dalian<sup>2</sup>Jiangshu Micro Freezing Biotechnology Development Co., Ltd, Nanjing  
China

## CRYOGENIC REFRIGERATION TECHNOLOGY AND ITS APPLICATION FOR FRESHWATER CRAYFISH

*Freshwater crayfish is one of important fishery products in South China. They showed seasonal. A number of frozen storage method for freshwater crayfish was studied. However, research on the retention of the good quality characteristics for long periods and the extension shelf life during frozen storage of freshwater crayfish by liquid cooling medium is still lacking. In this paper, frozen storage of freshwater crayfish was studied using the liquid cooling medium. After 30 days, the texture of freshwater crayfish was investigated using liquid cooling medium frozen. The hardness, cohesiveness and chewiness of liquid cooling medium frozen freshwater crayfish are higher than normal frozen freshwater crayfish. The elasticity of liquid cooling medium frozen freshwater crayfish is lower than normal frozen freshwater crayfish. After liquid cooling medium frozen, the freshwater crayfish was boiled by special methods. The muscle of freshwater crayfish did not adhere to the shell. In summary, after frozen storage using liquid cooling medium, the freshwater crayfish have good quality characteristics.*

**Key words:** Freshwater crayfish; frozen storage; liquid cooling medium.

At present, the main preservation methods include low temperature preservation, chemical preservation, controlled atmosphere and ionizing radiation preservation[1]. In preservation of fishery products, low temperature preservation was widely used. The formation of ice crystals destroys the inner structure of fishery products at low temperature. Thus, the fishery products distorted and its nutrients were missing. In the process of freezing fishery products at a faster rate, the water in fishery products forms spherical crystals. The process is glass transition. The glass transition of water in fishery products does not destroy the cellular structure of fishery products[3]. For this process, cooling medium is key role. On the other hand, Jiangshu Micro Freezing Biotechnology Development Co., Ltd invented the liquid cooling medium for low temperature preservation of fishery products. The application of the liquid cooling medium makes the glass transition will be possible.

Freshwater crayfish is one of important fishery products in south China(Fig.1). They showed seasonal. A number of frozen storage method for freshwater crayfish was studied. However, research on the retention of the good quality characteristics for long periods and the extension shelf life during frozen storage of freshwater crayfish by liquid cooling medium is still lacking. In this paper, frozen storage of freshwater crayfish was studied using the liquid cooling medium. The data will be useful for the application of this technology.

After 30 days, the texture of freshwater crayfish was investigated using liquid cooling medium frozen. The hardness, cohesiveness and chewiness of liquid cooling medium frozen freshwater crayfish are higher than normal frozen freshwater crayfish(Fig. 2A,C and D). The elasticity of liquid cooling medium frozen freshwater crayfish are lower than normal frozen freshwater crayfish(Fig. 2B). The correlation between elastic determination and sensory evaluation was more general, and the correlation between hardness and sensory evaluation was 0.965[9]. The water amount in freshwater crayfish affects its elasticity. NaCl is a component of the liquid cooling medium, which causes the freshwater crayfish tissue to lose water and its elasticity reduced. In summary, after frozen storage using liquid cooling medium, the freshwater crayfish have good quality characteristics.



Fig. 1. Freshwater crayfish

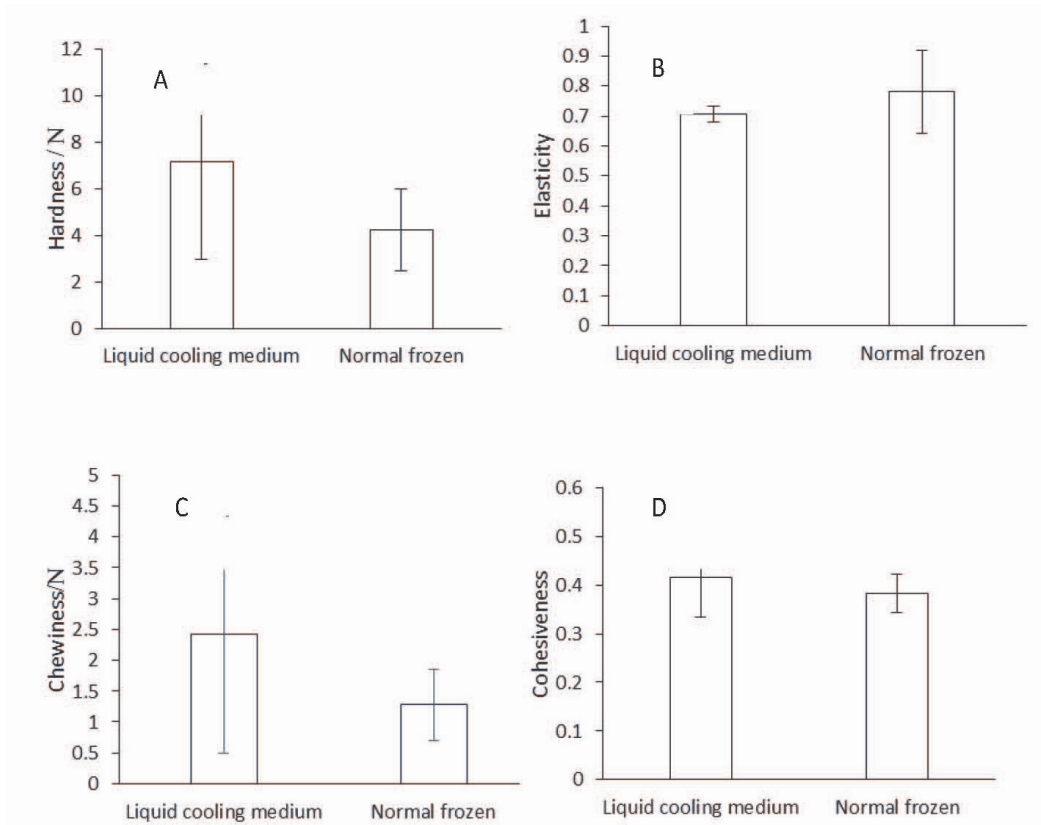


Fig. 2. The texture of freshwater crayfish

After liquid cooling medium frozen, the freshwater crayfish was boiled. The muscle of freshwater crayfish adheres to the shell(Fig. 3). The phenomenon was investigated using microscope as Fig.4. Fig. 4 showed the muscle tightness adheres to the shell.



A



B

Fig. 3. The muscle and shell of freshwater crayfish: A – liquid cooling medium; B – fresh

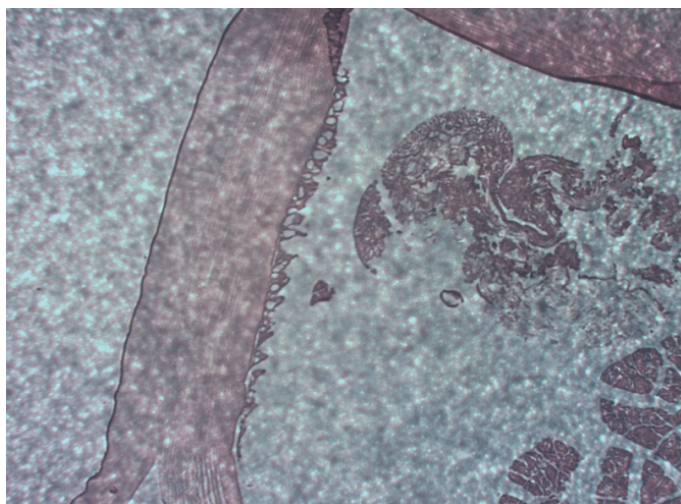


Fig. 4. The muscle and shell of freshwater crayfish using microscope

After liquid cooling medium frozen, the freshwater crayfish was boiled by special methods. The muscle of freshwater crayfish did not adhere to the shell (Fig. 5).



A B C

Fig. 5. The freshwater crayfish after boiling: A, B – by special methods; C – fresh

### References

1. Hu Y, Yang SB, Yu HX, et al. Effect of Superchilling on the Quality and Muscle Tissue Structure of *Trichiurus haumela*. *Food Science*, 2016, 37(18): 290-297.
2. Zhang J. Frozen food: temperature, pressure and refrigeration technology. *Chin Journal of Cereals and Oils*, 1996, (3): 10-13.
3. Zhang XM. Research on detection methods of meat freshness by texture analyzer. Changchun, Jilin University, 2012.

Вэй Ли<sup>1</sup>, Ян Ши<sup>1</sup>, Чаоцзюнь Лу<sup>2</sup>, Чанцин Тун<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Колледж пищевых наук и инженерии,  
Даляньский океанологический университет, г. Далянь, КНР,  
<sup>2</sup> Компания с ограниченной ответственностью  
«Цзяншу Микрофризинг Биотехнолоджи Девелопмент», г. Наньцзин, КНР  
\*changqingdong@dlou.edu.cn

## ТЕХНОЛОГИЯ КРИОГЕННОЙ ЗАМОРОЗКИ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ НА ПРЕСНОВОДНЫХ РАКАХ

*Пресноводные раки являются одним из важных промышленных продуктов на юге Китая. Они носят сезонный характер. Изучен ряд методов хранения речных раков в замороженном состоянии. Тем не менее исследований по сохранению хороших качественных характеристик пресноводных раков в течение длительного времени и продлению срока их хранения в замороженном состоянии в жидкой охлаждающей среде проводится недостаточно. В данной работе было изучено хранение речных раков в замороженном состоянии с использованием жидкой охлаждающей среды. Через 30 дней структуру поверхности пресноводных раков исследовали с использованием заморозки в жидкой охлаждающей среде. Твёрдость, целостность и разжываемость замороженного посредством жидкой охлаждающей среды речного рака оказалась выше, чем у рака, замороженного обычным способом. Эластичность пресноводного рака, замороженного с использованием жидкой охлаждающей среды, ниже, чем у рака, замороженного обычным способом. После замораживания жидкой охлаждающей средой пресноводных раков прокипятили специальными методами. Мышца речных раков не прилипла к раковине. Таким образом, после заморозки посредством жидкой охлаждающей среды пресноводные раки обладают хорошими качественными характеристиками.*

**Ключевые слова:** речные/пресноводные раки (*Astacidae*); хранение в замороженном состоянии; жидкая охлаждающая среда.

## Секция 1. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО, ЭКОЛОГИЯ И АКВАКУЛЬТУРА

---

---

597.554.3-113.4(261.246)

М.Б. Александрова  
ФГБНУ «АтлантНИРО», Калининград, Россия

### ОСОБЕННОСТИ РОСТА ЛЕЩА (*ABRAMIS BRAMA* (L.) КУРШСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ

*Проведен анализ роста леща Куршского залива Балтийского моря по материалам учетных траловых съемок и обратных расчислений длины рыбы по радиусам годовых колец чешуи. Показана относительная стабильность линейного роста вида в водоеме на основании многолетних исследований. Полученные математические уравнения, описывающие рост леща, могут быть использованы в расчетах при отсутствии данных прямых наблюдений.*

Куршский залив является высокопродуктивным водоемом с интенсивно развитым рыболовством. Он расположен у восточного побережья Балтийского моря в пределах Калининградской области Российской Федерации и Литовской Республики. Залив отделен от моря Куршской косой и соединяется с ним через Клайпедский пролив. Основными промысловыми видами залива являются лещ *Abramis brama*, судак *Stizostedion (Sander) lucioperca*, корюшка европейская *Osmerus eperlanus*, снеток *O. e. eperlanus m. spirinchus*, плотва *Rutilus rutilus* и чехонь *Pelecus cultratus*.

Лещ является важным объектом рыболовства в Куршском заливе. В современный период его вылов составляет около 40 % общего вылова в российской части водоема.

Несмотря на то, что исследования биологических характеристик леща в заливе проводились на протяжении длительного периода, многие аспекты биологии леща остаются недостаточно исследованными, в том числе и его рост. Между тем, изучение роста имеет большое практическое значение. Полученные результаты и зависимости могут быть использованы для решения ряда задач – оценки возраста по размерно-весовым характеристикам рыбы, расчета биомассы поколения исходя из средних показателей массы, в промысловых моделях расчета запасов, для определения величины естественной смертности. Динамика исследуемых показателей может служить индикатором влияния климатических и антропогенных факторов (интенсивности промысла, загрязнения акватории), косвенно характеризовать биотические взаимоотношения (обеспеченность пищей и др.).

Целью данной работы стало исследование особенностей роста леща Куршского залива при сопоставлении данных многолетних наблюдений и обратных расчислений длины рыбы по радиусам годовых колец чешуи.

Материалом для работы послужили фондовые данные ФГБНУ «АтлантНИРО» за 1979-2017 гг., включающие около 16 тыс. экз. биологических анализов и 95 тыс. экз. массовых промеров, собранных на учетных траловых съемках. Учетные съемки выполняли донным двухпластным тралом с шагом ячеи в крыле 60 мм, в кутке – 10 мм и горизонтальным раскрытием 7,5 м. Параметры трала оставались неизменными на протяжении всего периода наблюдений. Работы проводили ежегодно приблизительно в одни и те же сроки в осенний период (октябрь-ноябрь) по стандартной сетке станций. Сбор и обработку первичного материала выполняли в соответствии с общепринятыми методиками [1, 2]. Промеры рыб проводили по промысловой длине. Возраст определяли по чешуе.

Обратные расчисления длины рыбы по радиусам годовых колец чешуи были проведены по материалу 2011 г. (370 экз.). Обработка материала включала в себя определение возраста по чешуе, промеры радиусов чешуи и радиусов всех годовых колец, установление связи между радиусом чешуи  $R$  и длиной рыбы  $L$ , обратные расчисления длины леща в момент закладки каждого годового кольца и построение кривых роста [3].

Для математического описания роста использовано уравнение Л. Бергаланфи, параметры которого определялись методом Форда-Уолфорда на основе средних значений длины и массы одновозрастных особей, полученных на основании наблюдений [4].

Статистическую обработку материала проводили с использованием программы Microsoft Excel 2003 в соответствии общепринятыми методиками [5].

Лещ растет на протяжении всей жизни. В уловах на учетных траловых съемках вид был представлен особями длиной от 3 до 49 см, массой от 2 до 3000 г, возрастом от сеголетка до 20-годовика. Соотношение самцов и самок в целом было близко 1:1. Согласно проведенным расчетам и литературным данным [6], значительных различий в росте у самцов и самок леща в Куршском заливе не обнаружено, поэтому в данной работе динамика роста проанализирована без разделения по полу.

Обобщение данных за многолетний период показывает, что темп линейного роста леща в Куршском заливе довольно стабилен. Характер кривых линейного роста леща почти за 4 десятилетия практически не изменился (рис. 1). В динамике показателей массы одновозрастных групп леща в 2010-2017 гг. отмечается некоторое увеличение средних значений у особей старшего возраста (рис. 2).

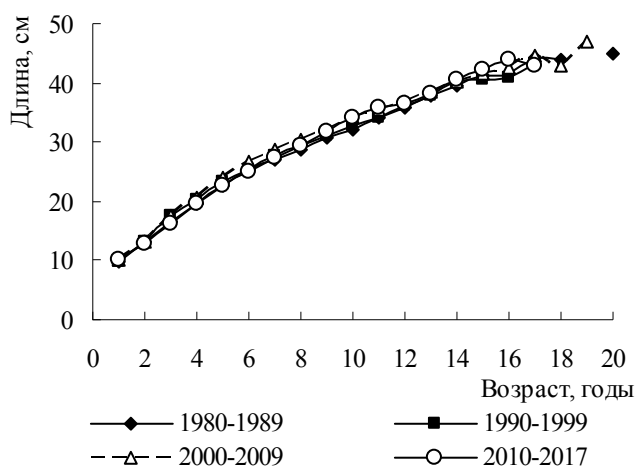


Рис. 1. Линейный рост леща в Куршском заливе

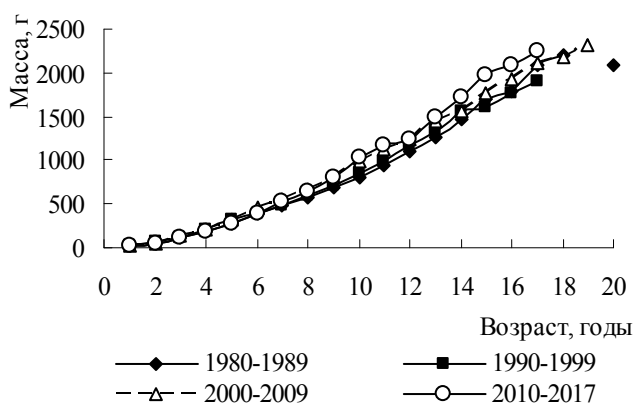


Рис. 2. Средняя масса леща в Куршском заливе



Известно, что весовой рост значительно подвержен колебаниям в зависимости от условий питания. Лещ относится к бентосоядным рыбам. В 2010-2017 гг. были отмечены высокие показатели биомассы организмов кормового бентоса, составлявшие в среднем 36,9 г/м<sup>2</sup> (неопубл. данные Л.В. Рудинской), тогда как ранее среднегодовая биомасса находилась на уровне 21,9 г/м<sup>2</sup> [7]. Анализ роста у поколений леща различной урожайности показал отсутствие существенных различий линейно-весовых показателей. Полученные результаты свидетельствуют о том, что состояние кормовой базы в Куршском заливе не оказывает лимитирующего влияния на рост леща в водоеме и обеспечивает в исследуемый период относительно стабильный рост вида даже при существенных колебаниях его численности.

Данные по динамике роста, основанные на расчете годовых приростов леща в смежные годы, показали, что наиболее интенсивный линейный рост у леща происходил до достижения 5-годовалого возраста – в среднем 3,5 см в год. В дальнейшем темп линейного роста снижался и составлял у 6-7-годовиков в среднем 2,2 см в год, у 8-15-годовиков – 1,7 см в год. Приросты массы, в отличие от приростов длины, с возрастом увеличивались: у 1-4-годовиков – 46,6 г в год; у 5-9-годовиков – 109,8 г в год и у 10-15-годовиков – 177,7 г в год [8].

Между массой ( $W$ ) и длиной ( $L$ ) леща Куршского залива обнаружена положительная связь, описываемая уравнением

$$W = 0,022L^{3,022}, r^2 = 0,999. \quad (1)$$

Степенной коэффициент в уравнении близок к 3, что свидетельствует об изометрическом росте леща в Куршском заливе и характеризует его как имеющего постоянную форму тела и плотность [9].

Применение уравнения Бергаланфи позволило описать линейный и весовой рост леща следующими выражениями:

$$L_t = 58,048(1 - e^{-0,076(t+1,477)}), \text{ средняя ошибка аппроксимации}$$

$$\bar{A} = 1,34 \%. \quad (2)$$

$$W_t = 4482,71(1 - e^{-0,079(t+1,299)})^3, \bar{A} = 5,04 \%, \quad (3)$$

где  $L_t$ ,  $W_t$  – соответственно длина (см) и масса (г) рыб в возрасте  $t$ .

Теоретические значения длины и массы, вычисленные по формулам, близки к фактическим значениям. Полученные результаты можно использовать для характеристики гипотетического темпа роста, описывающего рост в некоторых стационарных условиях (постоянных или соответствующих определенному периоду).

В материале 2011 г. (370 экз.), используемого для обратных расчетов, лещ был представлен особями длиной от 10 до 45 см, массой от 2 до 2400 г, возрастом от 1 до 17 лет. При установлении зависимости между радиусом чешуи и промерами тела наиболее высокий коэффициент аппроксимации, равный 0,911, получен от степенной функции

$$L = 0,354R^{0,938} (2); r^2 = 0,911. \quad (4)$$

Проведенные с помощью этого уравнения расчеты позволили установить размеры рыб, принадлежащих к различным поколениям, которые они имели в определенном возрасте в разные годы. Средняя длина леща для каждой возрастной группы, по данным обратных расчетов, меньше средней длины, полученной по данным измерений (таблица). Это связано с тем, что обратные расчеты показывают размер рыбы в период образования годового кольца. По литературным данным, мальковое кольцо у леща Куршского залива отсутствует, а закладка годового кольца происходит весной: у неполовозрелых лещей обычно в апреле, у половозрелых – позже – в мае-июне [6], во время весенне-летнего возобновления интенсивного роста. Более позднее формирование годового кольца у половозрелых рыб связано с тем, что они начинают интенсивно расти сразу же после нереста.

Так как приросты за зиму и весну незначительны или отсутствуют, то длина особи во время формирования кольца близка к длине рыбы в период сбора материала на осенних учетных траловых съемках предшествующего года. О возможности сравнения материалов, собранных поздней осенью с материалами, полученными весной следующего года, упоминалось и в литературе [10], т.е. длина особи 7-годовалого возраста осенью соответствует длине рыбы во время закладки 8-го годового кольца весной следующего года. С учетом этого были построены графики роста леща, в которых для сопоставления результатов наблюдений с данными обратных расчислений кривая средней длины, полученная по данным траловых съемок, сдвинута на один год вправо по оси абсцисс (рис. 3).

### Линейные характеристики леща Куршского залива по данным учетных траловых съемок и обратных расчислений

По данным учетных траловых съемок				По данным обратных расчислений			
Возраст	Длина, см	CV	n	Возраст	Длина, см	CV	n
0	6,0	18,9	108	1	5,9	14,6	363
1	10,0	12,0	477	2	9,5	12,7	355
2	13,1	11,0	876	3	13,0	12,1	324
3	16,8	11,2	1504	4	16,1	10,6	293
4	20,0	10,4	1266	5	18,9	9,9	232
5	23,1	8,5	1274	6	21,6	8,7	218
6	25,6	7,4	1358	7	24,2	8,4	189
7	27,5	6,4	1788	8	26,6	7,2	152
8	29,4	6,1	1943	9	28,9	6,9	113
9	31,2	5,6	1513	10	31,1	5,8	89
10	33,1	5,5	1142	11	33,0	5,6	78
11	34,7	5,3	904	12	34,9	5,1	67
12	36,4	4,8	691	13	37,0	4,7	45
13	38,2	4,4	518	14	38,6	3,7	24
14	40,2	3,6	292	15	40,3	3,0	10
15	41,4	4,5	183	16	40,6	2,2	2
16	42,4	5,1	59	17	41,2	-	1
17	43,9	3,8	15	18	-	-	-
18	43,4	1,1	5	19	-	-	-
19	47,0	-	1	20	-	-	-
20	45,0	2,2	2	-	-	-	-

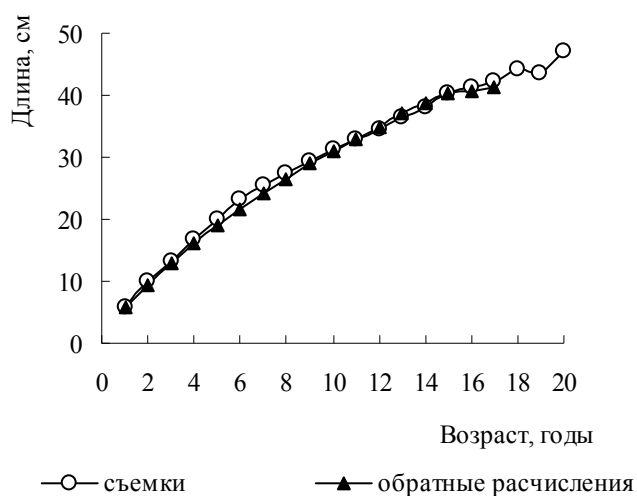


Рис. 3. Рост леща Куршского залива по данным наблюдений и обратных расчислений

При графическом отображении полученных величин значительных расхождений в линейном росте по всем наблюдениям не обнаружено. Полученные близкие значения указывают на точность определения возраста и стабильность условий обитания леща в водоеме. Коэффициенты вариации (CV) средней длины в большинстве возрастных групп (старше 5-годоваликов), как по данным измерений, так и обратных расчислений, не превышают 10 % (см. таблицу), что свидетельствует о слабой вариабельности этой величины в рассматриваемый период.

Обобщение многолетних материалов по данным учетных траловых съемок и результатов обратных расчислений показало, что линейный рост леща в Куршском заливе на протяжении почти 40 лет является достаточно стабильным. Это указывает на относительное постоянство основных факторов, определяющих темп роста вида в водоеме. Полученные математические уравнения, описывающие рост леща, могут быть использованы в расчетах при отсутствии данных прямых наблюдений и в промысловых моделях оценки запаса.

### Библиографический список

1. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
3. Neja Z., Kompowski A. Some data on the biology of common bream, *Abramis brama* (L., 1758), from the Miedzyodrze waters // Acta Ichtiol. Piscat. 2001. 31 (1): 3-26.
4. Шибаев С.В. Практикум по промысловой ихтиологии. Калининград: ООО «Аксиос», 2015. 320 с.
5. Плохинский Н.А. Биометрия. М.: МГУ, 1970. 368 с.
6. Панасенко В.А. Лещ (*Abramis brama*) Куршского и Вислинского заливов и пути рационального использования его запасов: автореф. дис ... канд. биол. наук. Калининград, 1972. 18 с.
7. Рудинская Л.В. Бубинас А., Вайтонис Г. Куршский залив. Зообентос // Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. Калининград: Изд-во ИП Мишуткина, 2008. С. 34-36.
8. Александрова М.Б. Особенности роста и темпа полового созревания леща (*Abramis brama* (L.)) Куршского залива по данным учетных траловых уловов // Инновации в науке, образовании и бизнесе-2012: тр. X Междунар. науч. конф. Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ», 2012. Ч. 1. С. 16-18.
9. Рикер У.Е. Методы оценки и интерпретации биологических показателей рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 408 с.
10. Манюкас И.Л. Сравнительная характеристика стад леща Вислинского и Куршского заливов // Тр. Академии наук Литовской ССР. Серия В. 1968. Т. 3(47). С. 75-85.

M.V. Aleksandrova  
AtlantNIRO, Kaliningrad, Russia

### THE GROWTH FEATURES OF THE BREAM (*ABRAMIS BRAMA* (L.)) FROM THE CURONIAN LAGOON OF THE BALTIC SEA

*An analysis of bream growth in the Curonian Lagoon of the Baltic Sea has been carried out based on the data of trawl surveys and on the back calculation of fish body length from marks on scales. It was shown that linear growth of bream was relatively stable during a long period of research. The resulting mathematical equations describing the growth of bream can be used in calculations if no observational data are available.*

Е.Н. Бауло, А.В. Ионова  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## МОНИТОРИНГ КАК СИСТЕМА КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

*Обсуждаются проблемы, связанные с единой государственной системой экологического мониторинга водных объектов, с использованием активных современных лазерных методов исследования.*

К актуальным проблемам освоения Мирового океана относятся и проблемы, связанные с мониторингом водных объектов. В российской науке теоретические аспекты проблемы мониторинга водных объектов представлены концепцией Ю.А. Израэля, которую он изложил в следующей формулировке: «Мониторинг – информационная система для обнаружения антропогенных изменений окружающей среды на фоне естественных колебаний. В задачи такой системы входят, во-первых, слежение за факторами воздействия на среду, состоянием и изменениями, во-вторых, прогноз состояния биосферы и, в-третьих, оценка изменений этого состояния и его тенденций» [1, 2].

В настоящее время единая государственная система экологического мониторинга водных объектов сталкивается с рядом проблем, обусловленных неотлаженной работой служб, обеспечивающих качество водных акваторий, и связано это с недостаточной информационной и научно-производственной базой в разных регионах. Эта проблема не раз поднималась на различных конференциях и собраниях представителями науки и госчиновниками, ответственными за экологию. Для её решения, прежде всего, должны создаваться научные центры, которые мобильно могут проводить мониторинг в разных районах водных акваторий в зависимости от поставленных задач, таких, как выбросы загрязняющих веществ промышленных предприятий, экологическая катастрофа, связанная с разливом нефтесодержащих веществ и т.д. Современный уровень мониторинга водных объектов предполагает разработку методов контроля качества воды: это определение концентрации веществ-загрязнителей или мониторинг состояния от клеток водорослей (фитопланктона), до макромасштабов (климатических масштабов), где осуществляется мониторинг за динамикой и пространственным распределением веществ, представляющих угрозу для экологии (нефтяных загрязнений, выбросов веществ с различных производств и т.д.), а также осуществляется контроль за состоянием морских экосистем (фитопланктонных сообществ).

В последнее время становится актуальным выращивание объектов аквакультуры в морских акваториях. Выращивание объектов аквакультуры сопряжено с повышенной степенью загрязнения водоёмов, как остатками кормов, так и гидротехническими сооружениями. В странах юго-восточной Азии уже давно столкнулись с этими проблемами. В настоящий момент не известны степени экологической опасности плантаций марикультуры для различных природных условий дальневосточных морей и не разработана система ограничений и рекомендаций в этой области. Это ещё одна из основных задач, которую должна решать единая система экологического мониторинга водных объектов. Для этого необходимо разрабатывать не только пассивные, но и активные методы исследования водных объектов. Обеспечение экологической безопасности выращиваемых объектов аквакультуры тесным образом связано с разработкой новых методов оперативного экологического мониторинга водных акваторий.

В работе обсуждаются возможности наиболее перспективных из существующих на настоящее время лазерных методов, предназначенных для исследования качества водных объектов – методов лазерной индуцированной флуориметрии (ЛИФ) и лазерной искровой спектроскопии (ЛИС). Лазерный спектральный анализ веществ с использованием метода

ЛИС относительно недавно стал использоваться применительно к исследованию элементного состава жидкости. Стандартные методики измерения концентрации вещества с использованием возбуждения эмиссионных спектров исследуемых веществ основаны на измерении зависимости между интенсивностью эмиссионных линий и концентрацией вещества.

Для решения экологических задач при выращивании объектов аквакультуры необходимо увеличить чувствительность метода ЛИС. Для этого было предложено несколько методик: методика многоимпульсного возбуждения, которая приводит к повышению интенсивности эмиссионной линии ( $10^{-2}$  г/л); одним из следующих этапов является применение методики возбуждения лазерного пробоя импульсами наносекундной длительности ( $10^{-4}$  г/л); следующий этап в развитии метода ЛИС – это возбуждение лазерного пробоя импульсами фемтосекундной длительности ( $10^{-7}$  г/л) [3, 4].

Для исследования биологических объектов необходимы методы, позволяющие проводить измерения характеристик фотосинтетической системы живых клеток в процессе различных внешних воздействий. К таким параметрам относятся: концентрация основного пигмента клеток фитопланктона – хлорофилла «а», растворённое органическое вещество (РОВ) в процессе жизнедеятельности клетки, скорость электронного транспорта в реакции фотосинтеза и т.д. Эти параметры можно оперативно измерять с использованием метода ЛИФ.

Метод лазерно-индуцированной флуориметрии основан на определении концентрации различных составляющих в морской воде по спектрам флуоресценции воды, возбужденной лазерным излучением. Спектрометры ЛИФ реализованы в настоящее время как в лидарном исполнении, так и в прокачиваемых и погружных вариантах с оптоволоконном, что также позволяет проводить оперативные измерения по ходу судна.

В данной работе измерение спектров лазерно-индуцированной флуоресценции проводится на специально разработанном судовом лазерном проточном флуориметре, который предназначен для измерений на борту судна и позволяет проводить непрерывные измерения спектров ЛИФ. Существует довольно широкий круг задач, где использование этого метода позволяет получать результаты на новом качественном уровне. К таким задачам следует отнести, прежде всего, те, при решении которых необходимо осуществлять одновременный контроль за химическим составом исследуемых объектов и параметрами, характеризующими их состояние или их изменение под воздействием внешних процессов (включая антропогенные воздействия). В местах выращивания объектов аквакультуры необходимо контролировать температуру воды, соленость. В связи с этим в проточный вариант флуориметра добавлен комплекс для измерения температуры и солености по ходу судна.

Методы ЛИС и ЛИФ были использованы для исследования качества водных акваторий в местах выращивания объектов аквакультуры

Для этого были проведены натурные измерения биооптических параметров морской воды в б. Северная залива Петра Великого, где находится марихозяйство ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», рисунок.



Марихозяйство ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»

Эти исследования были проведены привлечением маломерного научно-исследовательского судна «Галс» (регистрационный номер РПВ-1151) с экспедиционным оборудованием ИА и ПУ ДВО РАН.

Эти исследования позволили сделать вывод об удовлетворительном состоянии бухты Северной. Тем не менее, необходим контроль экологического состояния природных морских экосистем, который носит сложный, многоступенчатый характер. Главной особенностью организации такого контроля является необходимость проведения его в несколько этапов, которых в простейшем случае может быть два – оперативный и аналитический. Метод ЛИС с его оперативными качествами и должен использоваться для решения широкого круга экологических задач, в частности, для экологического мониторинга водных сред в местах воспроизводства объектов аквакультуры.

При применении лазерных технологий решается несколько задач:

- проведение натуральных измерений оптических характеристик морской воды;
- использование соответствующих алгоритмов восстановления по пространственно-временным распределениям первичных характеристик морской среды;
- экологический мониторинг контролируемой акватории на основе восстановленного по результатам натуральных гидрооптических исследований распределения интегральных экологических характеристик морской среды [5].

Таким образом, использование современных лазерных методов для оценки экологического состояния водных сред позволяет практически реализовать концепции единого экологического мониторинга с учетом объективных и субъективных показателей.

### **Библиографический список**

1. Мазур И.И., Молдаванов О.И., Шишов В.Н. Инженерная экология. Общий курс: в 2 т. Т. 1. Теоретические основы инженерной экологии: учеб. пособие для вузов / под ред. И.И. Мазура. М.: Высш. шк., 1996.
2. Афанасьев Ю.А., Фомин С.А., Меньшиков В.В. Мониторинг и методы контроля окружающей среды: учеб. пособие: в. 2 ч. М., 2001.
3. Букин О. А., Алексеев А.В., Ильин А.А., Голик С.С., Царев В.И., Бодин Н.С. Использование лазерной искровой спектроскопии с многоимпульсным возбуждением плазмы для мониторинга качества морской воды и состояния фитопланктона // Оптика атмосферы и океана. 2003. Т. 16. № 1. С. 26-32.
4. Букин О.А., Голик С.С., Ильин А.А., Бауло Е.Н. Лазерная искровая спектроскопия жидких сред с возбуждением импульсами фемтосекундной длительности // Оптика атмосферы и океана. 2009. Т. 22. № 3. С. 296-300.
5. Покусаев М.Н., Зайцев В.Ф., Сокольский А.Ф., Осипова Л.А. Основы экологии и защита окружающей водной среды от техногенных загрязнений береговых предприятий рыбного хозяйства. М.: Колос, 2008. 304 с.

E.N. Baulo, A.V. Ionova  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia.

### **MONITORING OF QUALITY CONTROL SYSTEM OF WATER BODIES**

*The paper discusses the problems associated with a single public system of ecological monitoring of water objects, using Active modern laser research methods.*

Е.А. Богатыренко<sup>1</sup>, Т.И. Дункай<sup>1</sup>, Л.С. Бузолева<sup>1,2</sup>, И.О. Юнусова<sup>1</sup>, А.В. Ким<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГАОУ «ДВФУ»; <sup>2</sup>ФГБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова»,  
Владивосток, Россия

## МЕЖМИКРОБНЫЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КИШЕЧНОЙ МИКРОФЛОРЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА *APOSTICHOPUS JAPONICUS* И УСЛОВНО ПАТОГЕННЫХ БАКТЕРИЙ

В ходе проведенных исследований было установлено, что 3 из 70 штаммов бактерий-представителей нормальной микрофлоры *Apostichopus japonicus* ингибировали рост *E. coli* и *P. aeruginosa*. Зона угнетения роста тест-штаммов варьировала в пределах 4–19 мм. Интересно отметить, что все штаммы, проявившие антимикробную активность в отношении *E. coli*, относились к представителям рода *Bacillus*. Рост *P. aeruginosa* и угнетали бактерии родов *Bacillus*, *Arthrobacter* и *Pseudoalteromonas*.

Дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus* (Selenka, 1867) относится к важным объектам промысла в морях Дальнего Востока, являясь одним из самых дорогих и востребованных на международном рынке морепродуктов. При искусственном воспроизводстве этого вида беспозвоночных, как и при воспроизводстве других ценных видов гидробионтов, для предотвращения вспышек инфекционных заболеваний используют различные антибиотики, что имеет ряд серьезных негативных последствий. В связи с этим поиск альтернативных технологий выращивания гидробионтов, предполагающих минимальное использование в производстве химических препаратов, является актуальной задачей современной аквакультуры. Исследование направлено на поиск и использование в аквакультуре дальневосточного трепанга биологически активных микроорганизмов-симбионтов пищеварительной системы беспозвоночного. Мировой опыт показывает, что использование таких микроорганизмов-пробиотиков не только позволяет контролировать санитарно-эпидемиологическое состояние аквакультурных хозяйств без использования антибиотиков, но и повышает уровень выживаемости и скорость роста гидробионтов.

Пробиотики нашли широкое применение как в медицинской практике для лечения и профилактики различных инфекционных заболеваний человека, так и в ветеринарии. Использование же пробиотиков в аквакультуре является сравнительно новым направлением в биотехнологии, однако уже изучены пробиотические свойства широкого спектра микроорганизмов: грамположительных (*Bacillus*, *Enterococcus*) и грамотрицательных бактерий (*Aeromonas*, *Pseudomonas* и *Vibrio*), дрожжей (*Phaffia*, *Saccharomyces*), микроводорослей (*Tetraselmis*), которые успешно применяются с целью контроля заболеваемости морских объектов и повышения продуктивности рыбопитомников и морских ферм [1]

На примере различных объектов (рыб, моллюсков, ракообразных) показано, что использование вместо антибиотиков биологически активных микроорганизмов приводит к повышению выживаемости гидробионтов на 20–62 % и к увеличению скорости их роста на 8–115,3 % [2]. Положительный эффект достигается за счет способности пробиотических штаммов ингибировать рост потенциально опасных бактерий и грибов; активировать иммунно-компетентные клетки и стимулировать рост представителей индигенной флоры животных в результате продукции витаминов и других ростостимулирующих факторов; обеспечивать макроорганизм ферментами, позволяющими улучшать пищеварение животных [3].

На сегодняшний день имеются лишь единичные работы, посвященные поиску бактерий, оказывающих положительный эффект на культивирование трепанга [4, 5]. В этих работах выбор биологически активных микроорганизмов проводится в основном среди микрофлоры трепангов из аквакультурных ферм, что, на наш взгляд, является не совсем корректным подходом. Мы предполагаем, что симбионтная микрофлора голотурий из дикой

природы по своему составу и свойствам будет отличаться от микрофлоры гидробионтов, живущих в искусственных условиях. Таким образом, использование при воспроизводстве трепанга биологически активных представителей его нормальной микрофлоры наиболее полно соответствует идее об экологизации процесса искусственного выращивания промысловых видов гидробионтов.

Поскольку одним из механизмов положительного действия пробиотиков является подавление роста патогенной микрофлоры, то целью данной работы стало выявить среди бактериофлоры дальневосточного трепанга микроорганизмы, способные ингибировать рост таких бактерий, как *Escherichia coli* и *Pseudomonas aeruginosa*, которые нередко встречаются в морской прибрежной среде и способны оказать негативное влияние на молодь трепанга.

Для изучения антагонистических свойств микроорганизмов-симбионтов голотурии были взяты 70 штаммов бактерий, ранее выделенных из пищеварительного тракта трепанга из районов с минимальной антропогенной нагрузкой [6]. В качестве тест-объектов были использованы штаммы *E. coli* и *P. aeruginosa* из коллекции ФГБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова». Межмикробные взаимодействия изучали методом перпендикулярных штрихов [7] на среде для морских микроорганизмов СММ [8]. Для этого на агаризованную СММ по диаметру чашки Петри штрихом высевали штамм потенциального продуцента антимикробного вещества. Инкубацию проводили при температуре 20 °С в течение 5 суток. После этого к посеву перпендикулярным штрихом подсеивали культуру *E. coli* или *P. aeruginosa*. Чашки с культурами ставили в термостат и инкубировали при 20 °С в течение 2 суток. Результаты фиксировали по характеру роста патогенных бактерий вблизи посева бактерий-симбионтов дальневосточного трепанга. Если антибиотики, диффундируемые в среду потенциальными микроорганизмами-пробиотиками, оказывали действие на патогенные бактерии, то культуры *E. coli* и *P. aeruginosa* не росли рядом с посевом ассоциантов трепанга. Чем больше образовавшееся расстояние между посевами, тем сильнее ингибирующее действие потенциальных пробиотиков. Все опыты повторяли трижды.

В ходе проведенных исследований было установлено, что 3 из 70 штаммов бактерий-представителей нормальной микрофлоры *Apostichopus japonicus* ингибировали рост *E. coli* и 7 – *P. aeruginosa*. Зона угнетения роста тест-штаммов варьировала в пределах 4-19 мм. Интересно отметить, что все штаммы, проявившие антимикробную активность в отношении *E. coli* относились к представителям рода *Bacillus*. Рост *P. aeruginosa* способствовал угнетению бактерий родов *Bacillus*, *Arthrobacter* и *Pseudoalteromonas*. Наибольшую ингибирующую активность проявил штамм *Arthrobacter*, обладающий ярко-малиновым пигментом. Возможно, наличие подобного пигмента коррелирует с антимикробной активностью.

Полученные нами результаты, несомненно, требуют дальнейших исследований, однако, уже сейчас свидетельствуют о большом потенциале симбионтной микрофлоры трепанга и возможности использования препаратов на ее основе для повышения эффективности марикультуры. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00693.

### Библиографический список

1. Irianto A., Austin B. Probiotics in aquaculture // Journal of fish diseases. 2002. Vol. 25. P. 1-10.
2. Cruz M.P, Ibáñez A.L, Hermosillo M.O.A, Saad R.H.C Use of probiotics in aquaculture // ISRN Microbiol. 2012. e 916845. doi: 10.5402/2012/916845.
3. Verschuere L., Rombaut G., Sorgeloos P., Verstraete W. Probiotic Bacteria as biological control agents in aquaculture // Microbiology and molecular biology reviews. 2000. Vol. 64. № 4. P. 655-671.



4. Chi C., Liu J.Y., Fei S.Z., Zhang C., Chang Y.Q., Liu X.L., Wang G.X. Effect of intestinal autochthonous probiotics isolated from the gut of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) on immune response and growth of *A. japonicus* // Fish Shellfish Immunol. 2014. Vol. 38, № 2. P. 367-373.

5. Zhao Y., Yuan L., Wan J., Sun Z., Wang Y., Sun H. Effects of potential probiotic *Bacillus cereus* EN25 on growth, immunity and disease resistance of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Fish Shellfish Immunol. 2016. № 49. P. 237-242.

6. Богатыренко Е.А., Бузолева Л.С. Характеристика бактериального сообщества кишечника дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* // Микробиология. 2016. Т. 85. № 1. С. 92-99.

7. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1995. 224 с.

8. Youchimizu M., Kimura T. Study of intestinal microflora of Salmonids // Fish Pathol. 1976. Vol. 10. № 2. P. 243-259.

Е.А. Богатыренко<sup>1</sup>, Т.И. Дункай<sup>1</sup>, Л.С. Бузолева<sup>1,2</sup>, И.О. Юнусова<sup>1</sup>, А.В. Ким<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, <sup>2</sup>Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology, Vladivostok, Russia

#### **INTERMICROBIC INTERACTIONS OF INTESTINAL MICROFLORA OF THE SEA CUCUMBER *APOSTICHOPUS JAPONICUS* AND OPPORTUNISTIC BACTERIA**

*It has been established that 3 of 70 bacterial strains from normal microflora of *Apostichopus japonicus* inhibited growth of *E. coli* and 7 inhibited *P. aeruginosa*. The zone of growth suppression of test strains varied within 4-19 mm. It is interesting to note that all strains which have shown antimicrobial activity against *E. coli* were representatives of the genus *Bacillus*. Growth of *P. aeruginosa* was inhibited by *Bacillus*, *Arthrobacter* and *Pseudoalteromonas* strains.*

УДК 26:639.55

Е.А. Богатыренко<sup>1</sup>, Л.С. Бузолева<sup>1,2</sup>, Т.И. Дункай<sup>1</sup>, И.О. Юнусова<sup>1</sup>, А.В. Ким<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГАОУ «ДВФУ», <sup>2</sup>ФГБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова», Владивосток, Россия

#### **ВЛИЯНИЕ СИМБИОНТНОЙ МИКРОФЛОРЫ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА *APOSTICHOPUS JAPONICUS* НА БАКТЕРИИ ВИДА *VIBRIO ALGINOLYTICUS***

*Работа направлена на поиск среди нормальной микрофлоры *Apostichopus japonicus* бактерий-пробиотиков, способных оказать влияние на повышение выживаемости трепанга в условиях его искусственного воспроизводства. В ходе проведенных исследований было установлено, что 6 из 70 штаммов бактерий-представителей нормальной микрофлоры *Apostichopus japonicus* ингибировали рост патогенного штамма *V. alginolyticus*. Все штаммы, проявившие антимикробную активность, относились к представителям рода *Bacillus*.*

При искусственном культивировании дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus*, как и любых других гидробионтов, нередко приходится сталкиваться с проблемой изменения численности и состава бактериальных популяций кишечника в сторону роста бактерий, несвойственных данному организму, что увеличивает заболеваемость животных, снижает темпы их роста и ухудшает усвоение поступающей пищи [1]. В условиях

искусственного культивирования возможность формирования и поддержания микрофлоры, специфичной для объектов выращивания, весьма ограничена, что связано с особенностями их содержания и кормления [2].

В настоящее время наиболее перспективным способом решения этих проблем является применение препаратов на основе микроорганизмов-представителей нормальной микрофлоры хозяина, так называемых пробиотиков, которые способны активно действовать на бактериальные патогены, корректировать механизмы иммунной защиты макроорганизма и смягчить влияние неблагоприятных факторов. Пробиотики, в отличие от антибиотиков, не оказывают отрицательного воздействия на нормальную микрофлору, поэтому их широко применяют для профилактики и лечения заболеваний желудочно-кишечного тракта и коррекции неспецифического иммунитета [3].

На сегодняшний день имеются лишь единичные работы, посвященные поиску бактерий, оказывающих положительный эффект на культивирование трепанга [4, 5]. В этих работах выбор биологически активных микроорганизмов проводится в основном среди микрофлоры трепангов из аквакультурных ферм, что, на наш взгляд, является не совсем корректным подходом. Мы предполагаем, что симбионтная микрофлора голотурий из дикой природы по своему составу и свойствам будет отличаться от микрофлоры гидробионтов, живущих в искусственных условиях. Таким образом, использование при воспроизводстве трепанга биологически активных представителей его нормальной микрофлоры наиболее полно соответствует идее об экологизации процесса искусственного выращивания промысловых видов гидробионтов.

Поскольку одним из механизмов положительного действия пробиотиков является подавление роста патогенной микрофлоры, то целью данной работы стало выявить среди бактериофлоры дальневосточного трепанга микроорганизмы, способные ингибировать рост бактерии *Vibrio alginolyticus*, наиболее часто приводящей к гибели трепанга в аквакультурных условиях.

Для изучения антагонистических свойств микроорганизмов-симбионтов голотурии были взяты 70 штаммов бактерий, ранее выделенных из пищеварительного тракта трепанга из районов с минимальной антропогенной нагрузкой [6]. В качестве тест-объекта был использован штамм *Vibrio alginolyticus* из коллекции ФГБУН «НИИ эпидемиологии и микробиологии им. Г.П. Сомова». Межмикробные взаимодействия изучали методом перпендикулярных штрихов [7] на среде для морских микроорганизмов СММ [8]. Для этого на агаризованную СММ по диаметру чашки Петри штрихом высевали штамм потенциального продуцента антимикробного вещества. Инкубацию проводили при температуре 20 °С в течение 5 суток. После этого к посеву перпендикулярным штрихом подсеивали культуру *V. alginolyticus*. Чашки с культурами ставили в термостат и инкубировали при 20 °С в течение 2 суток. Результаты фиксировали по характеру роста *V. alginolyticus* вблизи посева бактерий-симбионтов дальневосточного трепанга. Если антибиотики, диффундируемые в среду потенциальными микроорганизмами-пробиотиками, оказывали действие на патогенные бактерии, то культура *V. alginolyticus* не росла рядом с посевом исследуемых штаммов. Чем больше образовавшееся расстояние между посевами, тем сильнее ингибирующее действие потенциальных пробиотиков. Все опыты повторяли трижды.

В ходе проведенных исследований было установлено, что 6 из 70 штаммов бактерий-представителей нормальной микрофлоры *Apostichopus japonicus* ингибировали рост патогенного штамма *V. alginolyticus*. Зона угнетения роста тест-штамма составила 6-15 мм. Интересно отметить, что все штаммы, проявившие антимикробную активность, относились к представителям рода *Bacillus*.

Согласно литературным данным, в настоящее время в ветеринарии, животноводстве и рыбоводстве как в России, так и за рубежом успешно применяются пробиотические препа-

раты на основе бактерий рода *Bacillus* [9]. Доказано, что эти микроорганизмы способны синтезировать широкий спектр антимикробных веществ в отношении многих видов патогенных и условно патогенных бактерий, при этом не нанося вред индигенной микрофлоре. Подобный эффект благоприятно сказывается на организме животных, снижая у них риск возникновения инфекционных заболеваний.

Полученные нами результаты, несомненно, требуют дальнейших исследований, однако, уже сейчас свидетельствуют о большом потенциале симбиотной микрофлоры трепанга и возможности использования препаратов на ее основе для повышения эффективности марикультуры. Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-34-00693.

### Библиографический список

1. Бурлаченко И.В., Судакова Н.В., Балакирев Е.И., Мордовцев Д.А., Малик Е.В. Перспективные пробиотики для осетровых рыб // Рыб. хоз-во. 2006. № 3. С. 12-16.
2. Малик Н.И., Панин А.Н., Малик Е.В. Пробиотики в промышленном животноводстве // Животноводство. 2000. № 3. С. 10-16.
3. Малик Н.И., Панин Н.А. Ветеринарные пробиотические препараты // Ветеринария. 2001. № 1. С. 46-51.
4. Chi C., Liu J.Y., Fei S.Z., Zhang C., Chang Y.Q., Liu X.L., Wang G.X. Effect of intestinal autochthonous probiotics isolated from the gut of sea cucumber (*Apostichopus japonicus*) on immune response and growth of *A. japonicus* // Fish Shellfish Immunol. 2014. Vol. 38. № 2. P. 367-373.
5. Zhao Y., Yuan L., Wan J., Sun Z., Wang Y., Sun H. Effects of potential probiotic *Bacillus cereus* EN25 on growth, immunity and disease resistance of juvenile sea cucumber *Apostichopus japonicus* // Fish Shellfish Immunol. 2016. № 49. P. 237-242.
6. Богатыренко Е.А., Бузолева Л.С. Характеристика бактериального сообщества кишечника дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* // Микробиология. 2016. Т. 85. № 1. С. 92-99.
7. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: учеб. пособие / под ред. Н.С. Егорова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Изд-во МГУ, 1995 224 с.
8. Youchimizu M., Kimura T. Study of intestinal microflora of Salmonids // Fish Pathol. 1976. Vol. 10. № 2. P. 243-259.
9. Блинов В.А., Ковалева С.В., Буршина С.Н. Пробиотики в пищевой промышленности и сельском хозяйстве: монография. Саратов: ИЦ «Наука», 2011. 171 с.

Е.А. Bogatyrenko<sup>1</sup>, L.S. Buzoleva<sup>1,2</sup>, T.I. Dunkai<sup>1</sup>, I.O. Yunusova<sup>1</sup>, A.V. Kim<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Far Eastern Federal University, <sup>2</sup>Somov Research Institute of Epidemiology and Microbiology,  
Vladivostok, Russia

### INFLUENCE OF THE SYMBIOTIC MICROFLORA OF SEA CUCUMBER *APOSTICHOPUS JAPONICUS* ON BACTERIA *VIBRIO ALGINOLYTICUS*

*Work is aimed on search among normal microflora of *Apostichopus japonicus* the probiotic bacteria capable to impact on survival rate of farmed sea cucumber. During the conducted researches it has been established that 6 of 70 bacterial strains of normal microflora of *Apostichopus japonicus* inhibited growth of a pathogenic strain of *V. alginolyticus*. All strains which have shown antimicrobial activity were the representatives of genus *Bacillus*.*

А.Н. Богачев, В.Н. Белоусов, Д.Ф. Афанасьев, С.Н. Кульба  
ФГНБУ «АзНИИРХ», Ростов-на-Дону, Россия

## **КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ИХ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК ОСНОВА ЭКОСИСТЕМНОГО ПОДХОДА К УПРАВЛЕНИЮ БИОЛОГИЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ**

*Прогнозирование динамики запасов водных биологических ресурсов и объемов их возможного вылова целесообразно проводить с учетом всего комплекса факторов, характеризующих состояние водной экосистемы. Показано, что в целях проведения экосистемного анализа сложно организованных экосистем и решения для них прогностических задач предпочтительнее использовать имитационное моделирование, основанное на представлениях и связях, выявленных при разработке эмпирико-статистических моделей.*

Экологические системы водоемов и водотоков представляют собой сложные многопараметрические системы, характеризующиеся нестационарными и нелинейными процессами. Множество прямых и обратных связей, охватывающих все элементы водной экосистемы, делает ее поведение антиинтуитивным [1], т.е. плохо предсказуемым для исследователя. В этой связи, точность и достоверность прогноза состояния отдельных элементов водной экосистемы (будь то популяции промысловых видов водных биологических ресурсов или отдельные группы животных и растений) без учета всех ее компонентов и их взаимосвязей заведомо находятся на низком уровне. В этом случае экосистемный анализ и его основной метод – моделирование – является средством увеличения точности и достоверности прогноза.

В настоящее время многие крупные внутренние водоемы, заливы и шельфовые системы Западной Европы и Северной Америки имеют программно-реализованные математические модели, которые позволяют прогнозировать состояние популяций ВБР, предсказывать гидродинамические, химические и биологические изменения в экосистемах (модели Т. Саймонса для Великих озер Америки, В. Касуллы и Р. Ченга – для залива Сан-Франциско и Венецианской лагуны, С. Съеберга, Ф. Вульфа и П. Венльстрема – для северо-западной части Балтийского моря и т.д.) [2]. Экосистемный подход был с успехом применен в проекте МЕЕСЕ (2008-2013 гг.) при математическом моделировании экосистем европейских морей, на основании которого сформированы и просчитаны наиболее вероятные сценарии изменения продуктивности морских экосистем и вылова ВБР на перспективу до 2100 г. В 2013 г. была принята Среднесрочная стратегия Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) на период 2014-2017 гг., в которой ставилась задача стимулирования роста применения экосистемного подхода к управлению прибрежными и морскими экосистемами.

Цель экосистемного анализа – установление закономерностей функционирования и развития водных экологических систем и их компонентов под действием внешних и внутренних факторов с возможностью прогнозирования состояния экосистемы в целом и отдельных компонентов экосистемы, в том числе запасов промысловых видов водных биологических ресурсов.

К общим задачам экосистемного анализа относятся: выполнение исследований структуры и взаимодействия элементов экосистемы, определение роли отдельных популяций, условий среды обитания, внешних воздействий, механизмов самоорганизации, формирование набора концепций, методов, упрощений и абстракций с целью построения моделей для прогнозирования динамики экосистем и управления ими.

Прикладные задачи экосистемного анализа сводятся к следующему:

1. Определение приемной емкости водоемов для отдельных видов ВБР, в том числе предельно-допустимых объемов ежегодного выпуска молоди водных биологических ресурсов воспроизводственными предприятиями.

2. Разработка рекомендаций по оптимальному режиму эксплуатации водных экосистем и рациональному управлению водными биологическими ресурсами.

3. Прогнозирование динамики запасов водных биологических ресурсов и объемов их возможного вылова в связи с состоянием экосистемы.

4. Разработка предложений по модернизации методов оценки и прогноза запасов водных биологических ресурсов, а также правил регулирования промысла на основе моделирования водных экосистем.

5. Определение основных движущих факторов развития водных экосистем и формирования запасов промысловых видов водных биологических ресурсов.

6. Моделирование водных экосистем и их отдельных компонентов.

7. Разработка рекомендаций по объемам, срокам, районам и методам мониторинга отдельных компонентов водных экосистем, необходимых для их достоверного описания и формализации.

8. Определение ассимиляционной емкости водоемов для биогенов и токсикантов.

9. Определение цикличности экологических процессов, прогноз сукцессий водных экосистем.

10. Разработка сценариев изменения основных движущих факторов и прогноз динамики развития экосистем при их реализации.

Экосистемный анализ включает несколько основных этапов: выбор проблемы; выбор объекта и установление его границ по определенным критериям; постановку задачи и ограничение ее сложности; установление иерархии целей и задач; выбор возможных вариантов решения поставленных задач; моделирование; выбор объективных критериев адекватности полученных решений природным событиям, оценку возможных стратегий; внедрение результатов [3].

#### *Методы моделирования в экосистемном анализе*

Моделирование является основным методом экосистемного анализа, который позволяет изучать экосистемы во временном и пространственном аспектах.

Группы задач, решаемых с помощью математических моделей водных экосистем:

- *оптимизационные задачи* позволяют находить значения внешних факторов, определяющих состояние экосистемы (сток, температура, интенсивность промысла), при которых функционирование экосистемы оптимально по интересующим параметрам, и оптимизировать изъятие ВБР во времени и в пространстве при заданных движущих факторах;

- *прогностические задачи* позволяют моделировать развитие системы при различных сценариях основных движущих факторов и выявлять критические компоненты экосистемы или критические периоды ее развития;

- *исследовательские задачи*: экспериментирование с моделью с целью проверки гипотез о взаимодействии элементов экосистемы, и тестирование ответа экосистемы на изменение внешних управляющих факторов (ответы на вопрос «что будет, если...?»);

- *эвристические задачи*: верификация моделей позволяет выявить области недостаточных знаний об экосистеме, на основании чего формулируется программа дальнейших научных исследований. Точность и достоверность прогнозов, получаемых с помощью имитационной модели, определяются степенью изученности компонентов экосистемы и связей между ними.

Одна из основных задач экосистемного анализа применительно к водным экосистемам – выработка прогнозов различной заблаговременности о состоянии экосистем и запасах водных биологических ресурсов.

*Моделирование при изучении экосистем имеет ряд преимуществ:*

- сравнительно невысокая стоимость исследований;

- существенное сокращение времени эксперимента с экосистемой, иногда от десятилетий до нескольких минут;

- воспроизводимость результатов и неограниченная повторяемость экспериментов позволяют изучать состояния экосистемы, которые в реальности либо очень редки, либо могут привести к её гибели;

- возможность применения гипотетико-дедуктивной методологии, доказавшей свою эффективность в естественных науках: неточности гипотез и ошибочной интерпретации результатов исправляются при экспериментальной проверке следствий, вытекающих из гипотез;

- высокая наглядность имитационных моделей, возможность визуализировать процессы, протекающие в экосистеме, схематично изобразить её структуру и функциональные зависимости её элементов в графическом виде.

Рассматривая вопрос о границах применимости моделирования водных экосистем, можно выделить следующие виды ограничений:

- временные (временной диапазон входных данных, заблаговременность прогноза, шаг по времени);

- пространственные (разрешающая способность моделирования, район моделирования, диапазон глубин);

- иерархические (уровень моделируемых объектов: особи, популяции, экосистема).

Выделяют три класса моделей со своими сферами применения:

*Реальные (физические) модели*

Существенные черты объекта моделирования воспроизводятся на реальном физическом объекте. Примером реальной модели водной экосистемы может быть аквариум, в котором изучают продукционные коэффициенты. Недостатком реальных моделей является то, что они не могут использоваться для целостного описания сложных систем.

*Описательные (вербальные, словесные, концептуальные) модели*

Особенности структуры модели и закономерности её функционирования излагаются в вербальной форме. Вербальные модели являются вариантом традиционного естественно-научного описания объекта исследования, но более формализованным и систематизированным. Текст сопровождается графиками, таблицами, блок-схемами. Достоинствами таких моделей являются гибкость и наглядность описания, к недостаткам относятся статичность, затрудняющая количественное описание динамических систем, и неоднозначность интерпретации закономерностей и причинно-следственных связей. Использование описательных моделей является необходимым предварительным этапом при разработке математических моделей, когда формализуется их структура и функциональные связи и параметры.

*Математические модели*

Преимущества математических моделей в том, что эти модели интерпретируются логически однозначным образом, характеризуются точностью и высокой степенью абстрактности. Недостатком математических моделей является высокий «порог вхождения» для исследователя, поскольку для разработки моделей требуется использование математического языка.

В математическом моделировании различают ряд параметров:

- входные параметры – измеряемые параметры, на которые нельзя воздействовать (инсоляция, осадки, ветер, неконтролируемая деятельность человека);

- управляющие параметры – параметры прямого действия, интенсивность воздействия которых контролируется (регулирование промысла, охрана окружающей среды);

- возмущающие воздействия – параметры, которые меняют входные или управляющие параметры во времени стохастично, формируя их шумовую дисперсию;

- параметры состояния – параметры, зависящие от функционирования экосистемы, результат совокупного воздействия входных, управляющих и возмущающих параметров и взаимовлияния элементов системы;

- выходные параметры – параметры, значения которых являются индикаторами состояния экосистемы.

Для целей практического использования в экосистемном анализе целесообразно выделить следующие классы математических моделей:

- эмпирико-статистические;
- аналитические;
- адаптивные;
- имитационные.

*Эмпирико-статистические модели* не требуют обязательного понимания причинно-следственных связей и подходят для описания зависимостей между элементами изучаемой системы. Данные модели базируются на использовании простой и множественной линейной и нелинейной корреляции и регрессии, дисперсионного, дискриминантного и факторного анализа, марковских процессов, байесовских вероятностей. Широко используются методы динамической статистики: корреляционный, ковариационный, спектральный метод анализа, анализ весовых и передаточных функций. Эти модели являются необходимой базой для формирования моделей других типов.

Основу *аналитического моделирования* составляют дифференциальные уравнения. Эти модели отражают наиболее существенные причинно-следственные связи в экосистеме.

*Адаптивные модели* предполагают использование принципов самоорганизации, генетических алгоритмов, нейросетевых конструкций, экспертных систем, элементов искусственного интеллекта. Как правило, такие модели используются как «черный ящик», когда ничего неизвестно о структуре системы, а есть только информация о входе и выходе системы.

*Имитационные модели*, задачей которых является как можно более точное описание определенной экосистемы. Данные модели позволяют решать прогнозные задачи. Эти модели воспроизводят динамические свойства исследуемых системы с использованием численных методов и вычислительных устройств. Имитационные модели экосистем конструируются как иерархические динамические балансовые структуры блочного типа. Блоки, входящие в имитационную модель, являются субмоделями, каждая из которых может быть реализована различными математическими и программными способами.

Таким образом, для проведения экосистемного анализа сложно организованных экосистем и решения для них прогностических задач, предпочтительнее использовать имитационное моделирование.

Особый интерес для экосистемного анализа и математического моделирования представляет уникальный по своей потенциальной рыбопродуктивности водный объект – Азовское море. Для Азовского моря в 70-х гг. XX в. была разработана математическая модель – «Имитационная система «Азовское море»», созданная коллективом ученых Ростовского госуниверситета и Азовского НИИ рыбного хозяйства под руководством И.И. Ворovichа и Ю.А. Жданова [4]. Азовское море в имитационной системе было разделено сначала на 7 районов (камер), затем их количество было увеличено до двух десятков и более, что было обусловлено отличием химико-биологических характеристик указанных камер, а также предполагаемой однородностью самих камер. Состояние экосистемы в каждой камере описывалось вектором состояния, компоненты которого являлись значениями концентраций различных веществ в воде и биомасс популяций гидробионтов. Компоненты вектора состояний моделировались в системе с временным шагом равным 5 суткам. Система состояла из 16 основных блоков, в том числе: «Внешние факторы» (погода, речной сток, поступление биогенов и т.п.), «Динамика вод» (водообмен между районами моря и между Азовским морем и Черным морем), «Биогенные элементы», «Кислород», «Качество вод», «Фитопланктон», «Зоопланктон», «Бентос», «Бычки», «Судак», «Лещ», «Осетровые», «Тарань», «Хамса», «Тюлька», «Прочие рыбы». Имитационная система показала свою работоспособность и достаточно значимые прогностические способности [2]. В то же время, за сорок лет, прошедших со времени создания имитационной модели, структура экосистемы Азовского моря значительно изменилась, появилось несколько видов-вселенцев, существенно изменивших связи между трофическими уровнями, практически полностью исчезли осетровые рыбы.

В ФГНБУ «АзНИИРХ» ведется разработка имитационной модели Азовского моря, построенной на совместном применении процессно-ориентированного (дискретно-событийного), системно динамического и агентного подходов. Модель интегрирует многолетние наблюдения за водными биоресурсами и средой их обитания, что позволит комплексно оценить состояние экосистемы Азовского моря, и станет основой для разработки стратегии освоения его биоресурсов. Имитационная модель реализуется в виде компьютерной программы, созданной в специализированной программной среде с интерактивным управлением, возможностью «проигрывания» различных сценариев и фиксации выходных параметров модели для их дальнейшего углубленного анализа специализированными статистическими программами.

### **Библиографический список**

1. Горстко А.Б. Математическая модель экосистемы Азовского моря. М.: Знание, № 8. 1979. 64 с.
2. Захаревич В.Г., Сухинов А.И. Математическое моделирование универсальная методология анализа и прогноза экосистемы Азовского моря // Изв. ТРТУ. Вып. 2. 2001. С. 3-13.
3. Дулепов В.И., Лескова О.А. Экосистемный анализ: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2006. 200 с.
4. Рациональное использование водных ресурсов бассейна Азовского моря. Математические модели / под ред. И.И. Воровича. М.: Наука, 1981. 360 с.

A.N. Bogachev, V.N. Belousov, D.F. Afanasyev S.N. Kulba  
AzNIIRKH, Rostov-on-Don, Russia

### **INTEGRATED ASSESSMENT OF WATER ECOSYSTEMS AND THEIR MODELLING AS THE BASIS FOR ECOSYSTEM APPROACH TO FISHERIES**

*To forecast the stock dynamics of aquatic biological resources and the volumes of their possible catch it is expedient to take into account the entire complex of factors that characterize the state of the aquatic ecosystem. Simulation modelling, based on the representations and relationships revealed during the development of empirical-statistical models, is shown to be preferred for the purposes of the analysis of complex ecosystems and solution of practical problems.*

УДК 639.252; 597.514.1

И.В. Боркин, И.А. Пожинская, А.Ф. Кузнецов  
ФГБНУ «ГосНИОРХ им. Л.С. Берга»,  
Санкт-Петербург, Россия

### **ПРОМЫСЕЛ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ШПРОТЫ (КИЛЬКИ) В РОССИЙСКИХ ВОДАХ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В 2017 Г.**

*Приводятся сведения о распределении шпроты (*Sprattus Sprattus balticus*, Schneider, 1904) в российских водах Финского залива в 2017 г. Рассматриваются динамика ее уловов в восточной части залива в период 1949–2017 гг. и основные биологические характеристики вида в весенний и осенне-зимний периоды 2017 г.*

Эколого-биологические характеристики шпроты представлены по материалам, собранным пелагическим тралом в марте-мае и октябре-декабре 2017 г. в ходе промысловой путины балтийской сельди в акватории центральных участков восточной части Финского залива (прибрежная часть островов Большой и Малый Тютерс, Гогланд, Мощный).



Собранный материал обрабатывался по стандартным методикам [1; 10]. Для определения возраста использовались жаберные крышки и отолиты с дальнейшим просмотром под биноклем при 10-60-кратном увеличении [13].

Финский залив Балтийского моря омывает берега России, Финляндии и Эстонии. К водам Российской Федерации относится часть акватории залива от 59°40' до 60°20' с.ш., восточнее 26°30' в.д. Промысел смешанных скоплений салаки и шпроты начинается, как правило, после разрушения льда в конце февраля–марте и продолжается до мая-июня. Осенью – с октября по декабрь, часто до середины января до установления ледостава в районе лова. Протяженность данного района составляет около 110 км, ширина – до 131 км. Глубины в восточном районе варьируют от 20-40 м у северных берегов до 50-75 м в центральной части акватории [11].

Ихтиофауна восточной части Финского залива включает более 29 видов [9; 12], среди которых наибольший интерес представляют балтийская сельдь, шпрота, корюшка, ерш, судак и некоторые другие виды. При этом на долю морских видов приходится в среднем от 61 до 85 % годового улова [12]. Шпрота является вторым по численности после салаки промысловым объектом и добывается вместе с ней в качестве прилова. Доля данного вида в улове по Финскому заливу в 2017 г. составила 7,3 %. Удельный вес шпроты в общих уловах рыбохозяйственных организаций Ленинградской области обычно составляет от 5 до 15 %, (1-2 тыс. т), достигая в отдельные годы 35–40 % и более [5].

Шпрота – пелагическая рыба, суммарный вылов тралами которого в Балтийском море и западном районе Финского залива достигает 70 %. Здесь же происходит формирование запаса данного вида. Распространение шпроты на восток ограничено температурой воды в зимний период ниже 2,5 °С и содержанием растворенного кислорода менее 1,5 мл/л, после зимовки – температурой воды 4 °С, необходимой для созревания гонад в преднерестовый период [6; 8].

Наибольшие уловы шпроты на акватории Финского залива наблюдались, в основном, в годы интенсивного прогрева водных масс в летний период с последующей продолжительной и теплой осенью, как это было в 2009–2011 гг. При этом максимальные уловы отмечались вдоль западной морской границы с Эстонией, в районе островов Большой и Малый Тютерс, Мощный и Гогланд [4].

Встречаемость данного вида в восточном районе залива зависит от его численности в Центральной и Западной частях Балтийского моря и в западной части Финского залива [6; 7; 8]. Интенсивность нагульных миграций кильки в восточном направлении определяется также активностью проникновения более соленых морских водных масс в придонных слоях залива из Балтики. Так один из максимумов очередной фазы осолонения залива наблюдался со второй половины 1970-х до начала 1980-х гг., в результате чего значительно возросли уловы большинства морских видов рыб в восточной части Финского залива и, прежде всего, шпроты – 10–16 тыс. т [2; 12] (рис. 1).

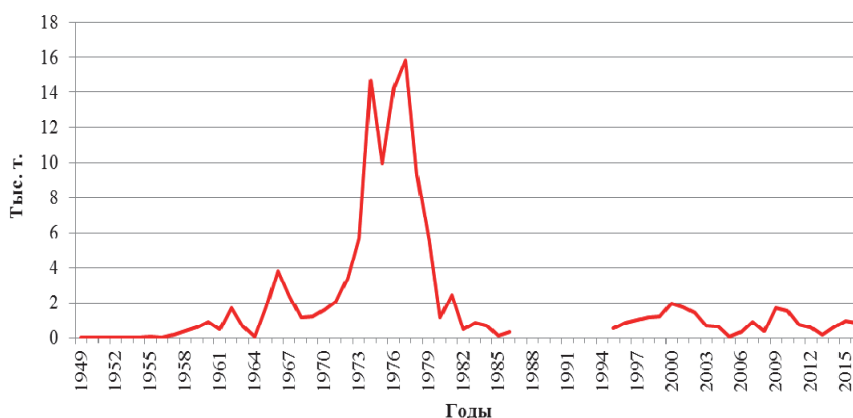


Рис. 1. Вылов шпроты в восточной части Финского залива в 1949–2017 г., тыс. т [5]

Анализ уловов и влияющих на них факторов за ряд лет показывает, что объем вылова шпроты в восточной части Финского залива зависит от урожайности поколений данного вида в его западной части и Балтийском море, интенсивности промысла, достоверности статистических данных по уловам, а также от условий среды. После 1981 г. объем вылова шпроты не превышал 2,1 тыс. т. Максимальные уловы наблюдались в 2000-2001 и 2009-2010 гг., что совпадало с пиками вылова кильки в западной части Финского залива и в Балтике [5; 7]. В 2017 г. в восточной части Финского залива было добыто 810 т шпроты при общем вылове по всему заливу 11043 т.

Анализ динамики промысла в 2017 г. показал, что основная масса шпроты была добыта в ноябре – 53,1 % от годового вылова, в апреле улов составил 12,8 %, в октябре – 13,6 %, в декабре – 16,2 % (рис. 2).

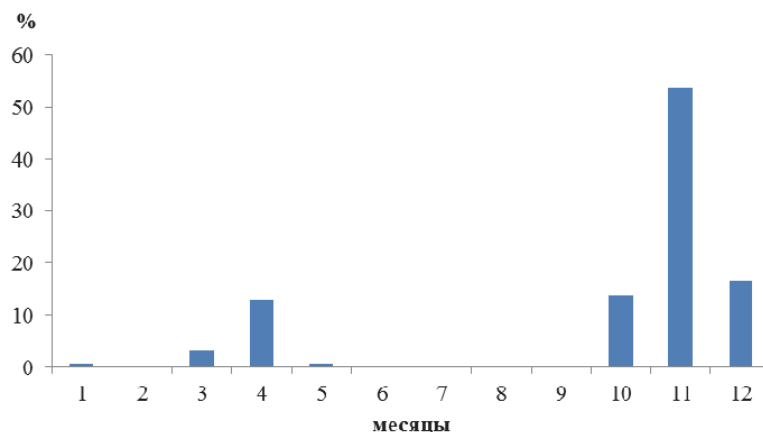


Рис. 2. Динамика помесечных уловов шпрота в 2017 г, %

Исследования показали, что ледовая обстановка в весенний период 2017 г. позволила приступить к промыслу рыбы лишь с конца второй декады марта на акватории вокруг овов Мощный и Большой Тютерс (рис. 3). Максимальные уловы отмечались восточнее овов Мощный и Большой Тютерс.

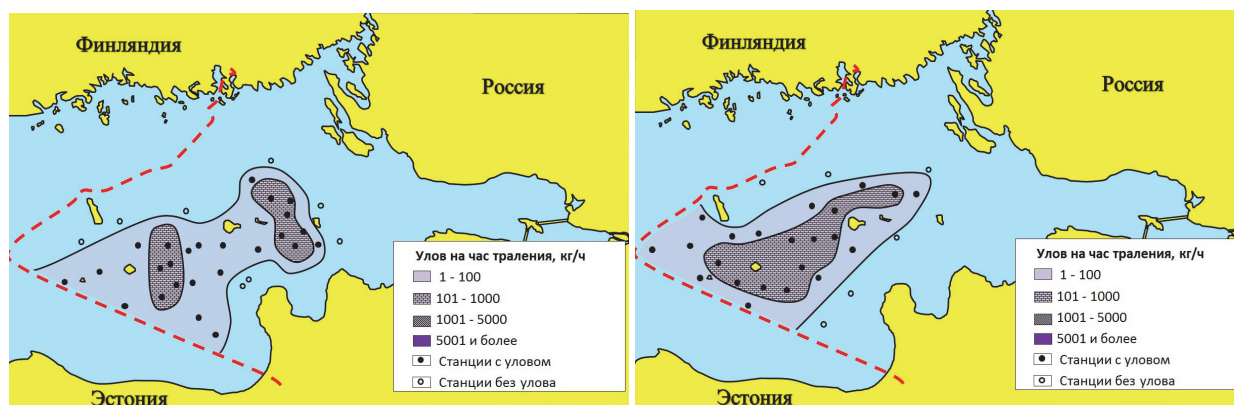


Рис. 3. Распределение шпроты в восточной части Финского залива Балтийского моря по данным траловых уловов в марте (слева) и апреле (справа) 2017 г., кг/ч траления

Смешанные скопления сельди и шпроты удерживались в основном на участках свала глубин 40-65 м. Наиболее результативным промысел в этот период традиционно был в ночное время, когда рыба распределялась в слоях 5-15 м, фиксируясь гидроакустической аппаратурой в виде хорошо оформленной дорожки с отдельными включениями плотных стай. Днем малоподвижные скопления вертикальным развитием 5-10 м и протяженностью 0,5–1,5 мили зависали над грунтом.

Уловы шпроты варьировали от 0,01 т до 1,26 т за 2-14 часа траления, составляя в среднем 0,57 т за 6–8 часов. Производительность лова в среднем составляла 0,05–0,12 т/ч, достигая периодически 0,26–0,31 т/ч траления. Доля рыбы в смешанных скоплениях составляла в среднем 2–3 %. Вылов не превысил 25 т.

В апреле акватория промысла незначительно расширилась в западном направлении – от прибрежных участков вокруг о-вов. Мощный и Большой Тютерс до о. Малый Тютерс. Наибольшие уловы шпроты наблюдались в прибрежье о. Большой Тютерс и северо-западнее о. Мощный (см. рис. 3).

Поведение и распределение рыбы несколько изменилось. Плотность скоплений шпроты в течение месяца постепенно увеличивалась. В ночное время рыба удерживалась в горизонтах 5–20 м и хорошо облавливалась. По мере увеличения продолжительности светлого времени суток килька постепенно опускалась в придонные горизонты. Днем косяки удерживались на грунте или в придонных слоях.

Уловы рыбы постепенно возрастали, составляя в среднем 0,09–0,15 т/ч при продолжительности траловой операции от 5 до 15 часов (в основном 8–10 ч). В целом же уловы увеличились до 2,4 т за траление (в основном 1,2–1,5 т). Доля рыбы в смешанных скоплениях составляла в среднем 5–6 %. Вылов за апрель составил 104 т.

Промысловая обстановка в мае значительно ухудшилась. По мере увеличения продолжительности светлого времени суток рыба чаще держалась рассеянно и удерживалась больше в придонных горизонтах. Производительность вылова шпроты снижалась от 0,22 т до 0,04 т за 6–18 ч траления, составляя в среднем 0,008–0,01 т/ч. 19 мая промысел был прекращен. Вылов шпроты за май составил лишь 5 т. Его доля в смешанных скоплениях составляла в среднем 1 %.

Наблюдения показали, что весной 2017 г. в исследуемом районе встречалась шпрота длиной от 7,6 до 13,1 см (в среднем 10,3 см) в возрасте 1–4 года. Масса рыб изменялась от 2,0 до 15,0 г (средняя масса – 6,6 г). Основу уловов составляла рыба длиной 8,0–12,4 см в возрасте 2 (55,5 %) и 3 (25,0 %) года поколений 2014–2015 гг.

Рыба преимущественно имела гонады во 2-й стадии зрелости (63,9 %) и практически не питалась. Относительная доля созревающих особей составляла 27,8 %, ювенильных – 8,3 %. Соотношение полов в уловах составляло 48,5 % и 51,5 % с преобладанием самцов [5]. По ряду более ранних исследований, шпрота созревает в возрасте двух лет (1+) и на втором году вступает в промысел [1; 3; 8]. Таким образом, в исследуемом районе преднерестовых особей данного вида не наблюдалось, а созревание рыб происходило значительно позднее, чем в западной части Финского залива и на Балтике, где в марте в уловах преобладают созревающие особи, а в апреле – зрелые и нерестующие рыбы [1; 5].

Осенний лов смешанных скоплений шпроты и салаки был начат 10 октября в южной акватории о-вов Малый и Большой Тютерс, а также на участках к востоку от о. Большой Тютерс (рис. 4). Максимальный вылов был отмечен к югу от о. Малый Тютерс (10,5 т кильки за час траления). Уловы варьировали от 2,1 т до 10,5 т (в среднем 6–10 т) за 4–8 ч траления. Производительность промысла шпроты составляла 1,5 т/ч. При этом килька зачастую доминировала в смешанных уловах, периодически достигая 55–65 %, но в среднем составляла 20–30 % от общей массы. Вылов шпроты в октябре составил 110 т.

Промысловая обстановка в ноябре продолжала оставаться на хорошем уровне. Район лова значительно расширился (рис. 4). Рыба удерживалась в ночное время в слоях россыпью, днем плотно ложилась на грунт и фиксировалась косяками вертикальным развитием 3–5 м. Промысел осуществлялся на участках наибольшего скопления рыбы – южнее о-вов Большой и Малый Тютерс, периодически смещаясь в восточном направлении к о. Мощный или к северу от о. Гогланд

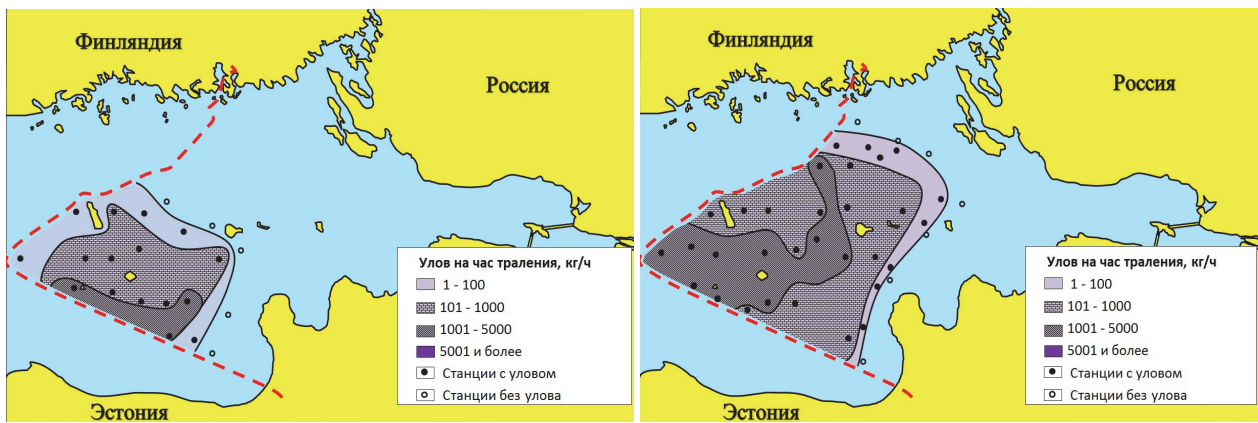


Рис. 4. Распределение шпроты в восточной части Финского залива Балтийского моря по данным траловых уловов в октябре (слева) и ноябре (справа) 2017 г., кг/ч траления

Уловы варьировали от 3,0 т до 9,1 т кильки за 3-10 часов траления, в среднем 4–8 т за 4–8 ч траления. Прилов кильки несколько уменьшился, составляя в среднем 10–24 %, иногда достигая 42 % от общей массы. Вылов шпрота за ноябрь составил 430 т.

В декабре обстановка на промысле оставалась хорошей. Корабли продолжали вести лов рыбы пелагическими травами на акватории с глубинами 50-65 м в прибрежной части о-вов Большой и Малый Тютерс в центральной части Финского залива. Периодически прослеживалось смещение района работ в восточном направлении к о. Мощный. Скопления рыбы в течение суток преимущественно удерживались в придонных слоях ближе к грунту, распределяясь в горизонтах 30–50 м.

Вместе с тем уловы шпроты к середине месяца уменьшились и варьировали от 0,4 до 1,6 т (в основном 0,7–1,2 т) за 4-12 (в среднем 6–7) ч траления. Производительность лова составляла, как правило, 0,17 т/ч траления и в отдельных случаях превышала 0,3 т/ч. К концу декабря прилов кильки еще более уменьшился, составляя 0,5–3 % от общей массы улова, а порой и вообще отсутствовал. Вылов кильки за декабрь составил 131 т.

Анализ биологических характеристик показал, что осенью 2017 г. в исследуемом районе встречались шпроты длиной от 7,4 до 13,5 см (в среднем 11,7 см) в возрасте 0+ – 4+ лет. Масса рыб изменялась от 2,5 до 17,0 г (средняя масса – 10,0 г). Основу уловов составляла рыба длиной 10,4–12,9 см в возрасте трех (59,1 %) и четырех (25,3 %) лет поколений 2014 и 2015 гг. [5].

Количество молоди длиной 7,4-10,6 см поколений 2016-2017 гг. достигало 13,7 %, что значительно меньше, по сравнению с 2016 г. Доля ювенильных особей составляла 11,0 %, незрелых – 64,0 %, а созревающих – 25,0 %. В уловах преобладали самки (60,7 %) [5].

Таким образом, шпрота в восточной части Финского залива является вторым по численности после салаки промысловым объектом и добывается вместе с ней в качестве прилова. Доля данного вида в уловах рыбохозяйственных организаций Ленинградской области обычно составляет от 5 до 15 % (1–2 тыс. т), достигая в отдельные годы 35–40 % и более (10–16 тыс. т).

Анализ уловов и влияющих на них факторов за ряд лет показывает, что объем вылова шпроты в восточной части Финского залива зависит от урожайности поколений данного вида в его западной части и Балтийском море, интенсивности промысла, достоверности статистических данных по уловам, а также от условий среды.

Наблюдения за динамикой промысла в 2017 г. показали, что основная масса шпроты была добыта в ноябре – 53,1 % от годового вылова (810 т), в апреле улов составил 12,8 %, в октябре – 13,6 %, в декабре – 16,2 %.

Проведенные исследования показали, что в течение 2017 г. шпрота в скоплениях с балтийской сельдью распределялась в центральной части Финского залива в пределах

прибрежной зоны о-вов Мощный, Большой и Малый Тютерс, Гогланд. Максимальные уловы кильки наблюдались в октябре (до 10,5 т) западнее о. Малый Тютерс вдоль границы с Эстонией).

В весенний период 2017 г. основу уловов составляла рыба длиной 8,0-12,4 см в возрасте 2 (55,5 %) и 3 (25,0 %) года поколений 2014-2015 гг. В осенне-зимний период в скоплениях встречались особи длиной 7,4-13,5 см, в основном 10,4–12,9 см в возрасте трех (59,1 %) и четырех (25,3 %) лет поколений 2014 и 2015 гг. [5].

### Библиографический список

1. Алексеев Ф.Е., Алексеева Е.И. Определение стадий зрелости гонад и изучение половых циклов, плодовитости, продукции икры и темпа полового созревания у морских промысловых рыб: метод. пособие. Калининград: АтлантНИРО, 1996. 75 с.

2. Антонов А.Е. Природная циклоэнергетика. Гидрометеорологическое и рыбопромысловое прогнозирование. СПб.: Гидрометеиздат, 2007. 216 с.

3. Апис Р.А. Возраст и рост балтийского шпрота. Рига: АВОТС по заказу БалтНИИРХ, 1986. 56 с.

4. Боркин И.В., Пожинская И.А. Промысел и биология шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* в восточной части Финского залива // Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов: матер. V Всерос. науч. конф. (21-27 мая 2017) // Тр. V междунар. балтийского морского форума. Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2017. № 6. С. 11-15.

5. Боркин И.В., Пожинская И.А. Распределение и основные биологические характеристики шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* (Schneider, 1904) в российских водах Финского залива // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования: матер. II Всерос. науч. конф. с междунар. участием. (2-4 апреля 2018 г.). СПб.: Изд-во ФГБНУ «ГосНИОРХ им.Л.С.Берга», 2018. С. 60-66.

6. Велдре И.Р. О прогнозировании состояния запасов кильки и использовании их в Северо-Восточной Балтике и Финском заливе // Рыбохозяйственные исследования в бассейне Балтийского моря. Рига, 1976. Вып.12. С. 59-88.

7. Дроздов В.В. Динамика продуктивности популяций сельдевых рыб Балтийского моря – балтийской сельди (салаки) *Clupea harengus membras* и шпрота (кильки) *Sprattus sprattus balticus* – в связи с факторами среды и промыслом // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 1. С. 52-64.

8. Крюгер Г. О некоторых причинах колебаний численности кильки в Балтийском море // Тр. ВНИРО, 1972. Т. 90. С. 131-142.

9. Кудерский Л.А. Состояние рыбного населения в восточной части Финского залива в 1946-2009 гг. в связи с природными и антропогенными факторами // Избр. тр.: Исследования по ихтиологии, рыбному хозяйству и смежным дисциплинам. – СПб.; М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2013. Т. 3. С. 57-79.

10. Методическое пособие по сбору и первичной обработке биостатистических материалов на промысловых судах в юго-восточной части Балтийского моря/ И.В. Карпушевский и др. Калининград: Атлант НИРО, 2013. 81 с.

11. Остов И.М. Характерные особенности гидрологического и гидрохимического режима Финского залива как основа его рыбохозяйственного освоения // Изв. ГосНИОРХ: Биологические и промысловые ресурсы Финского залива. 1971. Т. 76. С. 18-45.

12. Современное состояние рыбного промысла и эффективность использования сырьевой базы в Финском заливе Балтийского моря / Шурухин А.С. и др. // Тр. ВНИРО: Водные биологические ресурсы. 2016. Т. 160. 69 с.

13. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. 164 с.

I.V. Borkin, I.A. Pozhinskaya, A.F. Kuznetsov  
State Research Institute of Lake and River Fisheries named after L.S. Berg,  
St. Petersburg, Russia

## FISHERY AND DISTRIBUTION OF THE BALTIC SPRAT IN RUSSIAN WATERS OF THE GULF OF FINLAND IN 2017

*The paper presents the brief review of the distribution of the Baltic sprat (*Sprattus Sprattus balticus*, Schneider, 1904) in Russian waters of the Gulf of Finland in 2017. The dynamics of the commercial catches of the Baltic sprat during 1949-2017 is given. Also the main biological characteristics of the species in spring and autumn 2017 are presented.*

УДК 591.69-7

О.Ю. Бусарова<sup>1</sup>, М.В. Коваль<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток,  
<sup>2</sup>ФГБНУ «КамчатНИРО», Петропавловск-Камчатский, Россия

## ПАРАЗИТЫ ОБЫКНОВЕННОГО ВАЛЬКА *PROSOPIUM CYLINDRAECUM* РЕКИ ПЕНЖИНА, КАМЧАТКА

*У молоди обыкновенного валька реки Пенжина Камчатского края отмечены *Raphidascaris acus*, *Echinorhynchus cotti*, *Salmincola extensus* и метацеркарии трематод. С учетом литературных сведений, паразитофауна валька насчитывает шесть видов, включая *Zschokkella nova* и *Capriniana piscium*.*

Река Пенжина расположена на северо-западе Камчатки и впадает в Охотское море. По площади водосбора она является самой крупной рекой Камчатского края. Для эстуария р. Пенжина характерны экстремально высокие приливы – до 13 м [5]. Ихтиофауна реки насчитывает 25 видов, многие из которых имеют важное промысловое значение [6]. Между тем, сведения о паразитах рыб р. Пенжина длительное время оставались весьма скудными [7]. В последние годы возрос интерес к биоте реки, и в том числе к фауне паразитов рыб. В результате этих исследований была впервые изучена паразитофауна колымского подкаменщика [11], полупроходной трехиглой колюшки [3], камчатского хариуса [1], пенжинского омуля [2], сига-пыжьяна [10]. В данной работе приводятся сведения о паразитофауне еще одного массового вида рыб р. Пенжины – обыкновенного валька *Prosopium cylindraceum* (Pennant, 1784).

Материалом для работы послужили сборы паразитов с 25 экз. валька, отловленного в р. Пенжина в июле 2015 г. Рыбы были заморожены, и их дальнейшая обработка проводилась в лабораторных условиях. У каждой рыбы измеряли длину тела по Смитту (*FL*, мм) и массу тела (*Q*, г). На зараженность паразитами рыб обследовали методом неполного паразитологического вскрытия [4]. Видовую принадлежность паразитов устанавливали по Определителю паразитов пресноводных рыб фауны СССР (1987). Рыб не обследовали на наличие простейших в мускулатуре, на поверхности тела, плавниках и жабрах; также жабры не обследовали на моногеней. В качестве показателей зараженности использовали экстенсивность инвазии (ЭИ) – долю заражённых рыб в исследуемой выборке, %; индекс обилия (ИО) – среднее число особей паразитов, приходящееся на одну рыбу в выборке.

Нами у валька отмечено 4 вида многоклеточных паразитов: *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779), *Echinorhynchus cotti* (Yamaguti, 1939), *Salmincola extensus* (Kessler, 1868) и неопределенные два вида метацеркарии трематод. Ранее у этих рыб было зарегистрировано три вида – *Zschokkella nova*, *Capriniana piscium* [= *Trichophrya piscium*] и *Ichthyocotylurus erraticus*

[=*Tetracotyle intermedia*] [7]. Вероятно, что указываемый *I. erraticus* относится в обнаруженным нами метацеркариям. Таким образом, с учетом литературных данных, паразитофауна обыкновенного валька р. Пенжина насчитывает шесть видов.

Личинки *R. acus* локализовались на внутренних органах валька (ЭИ=8,0 %; ИО=0,16). Дефинитивные хозяева этих цестод – хищные рыбы, облигатные промежуточные хозяева – различные виды мирных рыб, паратенические хозяева – различные беспозвоночные (олигохеты, моллюски, планктонные и бентосные ракообразные, личинки водных насекомых), резервуарные хозяева – мальки рыб, беспозвоночные; не хищные рыбы могут заражаться паразитом как при заглатывании яиц и личинок непосредственно из воды или грунта, так и при поедании зараженных беспозвоночных [12].

Скребни *E. cotti* находились в кишечнике 16 % рыб, индекс обилия составлял 0,7. Промежуточные хозяева этого гельминта – амфиподы [13].

Копеподы *S. extensus* отмечены в основании плавников рыб (преимущественно брюшных). *S. extensus* – специфичный паразит сиговых рыб (Coregonidae).

На поверхностях внутренних органов (сердце, плавательный пузырь, кишечник) и в паренхиме печени обыкновенного валька и сига-пыжьяна присутствовали инцистированные метацеркарии трематод, видовая принадлежность которых нами не установлена. Рыбы выступают в качестве вторых промежуточных хозяев стрегид [9]; их церкарии активно проникают через кожу рыб и кровотоком разносятся к местам локализации.

Основу питания валька составляли личинки хирономид – 95,3 % от общего числа пищевых объектов. Оставшуюся долю составляют куколки хирономид (2,1 %) и личинки поденок (1,9 %), на все прочие объекты приходится не более 0,7 % от общего числа. Такая избирательность питания может являться причиной слабой зараженности валька паразитами. Личинки хирономид не являются обязательными промежуточными хозяевами каких-либо видов паразитов. Только скребни попадают в рыб при питании амфиподами. Все другие виды паразитов проникают в рыб контактным путем: церкарии трематод – из моллюсков, актиноспоры миксоспоридий – из олигохет, *C. piscium*, *S. extensus*, личинки *R. acus* – непосредственно из воды.

По нашим наблюдениям, для валька характерно изменение типа питания с возрастом и длиной. Самые мелкие рыбы питаются личинками хирономид, далее спектр питания расширяется за счет включения личинок поденок и веснянок, гаммарусов. В питании валька присутствовали мелкие камни. О преобладании в питании валька личинок хирономид, о наличии детрита сообщается в работе С.М. Коновалова (1971).

В целом валеки р. Пенжина характеризуются чрезвычайно бедной паразитофауной, которая включает лишь шесть видов с малой интенсивностью инвазии. Это связано с отсутствием в питании этих рыб групп бентосных и планктонных организмов, являющихся промежуточными хозяевами многих видов паразитов фауны реки.

### Библиографический список

1. Бусарова О.Ю., Коваль М.В. О разнообразии паразитов камчатского хариуса (*Thymallus arcticus mertensii*) реки Пенжина, бассейн Охотского моря // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: матер. Второй Всерос. конф. с междунар. участием, приуроченной к году экологии в России. Владивосток: ДВФУ, 2017. С. 20-21.
2. Бусарова О.Ю., Коваль М.В. Паразитофауна молоди пенжинского омуля *Coregonus subautumnalis* (река Пенжина, Камчатский край) // Биологические проблемы Севера: матер. науч. конф. Магадан, 2018.
3. Буторина Т.Е., Бусарова О.Ю., Коваль М.В. Паразитофауна полупроходной девятииглой колюшки *Pungitius pungitius* нижнего течения реки Пенжина // Паразитология. 2018. Т. 53. Вып 2. С. 214-223.

4. Быховская-Павловская И.Е.. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
5. Горин С.Л., Коваль М.В., Сазонов А.А., Терский П.Н. Современный гидрологический режим нижнего течения реки Пенжины 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.
6. Коваль М.В., Есин Е.В., Бугаев А.В., Карась В.А., Горин С.Л., Шатило И.В., Погодаев Е.Г., Шубкин С.В., Заварина Л.О., Фролов О.В., Жаравин М.В., Коптев С.В. Пресноводная ихтиофауна рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 37. С. 53-145.
7. Коновалов С.М. Дифференциация локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum). Л.: Наука, 1971. 229 с.
8. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т. 3. Паразитические многоклеточные. Ч. 2. Л.: Наука, 1987. 583 с.
9. Судариков В.Е., Шигин А.А., Курочкин Ю.В., Ломакин В.В., Стенько Р.П., Юрлова Н.И. Метацеркарии трематод – паразиты пресноводных гидробионтов Центральной России. Т. 1. М.: Наука, 2002. 297 с.
10. Федосеева В.В., Бусарова О.Ю. О паразитах сига-пыжьяна *Coregonus lavaretus pidschian* реки Пенжина // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли: матер. III Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. С. 115-118.
11. Boutorina T. E., Aseeva N. L., Koval M. V., Nguyen C. C. Parasite fauna of the bullhead *Cottus kolyomensis* from downstreams of the Penzhina and Talovka rivers (North-East Asia). *Advances in Biology & Earth Sciences*, 2(1). 2017. P. 92-102.
12. Moravec S. Studies on the development of *Raphidascaris acus* (Bloch, 1779) (Nematoda: Heterocheilidae) // *Vestnik C.S. Spolei Zool.* 1970. Vol 34. № 1. P. 33-49.
13. Nagasawa K., Egusa S. *Echinorhynchus cotti* Yamaguti, 1935 (Acanthocephala: Echinorhynchidae) in fish of the Kanita River, with a note on the life cycle // *Japan J. Parasitol.* 1981. Vol. 30. P. 45-49.

О.Ю. Бусарова<sup>1</sup>, М.В. Коваль<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia  
<sup>2</sup>KamchatNIRO, Petropavlovsk-Kamchatskiy, Russia

### THE PARASITES OF *PROSOPIUM CYLINDRAECUM* OF THE RIVER PENZHINA, KAMCHATKA

*Parasites of the whitebait Prosopium cylindraceum of the river Penzhina are described. Raphidascaris acus, Echinorhynchus cotti, Salmincola extensus and Metacercaria gen. sp. were found.*

УДК 581.524.32

Т.Е. Буторина  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### ОЦЕНКА ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ПЕНЖИНА

*Обилие органики в нижнем течении рек Пенжина и Таловка способствует разнообразию сидячих инфузорий рода Ariosota и микроспоридий и увеличению размеров спор. Связь в прошлом рек Пенжина и Колыма обеспечила проникновение в Пенжину и Таловку из Арктического бассейна сибирских видов рыб и их паразитов.*



Сохранение и рациональное использование рыбных ресурсов – актуальная и стратегически важная задача для Дальнего Востока России. Для ее решения необходимо изучить ценные в рыбохозяйственном отношении водоемы дальневосточного региона. Река Пенжина – одна из таких рек с высоким рыбохозяйственным потенциалом, крупнейшая на Камчатке и третья по величине на тихоокеанском побережье России после Амура и Анадыря. Ее длина составляет 713 км, площадь водосбора 73,5 тыс. км<sup>2</sup>. Река берет начало на Колымском нагорье и впадает в Пенжинскую губу Охотского моря. Бассейны рек Пенжина и Таловка, включая общую устьевую часть, – самый большой на Северо-Востоке Азии [1, 2].

Особенность эстуарной зоны р. Пенжина – высокие сизигийные приливы, самые мощные для рек России (более 13 м) [3, 4]. Это послужило основанием для создания проекта по использованию энергии приливов для сооружения на реке ГЭС. В результате периодических сильных течений, достигающих более 1 м/с, направленных как вверх, так и вниз по реке, на нижние участки рек Пенжина и Таловка на несколько часов заносятся эстуарные рыбы и ракообразные (изоподы, амфиподы и др.), а в Пенжинскую губу – типично пресноводные рыбы и их молодь. Осолоненная зона составляет в р. Пенжина до 30 км от устья, в р. Таловка – до 25 км [5].

Длительное время р. Пенжина оставалась слабо изученной, лишь в последние годы (2008-2014) силами ученых ВНИРО и КамчатНИРО были проведены комплексные исследования устьевой зоны реки, инвентаризация современного состава ихтиофауны и оценка запасов промысловых видов [6]. В р. Пенжина отмечено 20 видов рыб, не считая рыбообразных. Среди них – объекты потребительского и спортивно-любительского рыболовства, ценные представители сиговых, лососевых, хариусовых, корюшковых и других рыб. В недавнем прошлом в реке имели высокую численность кета *Oncorhynchus keta*, мальма *Salvelinus malma*, кунджа *S. Leucomaenis*, в настоящее время остаются многочисленными камчатский хариус *Thymallus arcticus mertensii*, эндемичный пенжинский омуль *Coregonus subautumnalis*, сибирская ряпушка *Coregonus sardinella*, валец *Prosopium cylindraceum*, сигпыжьян *Coregonus lavaretus pidschian*, зубатая *Osmerus dentex* и малоротая корюшка *Hypomesus olidus*. обыкновенная щука *Esox lucius*, речной голяк *Phoxinus phoxinus*, колымский подкаменщик *C. kolymensis*, тонкохвостый налим *Lota lota leptura*, девятииглая колюшка *Pungitius pungitius* [1].

Согласно требованиям экологической безопасности использования биоресурсов, необходимо проводить оценку эпизоотического состояния любого рыбохозяйственного водоема, как необходимую составную часть экологического мониторинга. В связи с этим, в 2015 г. нами была начата работа по паразитологическому обследованию рыб р. Пенжина, изучению видового состава паразитов, выявлению тех, которые имеют ветеринарное или медицинское значение.

Рыб для анализа отлавливали жаберной сетью и закидным мальковым неводом в нижнем течении р. Пенжина на расстоянии от 75 до 12 км от морского побережья в июле 2015 г. После замораживания рыбы были доставлены в лабораторию кафедры «Экология и природопользование» и обследованы методом полного паразитологического вскрытия. Паразитологический материал собран в результате изучения 32 экз. колымского подкаменщика, в том числе 20 экз. – из р. Пенжина и 12 экз. – из р. Таловка и 20 экз. девятииглой колюшки из р. Пенжина. Кроме того, было исследовано 27 экз. молоди камчатского хариуса из р. Пенжина [9]. Сбор и обработку материала проводили по стандартным методикам (Быховская-Павловская, 1985 [7]).

Анализ полученных результатов показал, что в р. Пенжина отмечены новые для науки виды паразитов (микроспоридии), выявлены патогенные для рыб-хозяев гельминты, которые имеют важное ветеринарное значение [8, 9, 10].

У колымского подкаменщика в реках Пенжина (20 % рыб) и Таловка (16,7 %) найдены личинки ленточных червей ремнецов рода *Schistocephalus* [8]. Плероцеркоиды располагаются непосредственно в брюшной полости рыб, вызывают общую интоксикацию организма, оказывают угнетающее действие на развитие всех внутренних органов и их

функции, особенно на размножение. Найденные нами личинки достигали длины 90 мм, которая была лишь на 20 мм меньше, чем длина самих рыб – колымских подкаменщиков.

В ткани печени колымского подкаменщика и молоди камчатского хариуса и мелких нехищных рыб р. Пенжина обнаружены личинки ленточных червей *Triaenophorus nodulosus* [8, 9]. Паразиты вызывают разрушение ткани печени, которой питаются, нарушение ее нормального функционирования, могут ускорять гибель рыб – дополнительных хозяев, но не опасны для окончательного хозяина – щуки.

При питании донными беспозвоночными рыбы р. Пенжины заражаются еще одним опасным для них печеночным паразитом – личинками нематоды *Raphidascaris acus* [8]. Это приводит примерно к тем же последствиям, что и при триенофорозе.

У рыб рек Пенжина и Таловка найдены также паразиты глаз диплостомиды [8, 9, 10] – еще одна чрезвычайно распространенная и опасная для рыб группа мелких гельминтов. Они могут вызывать разнообразные патологии глаз рыб от паразитарной катаракты до полной слепоты.

Из паразитов, имеющих медицинское значение, в нижнем течении Пенжины и Таловки у рыб единично встречаются только личинки анизакидных нематод, представляющие опасность для здоровья человека и характерные для многих видов рыб дальневосточных морей. В бассейне р. Пенжина найдены и другие паразиты, которые оказывают влияние на состояние здоровья рыб: паразиты кишечника (скребни, нематоды), мочевого и желчного пузырей, тканей жабр, мозга, внутренних органов (миксоспоридии).

Изучение паразитофауны рыб в нижнем течении рек Пенжина и Таловка [8, 9, 10] позволяет выделить наиболее важные факторы, которые определяют состав фауны паразитов рыб в этих реках и их особенности. Сидячие инфузории рода *Apiosoma* (пять из семи найденных у колымского подкаменщика видов инфузорий, или 71.4 %) питаются бактериями и приурочены к местообитаниям, богатым органикой.

У рыб, обитателей эстуарной зоны р. Пенжина, нами выявлен высокий процент миксоспоридий – 38 % всей фауны паразитов [8, 10]. Их хозяевами, кроме рыб (промежуточных хозяев), служат донные кольчатые черви-олигохеты (окончательные хозяева). Разнообразие миксоспоридий связано, на наш взгляд, со специфическими гидрологическими особенностями реки – обилием органики, высокой мутностью воды в эстуарной зоне, связанными с размывом плотных глин, которые постоянно присутствуют в грунте, активными приливно-отливными процессами [3, 4, 11]. Эти условия чрезвычайно благоприятны для червей, а интенсивное перемешивание донных осадков во время гиперприливов стимулирует выделение олигохетами актиноспор и заражение ими рыб.

Анализ наших данных свидетельствует о сходстве фауны паразитов рыб р. Пенжины с фауной р. Колымы [12, 13]. Это показывает, что, в отличие от большинства рек Охотоморского побережья, существовала длительная связь бассейна р. Пенжина с реками Восточной Сибири, т.е. с арктическим бассейном. Из Сибири в р. Пенжина проникли тонкохвостый налим, речной голец, сиговые рыбы. Часть видов паразитов рыб рек Пенжина и Таловка также имеет сибирское происхождение (*Sphaerospora cristata*, *Chloromyxum dubium*, *Myxidium macrocapsulare*).

В целом, эпизоотическое состояние нижнего течения рек Пенжина и Таловка можно оценить как относительно благополучное. Наши данные говорят об определяющем влиянии Северного Ледовитого океана на формирование фауны паразитов бассейна р. Пенжина, подтверждается, что фауна р. Пенжины в прошлые геологические эпохи во многом складывалась за счет сибирских мигрантов.

### Библиографический список

1. Коваль М.В., Есин, Е.В., Бугаев, А.В., Карась, В.А., Горин С.Л., Шатило, И.В., Погодаев, Е.Г., Шубкин, С.В., Заварина, Л.О., Фролов, О.В., Жаварин, М.В., Коптев, С.В. Пресноводная ихтиофауна рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная Камчатка) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана

на. Река Пенжина и верхняя часть Пенжинской губы (Северо-Западная Камчатка): результаты комплексных исследований 2014 г.: сб. науч. тр. КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский, 2015. Вып. 37. С. 53-145.

2. Коваль М.В., Горин С.Л., Романенко Ф.А. Условия среды и трофическая структура экосистемы гиперприливного эстуария (на примере устьев рек Пенжина и Таловка, Северо-Западная Камчатка) // Функционирование и динамика водных экосистем в условиях климатических изменений и антропогенных воздействий: матер. V междунар. конф. памяти Г.Г. Винберга. (12–17 октября 2015г.). СПб., 2015. С. 132-133.

3. Горин С.Л., Коваль М.В., Галямов Р.С., Василенко А.Н., Сазонов А.А., Терский П.Н. Гидролого-морфологические условия в гиперприливном устье реки Пенжина в теплое время года и их влияние на водную биоту // Морские исследования и образование: матер. IV междунар. науч.-практ. конф. М.: МГУ, 2015. С. 399-401.

4. Горин С.Л., Коваль М.В., Сазонов А.А., Терский П.Н. Современный гидрологический режим нижнего течения реки Пенжины и первые сведения о гидрологических процессах в ее эстуарии (по материалам экспедиции 2014 г.) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Река Пенжина и верхняя часть Пенжинской губы (Северо-Западная Камчатка): результаты комплексных исследований 2014 г.: сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 37. (Ю.П. Дьяков и др.). Петропавловск-Камчатский, 2015. С. 33-52.

5. Коваль М.В., Горин С.Л., Калугин А.А. Экологическая характеристика сообщества молоди рыб и нектобентоса гиперприливного эстуария рек Пенжина и Таловка (Северо-Западная Камчатка) в августе 2014 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Река Пенжина и верхняя часть Пенжинской губы (Северо-Западная Камчатка): результаты комплексных исследований 2014 г.: сб. науч. тр. КамчатНИРО. (Ю. П. Дьяков и др.). Петропавловск-Камчатский, 2015. Вып. 37. С. 164-191.

6. Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Река Пенжина и верхняя часть Пенжинской губы (Северо-Западная Камчатка): результаты комплексных исследований 2014 г.: сб. науч. тр. КамчатНИРО. (Ю.П. Дьяков и др.). Петропавловск-Камчатский, 2015. Вып. 37. С. 191.

7. Быховская-Павловская И. Е. Паразиты рыб: руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.

8. Boutorina T.E., Aseeva N.L., Koval M.V., Nguyen C.C. Parasite fauna of the bullhead *Cottus kolyomensis* from downstreams of the Penzhina and Talovka rivers (North-East Asia) // Advances in Biology and Earth Sciences. 2017. Vol. 2. №1. P. 92-102.

9. Бусарова О.Ю., Коваль М.В. О разнообразии паразитов камчатского хариуса (*Thymallus arcticus mertensii*) реки Пенжина, бассейн Охотского моря // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: матер. Второй всерос. конф. с междунар. участием, приурочен. к году экологии в России. (3-4 окт. 2017). Владивосток: ДВФУ, 2017. С. 20-21.

10. Буторина Т. Е., Бусарова О. Ю., Коваль М. В. Паразитофауна полупроходной девятиглазой колюшки *Pungitius pungitius* нижнего течения реки Пенжина // Паразитология. 2018. Т. 52. Вып. 3. С. 214-223.

11. Романенко Ф.А. Рельеф и рыхлые отложения нижнего течения реки Пенжины и прилегающей части Пенжинской губы / под ред. Ю.П. Дьякова // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Река Пенжина и верхняя часть Пенжинской губы (Северо-Западная Камчатка): результаты комплексных исследований 2014 г.: сб. науч. тр. КамчатНИРО. Петропавловск-Камчатский, 2015. Вып. 37. С. 7-20.

12. Пугачев О.Н. Паразиты пресноводных рыб Северо-Востока Азии. Л.: Наука, 1984. 155 с.

13. Однокурцев В.А. Паразитофауна рыб пресноводных водоемов Якутии. Новосибирск: Наука, 2010. 152 с.

T.E. Boutorina  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## ASSESSMENT OF THE PARASITOLOGICAL SITUATION IN THE PENZHINA RIVER DOWNSTREAM

*The abundance of organic matters in the Penzhina and Talovka downstreams are favourable for variety of settled infusoria of genus Apiosoma and the myxosporean parasites, and also affect the increase in spore size. The connection between the Penzhina and Kolyma rivers in the past promoted the penetration into Penzhina and Talovka rivers Siberian species of fish and their parasites from the Arctic basin.*

УДК 594.124:639.4(262.5)

О.Ю. Вялова  
ФГБУН «ИМБИ им. А.О. Ковалевского», Севастополь, Россия

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫРАЩИВАНИЯ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS*, ЗАВЕЗЕННОЙ ИЗ ПРИМОРЬЯ В ЧЕРНОЕ МОРЕ (ОЗЕРО ДОНУЗЛАВ, КРЫМ)

*Было показано, что дальневосточная устрица *Crassostrea gigas* хорошо адаптируется в условиях о. Донузлав (Черное море, Крым), демонстрируя высокую выживаемость и рост. В течение первого года около 20 % моллюсков достигают товарных размеров, что увеличивает экономическую рентабельность морских ферм. Молодь устрицы из Приморья рекомендуется в качестве объекта марикультуры Черноморского региона.*

Морская аквакультура Крыма в основном представлена фермами по выращиванию двустворчатых моллюсков – мидий и устриц. В некоторых районах Черного моря эти объекты культивируются совместно на мидийно-устричных фермах. Это позволяет получать урожай морепродуктов практически круглогодично. В периоды нереста черноморской мидии, когда моллюски теряют свою коммерческую и вкусовую привлекательность, сбор и продажа устрицы может продолжаться. Спат (молодь) мидий собирается на коллекторах непосредственно в море, а посадочный материал устрицы необходимо закупать и доращивать в садках до товарных размеров. Важными для будущего урожая устриц являются подбор молодежи, ее качество и размер, сроки и условия «зарыбления».

Соленость Черного моря 17–18 ‰, что значительно ниже солености вод Мирового океана. Для тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* такая соленость является нижним оптимумом для роста и размножения [1]. Основные поставщики молодежи *C. gigas* (питомники, морские фермы и т.д.) располагаются в районах с соленостью около 30 ‰ и выше (Бискайский залив, Ла-Манш, Японское море и т.д.). Опыт работы морских хозяйств показал, что завезенный спат данного вида хорошо адаптируется к условиям Черного моря, демонстрирует быстрый рост и достижение товарных размеров в течение 1,5–2 лет [2, 3, 4, 5].

Традиционными поставщиками спата *C. gigas* являлись европейские устричные питомники и фермы, которые предлагают посадочный материал различного возраста и плоидности (диплоидных и триплоидных устриц). Санкционные явления в экономике последних лет повлияли на развитие марикультуры Крымского полуострова. Действующие фермы нуждались в новых поставщиках спата устрицы, в первую очередь российского.

Данная работа описывает некоторые результаты процесса адаптации и выращивания дальневосточной устрицы из Приморья в озере (лимане) Донузлав, который представляет собой полузакрытый залив Черного моря, расположенный на западном побережье Крыма. В декабре 2015 г. прибыла первая партия сеголетков *C. gigas*. Устрицы размером 40–50 мм и средней массой  $12,5 \pm 1,3$  г размещались в пластиковых садках размером 50 см x 100 см с

ячеей 9 мм. Плотность посадки 150–200 шт. на 1 садок. Температура воздуха была 10 °С, температура морской воды – 7 °С. При таких погодных условиях дополнительной температурной адаптации моллюсков не проводилось. Известно, что нижней термической границей (биологическим нулем) для роста тихоокеанской устрицы в Черном море является температура, близкая к 11 °С. При переходе температуры ниже этой величины рост моллюсков полностью прекращается [1]. Таким образом, низкая температура воды в Донузлаве при «зарыблении» позволила минимизировать негативные явления при акклиматизации дальневосточной устрицы к новым условиям обитания.

В марте-апреле 2016 г. начался значительный линейный рост раковины, средние значения составили  $79,3 \pm 7,6$  мм и  $84,3 \pm 8,3$  мм соответственно. Были зафиксированы экземпляры с максимальными размерами 101 мм. Очевидно, быстрый линейный рост *C. gigas* был вызван повышением температуры морской воды в весенний период до 13–15 °С и развитию фитопланктона. В дальнейшем раковинный рост замедлился, и началось накопление массы моллюсков.

Скорость роста тихоокеанской устрицы в Черном море заметно изменяется: моллюски наиболее интенсивно растут весной и осенью, а замедление роста приурочено к зимнему и частично летнему периодам года. Из литературы известно, что наиболее часто замедление или полная остановка линейного роста обусловлены низкой температурой воды и репродуктивными процессами [2, 3]. Скорость роста *C. gigas* характеризуется высокой индивидуальной вариабельностью [3, 5], поэтому товарных размеров моллюски достигают не одновременно. Для оптимизации процесса выращивания и контроля качества двустворчатых морепродуктов проводят несколько сортировок моллюсков в год. Подросшая устрица распределяется по размерным группам и снова отправляется в садки.

Так, в июне 2016 г., т.е. через 6 месяцев после высадки дальневосточных устриц в Черное море, наибольшее количество составляли особи массой 20–35 г (54 %), < 20 г составляли около трети всего количества, а массой 35–55 г – лишь 13 % (рис. 1).

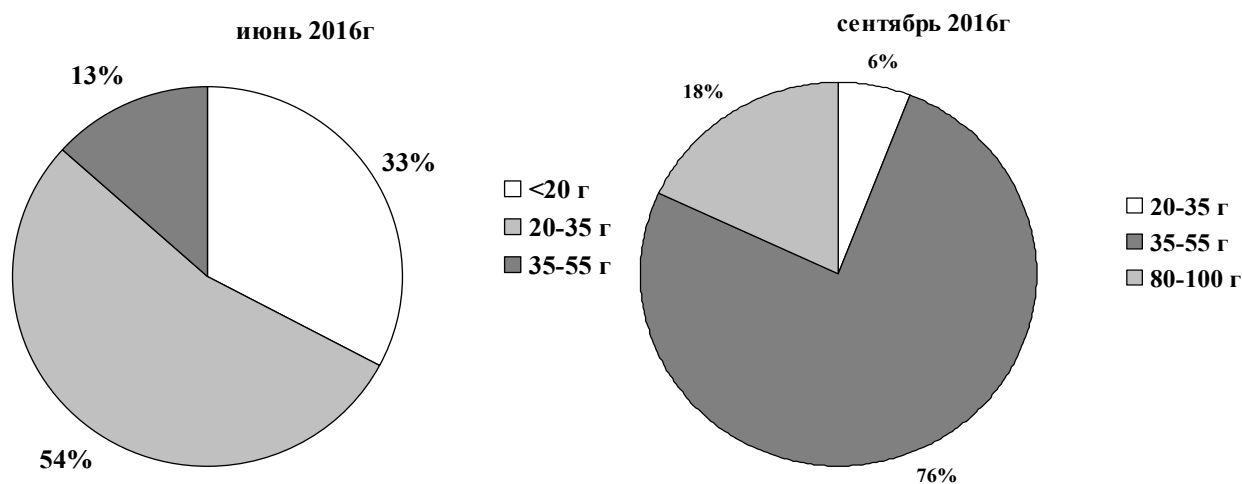


Рис. 1. Процентное соотношение устриц *C. gigas* с разной массой тела в июне, сентябре 2016 г.

Благоприятные условия летнего периода привели в заметному росту массы *C. gigas*. Температура морской воды находилась в пределах 22–25 °С. Результаты показали, что к сентябрю 2016 г. доля особей с массой 35–55 г увеличилась с 13 % до 76 % от общего количества, а 18 % устриц уже достигли товарных размеров 80–100 г. Дальневосточная устрица, выращенная в Крыму, по мнению экспертов, отличалась хорошей наполняемостью мясом и отличными вкусовыми качествами.

Природные и погодные условия озера Донузлав в осенне-зимний период 2016 г. обеспечили дальнейший рост устрицы в садковой мариккультуре, все особи увеличились в размерах и накопили массу. В декабре 79 % *C. gigas* весили 40–60 г, остальные – 60–80 г (рис. 2).

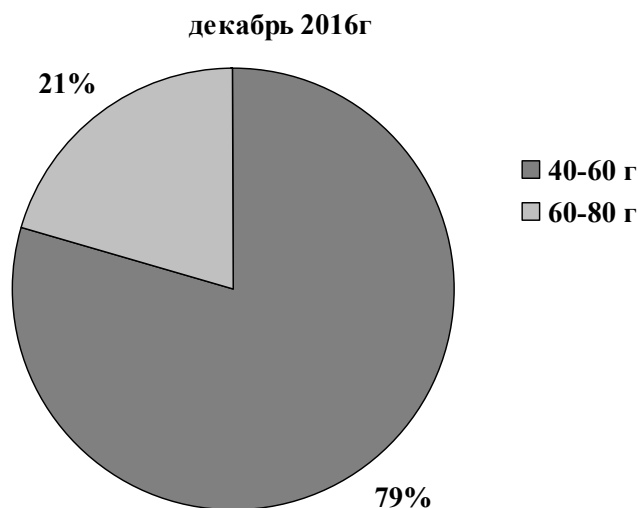


Рис. 2. Процентное соотношение устриц *C. gigas* с разной массой тела в декабре 2016 г.

Выживаемость является критерием адаптации любого моллюска к новым условиям обитания. На выживаемость и рост устрицы влияют множество факторов, выделить какой-то основной сложно. Для устриц разного возраста благоприятные и негативные факторы могут быть разными, в том числе и форс-мажорные. По нашему мнению, тихоокеанская устрица из Приморья сталкивается с такими новыми факторами, как пониженная соленость, значительные годовые колебания температуры морской воды (от 0 до 25 °С), состав фитопланктона. Нами была оценена выживаемость дальневосточной *C. gigas*. За первую половину года этот показатель составил 91,7 %, к концу – 82 %. Это свидетельствует о том, что дальневосточная устрица хорошо адаптировалась к условиям озера Донузлав.

Практически вся дальневосточная устрица имела удлиненную форму и выраженную слоистость раковины. При открывании у 70 % моллюсков створки легко крошились (рис. 3).



Рис. 3 Образцы слоистости и хрупкости створок устрицы *C. gigas*, полученной из Приморья в декабре 2015 г.

В процессе содержания данных устриц в Черном море, нами было отмечено постепенное укрепление створок и к июню их кальцификация была в норме у 90 % моллюсков.

Таким образом, на основании наших результатов можно говорить о том, что дальневосточная устрица *C. gigas* хорошо адаптируется в условиях озера Донузлав, демонстрируя высокие выживаемость и рост. В течение первого года около 20 % моллюсков достигают товарных размеров, что увеличивает экономическую рентабельность использования данного вида в качестве объекта марикультуры Черноморского региона.

### Библиографический список

1. Золотницкий А.П. Экологические закономерности роста тихоокеанской устрицы в различных районах Черного моря // Рыб. хоз-во Украины. 1999. № 2. С. 37-39.
2. Золотницкий А.П., Моница О.Б. Рост и продукция Японской устрицы (*Grassostrea gigas* Thunberg), акклиматизированной в Черном море // Экология моря. 1992. В.41. С. 77-80.
3. Орленко А.Н. Гигантская устрица (*Grassostrea gigas* Thunberg) как объект акклиматизации и основные этапы ее трансплантации в Черное море // Зоол. журнал. 1994. Т. 73. Вып. 1. С. 51-54.
4. Вялова О.Ю. Первые результаты выращивания триплоидной тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в Черном море (южный берег Крыма) // Экология моря. 2010. Вып. 79. С. 37-43.
5. Вялова О.Ю. Размерность спата тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* и плотность размещения при садковом выращивании в Черном море // Тр. ЮгНИРО. 2012. № 50. С. 256-261.

O.Yu. Vyalova  
IMBR, Sevastopol, Russia

### SOME RESULTS OF CULTIVATION OF OYSTERS *CRASSOSTREA GIGAS*, RECEIVED FROM THE PRIMORYE TO THE BLACK SEA (LAKE DONUZLAV, CRIMEA)

*It was shown that the Far Eastern oyster Crassostrea gigas adapts well in the conditions of Lake Donuzlav (Black Sea, Crimea), demonstrating high survival and growth. During the first year, about 20 % of mollusks reach marketable sizes, which increases the economic profitability of the shellfish farms. Young oysters from Primorye can be recommended as an object of mariculture of the Black Sea region.*

УДК 639.1

В.И. Габрюк, А.Н. Бойцов, Е.В. Осипов  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО И ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСКРЫТИЯ РАЗНОГЛУБИНЫХ ТРАЛОВ

*Изложена методика расчёта оснастки разноглубинных тралов. Приведены математические модели, позволяющие определять параметры траловых досок, гидродинамических щитков (ГДЩ), распределённых и сосредоточенных грузов, обеспечивающих проектные значения горизонтального и вертикального раскрытия устья трала.*

Уловистость разноглубинного трала в значительной степени определяется горизонтальным  $B_v$  и вертикальным  $H_v$  раскрытием его устья и скоростью траления. Горизон-

тальное раскрытие устья трала обеспечивается траловыми досками 10, а вертикальное – оснасткой его устья гидродинамическими щитками 1, крепящимися к верхней подборе 5 в районе гужа, а также грузами: распределенными 2 (якорные цепи) и сосредоточенными 3 (грузы углубители), крепящимися к нижней подборе 4 (рис. 1).

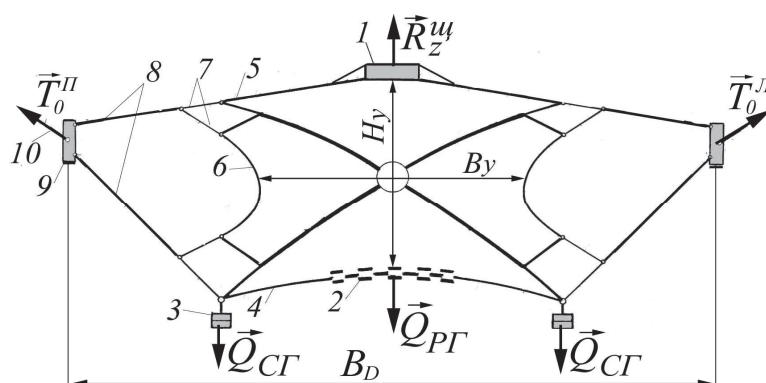


Рис. 1. Разноглубинный канатный трал – midwater trawl (вид спереди):

1 – оснастка верхней подборы (гидродинамический щиток, ГДЩ, kite); 2 – оснастка нижней подборы распределённым грузом (якорные цепи, anchor chain); 3 – оснастка нижней подборы сосредоточенными грузами (грузы-углубители, weight); 4 – нижняя подбора (footrope); 5 – верхняя подбора, headline; 6 – боковая подбора (side rope); 7 – голые концы верхней (headline leg) и боковой (siderope leg) подбор; 8 – кабели (bridles); 9 – траловая доска (trawl door); 10 – ваер (warp)

Вопросами моделирования оснастки разноглубинных тралов занимались многие исследователи, начиная с Ф.И. Баранова [1]. На Дальневосточном бассейне подробные теоретические и экспериментальные исследования параметров оснастки трала выполнены группой исследователей Дальрыбвтуза и ТИНРО [2–5, 7, 8].

Необходимо определить площадь траловой доски в плане  $S$ , подъёмную силу гидродинамического щитка (ГДЩ)  $R_z^щ$ , вес в воде распределённого груза  $Q_{PG}$  и весов в воде сосредоточенных грузов  $2Q_{CG}$ , обеспечивающих заданные горизонтальное  $B_y$  и вертикальное  $H_y$  раскрытия устья трала.

Математическая модель оснастки разноглубинных тралов содержит гидродинамическое сопротивление трала и его элементов. Сопротивление сетной оболочки трала  $R_x^{CO}$  определяется по формуле И. Ньютона

$$R_x^{CO} = C_x^{CO} \frac{\rho V^2}{2} S_H^{(-)}, \quad (1)$$

где  $\rho$  – плотность морской воды;  $V$  – скорость траления;  $S_H^{(-)}$  – затенённая площадь сетной оболочки трала без учёта ячей, забираемых в шворочный шов;  $C_x^{CO}$  – коэффициент гидродинамического сопротивления сетной оболочки трала, определяемый по эмпирической формуле Жукова-Лунина [6]

$$C_x^{CO} = 0,07 + 3,6 S_y / S_\phi^{(-)}. \quad (2)$$

Здесь  $S_y$  – площадь входного устья трала;  $S_\phi^{(-)}$  – фиктивная площадь сетной оболочки трала без учёта ячей, забираемых в шворочный шов.



Принимаем, что устье в процессе траления имеет форму, близкую к прямоугольнику, со сторонами  $H_V$  и  $B_V$ , поэтому

$$S_V = H_V B_V,$$

где  $B_V, H_V$  – горизонтальное и вертикальное раскрытие входного устья трала.

Если принять, что форма устья трала близка к эллипсу, то

$$S_V = \pi H_V B_V / 4 = 0,785 H_V B_V.$$

Расчёт сопротивления трала выполняется для оптимальных скоростей траления.

Для определения параметров оснастки верхней подборы трала необходимо знать сопротивление его верхней пласти  $R_X^{B\Pi\Pi}$  и сопротивление кабелей  $R_X^K$ . Если все пласти трала одинаковы, то их сопротивление определяются по формуле

$$R_X^{B\Pi\Pi} = R_X^{H\Pi\Pi} = R_X^{B\Pi\Pi} = R_X^{B\Pi\Pi} = R_X^{CO} / 4. \quad (3)$$

Для тралов с разными пластинами принимаем, что коэффициент сопротивления для всех пластей одинаков, и такой, как у всего трала, то есть определяется по формуле (2). Поэтому сопротивления верхней, нижней, боковой пластей определяются по формуле

$$R_X^{B\Pi\Pi} = C_X^{CO} \frac{\rho V^2}{2} S_H^{B\Pi\Pi(-)}, (B, H, B). \quad (4)$$

Здесь  $(B, H, B)$  – символ круговой перестановки индексов;  $S_H^{B\Pi\Pi(-)}$  – затенённая площадь верхней пласти трала без учёта ячей, забираемых в шворочный шов.

Гидродинамическое сопротивление кабелей равно сумме сопротивлений верхних и нижних кабелей:

$$R_X^K = 2R_X^{BK} + 2R_X^{HK}.$$

Сопротивления верхнего  $R_X^{BK}$  и нижнего  $R_X^{HK}$  кабелей определяются по формулам:

$$R_X^{BK} = C_X^{BK} \frac{\rho V^2 B}{2} d_K^B l_K^B, (B, H). \quad (5)$$

Здесь  $d_K^B, l_K^B$  – диаметр и длина верхнего кабеля;  $C_X^{BK}$  – коэффициент сопротивления верхнего кабеля, определяемый по формуле

$$C_X^{BK} = 0,449 \sin^2 \alpha_K^B + 0,550 \sin^4 \alpha_K^B + 0,023 \cos^2 \alpha_K^B, (B, H).$$

Здесь  $\alpha_K^B$  – угол атаки верхнего кабеля

$$\cos \alpha_K^B = \cos \nu_K^B \cos \theta_K^B, (B, H) \quad (6)$$

где  $2\nu_K^B$  – угол между верхними кабелями;  $\theta_K^B$  – угол между плоскостью верхних кабелей и горизонтом.

Углы  $\theta_K^B, \theta_K^H$ , входящие в (6), определяются следующим образом.

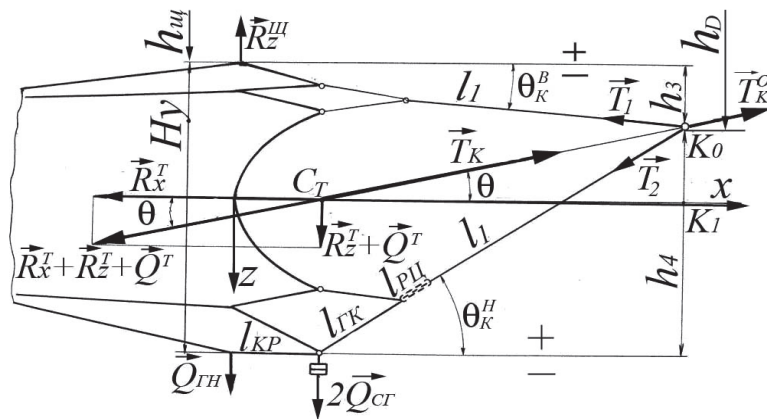


Рис. 2. Треугольная схема кабелей

Для треугольной схемы кабелей (рис. 2) имеем:

$$\sin \theta_K^B = h_3 / (l_K^B + l_{ГК} + l_{КР}), \quad h_3 = h_{ш} - h_D,$$

$$\sin \theta_K^H = h_4 / (l_K^B + l_{ГК} + l_{РЦ}), \quad h_4 = H_y + h_3,$$

где  $h_{ш}, h_D$  – глубины хода ГДЩ и траловой доски;  $l_K^B, l_{РЦ}, l_{ГК}, l_{КР}$  – длины: верхнего кабеля, регулировочной цепи (удлинение нижнего кабеля), голого конца подборы, крыла трала.

Для обеспечения устойчивого движения трала на заданной глубине траловые доски должны двигаться на 5–10 м ниже ГДЩ, то есть  $h_3 = -(5-10)$  м.

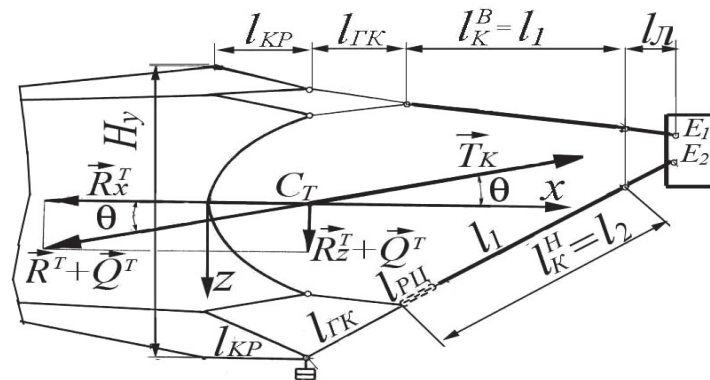


Рис. 3. Четырёхугольная схема кабелей и лапок доски (схема с отдельными лапками)

Для четырёхугольной схемы кабелей (рис. 3) имеем:

$$\sin \theta_K^B = h_3 / (l_K^B + l_{ГК} + l_{КР} + l_{Л}), \quad h_3 = h_{ш} - h_D,$$

$$\sin \theta_K^H = h_4 / (l_K^B + l_{ГК} + l_{РЦ} + l_{Л}), \quad h_4 = H_y + h_3 + E_1E_2.$$

Здесь  $E_1E_2$  – расстояние между точками крепления к доске верхней и нижней лапок;  $l_{Л}$  – длина лапок доски.

Из равенства натяжений верхнего и нижнего кабелей находим угол  $\theta$  между равнодействующей натяжений всех кабелей и горизонтом:

$$\theta = 0,5(\theta_K^B + \theta_K^H).$$

Углы между одинарным/верхним/нижним кабелями и ДП трала  $\nu$ ,  $\nu_K^B$ ,  $\nu_K^H$ :

$$\operatorname{tg} \nu = \operatorname{tg} \alpha_N^{\bar{o}} \cos \theta, \operatorname{tg} \nu_K^B = \operatorname{tg} \alpha_N^{\bar{o}} \cos \theta_K^B, \operatorname{tg} \nu_K^H = \operatorname{tg} \alpha_N^{\bar{o}} \cos \theta_K^H.$$

Здесь  $\alpha_N^{\bar{o}}$  – угол атаки боковой пласти трала в устьевом сечении

$$\operatorname{tg} \alpha_N^{\bar{o}} = (0,5B_v - 0,5D_M) / L_{MT},$$

где  $D_M$  – диаметр сетной оболочки трала в районе её соединения с траловым мешком;  $L_{MT}$  – длина мотни трала в посадке.

Длина регулировочной цепи нижнего кабеля

$$l_{PII} = l_K^B (\cos \nu_K^B \cos \theta_K^B / (\cos \nu_K^H \cos \theta_K^H) - 1).$$

Гидродинамическая подъёмная сила кабелей равна сумме:

$$R_Z^K = 2R_Z^{BK} + 2R_Z^{HK}.$$

Подъёмные силы верхнего  $R_Z^{BK}$  и нижнего  $R_Z^{HK}$  кабелей:

$$R_Z^{BK} = C_Z^{BK} \frac{\rho V^2}{2} d_K^B l_K^B, \quad (B, H). \quad (7)$$

Здесь  $C_Z^{BK}$  – коэффициент подъёмной силы верхнего кабеля:

$$C_Z^{BK} = C_{YV}^{BK} \sin \varphi_K^B + C_{ZV}^{BK} \cos \varphi_K^B, \quad (B; H) \quad (8)$$

где

$$C_{YV}^{BK} = \pm (0,035 \sin \alpha_K^B \cos \alpha_K^B + 0,14 \sin^3 \alpha_K^B \cos \alpha_K^B); \quad (B; H)$$

$$C_{ZV}^{BK} = - (0,244 \sin \alpha_K^B \cos \alpha_K^B + 0,650 \sin^3 \alpha_K^B \cos \alpha_K^B). \quad (B; H)$$

Знак (+) относится к канатам с правой свивкой наружных прядей, знак (-) – к канатам с левой свивкой наружных прядей.

Здесь  $\alpha_K^B$  – угол атаки верхнего кабеля;  $\varphi_K^B$  – угол крена плоскости потока верхнего кабеля:

$$\operatorname{tg} \varphi_K^B = \operatorname{tg} \nu_K^B / \sin \theta_K^B, \quad (B; H); \quad \sin \alpha_K^B = \sin \nu_K^B / \sin \theta_K^B \quad (B; H).$$

Здесь  $(B, H)$  – символ круговой перестановки индексов  $B$  и  $H$  ( $B$  – верхний кабель;  $H$  – нижний кабель).

**Потребная подъёмная сила гидродинамического щитка  $R_Z^{III}$** , крепящегося к верхней подборе в районе гужа, определяется из условия её равновесия:

$$R_Z^{III} = R_X^{BIII} (\operatorname{tg} \alpha_N^{BIII} - \operatorname{tg} \theta_{II}^B) + Q_Z^{BII}, \quad (9)$$

$$\operatorname{tg} \alpha_N^{BIII} = (0,5H_V - 0,5D_M) / L_{MT}.$$

Здесь  $\alpha_N^{BIII}$  – угол атаки верхней пласти трала;  $\theta_{II}^B$  – угол между плоскостью голых концов верхней подборы и горизонтом (в первом приближении  $\theta_{II}^B = \theta_K^B$ );  $Q_Z^{BII}$  – вес в воде верхней подборы.

$$Q_Z^{BII} = k_W^{BII} M_{II}^B g,$$

где  $k_W^{BII}$  – коэффициент веса в воде верхней подборы (капрон  $k_W^{BII} = 0,1$ ; дэнлайн  $k_W^{BII} = -0,12$ );  $M_{II}^B$  – масса верхней подборы.

Гидродинамическая подъёмная сила системы трал-кабели  $R_Z^T$  равна

$$R_Z^T = R_Z^{CO} + R_Z^{III} + R_Z^K.$$

**Вес в воде и масса равномерно распределенной загрузки нижней подборы  $Q_Z^{PG}$**  (якорные цепи) определяется из условий равновесия нижней пласти трала:

$$Q_Z^{PG} = |R_X^{HIII}| \operatorname{tg} \alpha_N^{HIII} - Q_Z^{HII}, \quad M_{PG} = Q_Z^{PG} / k_W^{PG} g, \quad (10)$$

$$R_X^{HIII} = C_X^{CO} (0,5\rho V^2) S_H^{HIII(-)}, \quad \operatorname{tg} \alpha_N^{HIII} = (H_V - D_M) / 2L_{MT},$$

где  $|R_X^{HIII}|$ ,  $\alpha_N^{HIII}$  – сопротивление и угол атаки нижней пласти трала в устье;  $Q_Z^{HII}$  – вес в воде нижней подборы;  $M_{PG}$  – масса распределенной загрузки нижней подборы;  $k_W^{PG}$  – коэффициент веса в воде распределенного груза ( $k_W^{PG} = 0,87$  – сталь).

**Вес в воде и масса сосредоточенной загрузки нижней подборы** определяется из условий равновесия системы «трал-кабели» (рис. 4):

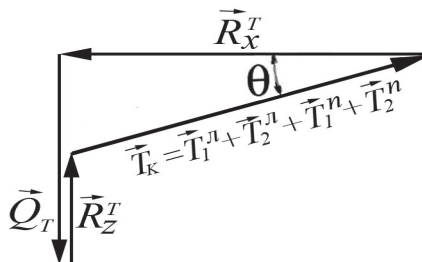


Рис. 4. Силовой многоугольник системы «трал-кабели»:

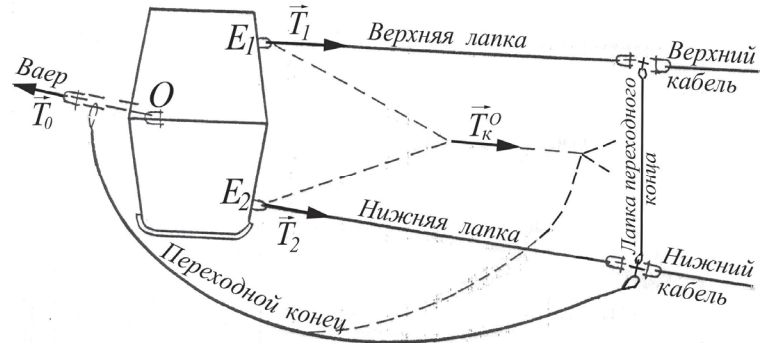
$T_1^n, T_2^n$  – натяжения левых кабелей;  $T_1^n, T_2^n$  – натяжения правых кабелей

$$2Q_Z^{CF} = |R_X^T| \operatorname{tg} \theta + |R_Z^T| - (Q_Z^{CO} + Q_Z^K + Q_Z^{PF}); \quad M_{CF} = Q_Z^{CF} / k_W^{CF} g, \quad (11)$$

$$R_X^T = R_X^{CO} + R_X^{III} + R_X^K; \quad R_Z^T = R_Z^{CO} + R_Z^{III} + R_Z^K, \quad \theta = (\theta_K^B + \theta_K^H) / 2.$$

Здесь  $Q_Z^{CF}$ ,  $M_{CF}$  – вес в воде и масса сосредоточенного груза, приходящегося на одно крыло;  $R_X^T, R_Z^T$  – сопротивление и подъемная сила трала;  $R_X^{CO}, R_X^{III}, R_X^K, (x, z)$  – силы сопротивления и подъемные силы сетной оболочки трала, гидродинамического щитка (ГДЩ) и кабелей;  $Q_Z^{CO}, Q_Z^K, Q_Z^{PF}$  – веса в воде сетной оболочки трала, кабелей, равномерно распределенных грузов.

Рис. 5. Раздельная (сплошные линии) и треугольная (штриховые линии) схемы лапок доски



Площадь траловой доски в плане  $S$ , обеспечивающая заданное горизонтальное раскрытие устья трала  $B_V$ , определяется из соотношения

$$S = \tilde{S} |R_X^T| / \rho V^2, \quad (12)$$

где для треугольной схемы лапок доски (рис. 5)

$$\tilde{S} = \frac{\operatorname{tg} \nu / \cos \theta - \operatorname{tg} \alpha_0 \sin \varphi_0}{|C_{XV}^D| \operatorname{tg} \alpha_0 \sin \varphi_0 + C_{YV}^D \cos \lambda - C_{ZV}^D \sin \lambda}, \quad (13)$$

для четырёхугольной схемы лапок доски (рис. 5)

$$\tilde{S} = \frac{\tilde{T}_1 \sin \nu_1 + \tilde{T}_2 \sin \nu_2 - \operatorname{tg} \alpha_0 \sin \varphi_0}{|C_{XV}^D| \operatorname{tg} \alpha_0 \sin \varphi_0 + C_{YV}^D \cos \lambda - C_{ZV}^D \sin \lambda}. \quad (14)$$

$S$  – площадь доски в плане;  $R_X^T$  – сопротивление воды движению трала;  $\lambda$  – угол крена доски;  $\nu$  – угол между одинарным кабелем и ДП трала;  $\theta$  – угол между плоскостью одинарных кабелей и горизонтом (угол между равнодействующей натяжений всех кабелей и горизонтом);  $C_{XV}^D, C_{YV}^D, C_{ZV}^D$  – коэффициенты гидродинамических сил доски;  $\tilde{T}_1, \tilde{T}_2$  – натяжения верхнего и нижнего кабелей, отнесенные к половине сопротивления трала:

$$\tilde{T}_1 = T_1 / 0,5 |R_X^T| = \sin(\theta_2 - \theta) / \cos \theta \cos \nu_1 \sin(\theta_2 - \theta_1),$$

$$\tilde{T}_2 = T_2 / 0,5 |R_X^T| = \sin(\theta - \theta_1) / \cos \theta \cos \nu_2 \sin(\theta_2 - \theta_1).$$

Здесь приняты обозначения:  $\theta_1 = \theta_K^B$ ,  $\theta_2 = \theta_K^H$ ,  $v_1 = v_K^B$ ,  $v_2 = v_K^H$ .

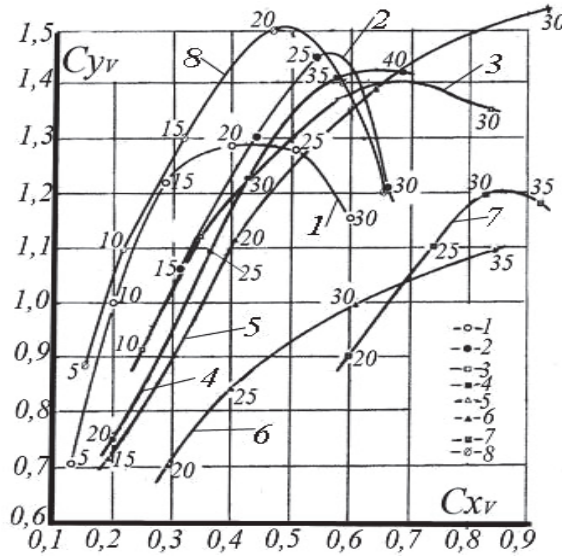


Рис. 6. Поляры траловых досок при прямом их обтекании потоком: 1 – прямоугольная цилиндрическая проекта 2490,  $h/b = 2$ ; 2 – овальная цилиндрическая; 3 – композитная; 4 – многопластная норвежская; 5 – круглая сферическая; 6 – прямоугольная плоская; 7 – V-образная доска с плоскими щитками; 8 – V-образная со щитками в форме усеченных круговых конусов; (1, 2) – данные НПО промысловства, 1987; (3-7) – данные В.С. Воскресенского, 1993; (8) – данные В.А. Кузика, 2002

Коэффициенты гидродинамических сил доски  $C_{xv}^D$ ,  $C_{yv}^D$ ,  $C_{zv}^D$  зависят от ее угла атаки  $\alpha$  и определяется по графикам зависимости  $C_{xv, yv, zv}(\alpha)$  или полярам (рис. 6.)

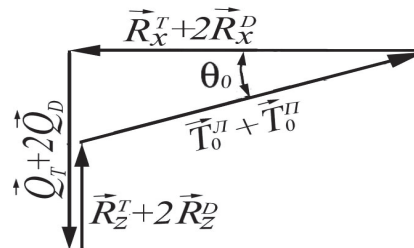


Рис. 7. Силовой многоугольник системы «трал–кабели–доски»:  $\vec{T}_0^I, \vec{T}_0^{II}$  – натяжения ваеров у левой и правой траловых досок

**Суммарный вес в воде грузов, крепящихся к нижней подборе, и досок** определяется из условий равновесия системы «трал–кабели–доски» (рис. 7):

$$Q_Z^{PG} + 2Q_Z^{CG} + 2Q_Z^D = \left( R_X^T + 2R_X^D \right) \operatorname{tg} \theta_0 + \left| R_Z^T \right| \pm 2 \left| R_Z^D \right| - Q_Z^{CO} - Q_Z^K; \quad (15)$$

$$\operatorname{tg} \theta_0 = \operatorname{tg} \alpha_0 \cos \varphi_0. \quad (16)$$

Знак (-) при крене доски на спину ( $\lambda > 0$ ), знак (+) при крене доски на дуги ( $\lambda < 0$ ). Если грузы и доски выполнены из одного материала (например, сталь), то их масса

$$M^{PG} + 2M^{CG} + 2M_D = \left( R_X^T + 2R_X^D \right) \operatorname{tg} \theta_0 + \left| R_Z^T \right| \pm 2 \left| R_Z^D \right| - Q_Z^{CO} - Q_Z^K / (k_w g).$$

Здесь  $M^{PG}$ ,  $2M^{CG}$ ,  $2M_D$  – массы: распределённого по нижней подборе груза (якорные цепи), сосредоточенных грузов, траловых досок;  $\alpha_0$  – угол атаки ваера у траловой доски;  $\varphi_0$  – угол крена плоскости потока ваера у доски;  $k_w$  – коэффициент веса материала в воде (для стали  $k_w = 0,87$ );  $R_Z^D$  – подъёмная сила траловой доски.

$$R_Z^D = C_Z^D (0,5 \rho V^2) S, \quad C_Z^D = C_{YV}^D \sin \lambda + C_{ZV}^D \cos \lambda.$$

Входящие в формулы (13, 14, 16) углы подхода ваера к траловой доске  $\alpha_0$  и  $\varphi_0$  определяются численным решением дифференциальных уравнений равновесия ваера:

$$\begin{aligned} \dot{T} &= q_Z \sin \alpha \cos \varphi - r_{XV} \cos \alpha + r_{ZV} \sin \alpha; \\ \dot{\alpha} &= (q_Z \cos \alpha \cos \varphi + r_{XV} \sin \alpha + r_{ZV} \cos \alpha) / T; \\ \dot{\varphi} &= -(q_Z \sin \varphi + r_{YV}) / (T \sin \alpha); \\ \dot{x} &= \cos \alpha; \quad \dot{y} = \sin \alpha \sin \varphi; \quad \dot{z} = -\sin \alpha \cos \varphi; \\ q_Z &= k_W mg; \quad k_W = 1 - m_W / m, \quad R_x^w = T \cos \alpha - T_0 \cos \alpha_0, \end{aligned} \quad (17)$$

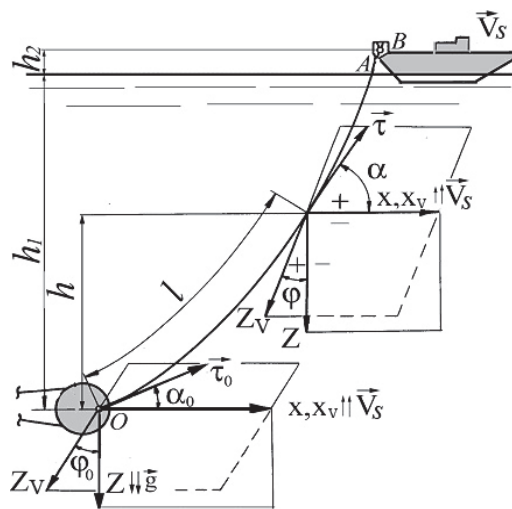
где  $T_0, \alpha_0, T, \alpha$  – натяжение каната и его угол атаки в начальной и текущей точках;  $q_Z$  – проекция на ось  $z$   $\downarrow \vec{g}$  веса в воде 1 м каната;  $m_W, m$  – масса воды, вытесненной 1 м каната и его линейная плотность;  $\varphi_0, \varphi$  – угол крена плоскости потока ваера у доски и в текущей точке ваера (рис. 8).

Система (17) записана в нормальной форме Коши, наиболее удобной для её численного решения на ЭВМ. Для системы (14) решается краевая задача со следующими граничными условиями:

$$x(0) = y(0) = z(0) = 0; \quad y_B = y(l_B) = -(B_D - e) / 2; \quad z_B = z(l_B) = -(h_1 + h_2).$$

Здесь  $B_D, e$  – расстояния между траловыми досками и ваерными блоками;  $h_1, h_2$  – расстояния от доски и ваерных блоков до поверхности воды;  $l_B$  – дуговая координата ваерного блока (длина вытравленного ваера) (рис. 8).

Рис. 8. Характеристики ваера:  
 $O$  – точка крепления ваера к доске;  
 $A$  – точка выхода ваера из воды;  
 $B$  – ваерный блок



Разработана программа CM-Warp (Computer Modeling Warp), позволяющая на ПК рассчитывать характеристики ваеров для буксировки тралов на любых глубинах. Для расчета характеристик ваера по программе CM-Warp необходимо знать:

- угол атаки ваера у доски  $\alpha_0$ ;
- натяжение ваера у доски  $T_0$ ;
- расстояние между траловыми досками  $B_D$ ;
- глубину хода траловых досок  $h_1$ ;
- расстояние от ваерных блоков до поверхности воды  $h_2$ .

Углом атаки ваера у доски обычно задаются  $\alpha_0 \in (10 \div 50^\circ)$ . Причем  $\alpha_0 = 20 - 50^\circ$  – при тралении на глубинах менее 20 м;  $\alpha_0 = 10 - 20^\circ$  – при тралении на глубинах более 20 м.

Натяжение ваера у доски определяется по формуле

$$T_0 = |R_X^T + R_X^K + 2R_X^D| / 2 \cos \alpha_0.$$

Здесь  $R_X^T, R_X^K, R_X^D$  – сопротивление трала, кабелей и траловой доски.

Так как сопротивления щитка и кабелей малы по сравнению с сопротивлением сетной оболочки трала, то в первом приближении можно полагать  $R_X^T = R_X^{CO}$ .

Сопротивление траловой доски:

$$R_X^D = C_X^D (0,5 \rho V^2) S,$$

где  $C_X^D$  – коэффициент гидродинамического сопротивления доски ( $C_X^D = C_{XV}$ ) (рис. 6);  $S$  – затененная площадь доски (площадь доски в плане).

В программе CM-Warp используется натяжение ваера у доски, отнесенное к скоростному напору и диаметру ваера:

$$\hat{T}_0 = T_0 / (0,5 \rho V^2 d).$$

Угол крена плоскости потока ваера у доски  $\varphi_0$  существенно зависит от расстояния между траловыми досками  $B_D$ , которое определяется по формуле

$$B_D = B_y + 2(L_{KP} + L_{TK} + L_K^B + L_L) \sin \nu_K^B,$$

где  $L_{KP}, L_{TK}, L_K^B, L_L$  – длины: крыла, голых концов подбор, верхнего кабеля, лапок доски.

### Выводы

В работе приведена строгая постановка задачи математического моделирования оснастки пелагических тралов, позволяющая определять параметры траловых досок, гидродинамических щитков, крепящихся к верхней подборе в районе гужа, а также находить массы распределённых по нижней подборе грузов (якорные цепи) и массы сосредоточенных грузов, крепящихся к концам нижних крыльев трала.

### Библиографический список

1. Баранов Ф.И. Техника промышленного рыболовства. М.: Пищепромиздат, 1960. 696 с.
2. Бойцов А.Н., Астафьев С.Э. Оснастка входного устья разноглубинного трала // Поведение рыб и орудия лова. Владивосток: ТИНРО, 1983.
3. Габрюк В.И., Чернецов В.В., Бойцов А.Н. Основы моделирования рыболовных систем. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2008. 560 с.
4. Габрюк В.И. Механика орудий рыболовства в математических моделях, алгоритмах и программах для ЭВМ. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. 519 с.
5. Габрюк В.И. Проектирование и моделирование орудий океанического рыболовства. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 397 с.
6. Жуков В.П., Лунин В.И. О коэффициенте сопротивления пелагических тралов // Рыб. хоз-во. 1976. №6. С.56–57.



7. Осипов Е.В. Методика проектирования гибкого распорного устройства для горизонтального раскрытия тралов / Е.В. Осипов, А.Н. Бойцов, В.В. Кудакеев // Науч. тр. Дальрыбвтуза: Т. 23. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. С. 64–68.

8. Шевченко А.И., Бойцов А.Н. Обоснование параметров устья разноглубинных тралов // Поведение рыб и орудия лова. Владивосток: ТИНРО, 1983. С. 12–16.

9. Reite K.-J. Modeling and control of trawl systems: Doctoral thesis for the degree of doctor ingenier. Trondheim: NTNU, 2006. 250 p.

V.I. Gabryuk, A.N. Boytsov, E.V. Osipov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## METHODS CALCULATION PARAMETERS OF THE RIG OF MIDWATER TRAWL

*The stated methods calculation rig of midwater trawl. They are brought mathematical models, allowing define the parameters of trawldoors, hydrodynamics screens(Kite), portioned and concentrated cargo, providing design importances vertical and horizontal opening mouth trawl.*

УДК 639.518

Т.А. Геворгян<sup>1</sup>, С.И. Масленников<sup>1,2</sup>  
<sup>1</sup>ФГАОУ «ДВФУ», <sup>2</sup>НИЦМБ ДВО РАН,  
Владивосток, Россия

## ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ МАЛЬКА КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В КОНТРОЛИРУЕМЫХ УСЛОВИЯХ

*Исследовалось влияние плотности содержания малька камчатского краба при выращивании в проточной системе в течение 100 дней. Выживаемость малька изменялась от 22 до 52 %, при среднем значении 37 %. Средний прирост веса малька составил 0,03 г. Максимальная плотность малька в конце эксперимента составила 1 экз./176 см<sup>2</sup>, при среднем весе не более 344 мг/экз.*

Для определения влияния плотности посадки был проведен эксперимент по содержанию малька камчатского краба в проточной системе в течение 100 дней, с 15 октября 2017 г. до 01 февраля 2018 г. Изменение температуры воды представлено на рис. 1. Мальки краба содержались в емкостях с площадью дна 530 см<sup>2</sup>. Эксперимент проводился при стартовой плотности 10, 5 и 3 экз. на емкость, трехкратно. Малька кормили мясом мидии *Crenomytilus grayanus*. Измерения мальков краба проводили раз в неделю.

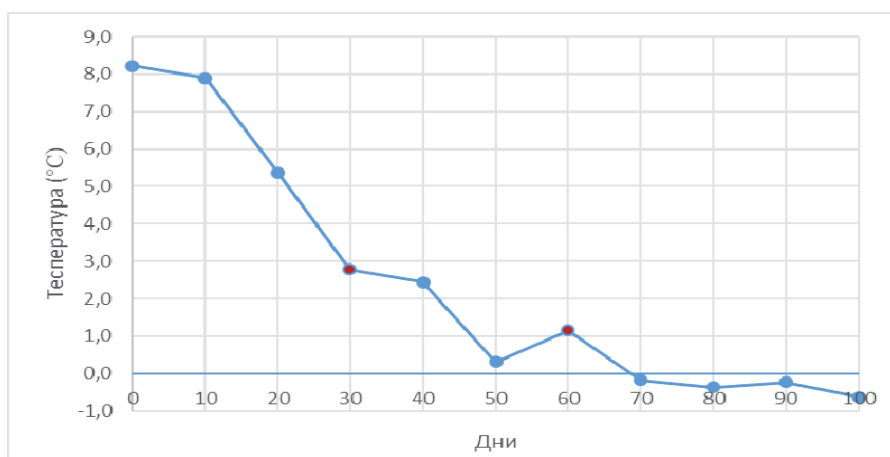


Рис. 1. Усредненная по неделям температура воды в емкостях

Изменение плотности мальков камчатского краба от начальной представлены на рис. 2.

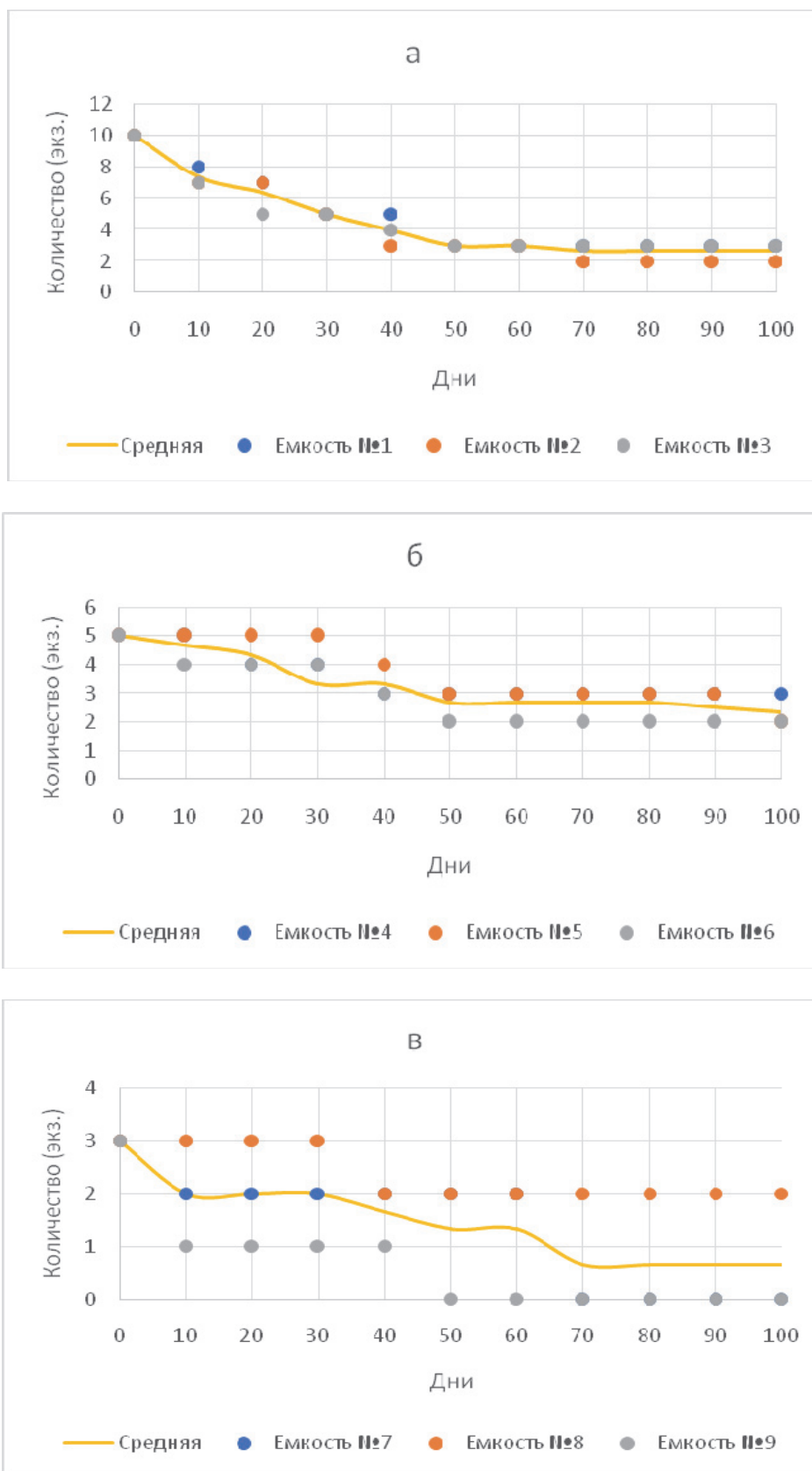


Рис. 2. Изменение плотности мальков камчатского краба (начальная плотность посадки: а – 10 экз., б – 5 экз., в – 3 экз.)

Финальное значение плотности содержания при посадке 10 экз. составило  $2,7 \pm 0,33$  (см. рис. 2, а), при посадке 5 экз. –  $2,3 \pm 0,33$  (рис. 2, б), при посадке 3 экз. –  $0,7 \pm 0,67$  (рис. 2, в). Низкая достоверность значений при начальной посадке 3 экз. связана с высокой смертностью краба – до конца эксперимента дожило только два малька в одной ёмкости.

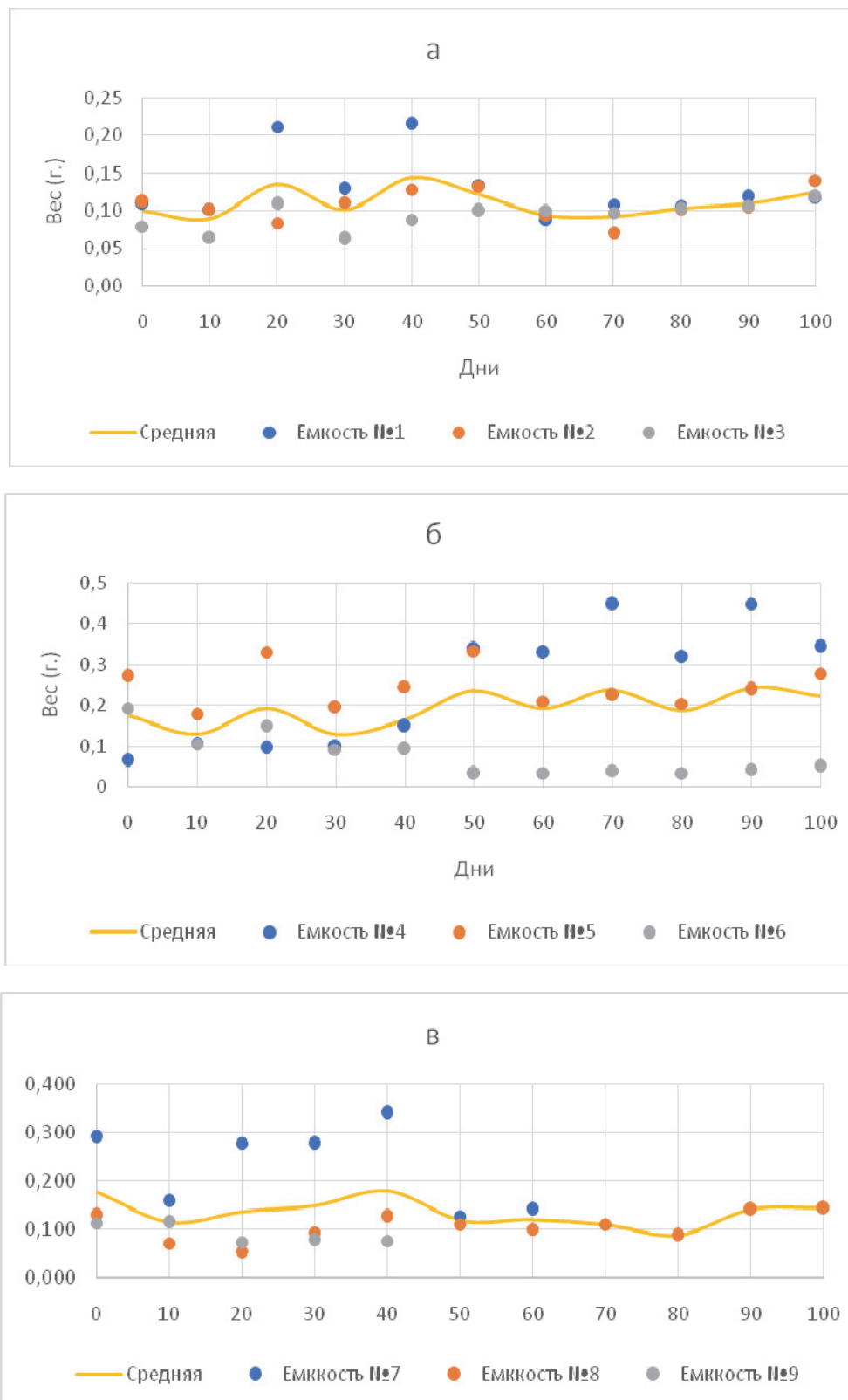


Рис. 3. Изменение веса малька (начальная плотность посадки: а – 10 экз., б – 5 экз., в – 3 экз.)

В начале эксперимента вес малька при посадке 10 экз. составил  $0,1 \pm 0,0107$ , в конце –  $0,125 \pm 0,0076$  (рис. 3, а), при посадке 5 экз. в начале –  $0,176 \pm 0,0599$ , в конце –  $0,224 \pm 0,0887$  (рис. 3, б), при посадке 3 экз. в начале –  $0,177 \pm 0,0576$ , в конце –  $0,143$  (рис. 3, в).

Критическая плотность содержания составила 1 экз./176 см<sup>2</sup>, при биомассе 1,92 мг/1 см<sup>2</sup>. Изменение веса малька составили от –0,14 до 0,28 г, в среднем 0,03 г. Выживаемость малька составила от 22 до 52 %, в среднем 37 %. Общая выживаемость составила 26 %.

T.A. Gevorgyan<sup>1</sup>, S.I. Maslennikov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>FEFU, <sup>2</sup>NSCMB of FEB RAS,

Vladivostok, Russia

### **INVESTIGATION OF THE INFLUENCE STOCKING DENSITY OF HATCHERY-REARED EARLY JUVENILE RED KING CRAB, *PARALITHODES CAMTSCHATICUS***

*We studied the effect of the density of the content of hatchery-reared early juvenile red king crab. Fry was kept in the flow system for 100 days. The survival rate of fry varied from 22 to 52 %, with an average value of 37 %. The average weight gain of the fry was 0.03 g. The maximum density of the fry at the end of the experiment was 1 specimen / 176 cm<sup>2</sup>, with an average weight of not more than 344 mg / specimen.*

УДК 574

Ю.С. Голозубова, Л.С. Бузолева, А.В. Ким, Е.А. Богатыренко  
ФГАОУ «ДВФУ», Владивосток, Россия

### **НЕФТЕОКИСЛЯЮЩИЕ СВОЙСТВА БАКТЕРИЙ РОДА *MICROCOCCLUS*, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ ВОДЫ БУХТЫ НАХОДКА ЯПОНСКОГО МОРЯ**

*Приведены результаты изучения нефтеокисляющей способности бактерий рода *Micrococcus*, выделенных из морской воды бухты Находка Японского моря. Показано, что бактерии рода *Micrococcus* показывают высокую нефтеокисляющую способность и разлагают 80–99 % нефти и нефтеуглеводородов.*

В прибрежных зонах вблизи крупных городов вследствие выбросов неочищенных бытовых отходов и судоходства традиционно отмечается повышенное содержание нефти и нефтепродуктов [1]. Одним из наиболее перспективных способов ликвидации загрязнения морей является биоремедиация, представляющая собой совокупность методов очистки окружающей среды за счет биохимической активности различных живых объектов, в том числе морских микроорганизмов и микроорганизмов в нефтяных залежах [2, 3].

Экологическое значение бактерий как разрушителей углеводородов нефти в море очень велико, так как известно, что более высокоорганизованные формы организмов не могут осуществлять их полную деструкцию. В прибрежной зоне, постоянно загрязняющейся нефтью и нефтепродуктами, формируются специфические сообщества гетеротрофных микроорганизмов, которые обладают способностью окислять широкий спектр углеводородов и продуктов их трансформации [4]. В настоящее время описано 70 родов углеводородоокисляющих микроорганизмов, из них 28 родов бактерий, 30 родов мицелиальных грибов и 12 родов дрожжей [5]. В загрязненных экосистемах ведущая роль по деструкции углеводородов нефтяного происхождения, принадлежит главным образом бактериям, в частности некардиоморфным бактериям (*Micrococcus* sp., *Mycobacterium* sp.), а также родам *Acinetobacter* и *Pseudomonas*. В бухте Находка Японского моря в 70,8 % проб concentra-

ция нефтеуглеводородов была выше предельно допустимого значения. Таким образом, целью работы стало изучение нефтеокисляющих свойств бактерий рода *Micrococcus*, выделенных из бухты Находка Японского моря.

С поверхности морской воды на глубине 15–20 см были стерильно отобраны пробы воды. Воду фильтровали через мембранный фильтр Millipore диаметром 0,2 мкм, и фильтр переносили на среду СММ (питательная среда для морских микроорганизмов). Проводили посев бактерий на селективную среду Ворошиловой-Диановой с добавлением 2,5 % нефтеуглеводорода [6]. Выросшие колонии *Micrococcus* были идентифицированы с помощью классических микробиологических методов. В стерильные пенициллинки были инокулированы  $10^5$  бактерий и жидкая среда Ворошиловой-Диановой с добавлением 2,5 % нефтеуглеводородов. Изучение способности разлагать нефтеуглеводороды проводили с помощью гравиметрического метода в течение 30 сут.

Бактерии рода *Micrococcus* показывают высокую нефтеокисляющую способность и разлагают 70–99 % нефти и нефтеуглеводородов через 30 сут. Было показано, что источником нефтеуглеводородов с наибольшей способностью к утилизации данным родом бактерий являлся бензин. Деструкция данного нефтепродукта бактериями на 30-е сут. составляла около 99 % от начальной концентрации. Наименьшая способность разложения бактериями рода *Micrococcus* была выявлена для дизельного топлива.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (Соглашение № 14-50-00034).

«Исследование проведено при финансовой поддержке «Стипендии имени Гензо Шимадзу».

### Библиографический список

1. Vashchenko M.A. Pollution in Peter the Great Bay, Sea of Japan, and its biological consequences // *Russian Journal of Marine Biology*. 2000. V. 26 (3). P. 155–166.
2. Tan N.C.G., Prenafeta-Boldu F.X., Opsteeg J.L., Lettinga G., Field J.A. Biodegradation of azo dyes in co cultures of anaerobic granular sludge with aerobic aromatic amine degrading enrichment cultures // *Appl. Microbial. Biotechnol.* 1999. V. 51. P. 865–871.
3. Миронов О.Г. Бактериальная трансформация нефтяных углеводородов в прибрежной зоне моря // *Морской экологический журнал*. 2002. № 1. Т. 1. С. 56–66.
4. Wackett L.P. Biodegradation of fuel components // *Environ. Microbiol.* 2008. V. 10. P. 1380–1381.
5. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: Изд-во КаспНИРХа, 2000. 181 с.
6. Бузолева Л.С. Патент № 2520084. Способ учета нефтеокисляющих бактерий в морской воде.

Y.S. Golozubova, L.S. Buzoleva, A.V. Kim, E.A. Bogatyrenko  
Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia

### OIL-OXIDATION PROPERTIES OF BACTERIA OF MICROCOCCUS ISOLATED FROM THE SEA WATER OF THE NAKHODKA BAY OF JAPAN SEA

*The article presents the results of studying the oil-oxidizing ability of bacteria of the genus *Micrococcus* isolated from the sea water of the Nakhodka Bay of Japan Sea. It is shown that the bacteria of the genus *Micrococcus* show a high oil-oxidizing ability and decompose from 80 to 99 % depending on the size of the hydrocarbon chains.*

Е.А. Горбачева

ФГБНУ «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича», Мурманск, Россия

## ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Приведены результаты биотестирования донных отложений Баренцева моря. В качестве тест-объектов были использованы морские одноклеточные водоросли *Phaeodactylum tricornerutum* и личинки жаброногого рачка *Artemia salina*. На основании данных биотестирования выделены районы с наиболее высоким уровнем загрязнения донных отложений.

Основными источниками загрязнения Баренцева моря являются транспорт поллютантов водами атлантических течений от северо-европейских промышленных центров, атмосферный перенос загрязняющих веществ и активная хозяйственная деятельность на акватории (рыбный промысел, транспортное судоходство, нефте- и геологоразведочные работы).

Поступающие в водоемы загрязняющие вещества аккумулируются донными отложениями. При определенных условиях донные отложения могут выступать в качестве источника вторичного загрязнения водных масс. Как правило, это происходит при изменении физико-химических условий, а также при взмучивании донных отложений, вследствие гидрологических процессов и при проведении гидротехнических работ.

Для оценки уровня загрязнения донных отложений используются как химико-аналитические методы, так и биотестирование. С помощью биотестирования изучают токсичность среды. Токсичность – это интегральный показатель, позволяющий учесть воздействие на тест-организм всех загрязняющих веществ, присутствующих в среде, а также их синергические и антагонистические взаимодействия.

В работе обобщены результаты исследований 2010–2017 гг. Донные отложения для биотестирования были отобраны в рейсах научно-исследовательских судов в Баренцевом море. До начала исследований пробы хранились при температуре минус 18 °С не более 2 мес. Для анализа гранулометрического состава донных отложений использовался водноситовой метод.

Биотестированию подвергались водные вытяжки донных отложений. Перед приготовлением вытяжки пробу донных отложений высушивали (при температуре 20±5 °С) до воздушно-сухого состояния. Затем каждую пробу донных отложений смешивали с водой из условно чистого района моря в объемном соотношении 1 : 4 и встряхивали в течение 2 ч. После смешивания суспензии давали отстояться при температуре 2–4 °С в течение 12–14 ч. Полученную надосадочную жидкость сливали и центрифугировали в течение 10 мин при скорости 4 000 об./мин.

В качестве тест-объектов использовали морскую одноклеточную водоросль *Phaeodactylum tricornerutum* и личинок солоновато-водного жаброногого рачка *Artemia salina*. Тест-параметрами являлись изменение численности клеток водоросли и выживаемость личинок. При постановке экспериментов на водоросли *Ph. tricornerutum* руководствовались ГОСТ Р 53910-2010 [1], на личинках *A. salina* – ГОСТ Р 53886-2010 [2]. Длительность опытов – 96 ч.

При проведении исследований была изучена токсичность 97 проб донных отложений. По данным биотестирования уровень загрязнения донных отложений изученных районов Баренцева моря достаточно низкий (рисунки 1, 2). Наиболее чувствительны к загрязняющим веществам, присутствующим в донных отложениях исследованных акваторий, оказались личинки *A. salina*. Токсичными для личинок *A. salina* являлись 19 проб (19,5 %), для культуры водоросли *Ph. tricornerutum* – 1 (1 %).

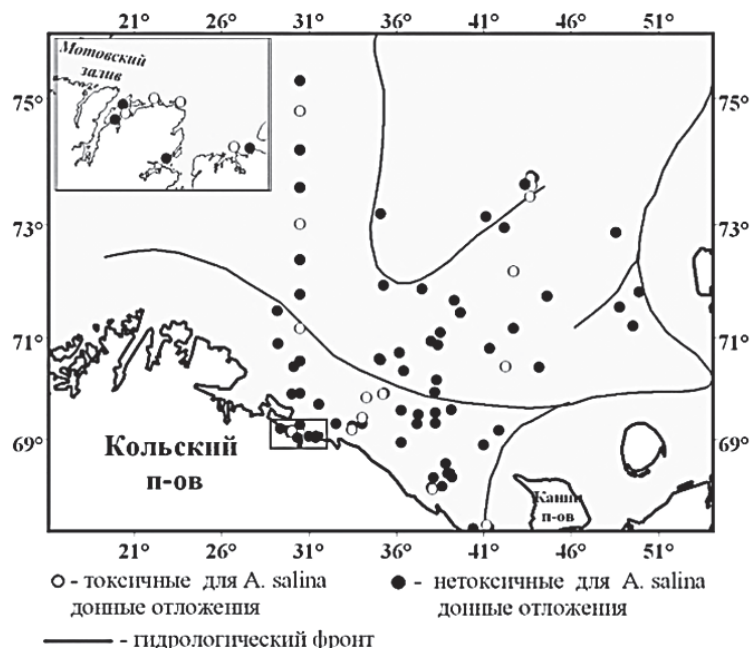


Рис. 1. Результаты биотестирования донных отложений с использованием личинок *A. salina*

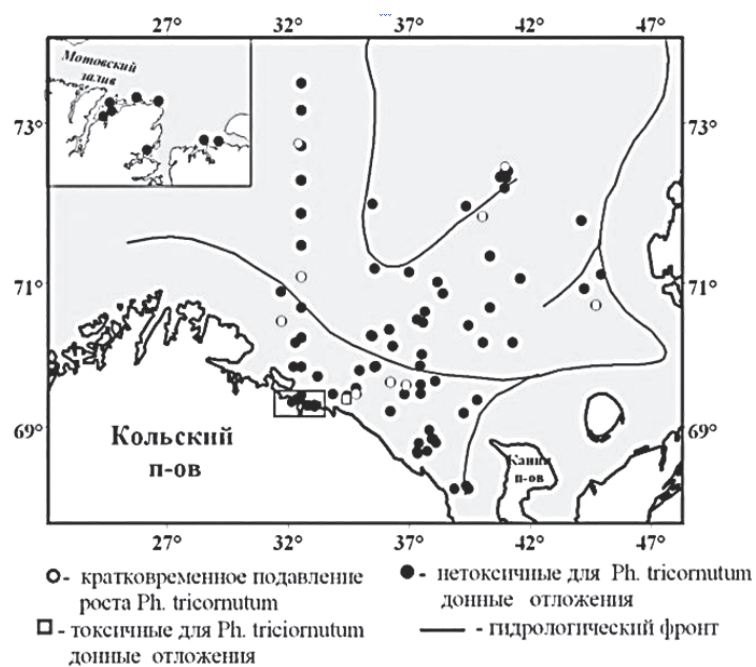


Рис. 2. Результаты биотестирования донных отложений с использованием культуры *Ph. tricorutum*

В вытяжках, полученных из подавляющего большинства проб донных отложений, наблюдали стимуляцию роста водоросли *Ph. tricorutum*. Численность клеток водоросли в вытяжках в течение эксперимента возрастала до 130–270 % по сравнению с контролем. Продолжительность периода стимуляции роста культуры *Ph. tricorutum* – от 1 до 4 сут. Наиболее вероятной причиной стимуляции деления клеток водоросли является обогащение вытяжек донных отложений биогенными элементами. В донных отложениях происходит регенерация и накопление биогенных элементов, и повышенное их содержание в водных вытяжках из донных отложений может наблюдаться и в отсутствии загрязнения.

В 10 вытяжках (10 % проб) отмечали угнетение роста культуры водоросли в начале экспозиции, которое в последующем сменилось восстановлением или стимуляцией. При

оценке результатов экспериментов на *Ph. tricornerutum* основываются на данных, полученных в последние сутки опыта [1], и восстановление или стимуляция тест-функции в конце экспозиции позволяет считать пробы нетоксичными. Негативное воздействие на водоросли, отмеченное только в начале эксперимента, может указывать на отрицательное влияние вытяжки, к которому культура *Ph. tricornerutum* смогла адаптироваться. Возможно, что причиной кратковременного угнетения роста *Ph. tricornerutum* является загрязнение донных отложений токсичными для водоросли химическими соединениями.

Анализ пространственного распределения токсичных проб донных отложений позволил выявить на акватории Баренцева моря районы наиболее высокого загрязнения. Чаще токсичные донные отложения отмечали в Центральной впадине Баренцева моря (район Штокмановского газоконденсатного месторождения – ШГКМ), Западном прибрежном промысловом районе и на участке побережья от выхода из Мотовского залива до о. Кильдин. Следует отметить, что в Центральной впадине и в Западном Прибрежном районе также чаще регистрировались донные отложения, вытяжки из которых вызывали кратковременное подавление роста культуры водоросли *Ph. tricornerutum*. Токсическое воздействие на личинок *A. salina* или кратковременное негативное влияние на размножение клеток водоросли оказывали и вытяжки из донных отложений, отобранных на некоторых станциях разреза «Кольский меридиан» (расположен в центральной части Баренцева моря к северу от Кольского залива по 33°30' в. д. до 77° с. ш.).

Район исследований охватывал участки распространения прибрежных, атлантических и баренцевоморских водных масс. Известно, что водные массы Баренцева моря характеризуются низким уровнем загрязнения. Концентрации загрязняющих веществ в воде, как правило, не превышают рыбохозяйственные ПДК (исключением является Кольский залив и некоторые хозяйственно освоенные губы и бухты) [3, 4]. Вместе с тем регистрируются отличия в степени загрязнения водных масс различными химическими элементами и соединениями. Так, например, мурманские прибрежные воды характеризуются более высоким уровнем загрязнения металлами (Cu, Zn, Ni, Fe и Cd), чем атлантические водные массы [4].

При проведении биотестирования наиболее хорошо были изучены донные отложения в районах распространения прибрежных мурманских и атлантических вод, где было отобрано 51 и 38 проб соответственно. Результаты исследований, представленные в табл. 1, показывают, что на участках распространения прибрежных мурманских вод токсичные донные отложения встречались чаще (23,5 %), чем в областях присутствия атлантических водных масс (10,5 %). Данных о токсичности донных отложений на участках распространения баренцевоморских водных масс в настоящее время очень мало, и они характеризуют преимущественно уровень загрязнения небольшого участка Центральной впадины Баренцева моря – района ШГКМ (в настоящее время не освоено). Во всех районах среди токсичных проб донных отложений преобладали слаботоксичные, что свидетельствует о низком уровне загрязнения донных отложений Баренцева моря.

Загрязнение донных отложений в районе ШГКМ, вероятно, в значительной степени обусловлено особенностями гидродинамики вод и рельефом дна. Полагают, что в районе ШГКМ, расположенного в самой глубокой части Центральной впадины, возможно накопление загрязнений, поступающих с нисходящими потоками с окружающих возвышенностей и с атлантическими водами, в том числе из удаленных районов [5]. Здесь регистрируются наиболее высокие в Баренцевом море (за исключением прибрежной зоны) концентрации в воде Pb, Sn, As и нефтяных углеводородов [4]. Через район Центральной впадины проходит полярная фронтальная зона, разделяющая атлантические и баренцевоморские водные массы. Загрязняющие вещества, поступающие в этот район вместе с атлантическими водами, атмосферными аэрозолями и плавучим льдом, будут опускаться в глубинные слои под воздействием связанных с фронтальной зоной нисходящих потоков и зимней конвекции (вертикальной термохалинной циркуляции) и аккумулироваться в тонкозернистых осадках Центральной впадины [4, 6, 7].



Таблица 1

**Токсичность донных отложений в районах распространения  
различных водных масс Баренцева моря**

Водные массы	Количество проб				
	Всего исследованных	Слабо-токсичных	Средне-токсичных	Остро-токсичных	Всего токсичных
Прибрежные мурманские	51	9	2	1	12 (23,5 %)
Атлантические	38	3	1	–	4 (10,5 %)
Баренцевоморские (район ШКГМ)	8	3	–	–	3 (37 %)

Сравнение данных гранулометрического анализа и результатов биотестирования с использованием личинок *A. salina* показало, что доля токсичных проб возрастала при увеличении содержания в составе донных отложений фракций  $< 0,063$ ,  $0,063-0,125$  и  $< 0,125$  мм (табл. 2). Значительное увеличение доли токсичных проб (до 40 %) отмечено при содержании в донных осадках мелкозернистой фракции ( $< 0,063$  мм) более 80 %. Донные отложения со столь высоким содержанием мелкозернистой фракции присутствовали только в Центральной впадине и, возможно, причиной увеличения доли токсичных проб в этом случае могут быть не только особенности гранулометрического состава грунта, но и повышенный уровень загрязнения данного района моря. Весьма интересным является и увеличение доли токсичных проб при содержании в составе грунта фракции  $0,063-0,125$  мм от 50 до 80 %. Согласно классификации ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017 [8], преобладание в составе грунта фракции с размером частиц  $> 0,063$  мм позволяет рассматривать такие донные отложения как грубозернистые, а фракцию  $0,063-2$  мм – как песок.

Таблица 2

**Доля (%) токсичных для личинок *A. salina* проб среди  
донных отложений с разным содержанием фракций от  $< 0,063$  до  $0,125$  мм**

Размеры частиц фракции, мм	Содержание фракции, %		
	$< 50$	50–80	$> 80$
$< 0,063$	18	28,6	40
$0,063-0,125$	14	41	-
$\leq 0,125$	12	16	27

Известно, что грубозернистые донные отложения, обладающие пониженными адсорбционными характеристиками, аккумулируют меньше загрязняющих веществ, чем тонкозернистые. Вместе с тем при тестировании вытяжек накопленные в донных отложениях токсиканты могут оказывать негативное воздействие на тест-организмы, только если в достаточных количествах переходят в водные вытяжки и присутствуют в них в биологически доступных формах. По мнению Э.П. Щербань и др. [9], степень вымывания токсикантов из донных отложений в водную вытяжку зависит от типа донных отложений, количественного содержания в них токсических соединений, формы нахождения (существования) того либо другого элемента в донных отложениях и др. Данными авторами показано, что нефтепродукты и некоторые металлы хуже переходят в вытяжки из илистых, чем из песчаных и (или) илисто-песчаных грунтов, и очень плохо вымываются из всех типов донных отложений хлорорганические пестициды. В организм рачков загрязняющие вещества могут проникать как через поверхность тела и жабры, так и вместе с отфильтрован-

ными частицами детрита, используемого в качестве пищи. Следует отметить, что вывод о зависимости степени токсичности водных вытяжек для личинок *A. salina* от гранулометрического состава донных отложений является предварительным, так как количество изученных токсичных проб в настоящее время невелико.

Таким образом, результаты проведенных исследований показали, что в целом уровень загрязнения донных отложений Баренцева моря низкий. Наиболее часто токсичные донные отложения регистрировались в Центральной впадине Баренцева моря (район ШГКМ), Западном прибрежном районе и на участке побережья от выхода из Мотовского залива до о. Кильдин. По данным биотестирования, загрязнения донных отложений в районах распространения прибрежных мурманских водных масс выше, чем на участках присутствия атлантических вод.

### Библиографический список

1. ГОСТ 31959-2012. Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. М.: Стандартинформ, 2014. 26 с.
2. ГОСТ 31960-2012. Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornerutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. М.: Стандартинформ, 2014. 40 с.
3. Плотицына Н.Ф. Мониторинг химического загрязнения водных масс Баренцева моря // VI–VII Междунар. семинары «Рациональное использование прибрежной зоны северных морей». Ч. II. Изучение биотопов прибрежных экосистем. Социально-экологические и экономические исследования в прибрежной зоне северных морей. (Кандалакша, 18 июля 2002 г., 17 июля 2003 г.): матер. докладов. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2004. С. 136–149.
4. Ильин Г.В. Распространение загрязняющих веществ в шельфовых морях Российской Арктики // Геология и геоэкология континентальных окраин Евразии. Вып. 1. М.: ГЕОС, 2009. С. 124–163.
5. Зинченко А.Г. Экологическая геоморфология Арктического шельфа Евразии // Записки Горного института. 2008. Т. 176. С. 41–45.
6. Биотестирование и прогноз изменчивости водных экосистем при антропогенном загрязнении / отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: КНЦ РАН, 2003. 468 с.
7. Научно-методические подходы к оценке воздействия газонефтедобычи на экосистемы морей Арктики (на примере Штокмановского проекта) / отв. ред. Г.Г. Матишов. Апатиты: КНЦ РАН, 1979. 393 с.
8. ГОСТ Р ИСО 14688-2-2017. Геотехнические исследования и испытания. Идентификация и классификация грунтов. Ч. 2. Классификация. М.: Стандартинформ, 2017. 14 с.
9. Методика получения водных вытяжек из донных отложений для их биотестирования / Э.П. Щербань, О.М. Арсан, Т.Н. Шаповал, А.М. Цветкова, Ю.К. Пищолка // Гидробиологический журнал. 1994. Т. 30, № 4. С. 100–111.

E.A. Gorbacheva

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),  
Murmansk, Russia

### ECOTOXICOLOGICAL INVESTIGATIONS OF THE BARENTS SEA BOTTOM SEDIMENTS

*In the article, biotesting results of the Barents Sea bottom sediments are presented. Larvae of shrimp *Artemia salina* and microalgae *Phaeodactylum tricornerutum* were used as test objects. Biotesting procedures allowed to distinguish bottom areas with higher sediment pollution.*

П.С. Гущеров<sup>1</sup>, П.А. Тюпелев<sup>1</sup>, В.И. Самонов<sup>1</sup>, Т. Миясита<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Национальный научно-исследовательский институт рыболовства Дальневосточных морей, Япония

## СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ И РАСПРЕДЕЛЕНИИ ФИНВАЛА (*BALAENOPTERA PHYSALUS*, LINNAEUS, 1758) В ОХОТСКОМ МОРЕ

*После прекращения китобойного промысла одной из главных задач исследований является получение материалов по встречаемости и распределению китообразных в Охотском море и других районах Тихого океана. В настоящей работе приводятся современные материалы по встречаемости и распределению финвала в водах Охотского моря в августе–сентябре 2015–2017 гг.*

После прекращения СССР в 1980-х гг. промышленной добычи китообразных в различных районах Мирового океана отечественные судовые исследования этих животных, как в прилегающих к территории России морях, так и в открытых океанических водах, практически не проводятся. Предыдущие исследования в Северной Пацифике позволили оценить численность китообразных и показать их распределение в водах Охотского моря [1, 14, 15, 4, 5, 19, 21].

Финвал – важнейший вид, который добывался во время китобойного промысла. Доля его в добыче китов в отдельные годы составляла более половины (до 56,8 %) и не спускалась ниже 10,5–11,2 % даже тогда, когда лишь начал развиваться промысел с плавучих баз [13].

На Дальнем Востоке финвал встречался повсеместно – от юга Японии и Кореи, по обе стороны Курильских островов и Камчатки, до Чукотского полуострова включительно. В Японском море этих китов наблюдали в заливе Америка в ноябре, а в декабре – у берегов Кореи. Весной же, мигрируя на север, они появлялись в начале апреля в заливе Петра Великого, в апреле и мае – у Южного Сахалина и Курильской гряды [12, 11].

В Охотском море, у западных берегов Камчатки, появляются в июне, держатся все лето и уходит осенью. Однако в январе-феврале здесь могут быть встречены и зимующие особи [10]. У Курильских островов встречаются все лето, но осенью их численность увеличивается мигрантами с севера. Основные скопления китов этого вида наблюдались с тихоокеанской и охотоморской сторон о. Итуруп, с тихоокеанской стороны от пролива Бусоль до пролива Надежды и с тихоокеанской и охотоморской сторон о. Парамушир, где они отмечались с марта по ноябрь [2].

В периоды с 1984 по 1991 гг. по результатам экспедиций ТИНРО-Центра в Охотском море зарегистрировано 34 финвала. Киты встречались с тихоокеанской стороны о. Симушир, с охотоморской стороны о. Атласова, в заливе Анива и в районе о. Ионы [14]. В периоды с 1989–1992 и с 1998–1999 гг. в Охотском море число встреченных финвалов составило 251 [18, 19, 20]. В 1997 г. в центральной части Охотского моря было учтено 25 финвалов [15]. В 2005 г. 6 финвалов зарегистрировано с тихоокеанской стороны пролива Уруп [9]. В 2009–2010 гг. учтено 213 финвалов [8]. Киты отмечались в основном вдоль о. Сахалин и в районе Шантарских островов. В 2012 г. группа из пяти особей встретила в южной части Охотского моря в 70 милях от южной оконечности о. Итуруп [16].

По результатам учетов 90-х гг. прошлого столетия определена ориентировочная численность финвала в Охотском море, которая составила 2,7 тыс. особей [4]. В настоящее время считается, что в Северной Пацифике обитает до 16 000 финвалов. Их численность в Чукотском и Беринговом морях оценивается в 500–600 особей [3].

В настоящей работе рассматриваются собственные данные по встречаемости и распределению финвала в водах Охотского моря за 2015–2017 гг.

Совместная российско-японская экспедиция проводилась в Охотском море в летне-осенний периоды в 2015–2017 гг. Галсы в районе работ указаны на рис. 1.

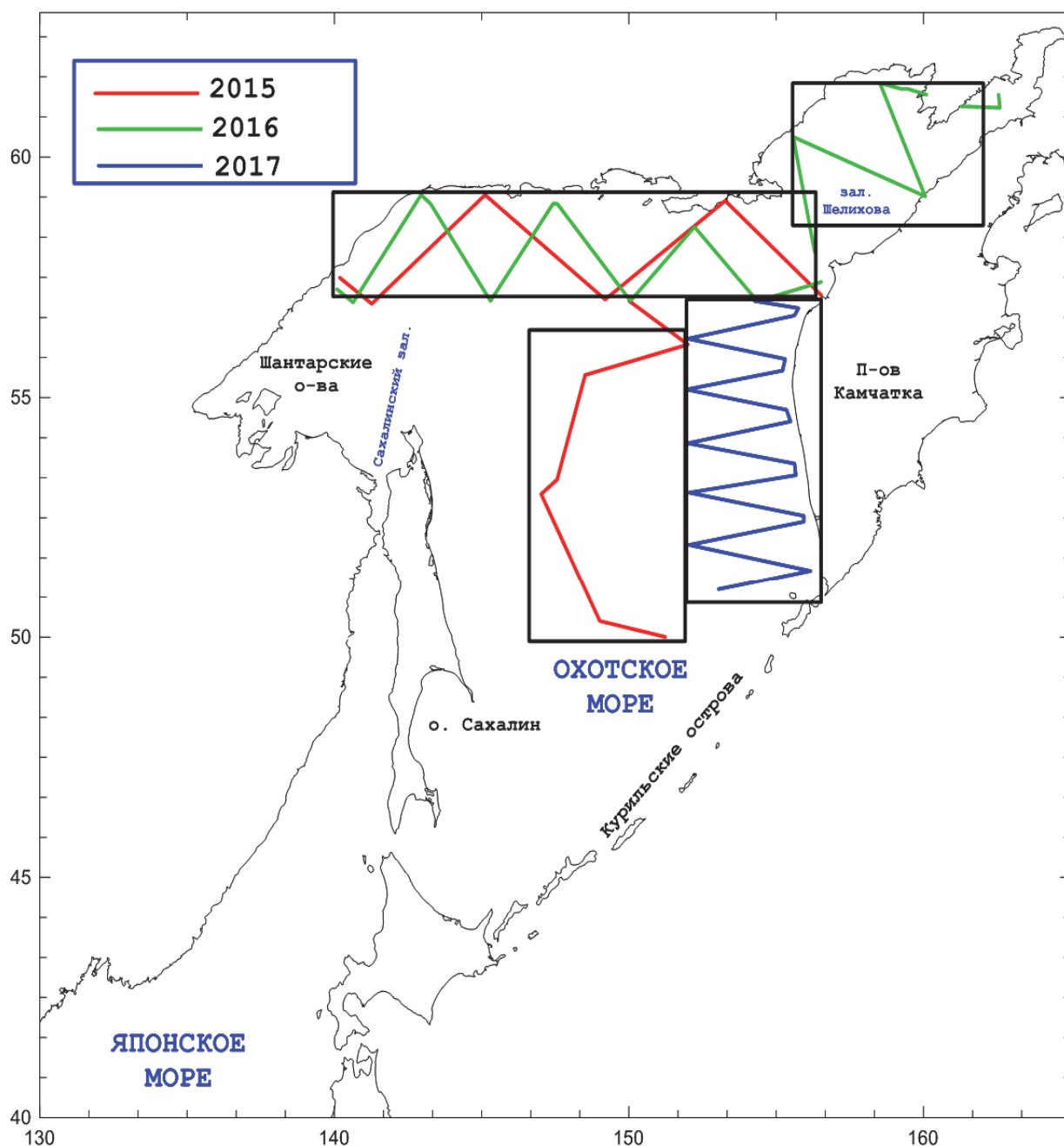


Рис. 1. Районы учета китообразных в Охотском море в 2015–2017 гг.

Учет китообразных выполнялся по методике Научного комитета Международной китобойной комиссии [17], которая используется для получения данных в целях модифицированной процедуры управления запасами.

В 2015–2017 гг. в Охотском море в результате проведенных наблюдений зарегистрировано 170 финвалов. Большая часть китов (100) в 2015 г. была учтена в центральной части Охотского моря [18, 7], что является характерным для этого вида [5]. В 2016 г. встречено всего 6 финвалов (рис. 2): четыре на транзитном переходе в районе банки Кашеварова, один – в районе Ейриной губы и один – в заливе Шелихова. Однако стоит заметить,

что в 2016 и 2017 гг. метеоусловия были неблагоприятны для учетных работ, поэтому значительная часть запланированных исследовательских галсов не выполнена. Таким образом, процент пройденных галсов с наблюдениями составил: в 2015 г. – 77,9 %, в 2016 г. – 58,5 %, а в 2017 г. – 54,7 %. На Западной Камчатке число встреченных финвалов составило 48 голов. В целом в 2017 г. мы встретили 64 финвала.

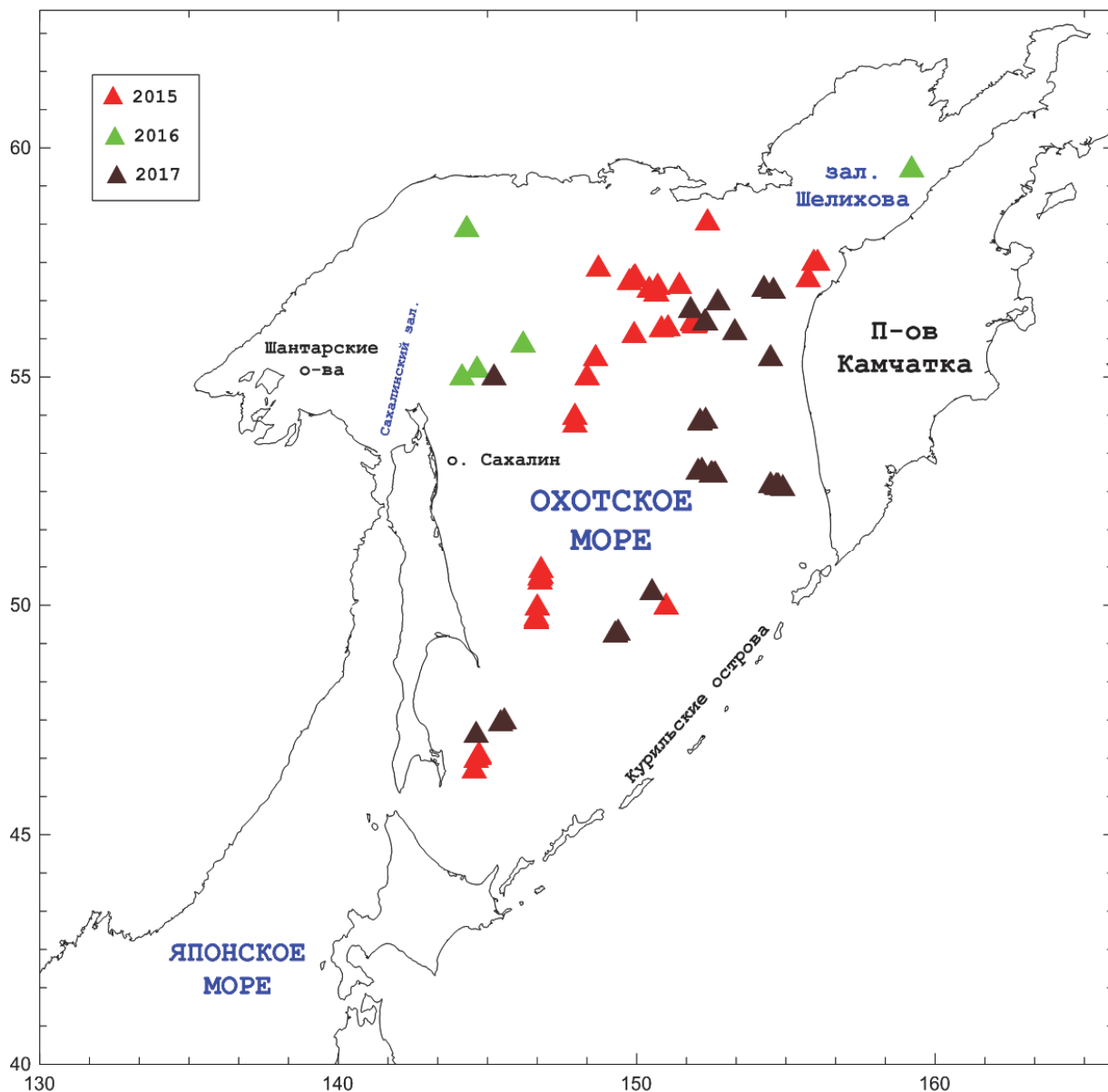


Рис. 2. Места встреч финвала в Охотском море в августе–сентябре 2015–2017 гг.

Наблюдения также показали, что держатся финвалы в основном парами (в 25 % случаев) и поодиночке (в 24 % случаев). Самые массовые группы, одновременно зарегистрированные нами, составляли по 15 и 10 голов в 2015 и в 2017 гг. соответственно.

Учет китообразных, проведенный нами за последние три года, пока не позволяет с уверенностью показать перераспределение и оценить численность данного вида китообразных, поскольку учетная сетка галсов ежегодно менялась. Однако кое-какие моменты выделить все-таки можно. Первый и, пожалуй, самый важный – это то, что число финвалов остается на стабильном уровне по сравнению с предыдущими годами. Например, учет, который проводился в 1998–1999 гг. [21], позволил зарегистрировать 90 финвалов, тогда как нами в 2015 г. их учтено 100 особей. Кроме этого, во время экспедиций в пяти случаях

мы наблюдали пары «мать-детеныш». Вышеперечисленные обстоятельства указывают на благополучное состояние в динамике численности финвала Охотского моря, однако относиться к ним нужно, безусловно, с высокой предосторожностью.

Настоящее исследование позволяет сделать предварительные выводы о встречаемости и распределении финвала в Охотском море. Сейчас по-прежнему можно говорить о том, что за последние 20 лет численность финвала возросла, но, к сожалению, определенные цифры пока дать не представляется возможным. Среди положительных фактов следует тенденцию к увеличению проведения исследований китообразных в дальневосточных морях. Получение новых данных о численности и распределении финвала и других китообразных является задачей будущих исследований.

### Библиографический список

1. Берзин А.А., Владимиров В.Л., Дорошенко Н.В. Результаты авиаучетных работ по распределению и численности полярных, серых китов и белухи в Охотском море в 1985–1989 гг. // Известия ТИНРО. Т.112. 1990. С. 51–60.
2. Берзин А.А., Ровнин А.А. Распределение и миграции китов в северо-восточной части Тихого океана, в Беринговом и Чукотском морях // Известия ТИНРО. Т. 58. 1966. С. 179–206
3. Бурдин А.М., Филатова О.А., Хойт Э. Морские млекопитающие России. Киров: Кировская областная типография, 2009. С. 60–63.
4. Владимиров В.Л. Современное распределение и численность китов в дальневосточных морях // Биология моря. Т. 20. 1994. № 1. С. 3–13.
5. Владимиров В.А. К вопросу о современном состоянии популяций китообразных в Охотском море // Матер. к XVI Сессии рабочей группы по проекту 02.05-61 «Морские млекопитающие» Российско-Американского соглашения «О сотрудничестве в области охраны окружающей среды» (Санта Круз, США, 23–26 апреля 2001 г.). 2001. С. 43–51.
6. Владимиров В.А. Мияшита Т., Окамура Х. Новые данные по распространению китообразных в Охотском море (по итогам судовых учетов 1998–1999 гг.). // Матер. к XVI Сессии рабочей группы по проекту 02.05-61 «Морские млекопитающие». М.: ВНИРО, 2001. С. 205–211.
7. Гущеров П.С., Винников А.В., Тюпелев П.А., Мияшита Т. Результаты учета китообразных в Охотском море в 2015 г. // Морские млекопитающие Голарктики (Сб. тезисов IX Международной конфер. (Астрахань, Россия, 31 октября–5 ноября 2016 г.). 2016. С. 35–36.
8. Истомин И.Г., Татарников В.А., Жариков К.А., Мияшита Т., Акишин В.В. Наблюдения за китообразными в Охотском море в 2009–2010 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 28. 2013. С. 116–128.
9. Корнев С.И., Мияшита Т., Саито Т., Хируда Х., Гусаков П.Б. Результаты учета китообразных в северо-западной части Тихого океана в 2005 г. // Морские млекопитающие Голарктики. Сб. науч. трудов по матер. IV Междунар. конф. СПб., 2006. С. 256–261.
10. Слепцов М.М. Гиганты океанов. Владивосток, 1948. 96 с.
11. Слепцов М.М. Китообразные дальневосточных морей // Известия ТИНРО Т. 38. 1952. С. 84–88.
12. Слюнин Н.В. Промысловые богатства Камчатки, Сахалина и Командорских островов. СПб., 1895. С. 2.
13. Томилин А.Г. Звери СССР и прилежащих стран. М.: Изд-во АН СССР, 1957. 756 с.
14. Шунтов В.П. Современное распространение китов и дельфинов в дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана // Зоологический журнал. Т. 72. 1993. С. 131–141.

15. Шунтов В.П. Некоторые особенности современного распределения китов и дельфинов в Охотском море // Океанология. Т. 39. 1999. № 2. С. 253–257.
16. Gushchero P.S., Maminov M.K., Naberezhnykh I.A., Tiupelev P.A. Survey of cetaceans in the Kuril waters in 2012 // Ecology of the marginal seas and their basins – 2013. Materials of the international scientific conference. Vladivostok. 2013. P. 129–136.
17. IWC. Report of the Scientific Committee. Annex D. Report of the sub-committee on the Revised Management Procedure. Appendix 3. Requirements and Guidelines for Conducting Surveys and Analysing Data within the Revised Management Scheme. *J. Cetacean Res. Manage. (Suppl.)*. 2005. P. 92–101.
18. Myasnikov V.G., Vinnikov A.V., Ryabov A.A., Tyupelev P.A., Gushchero P.S., Samonov, V.I., and Miyashita. T. 2017. Cruise report or the cetacean sighting survey in the norther Okhotsk Sea in 2015. Paper SC/66b/IA presented the 66b IWC Scientific Committee in 2016.
19. Miyashita T. Distribution of whales in the Sea of Okhotsk, results of the recent sighting cruises // IBI Reports, 7. 1997. P. 21–38.
20. Miyashita T. Report of 1998 North Pacific minke whale sighting cruise // Int'l. Whaling Comm. 51 Meeting, doc. SC/51/RMP3. 1999. 6 p.
21. Miyashita T., Okamura H., Vladimirov V.A. and Dorochenko N.V. Cruise report of the Japan-Russian joint sighting survey in the Sea of Okhotsk in 1999 // Int'l. Whaling Comm. 52 Meeting, doc. SC/52/RMP4. 2000. 10 p.

P.S. Gushchero P.A. Tyupelev, V.I. Samonov, T. Miyashita  
FSBSI «TINRO-Center», Vladivostok, Russia  
National Research Institute of Far Seas Fisheries, Japan

**ADVANCED MATERIALS ON THE OCCURRENCE AND DISTRIBUTION  
OF FIN WHALES (*BALAENOPTERA PHYSALUS*, LINNAEUS, 1758)  
IN THE SEA OF OKHOTSK**

*After the cessation of whaling, one of the main tasks is to provide research materials on the occurrence and distribution of cetaceans in the Sea of Okhotsk and in other parts of the Pacific Ocean. In this paper, we present modern materials on the occurrence and distribution of fin whales in the waters of the Sea of Okhotsk in August-September 2015–2017.*

УДК 639.371.14

Н.В. Дронова  
ФГБОУ ВО «АГТУ», Астрахань, Россия

**РЕЗУЛЬТАТЫ АДАПТАЦИИ СЕГОЛЕТКОВ ПЕЛЯДИ К ИСКУССТВЕННЫМ  
УСЛОВИЯМ ВЫРАЩИВАНИЯ**

*Представлены результаты адаптации сеголетков озерной пеляди с целью пополнения маточного стада, выращиваемого промышленным способом на садковой линии. Приводятся данные эксперимента по переводу дикой рыбы на искусственные корма, содержанию её в садках до возраста половой зрелости и получения от этой рыбы качественных половых продуктов.*

На территории Урала и Сибири сосредоточены значительные запасы ценных видов рыб. Запасы большинства из них находятся в напряжённом состоянии и нуждаются в организации массового искусственного воспроизводства. Одним из таких видов является пелядь (Литвиненко и др., 2015).

Для пастбищного выращивания таких ценных видов рыб, как пелядь, требуется большое количество посадочного материала (Мухачёв, 2003). Воспроизводство сиговых также нуждается в дополнительном источнике икры и молоди. В связи с резким сокращением запасов этих рыб в естественных водоемах разработана биотехнология выращивания маточных стад сиговых в промышленных условиях (Костюничев и др., 2012). Вследствие этого существует необходимость содержания маточного стада как дополнительного источника получения икры сиговых видов рыб, помимо завоза для рыбоводных целей икры и посадочного материала из других регионов, поскольку завоз может быть нестабильным. Организация маточных стад пеляди в естественных водоёмах на Урале не даёт эффекта из-за невозможности контролировать процесс, массового браконьерства и погодных аномалий.

Использование промышленного метода формирования и эксплуатации маточного стада, разработанный в ГосНИОРХ (Костюничев, Князева, 2012), даёт более устойчивый результат, но имеет сложности в применении к местным условиям.

Один из вариантов пополнения ремонтно-маточного стада сиговых в искусственных условиях – это адаптация к промышленным условиям сеголетков пеляди, заготовленных из естественных водоемов.

Целью исследований являлось изучение возможности адаптации сеголетков озёрной пеляди к условиям содержания в садках и переводу на искусственные корма.

Исследования по адаптации сеголетков пеляди выполнялись на базе Чебаркульского рыбозавода Челябинской области. Отлов пеляди осуществляли ставными неводами в озере Дуванкуль в октябре при температуре воды +9 °С. Транспортировку рыбы проводили живорыбным автомобилем, в трёх изотермических контейнерах с постоянной подачей кислорода, при плотности посадки 30–40 кг/м<sup>3</sup>. При перевозке использовали воду из скважины, так как вода озера мутная с большим количеством взвесей. Температура воды при этом составила +7 °С, содержание кислорода – не менее 16 мг/л, время перевозки – 2 ч.

Всего в садки было посажено 7 000 шт. сеголетков пеляди средней массой 0,1 кг. Выращивание осуществляли в четырех садках объёмом 80 м<sup>3</sup> каждый (5 х 4 х 4 м) при плотности посадки 20–25 шт./м<sup>3</sup>. В каждый садок было подсажено по 200 шт. пеляди аналогичной навески, активно потребляющей искусственный корм.

Необходимость пополнения маточного стада была обусловлена тем, что в течение трёх лет произошло его существенное сокращение, вызванное большим отходом производителей после нереста и в период летнего повышения температуры воды.

После первичной адаптации сеголетков начали кормление рыбы по нормам в зависимости от температуры воды. Использовали сиговый корм производства Биомар, размер гранул 1 мм. В начале выращивания кратность кормления составила 4 раза в сут. В дальнейшем проводили корректировку суточных норм кормления в зависимости от температуры воды и массы рыбы. При понижении температуры воды и замерзании водоёма уменьшили норму и частоту кормления до трех раз в неделю, так как интенсивность питания сигов в этот период низкая. В зимний период активности сеголетков, выловленных из естественных водоемов, отмечено не было. Весной, после распаления льда, увеличили нормы и частоту кормления и осуществляли их корректировку каждые две недели в зависимости от температуры воды. В июне начали замечать активность рыбы, выловленной из естественных водоемов. После этого постепенно перешли на гранулы 2 мм, затем – на 3 мм. Далее работы проводили по стандартной биотехнологии формирования маточного стада. Осенью 2014 г. при сортировке было отбраковано 1 800 шт. (30 %) двухлеток, в том числе не перешедших на искусственные корма (истощённых), с искривлениями позвоночника, укороченным хвостовым стеблем и пр. Результаты эксперимента приведены в таблице.



## Результаты выращивания пеляди

Показатели	Годы									
	2013–2014		2014–2015		2015–2016		2016–2017		2016–2017	
	октябрь– апрель	май– сентябрь	октябрь– апрель	май– сентябрь	октябрь– апрель	май– сентябрь	октябрь– апрель	май– сентябрь	октябрь– апрель	май– сентябрь
Температура воды, °С	2-5	10-25	2-5	10-25	2-5	10-30	2-5	2-5	10-19	
Плотность посадки, шт./м <sup>3</sup>	25	25	25	15	12	8	8	6	8	
Средняя масса, кг	0,1	0,09	0,23	0,31	0,41	0,58	0,65	0,75	0,8	
Выживаемость, %	90	85	55	95	90	40	95	98	80	
Собрано икры, млн. шт.					5,5		9,5		6,6	

В 2015 г. часть трехлеток пеляди (20 %) созрела и участвовала в нересте. После нереста у самок пеляди обычно наблюдается повышенный отход из-за особенностей физиологии. Кроме того, лето 2016 г. было неблагоприятно для маточного стада сиговых – более 20 дней в августе держалась жаркая сухая погода, и температура воды поднималась до +30 °С. Наблюдался повышенный отход всех групп производителей сиговых. В ноябре–декабре 2016 г. от самок пеляди было получено 9,5 млн икры. В ноябре–декабре 2017 г. оставшиеся самки снова участвовали в нересте. Собрано 6,6 млн икры достаточно хорошего качества (отход за инкубацию 38 %). Рабочая плодовитость самок – 23 тыс. шт. икры.

Таким образом, в результате проведенных исследований выявлено, что произошла адаптация сеголетков пеляди из естественных водоемов к искусственным условиям выращивания. 50 % особей успешно перешли на искусственные корма и содержание в садках, отмечался рост и созревание в обычные для садковой пеляди сроки. Собранная от этой рыбы икра не отличалась по качеству от икры садковой пеляди.

### Библиографический список

1. Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в промышленных условиях на искусственных кормах // Сб. метод. рекомендаций по промышленному выращиванию сиговых рыб для целей воспроизводства и товарной аквакультуры.; под общ. ред. А.К. Шумилиной. СПб.: ФГБНУ «ГосНИОРХ», 2012. С. 103–131.
2. Литвиненко А.И., Семенченко С.М., Капустина Я.А. Искусственное воспроизводство ценных видов рыб Урала и Сибири: состояние, проблемы и перспективы // Тр. ВНИРО. Т. 153. М.: ВНИРО, 2015. С. 74–84.
3. Мухачёв И.С. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди. Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. 176 с.

H.V. Dronova  
Astrakhan state technical University, Astrakhan, Russia

### THE RESULTS OF THE ADAPTATION OF FINGERLINGS PELED TO THE ARTIFICIAL GROWING CONDITIONS

*The paper presents the results of adaptation of lake Peled fingerlings to replenish the breeding stock grown industrially on the SADC line. Provides data of the experiment on the transfer of wild fish to artificial feed, the contents in cages to the age of sexual maturity and produce from this fish the quality of sexual products.*

В.А. Дубина<sup>1,2</sup>, В.В. Плотников<sup>1,2</sup>, А.П. Карташова<sup>1</sup>, Р.С. Бессонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,

<sup>2</sup>ФГБУН «ТОИ ДВО РАН», Владивосток, Россия

## ПОСТУПЛЕНИЕ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ИЗ ОТКРЫТОЙ ЧАСТИ ЯПОНСКОГО МОРЯ

*На основе спутниковых изображений рассмотрены механизмы поступления загрязняющих веществ в залив Петра Великого через его морскую границу.*

При изучении загрязнения акватории залива, как правило, в качестве основных источников рассматривают коммунальные и ливневые стоки, дампинг грунтов, атмосферные осадки, сток рек, входящих в водосбор залива, и находящиеся в его границах суда [2, 4]. Исследуются главным образом концентрации отдельных химических элементов и соединений в толще воды, в осадках и гидробионтах. Значительно меньше внимания уделяется плавучему мусору.

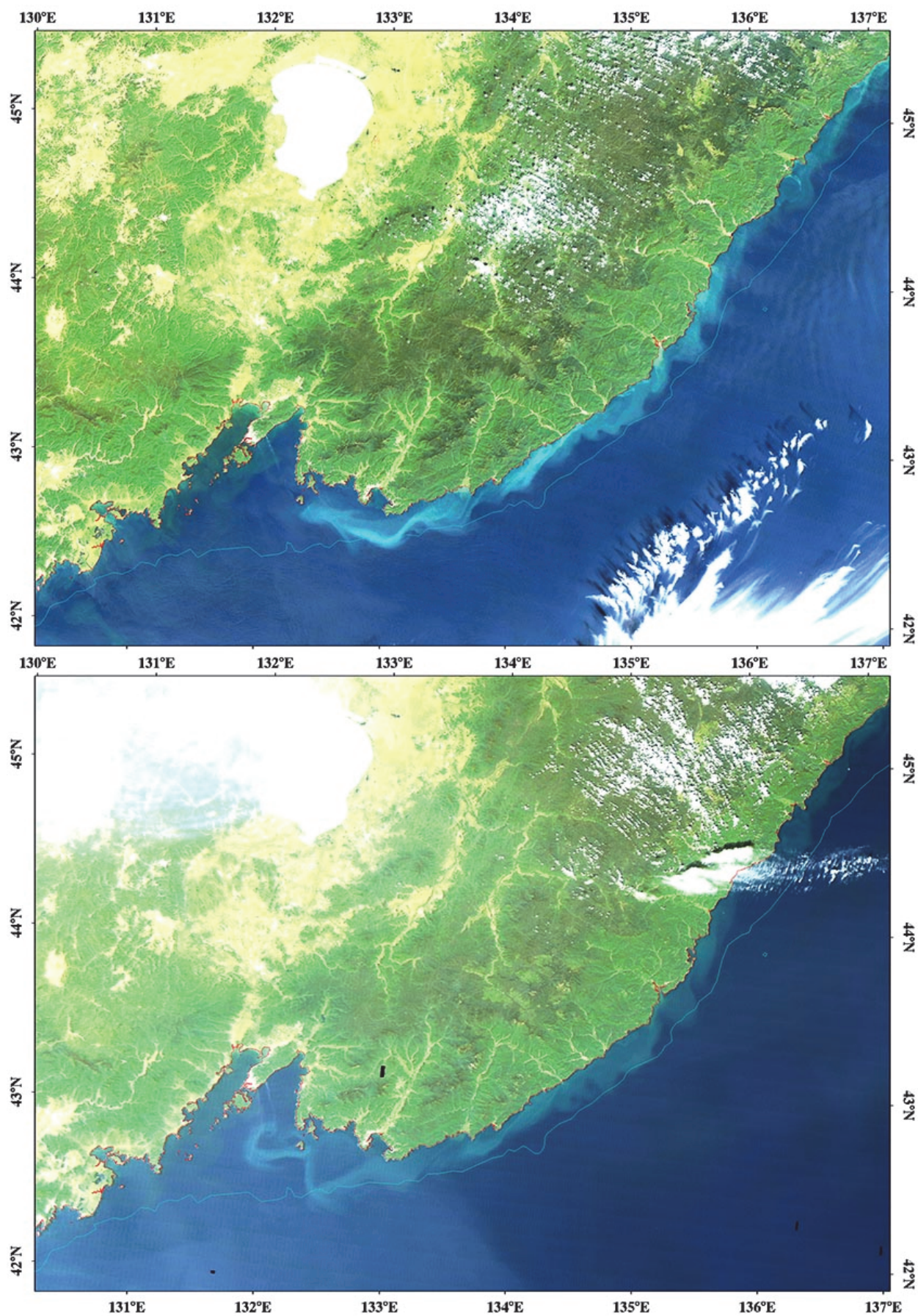
На спутниковых изображениях северо-западной части Японского моря регистрируются поверхностные течения, проникающие в залив Петра Великого как с востока, так и с юго-запада. Заток в российский сектор Японского моря из экономической зоны КНДР происходит во все сезоны, напрямую не зависит от направления ветра и отражает, вероятно, межгодовую, сезонную и синоптическую изменчивость поверхностной циркуляции Японского моря. Трансграничный поток, направленный в залив, переносит загрязнённые воды р. Туманная и разнообразный мусор, образующийся в процессе массового промышленного рыболовства в северо-корейских водах, прилегающих к морской границе РФ [1].

Во время весеннего снеготаяния и дождевых паводков распреснённые речным стоком воды вдоль побережья Приморского края к северу от широты залива создают градиент плотности, который становится причиной формирования плотностного течения, направленного на юг со скоростями примерно 0,1 м/с [3]. При слабых и умеренных ветрах распреснённые шельфовые воды поступают в залив Петра Великого. На рисунке приведены изображения в истинном цвете, синтезированные из измерений спектрорадиометра MODIS, полученных со спутника Terra 21 (вверху) и 22 (внизу) в сентябре 2006 г. 18 сентября этого года на юго-восточные и восточные районы Приморского края оказал проходящий по Японскому морю тайфун Shanshan. В посёлках Ольга и Рудная Пристань выпало около 60–70 мм осадков. На изображениях виден ливневой сток рек восточного Приморья, который прибрежным потоком шириной до 25 км проникает в залив Петра Великого. Скорость этого течения, оцененная методом маркеров по двум спутниковым снимкам, составляет 0,7–1,0 м/с.

С развитием портовых мощностей в заливе Находка и в порту Де-Кастри резко возрос судовой трафик вдоль побережья восточного Приморья. В процессе эксплуатации судов образуются твёрдые, жидкие и газообразные отходы, которые наносят вред окружающей среде (льяльные воды, шлам, бытовые отходы и пр.) Вопросы, связанные с загрязнением с судов, регламентируются международной конвенцией МАРПОЛ 73/78, правила которой не всегда и не везде соблюдаются.

Таким образом, при рассмотрении масштабов и угроз загрязнения залива Петра Великого необходимо, во-первых, учитывать сток рек, не впадающих непосредственно в акваторию залива, а во-вторых – принимать во внимание возможное поступление нефтяных углеводородов с основных судоходных путей за границей залива.

Работа выполнена при частичной поддержке проекта 18-1-010 Комплексной программы фундаментальных научных исследований ДВО РАН «Дальний Восток».



Изображения в истинном цвете, синтезированные из измерений спектро радиометра MODIS, полученных со спутника Terra 21 (вверху) и 22 (внизу) в сентябре 2006 г.

## Библиографический список

1. Дубина В.А., Константинов О.Г., Катин И.О., Нестеренко В.А., Белоцкий С.В. Особенности трансграничного переноса в юго-западной части залива Петра Великого, по спутниковым данным / Сб. итоговых матер. VI Междунар. экологического форума «Природа без границ». Владивосток, 2012. CD. ISBN 978-5-901 202-50-0.

2. Дубина В.А., Митник Л.М. Мониторинг нефтяного загрязнения дальневосточных морей спутниковыми радиолокационными станциями с синтезированной апертурой / В кн.: Эколого-географические аспекты развития нефтегазового комплекса на Дальнем Востоке России; под ред. П.Я. Бакланова. Владивосток: Дальнаука, 2007. С. 113–124.

3. Дубина В.А., Митник Л.М., Катин И.О. Особенности циркуляции вод залива Петра Великого на основе спутниковых мультисенсорных данных / В кн. «Современное состояние и тенденции изменения природной среды залива Петра Великого Японского моря»; гл. ред. академик РАН В.А. Акуличев. М.: ГЕОС, 2008. С. 82–96.

4. Шулькин В.М., Семькина Г.И. Поступление загрязняющих веществ в залив Петра Великого и оценка их вклада в создание экологических проблем / В кн.: Современное экологическое состояние залива Петра Великого Японского моря; отв. ред. Н.К. Христофорова. Владивосток: Издательский дом Дальневост. федерал. ун-та, 2012. С. 252–287.

V.A. Dubina<sup>1,2</sup>, V.V. Plotnikov<sup>1,2</sup>, A.P. Kartashova<sup>1</sup>, R.S. Bessonov<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Dalrybvtuz, <sup>2</sup>POI FEB RAS, Vladivostok, Russia

### POLLUTION PENETRATION TO THE PETER THE GREAT BAY FROM OPEN JAPAN/EAST SEA WATERS

*Mechanisms of the polluting substance penetration to the Peter the Great Bay through his marine boundary are considered based on satellite imagery.*

УДК 574.58

Л.А. Живоглядова, О.В. Стрельченко, О.Л. Лужняк, Н.А. Шляхова  
Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства,  
Ростов-на-Дону, Россия

### ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОЙМЕННОГО ОЗЕРА В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ ДОН (ОСТРОВ БОЛЬШОЙ)

*Представлена структура фитопланктона, зоопланктона и зообентоса типичного пойменного водоема в нижнем течении р. Дон по результатам гидробиологических исследований, проведенных в апреле 2017 г. Основу альгоценоза формировали представители диатомовых, криптофитовых и цианопрокариот. Средняя биомасса микроводорослей составила 693,08 мг/м<sup>3</sup>. В зоопланктоне доминировали коловратки, биомасса зоопланктона в среднем достигала 78,6 мг/м<sup>3</sup>. Основу бентофауны формировали хирономиды, средняя биомасса донного сообщества составила 8,046 г/м<sup>2</sup>.*

Пойма Нижнего Дона характеризуется наличием большого числа водоемов (старицы, балки, перекрытые дамбами, карьеры), на большинстве из которых рыборазведение не практикуется, а ихтиофауна представлена в основном тугорослой и сорной рыбой. Вместе с тем перечисленные водоемы, как правило, обладают значительным ресурсным потенциалом и являются перспективными водными объектами для организации рыбного хозяйства. Основой для разработки рекомендаций по зарыблению водоемов, рационального планирования организации рыбного хозяйства являются сведения по состоянию кормовой базы рыб.

В 2017 г. гидробиологические исследования с целью описания фоновых характеристик планктонных и бентосных сообществ были проведены на типичном пойменном озере в нижнем течении р. Дон, образовавшемся на месте карьера для выработки песка. Водоем расположен на о. Большой в 4 км на северо-восток от восточной окраины ст. Старочеркасская Аксайского района Ростовской области, отгорожен от р. Дон дамбой.

Площадь водного зеркала водоема составляет 10 га, длина береговой линии – 2400 м, средняя глубина – 3,2 м, максимальная – 7,0 м, средняя ширина – 91 м. Водоснабжение водоема осуществляется за счет паводковых, дождевых и частично родниковых вод, поступающих из р. Дон. По химическому составу и термическому режиму водоем пригоден для выращивания большинства объектов аквакультуры.

В настоящее время ихтиофауна водоема насчитывает 11 видов рыб, относящихся к 5 семействам. Наиболее многочисленными являются представители семейства карповых (тарань, густера, серебряный карась, красноперка, уклейка). Ранее (2009, 2014 гг.) водоем зарыблялся, в небольшом количестве представлены толстолобик, амур белый, карп.

Материал по качественному составу и количественным характеристикам фитопланктона, зоопланктона и зообентоса собран в ходе гидробиологической съемки, выполненной сотрудниками службы государственного мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства (ФГБНУ «АзНИИРХ») в апреле 2017 г.

Пробы отбирали по схеме, включавшей два продольных и один поперечный разрез. Всего выполнено 10 станций. Обработку гидробиологических проб проводили по общепринятым методикам [1; 2]. Пробы фитопланктона отбирали с поверхностного слоя воды, отстаивали осадочным методом. При отборе проб зоопланктона применяли сеть Апштейна, объем фильтрованной воды составлял 100 л. В качестве орудия сбора проб зообентоса использовали дночерпатель Петерсена с площадью захвата 0,025 м<sup>2</sup>.

Фиксацию проб фитопланктона производили кислым раствором Люголя. Фиксация зоопланктона проводилась 40%-м формалином до концентрации в пробе 4 %. Зообентос фиксировали 75%-м раствором этанола с добавлением формалина.

Фитопланктонное сообщество водоема в апреле было представлено микроводорослями из шести систематических отделов: диатомовыми (Bacillariophyta), зелеными (Chlorophyta), цианопрокариотами (Cyanoprokaryota), эвгленовыми (Euglenophyta), динофитовыми (Dinophyta), криптофитовыми (Cryptophyta). Всего в весеннем сообществе фитопланктона было обнаружено и определено 20 видов микроводорослей. Наибольшее видовое разнообразие было отмечено среди зеленых водорослей – 6 видов, диатомовые водоросли были представлены 4 видами, цианопрокариоты и эвгленовые водоросли – 3 видами, криптофитовые и динофитовые – 2 видами микроводорослей. Основу численности и биомассы на станциях формировал вид *Planctothrix agardhii* из цианопрокариот. Диапазон изменений численности фитопланктона составлял от 133 до 216 млн кл./м<sup>3</sup>, биомассы – от 616 до 820 мг/м<sup>3</sup>. В среднем по району работ биомасса фитопланктона составляла 693,08 мг/м<sup>3</sup>, численность – 171,3 млн кл./м<sup>3</sup>.

Зоопланктонное сообщество водоема было представлено тремя группами: коловратками (10 видов), ветвистоусыми (2 вида) и веслоногими ракообразными (4 вида).

По количественным показателям доминировали коловратки, на долю которых приходилось 91 и 84 % от общего значения численности и биомассы зоопланктона соответственно. Ветвистоусые и веслоногие ракообразные, являющиеся основными в формировании кормовой базы личинок и планктоноядных рыб, развивались слабо. Средние значения численности и биомассы зоопланктона на изученной акватории составили 43803 экз./м<sup>3</sup> и 78,6 мг/м<sup>3</sup>. Минимальные значения количественных показателей наблюдались на ст. 1, расположенной вблизи дамбы, – 8650 экз./м<sup>3</sup> и 31,1 мг/м<sup>3</sup>, на остальных станциях биомасса составляла около 100 мг/м<sup>3</sup>.

В составе зообентоса водоема отмечены малощетинковые черви, ракообразные и личинки насекомых. Ракообразные, представленные исключительно кумовыми раками

*Pterocuma* sp., встречались единично, их численность в среднем по району работ составила 4 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 0,004 г/м<sup>2</sup>. Среди насекомых отмечены личинки и куколки хирономид, а также представители рода *Chaoborus*. Хирономиды имели 100%-ю частоту встречаемости, их численность в среднем достигала 718 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 7,814 г/м<sup>2</sup>.

В целом по району работ численность зообентоса варьировала в диапазоне от 240 до 2480 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – от 2,660 до 17,220 г/м<sup>2</sup>. Высокими количественными показателями характеризовались станции с обилием детрита.

Средняя численность зообентоса составила 1050 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 8,046 г/м<sup>2</sup>. Основу зообентоса формировали хирономиды, на долю которых приходилось 97 % общей биомассы донного сообщества.

Таким образом, по уровню развития зоопланктона и зообентоса водоем предварительно оценивается как малокормный. По уровню развития фитопланктона – как средnekормный. Для увеличения естественной кормовой базы рекомендуется проведение ряда мероприятий, направленных на ее формирование, в частности, для поддержания развития фитопланктона и зоопланктона рекомендуется внесение минеральных и органических удобрений.

Поскольку рассматриваемый водоем для выращивания сеголетков не приспособлен (водоем не спускной, в составе ихтиофауны отмечены хищники – окунь, судак), зарыбление водоема целесообразно осуществлять годовиками с навеской не менее 25 г. При этом выращивание двухлетков в течение одного сезона может оказаться экономически невыгодным, так как навеска товарной рыбы (особенно растительноядных рыб) может оказаться недостаточной для успешной реализации. Таким образом, наиболее рациональной и экономичной представляется схема выращивания в данном водоеме трехлеток рыб в течение 2 сезонов. При этом необходимо зарыбление водоема годовиками весной. Облов товарной рыбы производится осенью на следующий год при прекращении ее роста.

Для максимального использования имеющихся в водоеме кормовых ресурсов в обязательном порядке необходимо применять поликультуру – совместное выращивание рыб с разными спектрами питания. Для поликультуры предлагаются следующие объекты выращивания: карп (потребляет в основном бентосные организмы); пестрый толстолобик (питается зоопланктоном); белый толстолобик (потребляет микроводоросли); белый амур (использует в пищу высшую водную растительность). В качестве добавочных объектов возможно выращивание речного рака (полифаг).

### Библиографический список

1. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 319 с.
2. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. 168 с.

L.A. Zhivoglyadova, O.V. Strelchenko, O.L. Luzhnyak, N.A. Shlyakhova  
Azov Research Institute of Fisheries, Rostov-on-Don, Russia

### HYDROBIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE FLOODPLAIN LAKE IN THE LOWER REACHES OF THE RIVER DON (THE ISLAND BOLSHOJ)

*Based on the results of hydrobiological survey conducted in April 2017 we presented the structure of phytoplankton, zooplankton and zoobenthos of a typical floodplain waterbody in the lower reaches of the river Don. The algal community included primarily the representatives of diatoms, cryptophytes and cyanoprokaryotes. The average biomass of microalgae was 693.08 mg/m<sup>3</sup>. Rotifers were predominant in the zooplankton whose biomass averaged 78.6 mg/m<sup>3</sup>. Chironomids constituted mainly the benthic fauna and the average biomass of the bottom community amounted to 8.046 g/m<sup>2</sup>.*

А.Ю. Жилин, Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова  
ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

## НАКОПЛЕНИЕ ХЛОРИРОВАННЫХ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАМЧАТСКОМ КРАБЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Определены хлорированные углеводороды в 36 пробах мышц и гепатопанкреаса взрослых самцов и самок камчатского краба, отобранных ловушками в различных промысловых районах Баренцева моря. В нерыбных объектах промысла (в том числе ракообразных) не нормируется содержание хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов, но тем не менее они присутствуют в мышцах и гепатопанкреасе камчатского краба, интродуцированного в Баренцево море. Полученные результаты указывают на низкий уровень загрязнения камчатского краба стойкими органическими загрязнителями.

В Баренцево море камчатский краб (*Paralithodes camtchatica*) был успешно интродуцирован в 60-х гг. прошлого века, и уже начиная с 1993 г. ПИНРО проводит ежегодные ресурсные исследования в южной части Баренцева моря, направленные на изучение его биологии, оценку численности и прогноз динамики промыслового запаса.

Для определения хлорированных углеводородов были использованы мышцы и гепатопанкреас камчатского краба, отобранного ловушками в различных промысловых районах Баренцева моря в июле–августе 2017 г. (рис. 1).

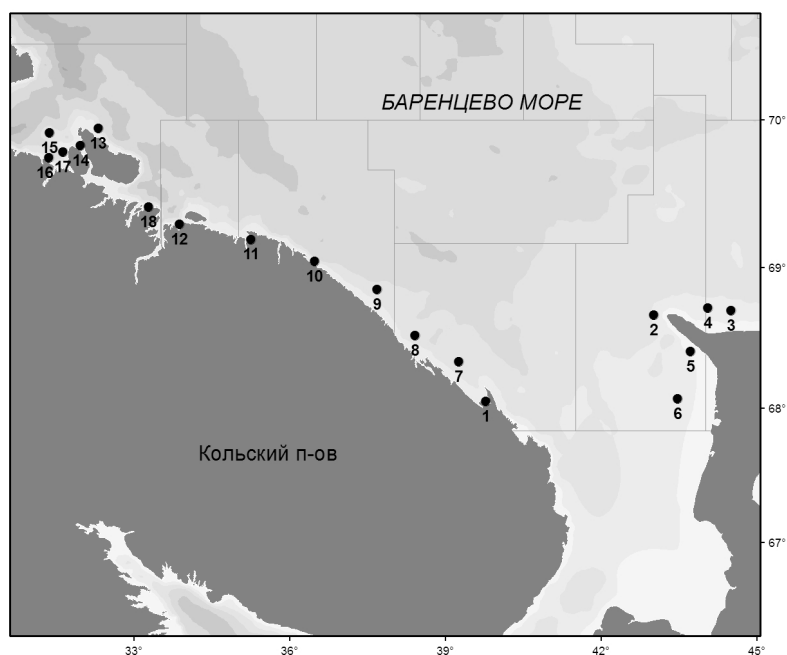


Рис. 1. Станции отбора проб камчатского краба в Баренцевом море (НИС «Профессор Бойко», рейс № 47, июль–август 2017 г.)

Отбор, подготовка и анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами ИКЕС, ФАО и действующими нормативными документами [1–3]. Всего проанализировано 36 проб (18 проб мышц и 18 проб гепатопанкреаса) взрослых самцов и самок камчатского краба.

Хлорорганические пестициды (ХОП) ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -гексахлорциклогексан, гексахлорбензол, *цис*-, *транс*-хлордан, *цис*-, *транс*-нонахлор, оксихлордан, изомеры и метаболиты ДДТ) и полихлорбифенилы (ПХБ) (конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC: 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180) определялись методом газовой хромато-масс-спектрометрии с использованием спектрометра GCMS-QP2010 Plus фирмы «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой HP-5MS длиной 30 м. Идентификация индиви-

дуальных соединений проводилась в режиме SIM (селективный мониторинг ионов). Количественное определение выполнялось с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических ХОП и ПХБ фирмы «Sigma-Aldrich» (США). В качестве внутреннего стандарта при определении ПХБ в пробу вводился ПХБ-53. Для автоматической обработки результатов анализа применялась программа «GCMSsolution 2.5» фирмы «Shimadzu» (Япония). Для внутреннего контроля качества аналитических работ использовался сертифицированный стандартный образец SRM 2974a (Organochlorines, PAH's and Hg in freeze dried mussel tissue) (NIST, США).

ХОП и ПХБ являются токсикантами глобального распространения, не имеющими природных аналогов. Многолетнее бесконтрольное использование этих стойких органических загрязнителей (СОЗ) привело к их повсеместному распространению, накоплению в биотических и абиотических компонентах наземных и морских экосистем [4]. Распределение персистентных хлорированных углеводородов в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением их повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жира [5].

На рисунках 2–5 представлено среднее содержание в мышцах и гепатопанкреасе камчатского краба суммы изомеров гексахлорциклогексана ( $\Sigma$ ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), суммы изомеров хлордана и суммы изомеров и метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана ( $\Sigma$ ДДТ).

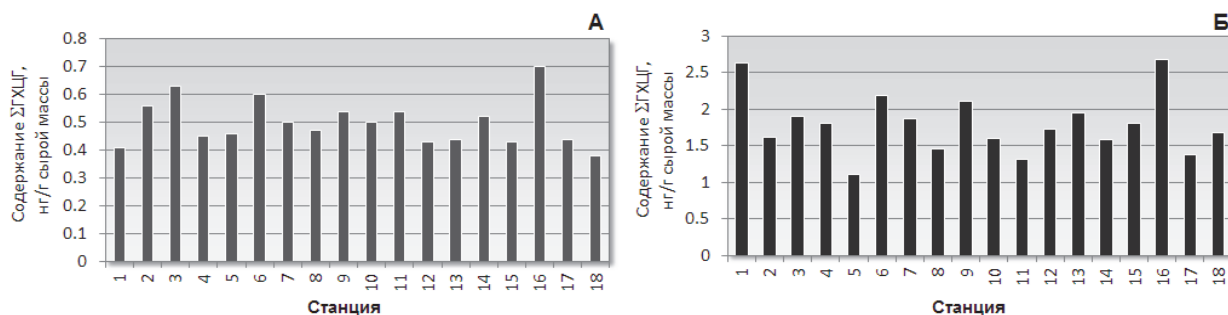


Рис. 2. Среднее суммарное содержание изомеров ГХЦГ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) камчатского краба

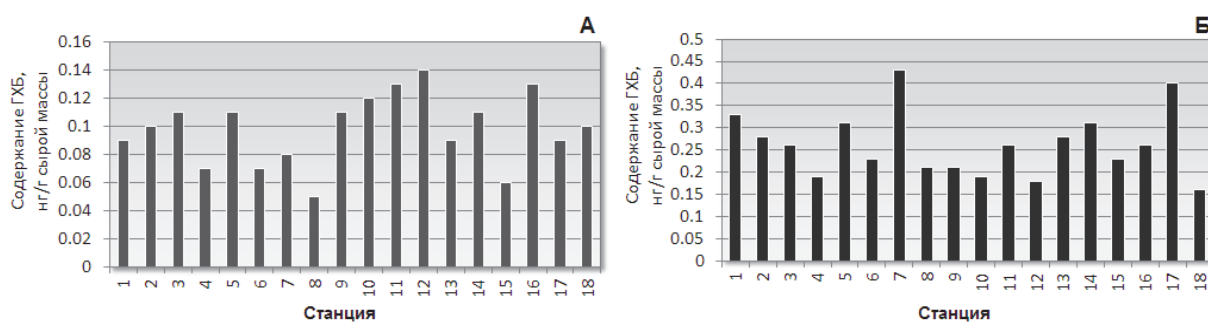


Рис. 3. Среднее содержание ГХБ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) камчатского краба

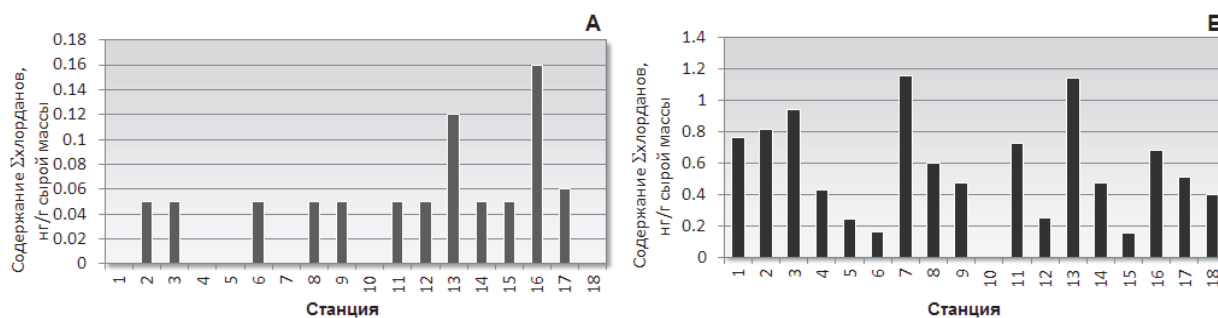


Рис. 4. Среднее суммарное содержание изомеров хлордана в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) камчатского краба



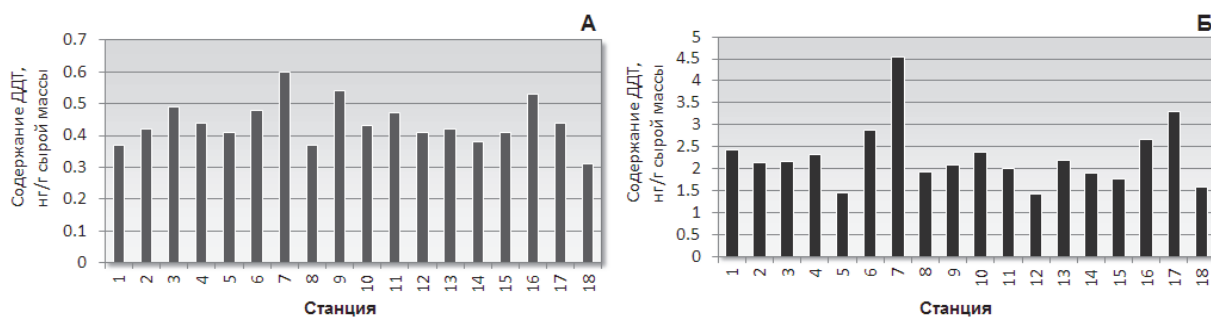


Рис. 5. Среднее суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) камчатского краба

Увеличение в мышцах камчатского краба относительного содержания более стабильного изомера  $\alpha$ -ГХЦГ по сравнению с  $\gamma$ -ГХЦГ и величина их соотношения ( $\alpha$ -ГХЦГ/ $\gamma$ -ГХЦГ >1) свидетельствовали о давнем поступлении ГХЦГ в окружающую среду. Суммарное содержание метаболитов  $p,p'$ -ДДЕ,  $o,p'$ -ДДД и  $p,p'$ -ДДД в исследованных мышцах составляло более 60 % от  $\Sigma$ ДДТ и превышало содержание изомера  $p,p'$ -ДДТ в 3–4 раза, что указывало на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т.е. о «старом» загрязнении окружающей среды [6; 7].

Наибольшее суммарное содержание изомеров ГХЦГ обнаружено в мышцах камчатского краба (0,70 нг/г сырой массы), отобранного на ст. 16 в Варангер-фьорде (Рыбачья банка). Максимальное содержание ГХБ определено в мышцах камчатского краба (0,14 нг/г сырой массы) из промышленного района Кильдинская банка (ст. 12).

Изомеры хлордана в качестве пестицидов в Советском Союзе и в России, в частности, никогда не применялись, зато широко использовались в США и странах Западной Европы. В воде Баренцева моря они обнаруживаются в очень незначительных количествах, в основном в струях Северо-Атлантического течения, но при передаче по пищевой цепи их содержание в органах и тканях гидробионтов заметно возрастает. Наибольшее их содержание определено в мышцах камчатского краба (0,16 нг/г сырой массы), выловленного в промышленном районе Рыбачья банка (ст. 16), где обнаружены изомеры *цис*-хлордан и *транс*-нонахлор, тогда как на большинстве станций в мышцах краба определялся только *транс*-нонахлор. Максимальное суммарное содержание изомеров и метаболитов ДДТ (0,60 нг/г сырой массы) определено в мышцах камчатского краба из Восточного Прибрежного района (ст. 7).

Остаточные количества хлорорганических пестицидов в гепатопанкреасе исследованных камчатских крабов были значительно выше, чем в мышцах. У камчатского краба гепатопанкреас – это орган системы пищеварения, который совмещает функции поджелудочной железы и печени, поэтому содержание хлорированных углеводов в нем было больше, так как печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление загрязняющих веществ. Кроме этого гепатопанкреас отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, т.е. хорошо растворяются в жирах [5]. Среднее содержание жира в гепатопанкреасе исследованных крабов составляло  $8,80 \pm 3,58$  %, а в мышцах –  $0,38 \pm 0,07$  %. Высокое суммарное содержание изомеров ГХЦГ (2,68 нг/г сырой массы) характерно для гепатопанкреаса краба, выловленного на ст. 16 в Варангер-фьорде (Рыбачья банка). Максимальное количество ГХБ (0,43 нг/г сырой массы) определено в гепатопанкреасе краба из Восточного Прибрежного района (ст. 7). Высокое суммарное содержание изомеров хлордана (1,15 нг/г сырой массы), изомеров и метаболитов ДДТ (4,53 нг/г сырой массы) обнаружено в гепатопанкреасе краба из того же района (ст. 7). Величины отношений содержания изомеров ГХЦГ, изомеров и метаболитов ДДТ в гепатопанкреасе исследованных камчатских крабов свидетельствовали о давнем загрязнении среды обитания этими пестицидами.

На рис. 6 представлено среднее суммарное содержание конгенов ПХБ в мышцах и гепатопанкреасе камчатских крабов Баренцева моря.

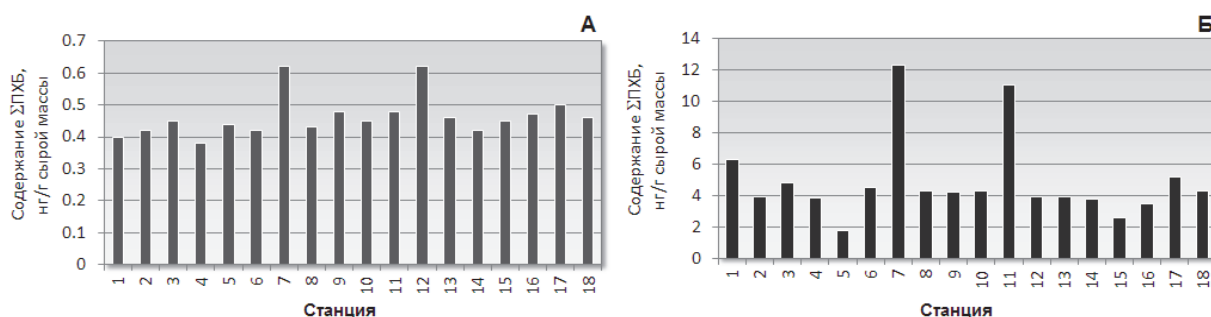


Рис. 6. Среднее суммарное содержание конгенов ПХБ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) камчатского краба

Суммарное содержание конгенов ПХБ в мышцах исследованных крабов изменялось от 0,38 до 0,62 при среднем значении  $0,46 \pm 0,06$  нг/г сырой массы, в гепатопанкреасе – от 1,78 до 12,3 при среднем значении  $4,85 \pm 2,50$  нг/г сырой массы. Вследствие значительного количества жира содержание ПХБ в гепатопанкреасе крабов более чем в 10 раз превышало их содержание в мышечной ткани. В исследованных мышцах и гепатопанкреасе крабов преобладали конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC 118, 138 и 153, составляющие в среднем 54–73 % от ΣПХБ (рисунки 7, 8), что указывало на техногенное загрязнение среды их обитания коммерческими смесями полихлорбифенилов типа Aroclor, российские аналоги – Совол (конденсаторное масло) и Совтол (трансформаторное масло). Основными полихлорбифенилами, входящими в состав Совтола или Совола, являются соединения с номерами 52, 101, 118, 138 и 153, содержание которых в мышцах камчатского краба составляло в среднем  $76,9 \pm 2,7$  %, а в гепатопанкреасе –  $82,8 \pm 2,8$  % от Σ ПХБ (рис. 9).

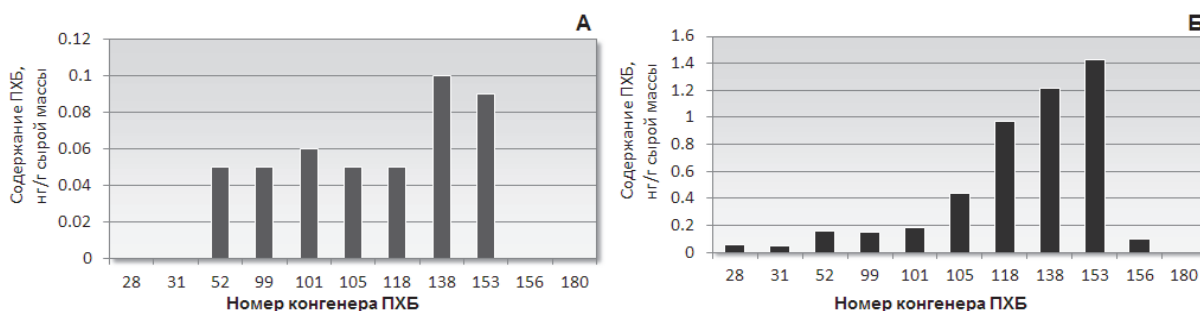


Рис. 7. Содержание конгенов ПХБ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) самца краба (ст. 3)

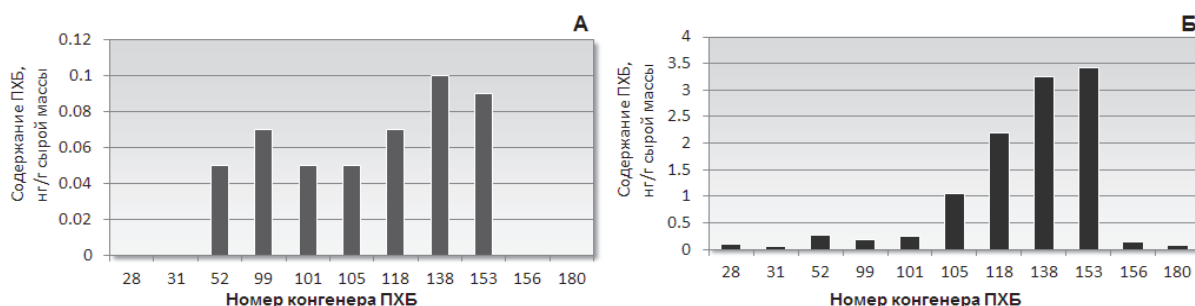


Рис. 8. Содержание конгенов ПХБ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) самки краба (ст. 11)

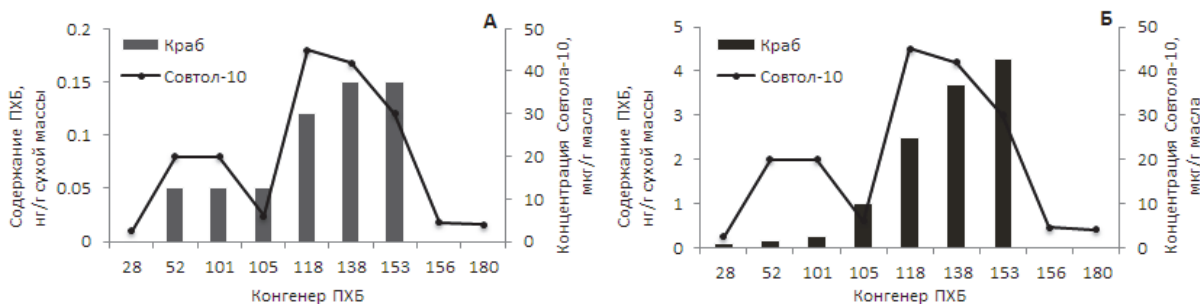


Рис. 9. Содержание конгенов ПХБ в мышцах (А) и гепатопанкреасе (Б) самца краба (ст. 7)

Наиболее высокое содержание ПХБ (12,3 нг/г сырой массы) обнаружено в гепатопанкреасе самца краба, выловленного в Восточном Прибрежном районе на ст. 7, и в гепатопанкреасе самки, отобранной на ст. 11 в Западном Прибрежном районе (11,0 нг/г сырой массы). В соответствии с СанПиН 2.3.2.1078-01 в нерыбных объектах промысла и продуктах их переработки (в том числе и ракообразных) не нормируется содержание ХОП и ПХБ [8], тем не менее они присутствуют в мышцах и гепатопанкреасе камчатского краба, интродуцированного в Баренцево море.

Диоксиноподобные хлорированные углеводороды, к которым относятся некоторые ПХБ и пестициды, обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины, и механизмы их действия на живые организмы идентичны. Разработана международная шкала факторов эквивалентной токсичности (I-TEF), где за эталон токсичности был принят наиболее сильный по своей биологической активности и хорошо изученный 2,3,7,8-тетрахлордibenзо-*p*-диоксин (2,3,7,8-ТХДД), фактор эквивалентной токсичности которого принят за 1. Например, для конгенов ПХБ с номерами 105, 118, 156 и 180, которые обнаружены в исследованных мышцах и гепатопанкреасе камчатского краба, факторы эквивалентной токсичности составляют 0,0001, 0,0001, 0,0005 и 0,00001 ед. соответственно, для пестицида ГХБ – 0,001 ед. [9]. Средняя суммарная токсичность диоксиноподобных хлорорганических соединений в мышцах крабов, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,06 до 0,16 пг ТЭ/г сырой массы при среднем значении  $0,11 \pm 0,03$  пг ТЭ/г сырой массы, а в гепатопанкреасе – от 0,30 до 0,78 пг ТЭ/г сырой массы при среднем значении  $0,44 \pm 0,14$  пг ТЭ/г сырой массы.

Средняя суммарная токсичность диоксиноподобных хлорированных углеводородов, обнаруженных в мышцах и гепатопанкреасе камчатского краба, была во всех случаях меньше 1. Максимальная величина этого показателя найдена в гепатопанкреасе камчатского краба (0,78 пг ТЭ/г сырой массы), выловленного в Восточном Прибрежном районе (ст. 7). Полученные результаты указывают на низкий уровень загрязнения камчатского краба Баренцева моря СОЗ, который не окажет существенного влияния на состояние запасов этого важного промыслового объекта.

### Библиографический список

1. ICES Guidelines for Monitoring Contaminants in Fish and Shellfish and in Sediments / Six Year review of ICES Coordinated Monitoring Programmes. Appendix 1 // Coop. Res. Report. 1984. N. 126. P. 96-100.
2. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. 1976. N.150. 76 pp.
3. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 3. Sampling and Analyses of Biological Material // FAO Fisheries Technical Paper. 1976. N.158. 124 pp.

4. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. М.: Флинта: Наука, 2009. 265 с.
5. Kelly A. G., Campbell D. Persistent Organochlorine Contaminants in Fish and Shellfish from Scottish Waters // Scottish Fisheries Research Report. 1994. N. 54. 26 pp.
6. Современный уровень загрязнения хлорированными и нефтяными углеводородами донных отложений губы Печенга Баренцева моря / Г.Г. Матишов, В.М. Савинов, С. Дале и др. // Доклады РАН. 1998. Т. 361. № 3. С. 425–427.
7. Баярова М.Д., Лукьянова О.Н. Хлорированные углеводороды в гидробионтах залива Посыета Японского моря // Изв. ТИНРО. 2006. Т. 145. С. 271–278.
8. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
9. Майстренко В.Н., Клюев Н.А. Эколого-аналитический мониторинг стойких органических загрязнителей. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. 323 с.

A.Yu. Zhilin, N.F. Plotitsyna, T.A. Zimoveyskova  
PINRO, Murmansk, Russia

### THE ACCUMULATION OF CHLORINATED HYDROCARBONS IN RED KING CRAB FROM THE BARENTS SEA

*Chlorinated hydrocarbons were determined in 36 samples of muscles and hepatopancreas of adult males and females of Red King Crab, selected by traps in various fishing areas of the Barents Sea. In the non-fish target species (including crustaceans) not regulated the contents of organochlorine pesticides and PCB's, but nevertheless they are present in muscles and hepatopancreas of the Red King Crab, introduced to the Barents Sea. The results obtained indicate a low level of pollution of the Red King Crab of the persistent organic pollutants (POP's).*

УДК 635. 55. 061

Л.В. Жильцова<sup>1</sup>, А.А. Новожилов<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ФГБНУ «ТИНРО-Центр»,  
<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### ДИНАМИКА ЛОКАЛЬНОГО СКОПЛЕНИЯ МОЛОДИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА В ПЛАСТЕ АНФЕЛЬЦИИ БУХТЫ БАКЛАН (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*На основе водолазных съемок 2000–2014 гг. рассмотрены распределение, численность, весовая структура локального скопления молоди дальневосточного трепанга в пласте анфельции бухты Баклан. В скоплении доминировали особи от 2 до 40 г.*

В местах произрастания анфельция является основным структурирующим объектом и одним из главных продуцентов органического углерода. В бухте Баклан свободнолежащий в толще воды на глубинах от 3,5 до 27 м пласт этой водоросли занимает порядка 700 га. Представляет он собой конгломерат из разветвленных спутанных талломов с большой относительной поверхностью и является как бы вторичным субстратом для поселения беспозвоночных, сопутствующих водорослей, эпифитов, мейобентоса [1; 2; 3]. Наличие благоприятных факторов среды, подходящего субстрата, обилие пищи могут определять причины, по которым тот или иной вид беспозвоночных оказывается жизнеспособным и формирует поселения в сообществе с определенными макрофитами.

Пласт анфельции значительно ослабляет водообменные процессы в толще воды, что в значительной степени определяет многочисленность заселяющих его видов. Большинство из них встречаются в небольшом количестве, некоторые образуют в пласте плотные скопления. Высокая численность на отдельных участках пласта обусловлена, прежде всего, наличием зон с антициклональной ротацией. Ведь именно благодаря завихрениям лишь небольшая часть личинок, икринок, планктона уносится за пределы этих активных зон. Такая циркуляция определяет благоприятные условия не только для оседания личинок, но и завершения определенного жизненного цикла [4]. Предметом нашего интереса являлось локальное скопление трепанга дальневосточного в пласте анфельции бухты Баклан.

Исследование скопления молоди трепанга на поле анфельции в бухте Баклан проводили в августе–ноябре 2000–2014 гг. В качестве основного метода исследований послужил количественный водолазный учет. Работы проводили по стандартной для районов сетке разрезов и станций [5].

Учитывали мальков массой от 2 г. За исследуемый период было промерено порядка 12000 особей трепанга. После промеров животных отпускали в естественную среду обитания. Для оценки скоплений использовали такие популяционные характеристики, как средняя плотность, масса, численность. Механизм формирования плотных скоплений зависит от многих факторов: наличия подходящего субстрата для оседания личинок, системы течений, кормовой базы, укрытий, солености и температурного режима воды. При выборе субстрата для оседания личинок трепанга определяющим фактором являются текстура талломов водоросли и структура пласта. Вероятно, существует еще какая-то биологическая целесообразность этого выбора, так как не наблюдается даже вынужденного использования других макрофитов в качестве субстрата для оседания личинок трепанга (и не только в районах скоплений анфельции). Так, эксперименты по характеристике субстратов для оседания личинок трепанга (8 типов), проведенные в заливе Владимира – далеко за пределами местообитания анфельции, показали неоспоримое преимущество выбора личинками анфельции как субстрата для оседания (сухую анфельцию помещали в коллектора) – 1800 экз./м<sup>2</sup>, тогда как на ризоидах других макрофитов – 600–800 экз./м<sup>2</sup>, а на искусственных субстратах – порядка 100 экз./м<sup>2</sup> [6]. При избирательном контакте личинка-субстрат, анфельция, по-видимому, является более привлекательным природным ориентиром для личинок многих беспозвоночных (в том числе и трепанга) в период их свободного плавания, а связь между ними приобретает характер постоянной (наблюдается из года в год). Образуется консорция с детерминантом – анфельцией, обусловленной топической и трофической группой связей между этими видами. Консортивные связи (в особенности топическая и трофическая группы) между ядром консорции – анфельцией – и обитателями пласта – консортами – играют ключевую роль в динамике возобновления и стабильности сообщества анфельции в целом, так как образующиеся с видом-детерминантом консорции являются долговременным связующим звеном между фито- и зооценозами. Горизонтальное распределение участков локализации по полю анфельции определяется антициклональной ротацией, а вертикальное – толщиной (до 60 см) и плотностью (рыхлостью) пласта. Их границы характеризуются «временной подвижностью» в пределах плотного «ядра» – участка с максимальной плотностью животных, однако сходство пространственного распределения в межгодовом аспекте выражено достаточно четко (рис. 1). Отмечены лишь изменения их площадей и конфигурации, которые обусловлены прежде всего гидродинамикой вод и динамичностью пласта водоросли. Подобную приуроченность молоди к одному и тому же району на поле анфельции в лагуне Буссе на протяжении многих лет наблюдали С.В. Дубровский и В.А. Сергиенко [7].

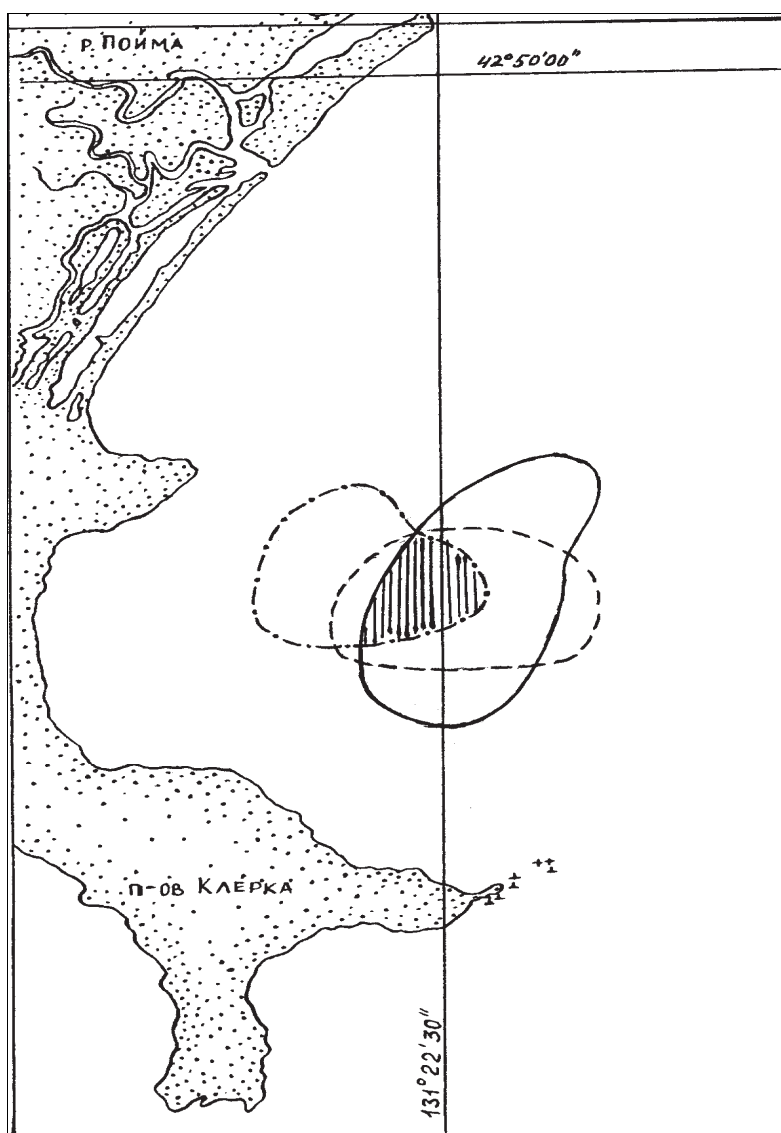


Рис.1. Динамика распределения молоди дальневосточного трепанга на поле анфельции в бухте Баклан: - · - · - - 2004 г.; — — 2010 г.; — — — — 2014 г.

Впервые характеристика участка скопления молоди дальневосточного трепанга в бухте Баклан была представлена в 2002 г [5]. Это самое глубоководное скопление мальков этого вида в заливе Петра Великого расположено на глубине 15–25 м. Ранее молодь глубже 16 м не обнаруживали [8]. Для этого района зафиксированы минимальные значения плотности животных как поверх пласта (среднегодовое значение – 4,7 экз./м<sup>2</sup>), так и в 1 кг анфельции – 1,3 экз./кг анфельции. Объясняется это, по нашему мнению, слабым прогревом воды на глубинах 15–25 м и, вероятно, меньшей концентрацией личинок трепанга в планктоне.

Анализ масс-размерной структуры скопления трепанга показал, что наиболее многочисленны в них размерные классы от 2 до 20 г (составляют 70–80 %) и от 21 до 30 г (20–23 %). В выборках были отмечены трепанги с массой от 2 до 150 г, но представители этого вида с прижизненной массой свыше 100 г встречаются на поверхности пласта анфельции довольно редко. Вероятно, это связано со сменой спектра питания у взрослых особей. Молодые и взрослые животные этого вида обитают в разных биотопах. Размеры особей трепанга, цвет и толщина стенок кожно-мышечного мешка (КММ) в значительной степени определяются окружающими условиями [9]. Животные, обитающие на анфельции бухты Баклан, мелкие, тонкостенные, в основном красно-бурого оттенка.

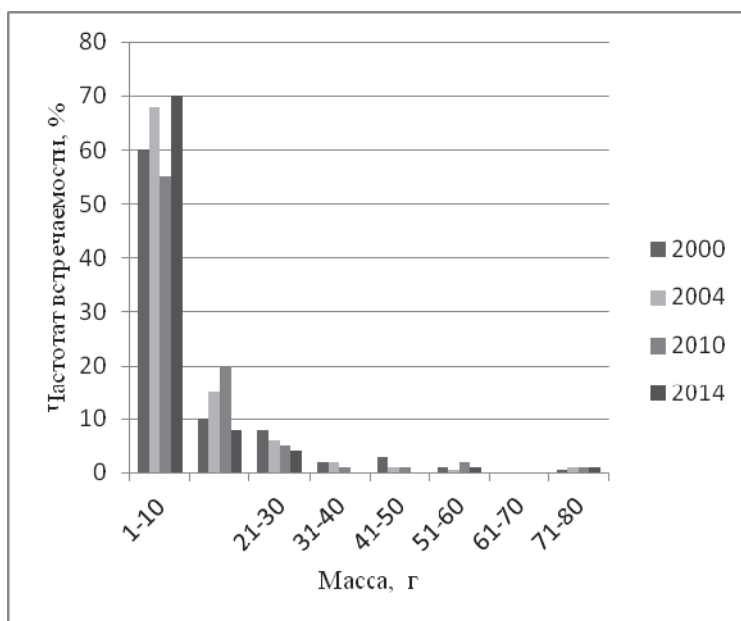


Рис. 2. Весовая структура скопления молоди дальневосточного трепанга на поле анфельции в бухте Баклан

Максимальная численность молоди трепанга на поле анфельции в этом районе была зафиксирована в 2010 г. и составляла около 21 млн экз. (площадь участка – 154 га; плотность – 7,8 экз./кг анфельции). Минимальное количество молоди за весь период исследований (2000–2014 гг.) участка локализации было отмечено в 2004 г. – порядка 1,5 млн экз., что значительно меньше среднемноголетнего по этому району (площадь участка – 80,3 га; плотность трепанга – 0,02 экз./кг анфельции). В 2014 г. (период падения численности) было отмечено порядка 6,6 млн мальков (близкое к среднемноголетнему значению численности молоди в этот период на поле анфельции бухты Баклан). Причем 2010 г. соответствовал периоду с относительно высокой численностью молоди трепанга на полях анфельции залива Петра Великого, тогда как 2004 г. – периоду с относительно низкой. Для бухты Баклан характерны более резкие колебания численности трепанга в анфельции, чем, например, в проливе Старка, но периодичность периодов нарастания и падения численности по 3–4 года в 12-летнем цикле прослеживается достаточно четко при высоком постоянстве встречаемости доминанта – анфельции (100 %) [10]. В период роста численности молоди (3–4 года в 12-летнем цикле) не наблюдается значительного увеличения площадей локальных скоплений молоди трепанга, а отмечается заметное повышение плотности в скоплениях. Скорее всего это связано с ограничением площади распространения антициклонических вихрей. Вероятность же оседания личинок на других участках пласта или на других субстратах при этом не увеличивается.

Несмотря на то что плодовитость трепанга высока, лишь немногим особям удается пройти весь цикл развития. Численность молоди трепанга в пласте анфельции должна определяться разницей между количеством личинок, попавших в пределы пласта, и количеством личинок и молоди, погибших в результате естественной смертности, выедания хищниками погибших в выбросах анфельции. Фактически мы определяем лишь количество жизнестойкой молоди трепанга длиной от 1,5 до 2 см на момент проведения учетной съемки.

Эти данные могут быть использованы при организации промысла анфельции; при установке коллекторов для сбора личинок трепанга в марикультурных целях; для работ по пополнению численности трепанга в прибрежье Приморья путем расселения его молоди с полей анфельции в районы, где природные скопления подорваны браконьерским промыслом.

## Библиографический список

1. Титлянова Т.В. Видовой состав и распределение водорослей в пласте промыслового поля анфельции в проливе Старка // Биология анфельции. 1980. С. 15–20.
2. Жильцова Л.В., Гусарова И.С., Кулепанов В.Н. Консортивные связи анфельции // Морские прибрежные экосистемы: водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки: тез. докл 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. – С. 442.
3. Павлюк О.Н., Требухова Ю.А. Сообщество мейобентоса пласта красной водоросли анфельции тобучинской в проливе Старка (Амурский залив, Японское море): тез. докл. X съезда гидробиол. общества при РАН. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 303.
4. Rogachev K.A., Carmack E.C., Foreman M.G. Bowhead whales feed on Plankton concentrated by estuarine and tidal currents in Academy Bay, Sea of Okhotsk // Continental Shelf Research. – 2008. – vol. 28. – P. 1811-11826. Doi 10. 1016/j.csr. 2008.04.014.
5. Жильцова Л.В., Дзизюров В.Д., Кулепанов В.Н. Распределение молоди дальневосточного трепанга в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 321–326.
6. Шепель Н.А. Предпосылки к воспроизводству дальневосточного трепанга в заливе Владимира (Японское море) // Вопр. рыболовства. – 2009. – Т.10, № 1(37). – С. 92–101.
7. Дубровский С.В., Сергиенко С.А. Особенности распределения дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в лагуне Буссе (Южный Сахалин) // Биол. моря. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 102–106.
8. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. СПб.: Голанд, 2000. – 199 с.
9. Разведение дальневосточного трепанга / под ред. Суй Силяня, при участии Яо Юй-линя. – Далянь: Изд-во «Сельское хозяйство», 1988. – 288 с. (китайский).
10. Жильцова Л.В., Приходченко А.В. Межгодовая динамика некоторых модельных видов в пласте анфельции пролива Старка (залив Петра Великого, Японское море) // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы: 2-я Всерос. конф. с междунар. участием: сб. материалов. – Владивосток: Изд-во Дальневост. федер. ун-та, 2017. – С. 29–31.

L.V. Zhiltsova<sup>1</sup>, A.A. Novozhilov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>FSCUE “Pacific Scientific Research Fisheries Center”,

<sup>2</sup>Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

### DUNAMICS OF JUVENILES APOSTICHOPUS JAPONICUS LOCAL CONCENTRATIONS ON ANHFELTIA PLAST IN BAKLAN BAY (PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)

*The spatial distribution, ability and weight structure of juveniles *Apostichopus japonicus* local concentrations in Baklan bay (Japan Sea) in 2000-2014 years have been described by SCUBA investigation. Weight 2-40 g individuals have dominated at investigated site.*

УДК 639.2.05

В.П. Загрийчук, В.И. Фоменко  
ФГБОУ ВО «АГТУ», Астрахань, Россия

### ИЗМЕРЕНИЕ РАЗМЕРА ЯЧЕЙ В СЕТНЫХ ОРУДИЯХ ЛОВА

*Выполнен анализ нормативно-правовых актов, регламентирующих вопрос установления размера (шага) ячеи в сетных орудиях добычи (вылова) в целях обеспечения рационального ведения промысла и охраны водных биологических ресурсов.*

Незаконная добыча водных биологических ресурсов (далее – ВБР) является наиболее распространенным нарушением, совершаемым рыбапользователями как во внутренних



водоемах, так и в пределах территориального моря, прилегающей зоне, исключительной экономической зоне и на континентальном шельфе Российской Федерации. Тревожные выводы об ухудшении состояния морского рыбного хозяйства, в нашей стране в том числе, во многом связаны с недостаточностью государственного управления. Так, согласно Всемирному банку, «слабое управление является основной причиной истощения рыбных запасов» [15; 20].

В различных источниках приводятся данные об ущербе, наносимом Российской Федерации незаконной промысловой деятельностью, оцениваемом примерно в 1 млрд долл. США. По данным таможенных органов, более 75 % всех уловов, добытых на Дальнем Востоке, уходят за рубеж контрабандным путем [19].

В настоящее время с целью регулирования промысловой деятельности в Российской Федерации сформирована и периодически пересматривается база нормативно-правовых актов, определяющая правила добычи ВБР. В соответствии с ФЗ от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве» Правила рыболовства являются основой осуществления рыболовства и сохранения водных биоресурсов [1]. В Правилах рыболовства для всех рыбохозяйственных бассейнов устанавливаются параметры и сроки разрешенного рыболовства, ограничения рыболовства, требования к сохранению водных биоресурсов и пр.

На сегодняшний день одним из актуальных является вопрос единого понимания терминологии, применяющейся в Правилах рыболовства по субъектам Федерации. Рассмотрим его на примере Правил Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна [2]. Так, п. 4.3 Правил рыболовства устанавливает ограничения рыболовства и иной деятельности, связанной с использованием водных биоресурсов – ограничение размера ячеи орудий добычи (вылова) водных биоресурсов, размера и конструкции орудий добычи (вылова) гидробионтов. В п. 13.4.5. Правил сказано, что при осуществлении рыболовства запрещается применять орудия добычи (вылова), имеющие размер и оснастку, а также размер (шаг) ячеи, не соответствующий требованиям Правил рыболовства. Далее в п. 18.2 приведены таблицы 1–4, где указаны допустимый размер (шаг) ячеи применительно к различным орудиям добычи и объектам промысла. Однако, как понимать и применять указанные табличные значения минимально разрешенного размера (шага) ячеи, в Правилах рыболовства не сказано. Видимо, ответ на этот вопрос находится в компетенции законодателя, хотя представляется сомнительным тот факт, что в настоящее время законодательство содержит какие-либо указания по этому вопросу. В научной, учебной, специальной литературе приводятся определения понятий «шаг ячеи», «размер ячеи», которые имеют различное толкование. Так, в томе 2 Словаря морских и рыбохозяйственных терминов и определений приводятся семь определений понятия «размер ячеи» и три определения «шаг ячеи», которые отличаются по смыслу [16]. Какое определение использовать при установлении размера (шага) ячеи в различных орудиях лова пользователям водных биологических ресурсов и при этом не нарушить существующих правил рыболовства, непонятно.

В настоящее время в практике рыболовства наиболее широко используются четыре параметра, характеризующие величину ячеи в сетных полотнах: конструктивный шаг ячеи, фабричный размер ячеи, размер ячеи, внутренний (конвенционный) размер ячеи (рисунки 1, 2) [14]. На основании литературных источников поясним эти понятия.

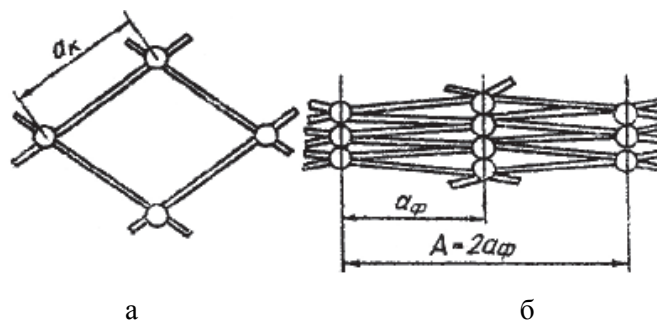


Рис. 1. Размеры ячеи: а – конструктивный шаг ячеи; б – фабричный размер ячеи

Конструктивный шаг ячеи  $a_k$  – расстояние между центрами двух соседних узлов, измеренное по вытянутой стороне ячеи (см. рис. 1, а).

Фабричный размер ячеи  $a_f$  – кратчайшее расстояние между линиями, проходящими через центры двух соседних рядов узлов в сетном полотне, вытянутом в жгут, измеренное по направлению вытяжки (длины) сети (см. рис. 1, б).

Размер ячеи  $A$  – расстояние между центрами противоположных узлов в ячее, натянутой в жгут, измеренное по направлению вытяжки ячеи сети (см. рис. 1, б).

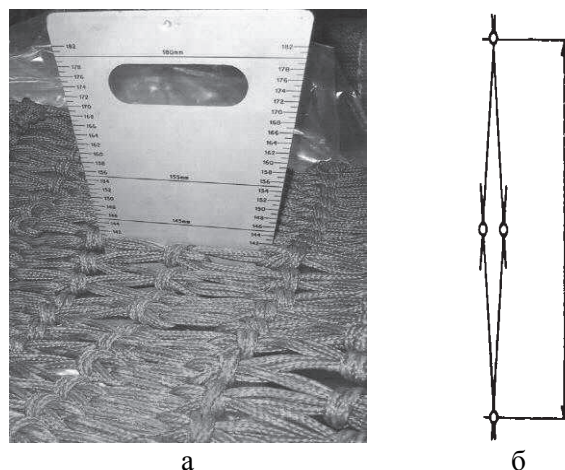


Рис. 2. Внутренний размер ячеи

Внутренний (конвенционный) размер ячеи в международной практике определяют калиброванной клинообразной металлической пластиной, вводя ее до упора, при этом размер сечения пластинки (щупа) (см. рис. 2, а) в этом месте дает внутренний или конвенционный размер ячеи (рис. 2, б) [18].

Способы определения указанных характеристик сетного полотна описываются соответствующими отраслевыми стандартами [10–12], в которых не сказано, как измерять регламентируемые правилами параметры сетного полотна в орудиях лова на промысле.

Для установления действующей в настоящее время практики измерения размера (шага) сетного полотна в орудиях лова был проведен анализ действующей нормативно-правовой базы различных рыбохозяйственных бассейнов [13]. В результате исследования установлено, что в разных рыбохозяйственных бассейнах и решениях международных комиссий по вопросам рыболовства действует как минимум семь нормативно-правовых актов, регламентирующих порядок определения размера (шага) ячеи в орудиях лова. В трех [3–5] орудиях добычи (вылова) определяется внутренний размер ячеи при помощи клинообразного металлического щупа, в четырех [6–9] шаг ячеи определяется путем измерения расстояния между 11 узлами и деления полученного числа на 10. Между тем существует описание по установлению размера ячеи в орудиях лова, по которому размер ячеи измеряют по жгуту как расстояние между 11 узлами и делят полученное число на 10 [17]. Следует заметить, что в приведенном описании ничего не сказано о типе орудий лова (сети, тралы, невода и пр.), их состоянии (влажные, сухие), усилиях, с которыми нужно вытягивать сетное полотно в жгут, количестве измерений, месте в орудии добычи, где проводить измерение, и прочие условия, которые могут повлиять на правильность измерения. Все это приводит к неточности в результатах измерений и вполне может быть оспорено в суде.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что существующие Правила рыболовства не дают однозначного понятия о регламентируемых параметрах ячеи сетных орудий лова, разрешенных для осуществления рыболовства, и порядке их измерения. Кроме того, проведенное исследование выявило, что в настоящее время отсутствует единая, понятная и убедительная нормативно-правовая база, на которую могут ссылаться пользователи при

осуществлении рыболовства, и суды при принятии решения. Также в Правилах рыболовства отсутствуют ссылки на утвержденные Приказом Минсельхоза России методические рекомендации или инструкции, определяющие порядок измерения размера (шага) ячеи в орудиях рыболовства, как это имеет место в действующих международных договорах РФ. В данной ситуации пользователи ВБР оказываются в состоянии неопределенности требований Правил рыболовства и зачастую могут непреднамеренно по незнанию их нарушить. При рассмотрении судами дел о нарушениях правил добычи ВБР с использованием орудий лова с ячеей, несоответствующей правилам, судьи, в свою очередь, сталкиваются с разным толкованием норм правил, вследствие чего возникает противоречивая правоприменительная практика.

### Библиографический список

1. Федеральный закон Российской Федерации от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // СПС КонсультантПлюс.
2. Об утверждении правил рыболовства для Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна: Приказ МСХ № 293 от 1.08.2013 г. // СПС КонсультантПлюс.
3. Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна: Приказ МСХ № 414 от 30.10.2014 г. // СПС КонсультантПлюс.
4. О мерах по выполнению решений XXXXII сессии Смешанной Российско-Норвежской комиссии по рыболовству: Приказ ФАР № 939 от 21.11.2012 г.
5. О минимальном размере ячеи в орудиях лова при промысле минтая в морских водах Дальнего Востока: Приказ Минсельхозпрода № 314 от 28.05.1998 г.
6. О мерах по выполнению решений XXVII сессии Российско-Японской Комиссии по рыболовству: Приказ ФАР № 1058 от 21.12.2010 г.
7. О мерах по выполнению решений XXIV сессии Российско-Корейской Смешанной Комиссии по сотрудничеству в области рыбного хозяйства: Приказ ФАР № 78 от 8.02.2011 г.
8. О мерах по выполнению решений XXI сессии Российско-Украинской Комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море: Приказ ФАР № 1094 от 01.12.2009 г.
9. О мерах по выполнению решений IX сессии Российско-Польской Смешанной комиссии по рыбному хозяйству: Приказ ФАР № 142 от 25.02.2009 г.
10. ОСТ 15-82-74. Материалы рыболовные из текстильных нитей. Методы испытаний. М.: Министерство рыболовного хозяйства СССР, 1974. С. 28–37, 43–50.
11. ОСТ 15-80-74. Дели капроновые ниточные рыболовные. М.: Министерство рыбного хозяйства СССР, 1974. 14 с.
12. ОСТ 15-84-74. Сети капроновые узловые рыболовные. М.: Министерство рыбного хозяйства СССР, 1974. 18 с.
13. Гарант версия 7.10.2.030 СИМ. Обновление от 04.07.2015 г.
14. Лапина Е.А. Рыболовные материалы: метод. указ. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2004. 60 с.
15. Корнейко О.В., Латкин А.П. Теоретические подходы к управлению развитием промышленного рыболовства // Рыб. хоз-во. 2014. № 3. С. 35–37.
16. Кокорин Н.В. и др. Словарь морских и рыбохозяйственных терминов и определений. М.: Изд-во ВНИРО, 2010. Т. 2 (П-Я). 369 с.
17. Справочник по рыбоохране / под ред. И.В. Никонорова. М.: Агропромиздат, 1985. 288 с.
18. URL: <http://www.petrokanat.ru>
19. URL: <http://xn--kfd.ast-news.ru/node/2615>
20. World Bank (2004) Saving Fish and Fisheries: Towards Sustainable and Equitable Governance of the Global Fishing Sector. World Bank, Washington, DC.

## MEASUREMENT OF MESH SIZE IN NETTING GEAR

*The article analyzes fishing regulation and other regulatory acts with reference to the setting of the net gear mesh size in order to ensure rational fishing and fish resources conservation.*

УДК 577

А.А. Истомина<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### АКТИВНОСТЬ АНТИОКСИДАНТНЫХ ФЕРМЕНТОВ И СОДЕРЖАНИЕ ГЛУТАТИОНА В ПИЩЕВАРИТЕЛЬНЫХ ОРГАНАХ МОРСКИХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЗАЛИВА ПОСЬЕТ ЯПОНСКОГО МОРЯ

*Представлены результаты определения основных компонентов антиоксидантной системы (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионпероксидаза, глутатионредуктаза и уровень глутатиона) в клетках пищеварительных органов 26 видов морских беспозвоночных. Установлено, что наибольшая вариабельность наблюдается в активности каталазы и глутатионпероксидазы и наименьшая – для супероксиддисмутазы и содержания глутатиона. Обсуждаются возможные причины различий в уровнях исследованных компонентов антиоксидантной системы.*

В настоящее время особенности количественных соотношений отдельных компонентов антиоксидантной защиты интенсивно изучаются у пойкилотермных животных, в том числе и у морских беспозвоночных, с точки зрения адаптации животных к условиям среды в полярных и умеренных широтах [4], глубины обитания [8], в отношении продолжительности жизни [3], а также в связи с возможностью использования их в качестве биомаркеров антропогенного загрязнения [1].

Несмотря на значительный интерес к антиоксидантным ферментам у морских беспозвоночных, исследования сравнительно-видового плана остаются немногочисленными и носят разрозненный характер.

С целью установления закономерностей в формировании компонентов антиоксидантной системы в настоящей работе была исследована удельная активность антиоксидантных ферментов – супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ), глутатионпероксидазы (ГП), глутатионредуктазы (ГР) и уровень низкомолекулярного антиоксиданта глутатиона (GSH) в пищеварительных органах у 26 представителей из четырех систематических групп морских беспозвоночных.

Морские беспозвоночные были собраны с 20 по 25 июля в бухтах Троица и Витязь залива Посьет (Японское море) водолазным способом по 3–4 экземпляра каждого вида. В работе также были использованы белые крысы (n=3) линии Вистар массой 200–220 г, содержащиеся в стандартных условиях вивария. Для исследования были взяты пищеварительные органы беспозвоночных и печень крысы. Декапитацию крыс проводили под легким эфирным наркозом. Перед извлечением печень промывали физиологическим раствором для максимального удаления крови из сосудов органа. Ткани животных были выделены на льду, быстро заморожены в жидком азоте и хранились при температуре –80 °С. Определение активностей антиоксидантных ферментов и уровня восстановленного глутатиона проводили по методам, описанным ранее в работе Бельчевой и коллег [1]. Данные представлены как среднее значение ± стандартное отклонение.

В таблицах 1 и 2 представлены данные количественных характеристик основных компонентов антиоксидантной системы клеток пищеварительных органов 26 видов морских беспозвоночных. Для сравнения аналогичные характеристики приведены для печени крысы.

Из анализа представленных данных видно, что у морских беспозвоночных антиоксидантный потенциал в целом на 1–2 порядка ниже по сравнению с представителем теплокровных. Так, удельная активность СОД в печени крысы выше в 2–20 раз, КАТ – от равной (*G. yessoensis*) до 130 раз, ГП – в 15–270 раз, ГР – от равной (*Coptothyris grayi transversa*) до 60 раз, а уровень глутатиона – в 1,5–9 раз. Это связано с тем, что морские беспозвоночные характеризуются низкими скоростями метаболизма и образования АФК, и поэтому им требуется более низкая антиоксидантная защита по сравнению с позвоночными [6]. При этом необходимо отметить, что, согласно коэффициенту Вант-Гоффа, активность ферментов в печени крыс, измеренная при 37 °С (что общепринято для млекопитающих), должна быть примерно в 2–3 раза выше, чем активность, приведенная в табл. 2.

На уровне видов в пищеварительных тканях среди всех исследованных беспозвоночных не обнаружено достоверных корреляций между количественными соотношениями антиоксидантов, в том числе между активностями глутатионзависимых ферментов и уровнями глутатиона. Каждый вид имеет свои уникальные соотношения антиоксидантов, что, по-видимому, связано с особенностями процесса эволюционного развития каждого вида, специфическими видовыми адаптациями к конкретным экологическим условиям и физиологическими состояниями, в которых функционировали организмы в момент исследования.

В то же время на более высоких таксономических уровнях наблюдаются некоторые закономерности. Так, высокие уровни антиоксидантов у представителей иглокожих являются, вероятно, отражением того, что образование АФК в их тканях *in vivo* в нормальных условиях выше, чем у исследованных моллюсков. Это может быть вызвано разными причинами. Известно, что иглокожие обладают высокой скоростью восстановления поврежденных органов и способны восстанавливать практически все внутренние органы и части тела [2]. Вероятно, высокий антиоксидантный потенциал является подготовкой к возможному стрессу при повреждениях. Кроме того, у морских ежей в их пище (в водорослях) могут содержаться органические вещества фенольного типа, которые подвержены окислительно-восстановительным реакциям, что приводит к дополнительному образованию АФК [10].

К тому же иглокожие (в отличие от двустворчатых моллюсков) мигрируют вертикально, поэтому летом в прибрежных водах на глубинах до 1–1,5 м морские ежи, морские звезды и трепанги могут испытывать окислительный стресс. Нельзя исключать и тот факт, что на этой глубине иглокожие подвергаются действию повышенных концентраций перекиси водорода в воде, образованной в фотодинамическом процессе, индуцированном УФ-радиацией через возбуждение фоточувствительного растворенного органического материала [7].

В целом для всех исследованных 26 видов беспозвоночных диапазон вариаций активности ферментов в пищеварительных органах очень широкий и составляет 2 порядка для КАТ, ГП и ГР – максимальная и минимальная активности различаются в 150, 190 и 80 раз соответственно. Однако для СОД и GSH максимальные различия составляют всего 1 порядок. На 5 видах позвоночных показаны меньшие различия в уровне антиоксидантов в печени: для КАТ – в 6,7 раз, ГП – в 22 раза, ГР – в 38 раз, а для СОД эти различия сопоставимы с беспозвоночными (в 10 раз) [9]. На особую важность СОД и GSH в антиоксидантной защите указывает, с одной стороны, более узкий диапазон различий в их уровне между крысой и беспозвоночными, а с другой стороны, между разными видами морских беспозвоночных (1 порядок). Предполагается, что СОД и GSH могут эффективно элиминировать различные радикалы из биологической системы. При этом кислород действует как ловушка для радикалов, а СОД превращает образованный супероксидный анион в перекись водорода [11]. С другой стороны, GSH, поглощая различные радикалы, преобразуется в радикал GS<sup>•</sup> и восстанавливает кислород до супероксидного радикала, который является субстратом для СОД [5].

Таблица 1

**Активность антиоксидантных ферментов и уровень восстановленного глутатиона в пищеварительной железе двустворчатых моллюсков (среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение, n = 3–4)**

Тип Mollusca Класс Bivalvia	СОД	КАТ	ГП	ГР	GSH
<i>Mizuhopecten yessoensis</i>	73.1 $\pm$ 0.7	42.4 $\pm$ 11.5	12.3 $\pm$ 3.7	5.5 $\pm$ 0.5	1870 $\pm$ 370
<i>Swiftopecten swifti</i>	64.2 $\pm$ 40.0	99.2 $\pm$ 59	6.3 $\pm$ 2.2	5.7 $\pm$ 0.8	2660 $\pm$ 75
<i>Chlamys farreri nipponensis</i>	99.8 $\pm$ 20.0	207.3 $\pm$ 17.4	21.4 $\pm$ 4.9	23.6 $\pm$ 4.3	1660 $\pm$ 460
<i>Crenomytilus grayanus</i>	120.9 $\pm$ 24.7	28.0 $\pm$ 2.9	10.2 $\pm$ 4.4	8.5 $\pm$ 1.7	1650 $\pm$ 120
<i>Mytilus unquiculatus</i>	137.8 $\pm$ 20.6	58.6 $\pm$ 5.8	6.7 $\pm$ 2.8	10.5 $\pm$ 1.7	2750 $\pm$ 640
<i>Mytilus trossulus</i>	73.7 $\pm$ 3.7	37.4 $\pm$ 3.5	9.0 $\pm$ 1.1	14.1 $\pm$ 1.7	2760 $\pm$ 290
<i>Magallana gigas</i>	112.1 $\pm$ 3.5	146.6 $\pm$ 48.4	7.8 $\pm$ 0.6	2.3 $\pm$ 1.4	1170 $\pm$ 290
<i>Ezocallista brevisiphonata</i>	164.6 $\pm$ 31.1	47.5 $\pm$ 12.0	15.1 $\pm$ 7.4	9.0 $\pm$ 3.6	2370 $\pm$ 47
<i>Spisula sachalinensis</i>	89.2 $\pm$ 8.9	135.5 $\pm$ 24.3	9.7 $\pm$ 2.3	10.1 $\pm$ 0.5	1670 $\pm$ 340
<i>Peronidia venulosa</i>	47.1 $\pm$ 10.3	106.5 $\pm$ 15.8	15.5 $\pm$ 4.2	2.9 $\pm$ 0.7	1800 $\pm$ 200
<i>Glycymeris yessoensis</i>	174.9 $\pm$ 7.4	858.0 $\pm$ 70.0	15.0 $\pm$ 2.4	12.8 $\pm$ 2.5	2790 $\pm$ 40
<i>Mya arenaria</i>	42.6 $\pm$ 9.8	98.3 $\pm$ 24.5	4.4 $\pm$ 0.2	9.7 $\pm$ 3.4	890 $\pm$ 90
<i>Macra chinensis</i>	80.8 $\pm$ 9.5	139.5 $\pm$ 10.8	13.8 $\pm$ 4.4	12.2 $\pm$ 2.6	2180 $\pm$ 680
<i>Saxidomus purpurata</i>	90.3 $\pm$ 11.2	14.7 $\pm$ 3.4	5.1 $\pm$ 2.8	9.5 $\pm$ 4.2	2230 $\pm$ 260

Примечание: здесь и в табл. 2: СОД – супероксиддисмутаза, ед. акт/мг белка, КАТ – каталаза, мкмоль/мин/мг белка, ГП – глутатионпероксидаза, нмоль/мин/мг белка; ГР – глутатионредуктаза, нмоль/мин/мг белка; GSH – глутатион, нмоль/г сырой массы.

Таблица 2

**Активность антиоксидантных ферментов и уровень восстановленного глутатиона в пищеварительной системе некоторых морских животных и в печени крысы (среднее значение  $\pm$  стандартное отклонение, n = 3–4)**

Таксон	Исследованный орган	СОД	КАТ	ГП	ГР	ГSH
Тип Brachiopoda Класс Articulata <i>Coelothyris grayi transversa</i>	Пищеварительная железа	153.7 $\pm$ 15.3	242.3 $\pm$ 30.1	8.8 $\pm$ 3.4	62.5 $\pm$ 6.2	н.о.
Тип Mollusca Класс Gastropoda <i>Cerathostoma burnetti</i> <i>Cryptonatica janthostoma</i>	Гепатопанкреас То же	47.5 $\pm$ 1.5 32.7 $\pm$ 3.3	92.5 $\pm$ 19.8 17.9 $\pm$ 5.0	5.8 $\pm$ 1.3 2.5 $\pm$ 0.1	7.8 $\pm$ 0.3 8.6 $\pm$ 1.8	940 $\pm$ 96 950 $\pm$ 20
Тип Echinodermata Класс Holothuroidea <i>Apostichopus japonicus</i> Класс Echinoidea <i>Strongylocentrotus intermedius</i> <i>Mesocentrotus nudus</i> <i>Echinocardium cordatum</i> <i>Scaphechinus mirabilis</i> Класс Asteroidea <i>Patiria pectinifera</i> <i>Asterias amurensis</i>	Кишечник То же – " – – " – – " – Печеночные выросты То же	146.6 $\pm$ 13.7 137.8 $\pm$ 26.8 250.7 $\pm$ 2.8 414.4 $\pm$ 101.7 164.0 $\pm$ 30.0 229.6 $\pm$ 51.5 73.8 $\pm$ 10.9	181.0 $\pm$ 28.0 449.0 $\pm$ 116.0 294.0 $\pm$ 49.0 392.0 $\pm$ 88.0 119.0 $\pm$ 41.5 388.0 $\pm$ 7.0 295.0 $\pm$ 55.0	2.2 $\pm$ 1.2 24.4 $\pm$ 10.6 18.3 $\pm$ 2.9 0.2 $\pm$ 0.1 13.5 $\pm$ 5.4 12.9 $\pm$ 4.1 14.4 $\pm$ 3.7	18.7 $\pm$ 1.3 17.3 $\pm$ 4.3 21.9 $\pm$ 4.5 27.1 $\pm$ 1.1 21.2 $\pm$ 7.2 22.1 $\pm$ 2.1 2.8 $\pm$ 1.6	2950 $\pm$ 730 5130 $\pm$ 530 4970 $\pm$ 990 1060 $\pm$ 910 1860 $\pm$ 42 3850 $\pm$ 740 2030 $\pm$ 530
Тип Arthropoda Класс Crustacea <i>Hemigrapsus sanguineus</i> <i>Paradorippe granulata</i>	Пищеварительный дивертикул То же	33.9 103.0	5.7 7.1	37.9 18.6	0.85 0.76	1200 $\pm$ 40 2290 $\pm$ 60
Подтип Vertebrata Класс Mammalia <i>Rattus norvegicus</i> Белая крыса var. <i>alba</i>	Печень	741.9 $\pm$ 40.0	776.0 $\pm$ 8.5	598.9 $\pm$ 93.0	46.8 $\pm$ 8.9	8620 $\pm$ 180

Примечание: н.о. – не определено.

Наше исследование показало, что у этих беспозвоночных (отобранных в один и тот же период времени) наблюдается большое разнообразие в количественных соотношениях различных антиоксидантов. Выявленные значительные межвидовые различия трудно интерпретировать, так как они могут определяться не только систематическим положением вида, но и особенностями его экологии. Некоторые общие закономерности в количественных соотношениях антиоксидантов были отмечены только на более высоких таксономических уровнях. Так, наблюдаемый высокий антиоксидантный потенциал у типа иглокожие, по сравнению с типами плеченогие, ракообразные и моллюски, вероятно, является отражением особых эволюционных адаптаций этого типа.

### Библиографический список

1. Бельчева Н.Н., Истомина А.А., Кудряшова Ю.В., Челомин В.П. Оценка качества морской среды по показателям окислительного стресса и содержанию тяжелых металлов в тканях мидии Грея *Crenomytilus grayanus* // Биол. моря. 2013. Т. 39. № 4. С. 281–286.
2. Долматов И.Ю., Машанов В.С. Регенерация у голотурий. Владивосток: Дальнаука, 2007. 212 с.
3. Abele D., Brey T., Philipp E. Bivalve models of aging and the determination of molluscan lifespans // *Experimental Gerontology*. 2009. V. 44. P. 307–315.
4. Abele D., Puntarulo S. Formation of reactive species and induction of antioxidant defence systems in polar and temperate marine invertebrates and fish. *Comp. Biochem. Physiol. A*. 2004. V. 138. P. 405–415.
5. Buettner G. The Pecking order of free radicals and antioxidants: lipid peroxidation,  $\alpha$ -tocopherol, and ascorbate // *Arch. Biochem. Biophys.* 1993. V. 300, no. 2. P. 536–543.
6. Buttemer W.A., Abele D., Costantini D. The ecology of antioxidants and oxidative stress in animals from bivalves to birds: oxidative stress and longevity // *Functional Ecology*. 2010. V. 24. P. 971–983.
7. Cooper W.J., Zika R.G. Photochemical formation of hydrogen peroxide in surface and ground waters exposed to sunlight // *Science*. 1983. V. 220. P. 711–712.
8. Janssens B.J., Childress J.J., Baguet F., Rees J.F. Reduced enzymatic antioxidative defense in deep-sea fish // *J. Exp. Biol.* 2000. V. 203. P. 3717–3725.
9. Lopez-Torres M., Pérez-Campo R., Rojas C. et al. Maximum life span in vertebrates: relationship with liver antioxidant enzymes, glutathione system, ascorbate, urate, sensitivity to peroxidation, true malondialdehyde, in vivo  $H_2O_2$ , and basal maximum aerobic capacity. *Mech. Ageing Dev.* 1993. V. 70. P. 177–199.
10. Winston G.W., Digiulio R.T. Prooxidant and antioxidant mechanisms in aquatic organisms // *Aquat. Toxicol.* 1991. V. 19. P. 137–161.
11. Winterbourn C.C. Superoxide as an intracellular radical sink // *Free. Radic. Biol. Med.* 1993. V. 14. No. 1. P. 85–90.

A.A. Istomina <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,  
<sup>2</sup>Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

### ANTIOXIDANT ENZYME ACTIVITIES AND GLUTATHIONE CONTENT OF THE DIGESTIVE SYSTEM ORGANS IN MARINE INVERTEBRATES FROM THE ZALIV POS'YETA IN THE SEA OF JAPAN

*This study examines the parameters of the antioxidant system (the activities of antioxidant enzymes: superoxide dismutase, catalase, glutathione peroxidase, glutathione reductase and the levels of reduced glutathione) in the digestive organs of 26 species of marine invertebrates. It was found that the greatest variability is observed in the activity of catalase and glutathione peroxidase and the lowest – for superoxide dismutase and glutathione content. The possible reasons for the differences in the levels of the studied components of the antioxidant system are discussed.*



В.Н. Казаченко<sup>1</sup>, Nguyen Vu Thanh<sup>2</sup>, И.В. Матросова<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

<sup>2</sup>Department of Nematology (DON) Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR)  
Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

## НОВЫЕ НАХОДКИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД (CRUSTACEA: COPEPODA) РЫБ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ И ЧУКОТСКОГО МОРЯ

19 видов паразитических копепоид зарегистрированы в Чукотском, Беринговом, Охотском и Японском морях. 14 видов копепоид зарегистрированы у новых хозяев.

**Ключевые слова:** паразитические копепоиды, хозяева, Чукотское, Берингово, Охотское, Японское моря.

При обработке паразитологического материала из северной части Тихого океана и Чукотского моря у 19 видов паразитических копепоид рыб зарегистрированы новые хозяева для 14 видов ракообразных; часть материала собрана первым автором. Обработка материала проводилась по общепринятым методикам [1].

### Семейство Ergasilidae Burmeister, 1835

*Ergasilus auritus* (Markewitsch, 1940)

2–7 экз. у 4 обследованных *Chaenogobius* sp. в июле 2009 г., Приморский край.

Копепоид *E. auritus* зарегистрирована на 20 видах рыб в Японском и Охотском морях, в реках Северной Америки [2; 3; 4; 5].

*Chaenogobius* sp. – новый хозяин *E. auritus*.

*Ergasilus hypomesi* (Yamaguti, 1936)

7 экз. у 1 обследованной *Tribolodon hakonensis* в апреле 2009 г., Приморский край.

Копепоид *E. hypomesi* зарегистрирована на 19 видах рыб в бассейне Японского моря, на о. Хоккайдо и в Китае [2; 3; 5; 6; 7].

*Ergasilus wilsoni* (Markewitsch, 1933)

1–55 экз. у *Tribolodon hakonensis*, *Hypomesus nipponensis*, *H. japonicus* в январе, феврале 2010 г., Приморский край.

Копепоид *E. wilsoni* зарегистрирована на 18 видах рыб в Приморье и Сахалине [2; 3; 5; 8; 9; 10; 11; 12].

### Семейство Chondracanthidae Milne Edwards, 1840

*Chondracanthus irregularis* (Fraser, 1920)

1–10 экз. у 11 обследованных *Myoxocephalus verrucosus*; *M. jaok*, *Porocottus quadrifilis* в Беринговом и Чукотском морях, в сентябре 1990 г.

*Ch. irregularis* – эндемик северной части Тихого океана [8]; специфичный паразит рыб рода *Myoxocephalus* [2; 8; 10; 13; 14; 15; 16].

*Porocottus quadrifilis* – новый хозяин *Ch. irregularis*.

### Семейство Eudactylinidae Wilson, 1922

*Nemesis lamna* f. *vermi* (A. Scott, 1929)

5 экз. у 1 *Squalus acanthias* в июле 1973 г., о. Сахалин.

Известен из прибрежных вод Англии, Франции, Новой Зеландии и Японии [17; 18; 19; 20].

*S. acanthias* – новый хозяин *N. lamna* f. *vermi*

### Семейство Caligidae Burmeister, 1835

*Caligus macarovi* (Gussev, 1951)

1 самец у 1 *Scomber japonicus* в заливе Петра Великого в октябре 2016 г.

Копепоид *C. macarovi* – эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирована на 7 видах рыб и в составе планктона [8; 10; 11; 21; 22].

*S. japonicus* – новый хозяин *C. macarovi*.

*Caligus pelagicus* (Kurian, 1955)

1 самка в составе планктона в сентябре 2008 г в Японском море.  
Копепода *C. pelagicus* зарегистрирована у берегов Индии [23; 24; 25].  
В Японском море вид *C. pelagicus* зарегистрирован впервые.

*Lepeophtheirus chantoni* (Gussev, 1951)

1 экз. у 1 *Cleisthenes Herzensteini* в марте 1998 г. в Японском море.  
Зарегистрирован у 5 видов рыб и кальмаре в Японском море [2; 8; 9; 10; 26].  
*L. chantoni* – эндемик Японского моря, *C. Herzensteini* – новый хозяин *L. chantoni*.

*Lepeophtheirus elegans* (Gussev, 1951)

153 неполовозрелых экз. у 1 экз. *Liparis* sp. в океанариуме ДВО РАН в октябре 2015 г.  
Копепода *L. elegans* – эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирована у  
7 видов рыб [2; 8; 10; 12; 22; 27].

Представители рода *Liparis* – новые хозяева для *L. elegans*.

*Lepeophtheirus hospitalis* (Fraser, 1920)

1 экз. у 1 *Theragra chalcogramma* в апреле 1971 г. в Беринговом море; 3 экз. у 1  
*Platichthys stellatus* в июле 1998 г. в заливе Петра Великого; 2 экз. у 1 *Limanda aspera* в ию-  
ле 1973 г. и 1 экз. у *L. schrenki* в июле 1973 г. у о. Сахалин.

*L. hospitalis* известен от 12 видов рыб [8; 9; 10]; *Lepeophtheirus hospitalis* эндемик се-  
верной части Тихого океана [28; 29].

*Limanda aspera*, *L. schrenki* и *Theragra chalcogramma* – новые хозяева *L. hospitalis*.

*Lepeophtheirus parviventris* (Wilson, 1905)

1 экз. у 1 *Cleisthenes Herzensteini* в марте 1998 г. в Японском море; 3 экз. у 1 *Bothrocara*  
*mollis* в марта 1972 г. в Беринговом море; 2 экз. у 1 *Gadus macrocephalus* в апреле 1971 г. в  
Беринговом море; 1 экз. у 1 *Myoxocephalus* sp. у о. Сахалин; 1 экз. у 1 *Melletes papilio* у  
о. Сахалина; 1 экз. у 1 *Myoxocephalus jaok*; 2 экз. у 14 *Theragra chalcogramma* в октябре  
1973 г. у о. Сахалин; 1 экз. на поверхности тела 1 *Boreogadus saida* в сентября 1973 г. в Бе-  
ринговом проливе; 1 экз. у 1 *Reinhardtius hippoglossoides* в января 1986 г. в Охотском море;  
2 экз. у 1 *Eleginus gracilis* в марте 1996 г., Приморский край.

Эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирован на 24 видах рыб и кальмаре  
[8; 9; 10; 28].

*Boreogadus saida*, *Bothrocara mollis*, *Cleisthenes Herzensteini*, *Melletes papilio*,  
*Myoxocephalus jaok* и *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae* – новые хозяева *L. parviventris*.

*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837)

10 экз. у 1 *Oncorhynchus gorbuscha* в сентябре 1985 г. у Курильских островов; 6 экз. у  
1 *O. nerka* в сентября 1984 г. в Анадырском заливе; 1 экз. у 1 *Cleisthenes Herzensteini* в мар-  
те 1998 г. в заливе Петра Великого; 1 экз. у 1 *Mugil cephalus* в заливе Петра Великого в  
июле 2003 г.

Специфичный паразит лососевых рыб. Копепода *L. salmonis* – эндемик бореальных  
вод Северного полушария, зарегистрирован на 25 видах рыб [2; 4; 8; 10; 12; 19; 22; 30; 31;  
32; 33].

*Cleisthenes Herzensteini* и *Mugil cephalus* – новые хозяева *L. salmonis*.

*Pseudolepeophtheirus schmidti* (Gussev, 1951)

9 экз. у 1 *Limanda punctatissima* в мае 2010 г. в Амурском заливе; 2 экз. у 2 *Eleginus*  
*gracilis* в декабре 1994 г. в заливе Петра Великого.

Копепода *P. schmidti* – эндемик Японского моря, зарегистрирована на 5 видах рыб [8;  
9; 10; 22].

*Eleginus gracilis* – новый хозяин *P. schmidti*.

*Haemobaphes diceraus* (Wilson, 1917)

1 экз. у 1 *Mallotus villosus* в Охотском море в мае 2006 г.

*H. diceraus* – эндемик северной части Тихого океана [34].

*M. villosus* – новый хозяин *H. diceraus*.

*Haemobaphes disphaerocephalus* (Grabda, 1976)

1 экз. у 1 *Thaleichthys pacificus* в заливе Аляска в сентябре 1971 г.

Копепода *H. disphaerocephalus* известна у западного побережья США [35], зарегистрирована в Беринговом море [34].

*H. disphaerocephalus* – специфичный паразит *Thaleichthys pacificus*; в заливе Аляска зарегистрирован впервые.

**Семейство Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840**

*Clavella adunca* (Strøm, 1762)

2 экз. у 2 *Eleginus gracilis* обследованных в декабре 1994 г. в заливе Петра Великого; 1 экз. у 1 *Pleurogrammus monopterygius* в августе 1973 г., Курильские острова.

*C. adunca* – космополит; зарегистрирован на 32 видах рыб [8; 9; 10; 14; 19; 27; 36; 37].

*Pleurogrammus monopterygius* – новый хозяин *C. adunca*.

*Neobrachiella annulata* (Markewitsch, 1940)

2 экз. у 3 *Coryphaenoides pectoralis*, добытых в феврале 1986 г. у Курильских островов. Распространение и хозяев см. [21].

*Nectobranchia indivisa* (Fraser, 1920)

1 экз. у 1 *Platichthys stellatus* в июле 1998 г. в заливе Петра Великого; 1 экз. у 1 *Pleuronectes pinnifasciatus* в декабре 1995 г., Приморский край; 4 экз. у *Lepidopsetta bilineata* в октябре 1973 г. у Курильских островов; 1 экз. у *Microstomus pacificus* в июле 1973 г., о. Сахалин; 3 экз. у *Pseudopleuronectes herzensteini* в Японском море в августе 2013 г.

Копепода *N. indivisa* – эндемик северной части Тихого океана, специфичный паразит камбаловых рыб [2; 8; 9; 10; 13; 21; 37; 38].

*Pseudopleuronectes herzensteini*, *P. pinnifasciatus* и *Microstomus pacificus* – новые хозяева *N. indivisa*.

**Семейство Naobranchiidae Yamaguti, 1939**

*Naobranchia occidentalis* (Wilson, 1915)

6 экз. у 1 *Dasycottus setiger* в августе 1973 г. в Беринговом море; 1 экз. у *Malacocottus zonurus* в сентябре 1973 г. в Беринговом море; 10 экз. у *Lepidopsetta bilineata* в марте 1967 г. в Беринговом море; 3 экз. у 1 *Lycogramma brunea* в мае 1972 г. у островов Прибылова; 2 экз. у *Anoplorama fimbria* в мае 1972 г. у островов Прибылова; 3 экз. у *Limanda aspera* в апреле 1971 г., Берингово море.

*N. occidentalis* – эндемик северной части Тихого океана; зарегистрирован на 29 видах рыб [2; 8; 10; 13; 21; 27; 31; 32; 37; 38].

*Dasycottus setiger*, *Malacocottus zonurus*, *Lycogramma brunea* и *Limanda aspera* – новые хозяева *N. occidentalis*.

**Выводы**

1. 14 видов копепод зарегистрированы на новых хозяевах: *Chondracanthus irregularis* – *Porocottus quadrifilis*, *Ergasilus auritus* – *Chaenogobius* sp., *Nemesis lamna* f. *vermin* – *Squalus acanthias*, *Lepeophtheirus chantoni* – *Cleisthenes herzensteini*, *Caligus macarovi* – *Scomber japonicus*, *Lepeophtheirus elegans* – *Liparis* sp., *L. hospitalis* – *Limanda aspera*, *Lepeophtheirus parviventrис* – *Boreogadus saida*, *Bothrocara mollis*, *Cleisthenes herzensteini*, *Melletes papillio*, *Myoxocephalus jaok* и *Reinhardtius hippoglossoides matsuurae*, *L. schrenki* и *Theragra chalcogramma*, *L. salmonis* – *Cleisthenes herzensteini* и *Mugil cephalus*, *Pseudolepeophtheirus schmidti* – *Eleginus gracilis*, *Clavella adunca* – *Pleurogrammus monopterygius*, *Naobranchia occidentalis* – *Dasycottus setiger*, *Malacocottus zonurus*, *Lycogramma brunea* и *Limanda aspera*, *Haemobaphes diceraus* – *Mallotus villosus*, *Nectobranchia indivisa* – *Pseudopleuronectes herzensteini*, *Pleuronectes pinnifasciatus* и *Microstomus pacificus*.

2. Зарегистрировано 11 эндемиков:

- в северной части Тихого океана – *Caligus macarovi*, *Chondracanthus irregularis*, *Haemobaphes diceraus*, *Lepeophtheirus elegans*, *L. hospitalis*, *L. parviventrис*, *Naobranchia occidentalis*, *Nectobranchia indivisa*;

- бореальной области – *Lepeophtheirus salmonis*;
- Японском море – *Lepeophtheirus chantoni*, *Pseudolepeophtheirus schmidti*.
- 3. *Clavella adunca* – космополит.
- 4. Впервые в Японском море зарегистрирован *Caligus pelagicus*.

**Благодарности.** Выражаем искреннюю благодарность С.Е. Позднякову, чл.-корр. РАН, доктору биол. наук, зам. директора, заведующему научно-исследовательским отделением ресурсной базы континентальных водоемов и аквакультуры ФГБНУ «ТИНРО-Центр»; Л.С. Швецовой, канд. биол. наук, зав. сектором болезней гидробионтов ФГБНУ «ТИНРО-Центр» за предоставленный материал.

### Библиографический список

1. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
2. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 246 с.
3. Гусев А.В. Тип Членистоногие – Arthropoda. Класс Ракообразные – Crustacea // Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Л.: Наука, 1987. Т. 3. С. 378–524.
4. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Нематоды, скребни, пиявки, моллюски, ракообразные, клещи // Тр. ЗИН РАН СПб., 2004. Т. 304. 250 с.
5. Виноградов С.А. Паразитические копеподы сем. Ergasilidae рыб Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. 2011. Т. 166. С. 208–218.
6. Yamaguti S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 1. Cyclopoida, 1 // Publ. by author, 1936. 8 p.
7. Ohtsuka S., Ho J.s., Nagasawa K. Ergasilids copepods (Poecilostomatoida) in plankton samples from Hokkaido, Japan, with reconsideration of the taxonomic status of *Limnoncaea* Kobuko, 1914 // J. nat. Hist., 2004. Vol. P. 471–498.
8. Гусев А.В. Паразитические Copepoda с некоторых морских рыб // Паразитол. Сборник. 1951. Т. 13. С. 394–463.
9. Титар В.М. Паразитические веслоногие рыбы залива Петра Великого (Японское море) // Эколого-морфологические особенности животных и среда их обитания. Киев: Наукова думка, 1981. С. 150–153.
10. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) // ТИНРО-Центр. 1995. 60 с. Деп. во ВНИЭРХ 07.08.95. № 1281-рх95.
11. Ермоленко А.В., Казаченко В.Н. Паразитические ракообразные (Crustacea) рыб водоемов континентальной части бассейна Японского моря // Паразиты животных и растений. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 55–58.
12. Kim I.-H. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea. Cirripedia, symbiotic Copepoda, Pycnogonida, 1998. Vol. 38. 1038 p.
13. Fraser C.M. Copepods parasitic on fish from Vancouver Island region // Tr. Roy Soc. Canada, 1920. Ser. 3. Vol. 13, Sec. 5. P. 45–67.
14. Kabata Z., Gusev A. V. Parasitic Copepoda of fishes from the collection of the Zoological Institute in Leningrad // J. Linn. Soc. (Zool.), 1966. Vol. 46, N. 309. P. 155–207.
15. Kabata Z. Some Chondracanthidae (Copepoda) from fishes of British Columbia // J. Fish. Res. Bd. Canada, 1968. Vol. 25, N. 2. P. 321–345.
16. Титар В.М., Казаченко В.Н. Паразитические веслоногие ракообразные некоторых рыб Чукотского моря / Вторая всесоюз. конф. молодых ученых по вопросам сравнительной морфологии и экологии животных. М.: Наука, 1976. С. 50–51.

17. Yamaguti S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 4. Cyclopoida, II // Vol. Jub. Yoshida, 1939. Vol. 2. P. 391–415 (k/k KVN).
18. Hewitt G.C. Some New Zealand parasitic Copepoda of the family Eudactylinidae // Zool. Publ. Victoria Univ. Wellington, 1969. N. 49. P. 1–31.
19. Kabata Z. Parasitic Copepoda of British fishes // Ray. Soc., 1979. N. 152. 468 p., figs. 1-2031.
20. Kabata Z. Copepods parasitic on fishes. Synopsis of the British fauna (N.S.). 1992. N. 47. P. 1–246.
21. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) некоторых рыб северо-западной части Тихого океана // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2015. Т. 35. С. 29–36.
22. Виноградов С.А. Паразитические копеподы сем. Caligidae рыб прибрежных вод Сахалина // Изв. ТИНРО. 2012. Т. 168. С. 243–261.
23. Kurian C.V. Parasitic copepods of Travancore-Cochin // Bull. Cent. Res. Inst. Univ. Travancore, Ser. C, Nat. Sci., 1955. Vol. 4. P. 103–116.
24. Prabha C., Pillai N.K. Additions to the copepods parasitic on the marine fishes of India. 4. On twenty six species of caligids // Rec. zool. Surv. India, Occ. Paper., 1986. N. 79. P. 1–139.
25. Vinoth R., Kumar A., Ravichandran S., Gopi M., Rameshkumar G. Infestation of copepod parasites in the food fishes of Vellar Estuary, southeast coast of India // Acta Parasitologica Globalis, 2010. Vol. 1 (1). P. 1–5.
26. Shiino S.M. Sammlung der Parasitischen Copepoden in der Praefecturuniversitat von Mie // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie, 1959. Vol. 3, N. 2. P. 334–374.
27. Ho J.-s., Kim I.-h. Copepods parasitic on fishes of western North Pacific // Publ. Seto. Mar. Biol. Lab., 1996. Vol. 37, N. 3/6. P. 275–303.
28. Kabata Z. The species of *Lepeophtheirus* (Copepoda: Caligidae) from fishes of British Columbia // J. Fis. Res. Bd. Canada, 1973. Vol. 30. P. 729–759.
29. Lopez G. Redescription and ontogeny of *Lepeophtheirus kareii* Yamaguti, 1936 (Copepoda, Caligida) // Crustaceana, 1976. Vol. 31, N. 2. P. 203–207.
30. Казаченко В.Н., Коротаева В.Д., Курочкин Ю.В. Паразитические ракообразные некоторых рыб Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1972. Т. 81. С. 224–238.
31. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea, Copepoda) рыб рода *Sebastes* (Scorpaenidae) // Тр. ЗИН АН СССР. 1986. Т. 155. С. 155–169.
32. Kabata Z. Copepoda and Branchiura. In L. Margolis, Z. Kabata (ed.) Guide to parasites of fishes of Canada. Part. 2. Crustacea // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci., 1988. Spec. publ. 101. P. 1–184.
33. Nagasawa K. Prevalence and abundance of *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) on high-seas salmon and trout in the North Pacific Ocean // Bull. Jap. Soc. Fish., 1987. Vol. 53, N. 12. P. 2151–2156.
34. Казаченко В.Н., Фещенко Н.В., На N.V. Паразитические копеподы рода *Haemobaphes* (Crustacea: Copepoda) в Тихом океане и Чукотском море // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2015. Т. 34. С. 10–18.
35. Grabda J. *Haemobaphes disphaerocephalus* sp. n. (Copepoda: Lernaecercidae) from the gill cavity of *Thaleichthys pacificus* (Richardson, 1836) (Osmeridae) // Acta ichthyol. et Piscator., 1976. Vol. 6, N. 1. P. 23–33.
36. Kabata Z., Ho J.-s. The origin and dispersal of hake (genus *Merluccius*: Pisces: Teleostei) as indicated by its copepod parasites // Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev., 1981. Vol. 19. P. 381–404.
37. Markevitch A.P., Titar V.M. Copepod parasites of marine fishes from the Soviet Far East // 4 Int. Congr. Parasitol., 1978. P. 38–39.
38. Kabata Z. Some Lernaepodidae (Copepoda) from fishes of British Columbia // J. Fish. Res. Bd. Canada, 1970. Vol. 27. P. 865–885.

<sup>1</sup>Kazachenko V.N., <sup>2</sup>Prof., DSc. Nguyen Vu Thanh, <sup>1</sup>Matrosova I.V.

<sup>1</sup>FGBOU VO «Dalrybvtuz», Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>Department of Nematology (DON) Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR)  
Vietnam Academy of Science and Technology (VAST)

## NEW HOSTS FOR PARASITIC COPEPODS (CRUSTACEA: COPEPODA) OF THE FAR EASTERN SEAS AND CHUKOTSKOE SEA FISH

19 species parasitic copepods registered in Chukotka, Bering Sea, Sea of Okhotsk and the Sea of Japan. 14 parasitic copepods are registered at new hosts.

**Key words:** parasitic copepods, hosts, Chukchi Sea, Bering Sea, Sea of Okhotsk, Sea of Japan.

УДК 594.1

А.Ч. Ким, Р.Т. Гон

ФГБНУ «СахНИРО», Южно-Сахалинск, Россия

## ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СПИЗУЛЫ САХАЛИНСКОЙ *SPISULA SACHALINENSIS* В БУХТЕ ЛОСОСЕЙ (ЗАЛИВ АНИВА) ПО ДАННЫМ 1966–2012 ГГ.

По многолетним данным рассмотрены пространственное распределение и численность спизулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в б. Лососей, представлена размерно-массовая структура вида.

Спизула сахалинская *Spisula sachalinensis* является одним из наиболее перспективных объектов промысла в Сахалино-Курильском регионе. Несмотря на близость к берегу и небольшие глубины, прибрежная полоса остается слабоизученной. Скудность научной информации по распределению спизулы в зал. Анива определяет важность ее исследований.

Целью настоящей работы является характеристика пространственного распределения спизулы сахалинской в бухте Лососей (зал. Анива).

Материалом для исследования послужили результаты водолазных и драгировочных работ, а также ручного сбора. Всего было выполнено 937 станций на глубинах до 20 м.

Собранная информация по спизуле в период 1966–2012 гг. свидетельствует о широком, но мозаичном распространении моллюсков в акватории бухты Лососей (рис. 1). На их распределение могут оказывать локальные условия среды (грунт, опреснение и т.д.). Спизула образует устойчивое скопление на участке от с. Таранай до устья р. Сусуя площадью 23,3 км<sup>2</sup>. Характер пространственного распределения вида определяется глубиной и лежит в диапазоне 0–7 м. Наибольшая концентрация моллюсков наблюдалась на глубинах 1–2 м. Всего в бухте Лососей насчитывалось четыре неравнозначных по площади скопления (рис. 1). Три скопления отмечено в северной части исследуемого участка и одно – в западной.



Рис. 1. Распределение спизулы сахалинской в бухте Лососей в 2011 г.

В 1966 г. средняя удельная плотность спизулы достигла  $3,57 \text{ экз./м}^2$ , что является наибольшей зафиксированной величиной за все годы исследований в бухте (рис. 2). Размеры моллюсков при этом были наименьшими (в среднем  $77,5 \pm 1,2 \text{ мм}$ ) (рис. 3). Основной процент встречаемости приходился на размерную группу от 65 до 80 мм. Наименьшая численность спизулы была отмечена в 1999 г. ( $0,66 \text{ экз./м}^2$ ), что, скорее, связано с отсутствием интенсивного промысла. Средние показатели длины раковины достигли максимальной величины и составили  $93,9 \pm 0,2 \text{ мм}$ . В дальнейшем динамика количественных показателей вида постепенно нарастала, и в 2011 г. ее значение равнялось  $2,28 \text{ экз./м}^2$ . Средние размерные величины спизулы в период 2002–2012 гг. немного снизились, но остались на средне-многолетнем уровне.

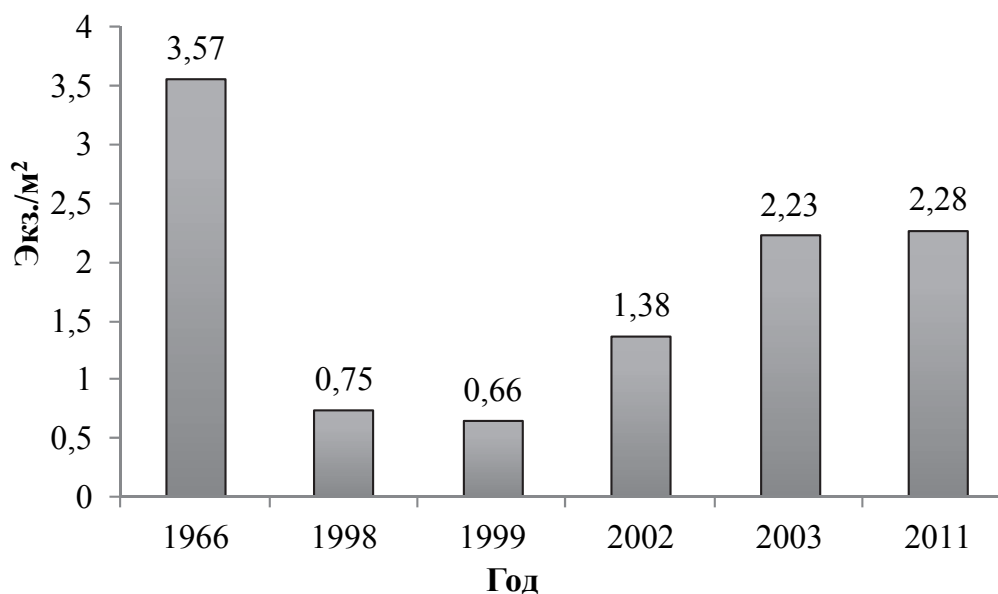


Рис. 2. Межгодовая динамика оценок средней удельной плотности спизулы сахалинской в бухте Лососей (зал. Анива)

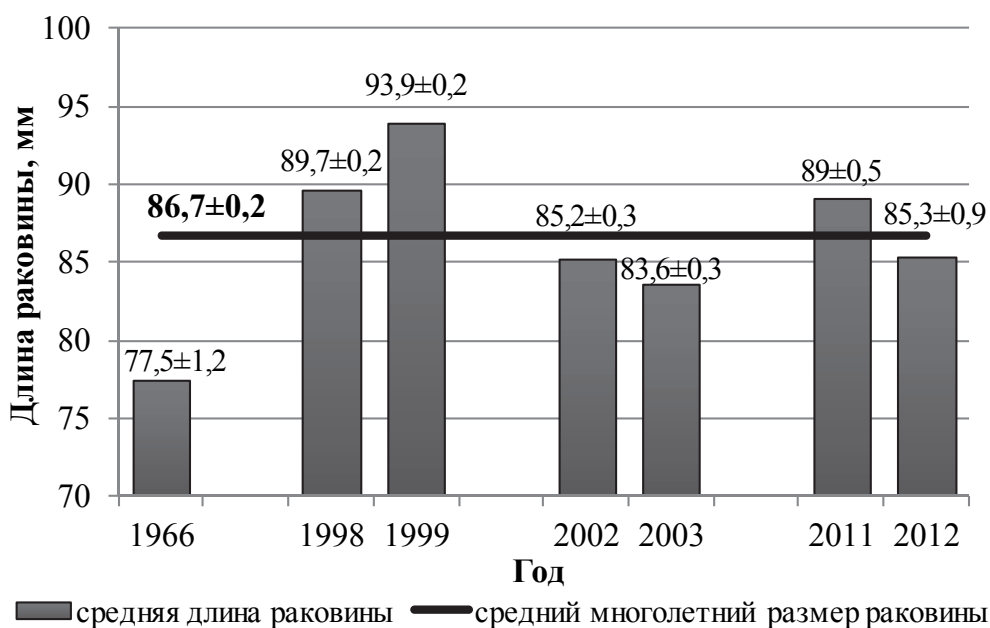


Рис. 3. Динамика среднего размера (длина) раковины спизулы сахалинской в бухте Лососей (зал. Анива)

По данным Д.А. Соколенко (2008), в местах скопления моллюсков зал. Петра Велико-го ( $S = 26,6 \text{ км}^2$ ) их осредненное значение массы за 2000–2007 гг. равнялось 195,3 г. Оно незначительно отличалось от величины в исследуемой акватории в период 1966–2012 гг. (206,3 г). Информация по длине раковины у Д.А. Соколенко отсутствовала. Численность спизулы в Приморском крае составила 2,17 экз./м<sup>2</sup>, что вполне согласуется с результатами съемки 2003 г. в б. Лососей.

Оценка средней удельной биомассы спизулы в рассматриваемом районе варьировалась по годам от 0,151 до 0,542 кг/м<sup>2</sup> и составила в среднем 0,338 кг/м<sup>2</sup> (рис. 4). Большая часть биомассы моллюсков пришлось на 2011 г. В 1998 г. их значение было минимальным из-за нерегулярного промысла, но в последующем биомасса спизулы стала меняться в сторону их увеличения. В 1966 г. ее величина незначительно отличалась от таковой в 2011 г. В Приморском крае, в местах скопления моллюсков, биомасса (0,399 кг/м<sup>2</sup>), как и плотность, находилась практически на том же уровне, что и в бухте Лососей (2003 г.).

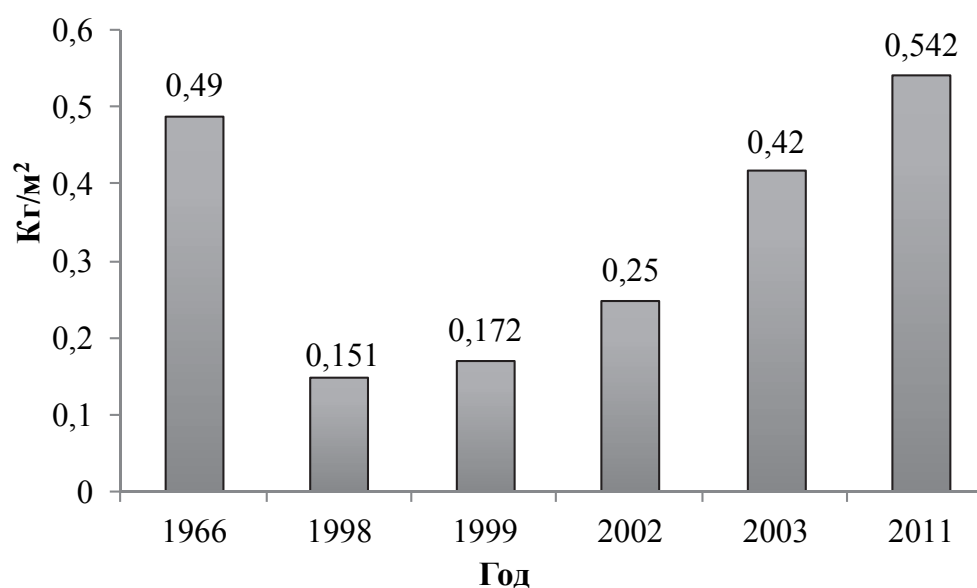


Рис. 4. Межгодовая динамика оценок средней удельной биомассы спизулы сахалинской в бухте Лососей (зал. Анива)

В бухте Лососей зависимости спизулы «длина-масса», представленные на рис. 5, описаны степенной функцией. За период 1998–2011 гг. показатель степени был везде больше 3, что говорит о стабильном состоянии размерно-массовых характеристик такой группировки. Судя по форме графиков, постепенно создавались благоприятные условия обитания для моллюсков. В 2011 г. (рис. 5В) наблюдалось пополнение поселений молодыми особями (22–50 мм) по сравнению с предыдущими годами, что говорит об устойчивости скоплений. В 1998 г. и 2003 г. прилов молоди оказался незначительным, видимо, благодаря селективности орудий лова (рис. 5А, 5Б).

В целом, максимальная встречаемость спизулы в бухте Лососей за исследуемый ряд лет приходится на 2011 г. Места концентрации моллюсков определяются условиями среды. В 2011 г. общий запас спизулы оценивается в 12,12 тыс. т (53,06 млн экз.), промысловый – в 10,35 тыс. т.



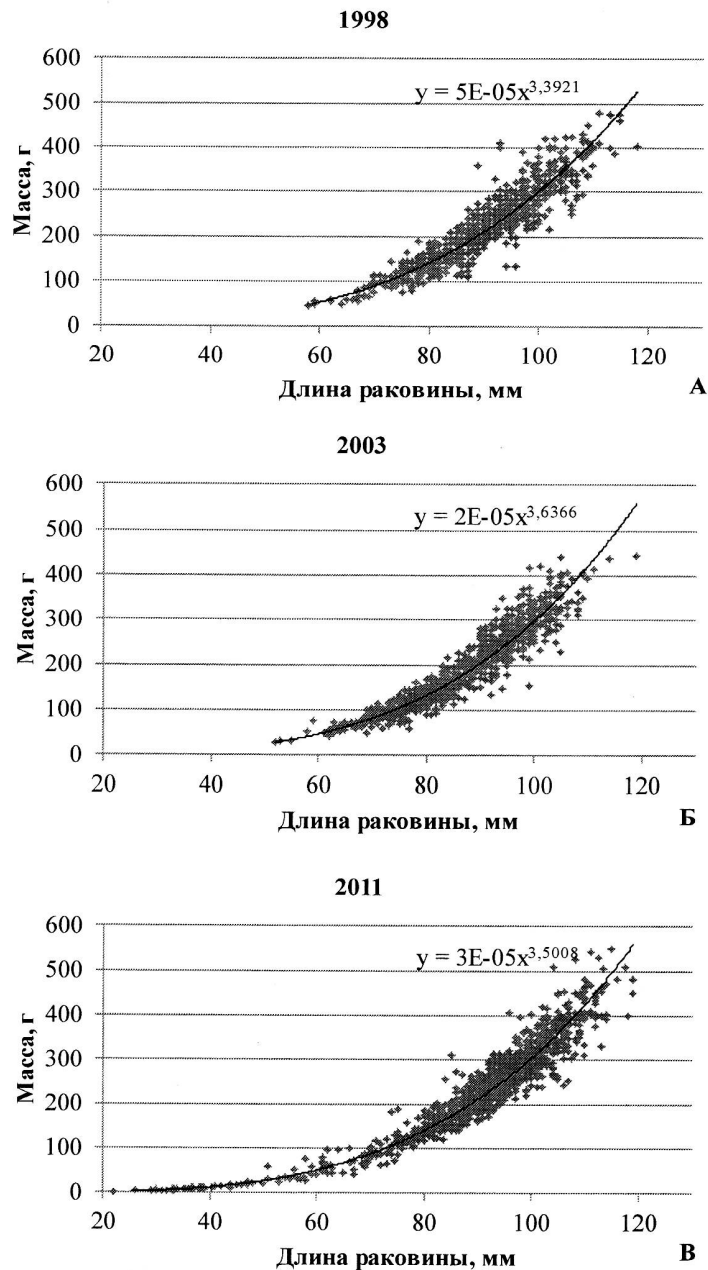


Рис. 5. Размерно-массовая зависимость спизулы сахалинской в бухте Лососей в 1998 (А), 2003 (Б) и 2011 (В) гг.

### Библиографический список

Соколенко Д.А. Распределение и ресурсы спизулы сахалинской *Spisula Sachalinensis* в прибрежных водах Приморья // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 155. С. 66–75.

A.Ch. Kim, R.T. Gon  
SakhNIRO, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

### SPATIAL DISTRIBUTION OF SURF CLAM *SPISULA SACHALINENSIS* IN SALMON BAY (ANIVA BAY) BY THE DATA OF 1966–2012

*Spatial distribution and number of surf clam Spisula sachalinensis in Salmon bay is considered on the base of long-term data, length-weight structure of the species is presented.*

В.В. Кудакаев  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ПРОМЫСЛЕ САЙРЫ

*Сегодня промысел сайры невозможно представить без использования электрического света. С развитием технологий по изготовлению электрических ламп изменялись и световые приборы, используемые на промысле сайры. В 60-х годах прошлого века использовались лампы накаливания мощностью порядка 500 Вт. В каждой люстре таких ламп находилось от 6 до 10 шт., и количество люстр на одно судно достигала 17. Сейчас на промысле в основном используются лампы КГП, которые превосходят своих предшественников по своим техническим характеристикам, но в то же время уже начинают устаревать. Предлагается использовать современные источники света с использованием светодиодных (LED) технологий.*

Тихоокеанская сайра (*Cololabis saira*) является одним из ценных видов рыб Дальнего Востока в пищевом отношении. Прошлогодня путина 2017 г., в соответствии с докладами ведущего сотрудника ФГБНУ «ТИНРО-Центр» Дмитрия Антоненко, началась в открытых водах СЗТО 25 мая, первая половина её прошла стабильно, суточный вылов значительно превышал показатели сайровой путины 2016 г. Количество судов, вышедших на промысел, по сравнению с прошлым годом сократилось в два раза, что составило 16 единиц. В период с августа по октябрь промысел сместился к Южно-Курильскому району экономической зоны России. Косяки сайры стали слабонарезанными скоплениями, что в свою очередь негативно повлияло на промысел. По выводам сотрудников ФГБНУ «ТИНРО-Центр» скопления сайры в основном концентрировались за пределами исключительной экономической зоны РФ. Причины смещения сайры из традиционных мест лова заключались в повышении температуры воды и возросшей численности дальневосточной сардины и скумбрии. По сравнению с 2016 г. в 2017 г. общий объём вылова остался приблизительно на прежнем уровне – 6,3 тыс. т, что в разы ниже результата путин 2014 и 2015 гг. Такое положение дел приводит к снижению рентабельности данного вида промысла. Очевидно, что необходимо искать пути снижения затрат рыбопромысловых компаний в сложной промышленной обстановке.

Из курса биологии сайры известно, что этот вид рыб имеет резко выраженную реакцию на электрический свет, а именно привлечение к источнику света. В ночное время суток сайра поднимается к поверхности воды, и надводные источники света эффективно используются при её промысле для привлечения и образования плотных скоплений у борта судна [3].

Также электрический свет используется и для обнаружения скоплений сайры. Во время поиска часто используют прожектора. Когда быстро движущийся луч света попадает на место скопления, сайра выбрасывается на поверхность воды.

После обнаружения сайры концентрируют у борта судна с помощью люстр и специальных гирлянд. Подошедшую рыбу можно переводить включением и отключением люстр, притом шумы двигателей и механизмов судна не оказывают существенного влияния на образовавшееся скопление. Косяки сайры, облавливаемые поздней осенью в водах течения Курошио, опускаются на большую глубину, поэтому для того, чтобы скопление поднялось к поверхности, необходимо длительное время и освещение большой силы. В лунные ночи, особенно в полнолуние, требуется увеличение мощности световых приборов.

Как видно из вышеизложенного, для облова сайры требуется работа большого количества световых приборов на протяжении длительного времени.

Рассмотрим стандартное световое оборудование СТР-503, используемое для промысла сайры (рис. 1).

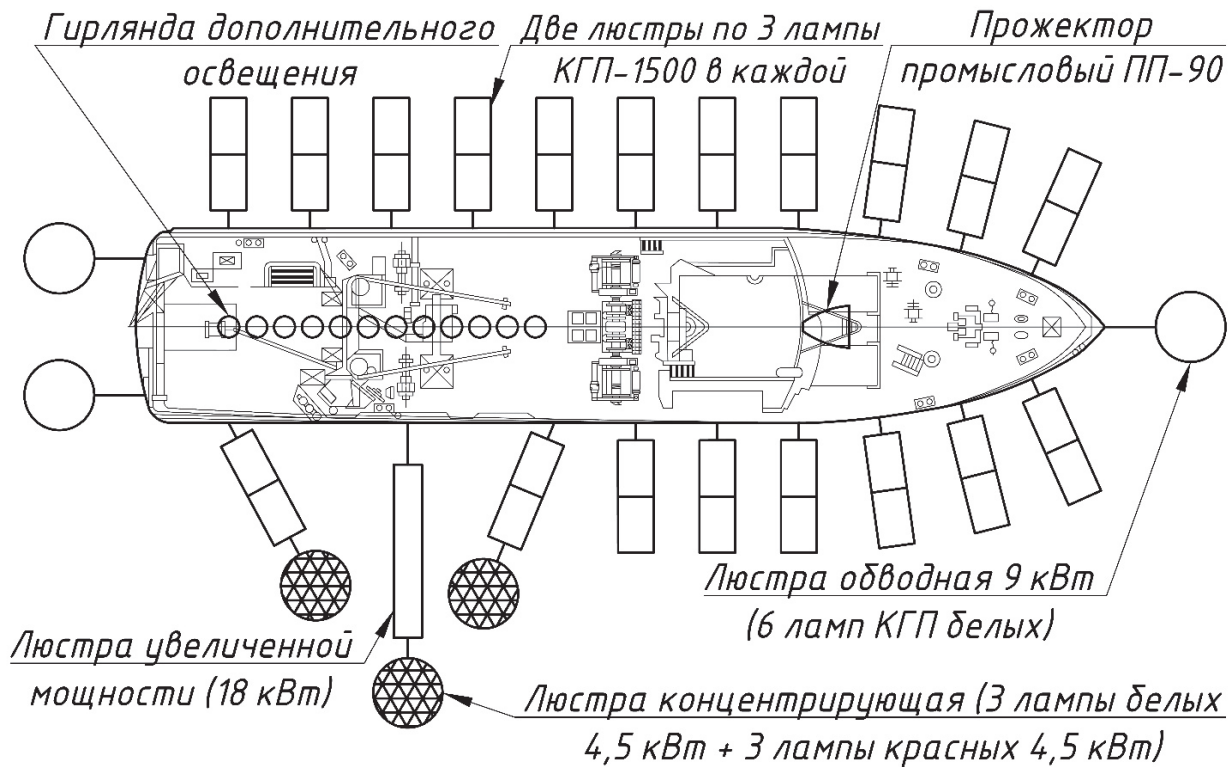


Рис. 1. Схема установки светотехнического оборудования для лова сайры на судах СТР

В представленной схеме для обнаружения сайры пользуются гидролокатором, а также прожекторами мощностью порядка 5 кВт. Прожектора также служат для перевода рыбы в зону действия других надводных источников на судах. Привлекают сайру к нерабочему борту судна и переводят ее к рабочему борту в зону действия ловушки с помощью люстр надводного освещения. Расположение люстр, их количество, число ламп в каждой люстре зависят от типа судна и мощности судовой электростанции. На представленном судне имеется трехфазная система нагрузки, подключаемая к источнику судовой электростанции – синхронному генератору. СТР оборудованы тиристорными регуляторами мощностью 80 кВт, с помощью которых применяется многоступенчатая схема – с одного борта (светового) регулируется одно напряжение, с другого (рабочего) – другое. Люстры располагаются на разных уровнях. Применяются люстры различного типа. Для сбора косяков сайры (привлечение) с большей площади – рассеянное скопление на судах типа СТР-503 – устанавливается гирлянда из 12 светильников с лампами КГП220-5000, общей мощностью 60 кВт. С помощью их сайра переходит в зону основного промышленного освещения. После того как сайра подошла непосредственно под свет бортовых светильников, расположенных по периметру судна, мощностью 4,5 кВт, приступают к переводу сайры через бак судна с правого, рабочего, на левый, световой, борт путем последовательного выключения люстр от периферии к центру [4].

Для того чтобы оценить суммарную потребляемую мощность всех световых приборов, устанавливаемых для промысла сайры на суда типа СТР-503, проведем анализ по лампам, устанавливаемым на эти суда компанией «Геоток» [1], и сведём эту информацию в табл. 1.

Таблица 1

**Световые приборы, устанавливаемые компанией «Геоток» на суда типа СТР**

Наименование	Количество (шт.) Общая мощность	Общая потребляемая мощность , кВт
Люстры сайровые	44 198 кВт	368
Люстры	11 50 кВт	
Люстра увеличенной мощности	1 18 кВт	
Люстры обводные	3 27 кВт	
Гирлянда из светильников с КГП 220-5000	12 60 кВт	
Светильники поискового освещения с лампами КГП 220-5000	3 15 кВт	

Таким образом, общее количество потребляемой энергии световым оборудованием составило 368 кВт, также необходимо не забывать, что судовым энергетическим установкам необходимо вырабатывать электроэнергию и для судовых механизмов; и для того, чтобы получить эту электроэнергию, потребуется потратить большое количество топлива, а следовательно, от этого будут возрастать и общие затраты на промысел.

Рассмотрим лампы КГП и ДРЛ, используемые компанией «Геоток» в световом оборудовании для промысла сайры (табл. 2).

Таблица 2

**Лампы КГП, используемые для промысла сайры**

Тип ламп	Срок службы, ч	Цветовая температура, К	Световой поток, Лм
КГП 220-1000	700	3200	26 000
КГП 220-1500	700	3200	33 000
КГП 220-2000	700	3200	54 900
КГП 220-230-5000	2000	3200	110 000
ДРИ 700	11000	4200	80 000
ДРИ 1000	11000	4200	100 000

Из представленных в табл. 2 ламп можно заметить, что срок службы этих ламп составляет от 700 до 11 000 час, а у современных светодиодных ламп в среднем срок службы составляет 50 000 час. Цветовая температура у ламп КГП – 3200 кельвин – соответствует свечению лампы накаливания порядка 200 Вт, у ламп ДРЛ – 4200 кельвин – как у лампы дневного света (тёплый белый свет). Также эти цветовые температуры соответствуют солнцу у горизонта и утреннему солнцу в дообеденное время соответственно. Одним из наиболее важных параметров, указанных в табл. 2, является световой поток. Световой поток еще называют мощностью света. Обычная лампа накаливания с потребляемой мощностью 100 Вт имеет световой поток 1 200 люмен, люминесцентная лампа со схожим световым потоком потребляет 25–30 Вт, светодиодная – 12–15 Вт. Как видно, светодиодные лампы потребляют энергии в 8 раз меньше, чем лампы накаливания, которые применялись на промысле сайры до появления ламп КГП и ДРЛ.

Из представленных на сегодняшний день в интернете светодиодных ламп можно увидеть, что в России эти лампы используются в основном для освещения помещений, для прожекторов и как аналоги для автомобильного транспорта. На зарубежных сайтах, напри-

мер на сайтах Ю. Кореи, уже имеются предложения по использованию светодиодных технологий для промысла сайры. Один из вариантов таких светильников представлен на рис. 2.



Рис. 2. Светодиодные приборы Ю. Кореи  
(<http://leaders.asiae.co.kr/news/articleView.html?idxno=53894>)

Корейские специалисты утверждают, что энергопотребление с использованием подобных приборов снизится как минимум до 50 %, также сократится расход топлива и уменьшится вредное воздействие на окружающую среду. Из рис. 2 можно заметить, что такие светильники состоят из множества светодиодов, размещённых на пластине. Световой поток такого источника света будет зависеть от количества и мощности помещённых на пластине светодиодов.

К сожалению, нет возможности сравнить конкретные характеристики сайровых люстр с лампами КГП и светодиодами, чтобы получить полное представление об их различии. Поэтому для сравнения рассмотрим лампу КГП 220-1000 и светодиодный осветительный прибор Однорядный лайтбар CREE 260 Вт (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнение ламп КГП и LED со световым потоком 26000 люмен**

КГП 220-1000	Однорядный лайтбар CREE 260 Вт
Срок службы, час	
700	50 000
Цветовая температура, К	
3200	2600 – 8300
Световой поток, Лм	
26000	26000
Потребляемая мощность, Лм	
1000	260

Как видно из табл. 3, по своим характеристикам светодиодные лампы во много раз превышают показатели ламп КГП. К основным преимуществам можно отнести:

1. *Прочность и безопасность, стойкость к механическим воздействиям.* Корпус светодиодной лампы изготовлен из алюминия и прочного пластика, который намного прочнее обычного стекла, используемого при изготовлении люминесцентных ламп и ламп накаливания, т.е. лампа имеет стойкость к ударам, вибрации за счет отсутствия стеклянных деталей, нитей накаливания. Светодиод – это низковольтный электроприбор, который почти не нагревается. Для сравнения можно отметить, что лампы накаливания разогреваются до высоких температур, а светодиодные лампы нагреваются не более чем 50 °С. В основном на-

грев светильников происходит от схем стабилизации электрического тока, так как светодиоды чувствительны к скачкам от «обратного напряжения», возникающего при выключении светильников.

2. *Отсутствие мерцания.* Лампы накаливания и люминесцентные лампы работают от переменного тока с частотой 50–60 Герц, поэтому происходит мерцание. Светодиодные лампы работают от постоянного тока, поэтому мерцание отсутствует. При включении и выключении светодиодных ламп отсутствует эффект инертности, т.е. они мгновенно дают свет на 100 % без разогрева и также быстро гаснут.

3. *Минимальное выделение тепла, работа при низких температурах.* Как уже говорилось выше, светодиодные лампы практически не выделяют тепла, электроэнергия в основном идет на выделение света. Рабочий диапазон эксплуатации светодиодов по температуре составляет –50...+60 °С.

4. *Направленность излучения* светодиодов по углам рассеяния светового потока составляет 10–140°, что позволяет создавать светильники без специальных отражателей или рассеивателей.

5. *Экологическая и пожарная безопасность, безопасность для окружающей среды.* Светильники из светодиодов не содержат вредных веществ и не имеют ультрафиолетового или инфракрасного излучения, практически не нагреваются. Таким образом, они абсолютно безопасны для окружающей среды.

Светодиодные технологии существуют довольно давно, а на сайровом промысле их практически не применяют, хотя уже есть предложения южно-корейских компаний. Для успешного внедрения LED-технологий на сайровом промысле необходимо проводить разработку новых осветительных приборов непосредственно для промысла сайры. Для этого желательно провести исследования по реакции сайры на свет в зависимости от световой температуры при различных условиях промысла, чтобы можно было определить, какие светодиоды будут наиболее оптимальны. Светодиодными лампами можно легко заменить любые ранее установленные источники света и значительно сократить расходы на топливо для выработки электроэнергии, на обслуживание. Также с использованием светодиодов уменьшится вредное воздействие на окружающую среду. Как итог, применение современных технологий LED уменьшит стоимость конечной продукции и повысит продовольственную безопасность нашей страны.

### **Библиографический список**

1. Дооборудование судов для лова сайры. [Электронный ресурс] // Инженерно- производственный центр Геоток. URL: <http://www.geotok.ru> (дата обращения 20.03.2018)
2. Кудакоев В.В., Бойцов А.Н. Промысловые схемы и механизмы: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. Ч. 1. 111 с.
3. Николаев С.Н. Сайра. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1965. 148 с.
4. Пилипчук Д.А., Пак А.Д., Осипов Е.В. Устройство и эксплуатация орудий лова: Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – 458 с.

V.V. Kudakaev  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **ENERGY-SAVING TECHNOLOGIES FOR PACIFIC SAURY FISHING**

*Today, it is impossible to imagine Pacific saury fishing without of electric light. With the development of technologies for electric lamps manufacturing, the light devices Pacific saury fishing also changed. In the 60s of the last century for Pacific saury fishing were used tungsten lamp with a power of about 500 W. There were from 6 to 10 of such lamas in each outboard light and the number of outboard lights per vessel reached 17. Now mainly QH-lamps are used for fishing with lights, which are much better in their technical characteristics, but at the same time, they are beginning to become obsolete. It is suggested to use modern lights sources with LED technologies.*

В.Н. Кулепанов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБНУ «ТИНРО-Центр»,

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

## **ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАССОВЫХ ВИДОВ МАКРОФИТОВ В ПРИМОРЬЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГЛУБИНЫ И СТЕПЕНИ ОТКРЫТОСТИ ПРИБРЕЖЬЯ**

*Распределение макрофитов в прибрежной зоне зависит от глубины, степени прибойности, характера грунтов. Показаны зависимости количественных показателей массовых видов вдоль градиентов абиотических факторов.*

Макрофиты, произрастающие в прибрежной зоне, играют важную роль в функционировании экосистем шельфа. Многие виды из них относятся к промысловым и потенциально-промысловым. Заросли морских водорослей и трав служат пищей и укрытием многим беспозвоночным и рыбам, создавая благоприятную среду для их существования. Макрофиты меняют условия среды в прибрежье, обогащая воду биогенными элементами и кислородом. Они влияют на гидродинамику водных масс, способствуют накоплению детрита, что привлекает животных, питающихся мертвой органикой [1]. Мониторинг прибрежных зарослей, оценка их состояния – важная задача при оценке ресурсов беспозвоночных.

Макрофиты собирались в ходе рейса НИС «Убежденный» с 1 июля по 3 сентября 2016 г. Работы проводились в Приморье от м. Поворотного до б. Джигит водолазным способом до глубины 20 м по стандартной методике [2; 3].

Глубина – комплексный фактор, с глубиной меняется освещенность, давление, характер грунта и т.д. Выделяют три этажа в горизонте фотофильной (светолюбивой) растительности [4]. Первый этаж простирается от 0 до глубины 3–5 м, второй – до 10–12 м и третий – до глубины 30–32 м. Глубже находится горизонт сциафильной (теневыносливой) растительности.

Распределение зарослей макрофитов по глубине зависит от биономического типа побережья [5]. В прибрежье Приморья преобладают участки открытого морского берега, у которого подводный береговой склон не защищен от прямого действия волн. Максимальная биомасса водорослей отмечается на глубине до 10–12 м. Диапазон глубин до 12 м наиболее благоприятен для произрастания водорослей. Здесь достаточно света для фотосинтеза и есть площади подходящего твердого субстрата.

Для каждого вида макрофитов характерен свой диапазон глубин, где его биомасса наиболее обильна. По данным исследований 2016 г., основные заросли морской капусты (*Saccharina japonica*) располагались, как правило, на глубинах до 10 м, при этом растения сахарины первого года вегетации, как правило, росли отдельно от водорослей второго года вегетации. Связано это с тем, что продолжительность жизненного цикла сахарины два года, ежегодно происходит смена возраста отдельных зарослей. В один год на участке преобладают растения первого года вегетации, которые на следующий год становятся промысловыми. После спороношения происходит формирование нового поколения [6].

У открытого морского побережья максимальное проективное покрытие (ПП) сахарины первого года вегетации отмечено на глубинах 4–5 м (до 50 %). Глубже 15 м сахарина в 2016 г. не встречалась, максимальное ПП водорослей второго года вегетации составило 80 % на глубинах от 5 до 10 м (рисунки 1 и 2).

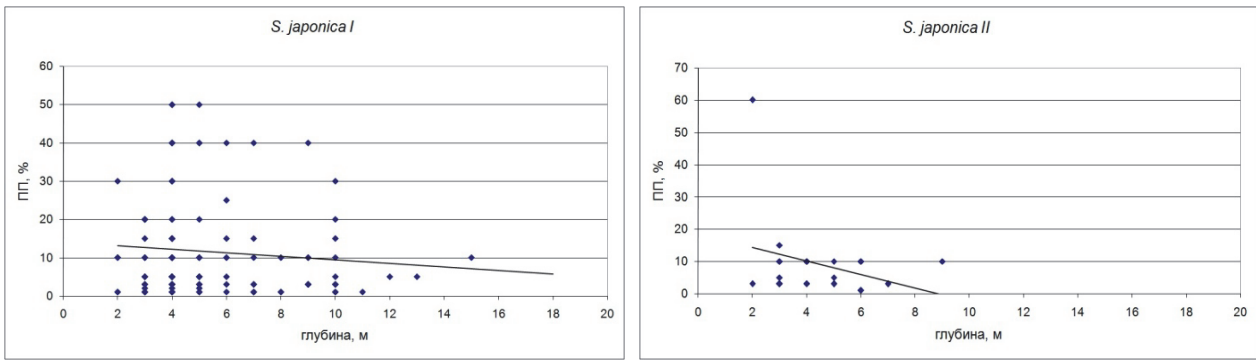


Рис. 1. Вариабельность ПП сахарины японской у умеренно защищенного побережья

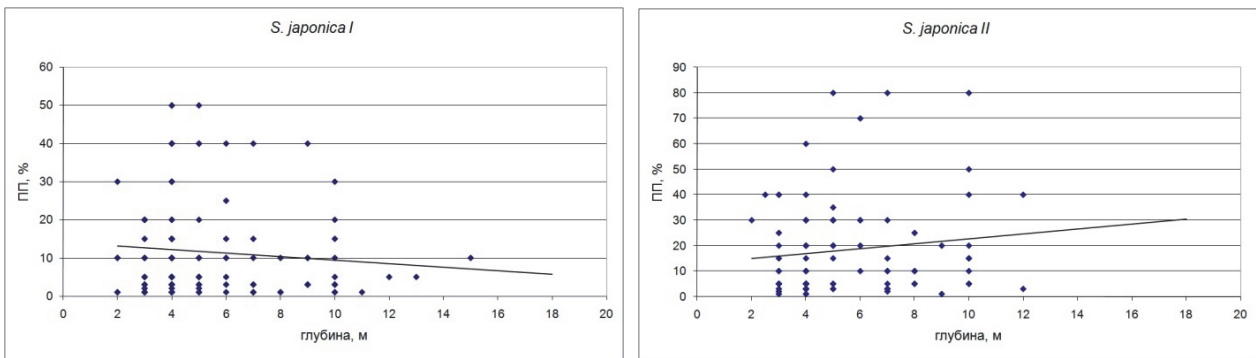
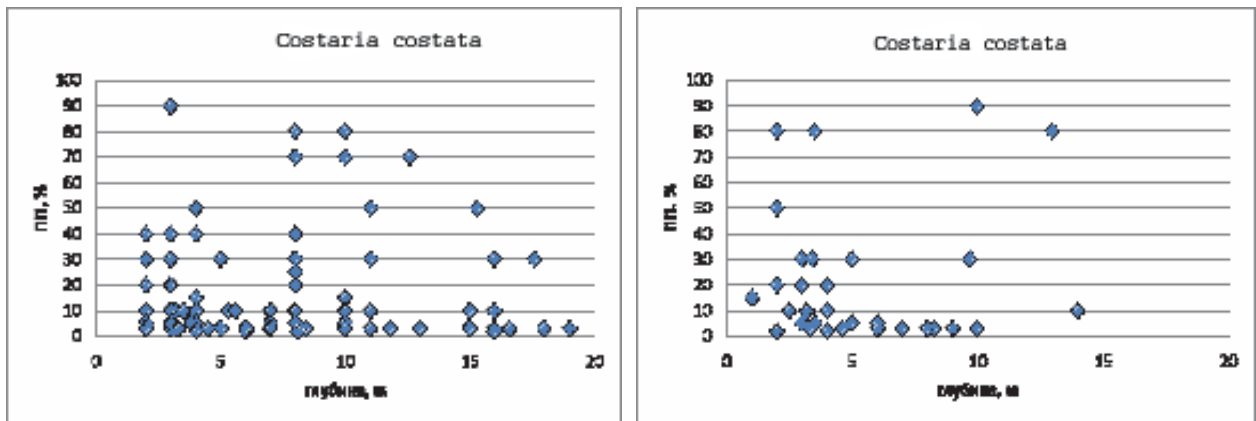


Рис. 2. Вариабельность ПП сахарины японской у открытого морского побережья

В более широком диапазоне глубин встречалась бурая водоросль *Costaria costata*. У открытого побережья ее заросли распространяются до глубины 20 м, у умеренно защищенного побережья они не росли глубже 15 м (рис. 3).



А

Б

Рис. 3. Вариабельность ПП костарии у открытого (А) и умеренно защищенного побережья (Б)

Несколько иная картина характерна для бурой водоросли *Desmarestia viridis*. Диапазон глубин, в котором она росла, достаточно широк (рис. 4). Известно, что десмарестия доминирует во втором и третьем этажах фотофильной растительности [4]. Этот вид чувствителен к волновому воздействию, нетребователен к освещенности и, как правило, преобладает глубже, чем сахарина и костария.



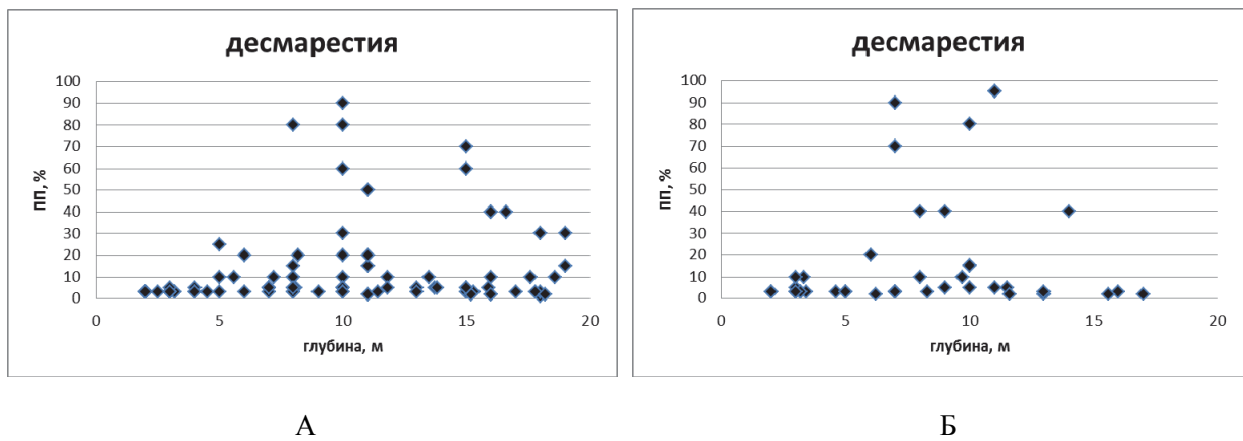


Рис. 4. Вариабельность ПП десмарестии у открытого (А) и умеренно защищенного побережья (Б)

Батиметрическое распределение двух видов красных водорослей *Odonthalia corymbifera* и *Neorhodomela teres* показало, что, хотя эти виды встречаются часто в пробах вместе и образуют обширные заросли в Северном Приморье, тем не менее благоприятный диапазон глубин для каждого вида различался (рис. 5). Эти водоросли являются многолетними и относятся к потенциально промысловым видам. У берегов Приморья они распространены от м. Поворотного до б. Иннокентия, образуют заросли на каменистом и скалистом грунтах на глубине от 5–6 до 20 м [7]. Активный рост *O. corymbifera* происходит в апреле–июне, *N. teres* – в апреле–мае. Массовое появление молодых растений наблюдается весной (апрель–май) и осенью (сентябрь–октябрь) [8].

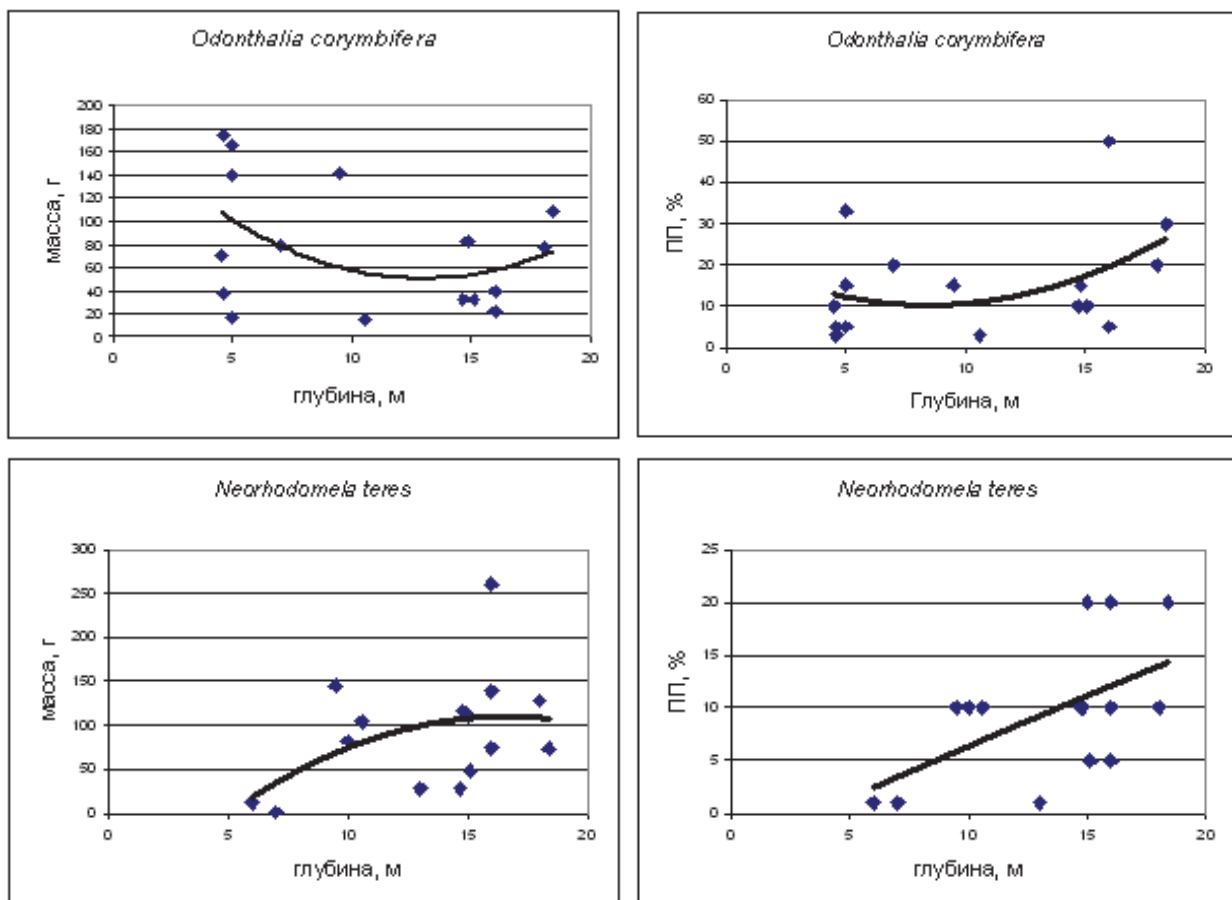


Рис. 5. Вариабельность биомассы и проективного покрытия красных водорослей в зависимости от глубины (район зал. Владимира – мыс Южный)

Плотные заросли филлоспадикса располагались до глубины 8 м, глубже встречались только его разреженные скопления. Биомасса и проективное покрытие морской травы филлоспадикса с глубиной постепенно снижались (рис. 6).

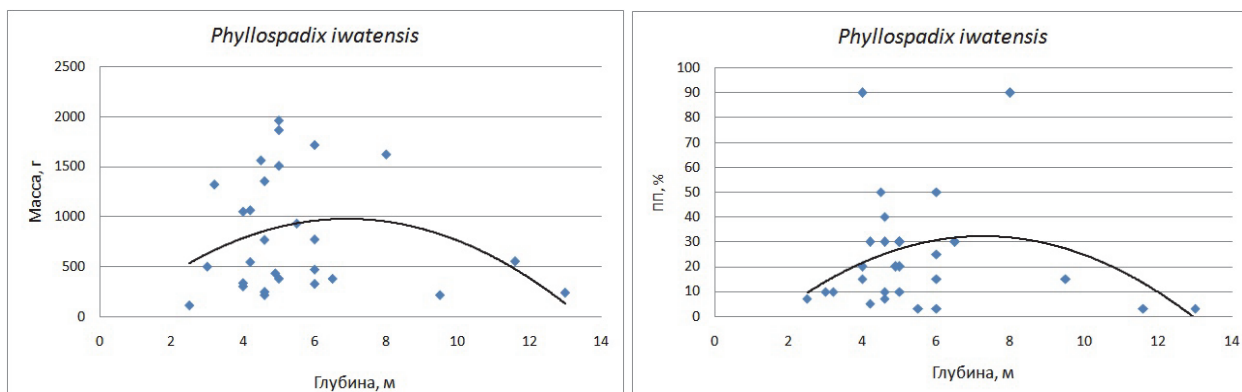


Рис. 6. Вариабельность биомассы и проективного покрытия филлоспадикса в зависимости от глубины (район зал. Владимира – мыс Южный)

Благоприятными факторами для развития филлоспадикса являются каменистые грунты, усиленная прибойность, нормальная соленость и высокая прозрачность воды. Филлоспадикс активно заселяет участки дна, где есть крупные валуны с шероховатой поверхностью, покрытой известковыми красными водорослями, где хорошо укореняются семена филлоспадикса [9].

Экспедиционные исследования 2016 г. в прибрежье Приморья показали, что на количественные показатели обилия макрофитов влияет глубина и биомический тип сублиторали. Сравнение полученных данных с результатами предыдущих лет позволяет утверждать, что макрофитобентос у берегов Приморья находится в стабильном состоянии.

### Библиографический список

1. Жирков И.А. Жизнь на дне. Биогеография и биоэкология бентоса. М.: Т-во научных изданий КМК, 2010. 453 с.
2. Аверинцев В.Г., Голиков А.Н., Сиренко Б.И., Шереметьевский А.М. Количественный водолазный метод гидробиологических исследований // Подводные гидробиологические исследования. Владивосток, 1982. С. 48–58.
3. Блинова Е.И., Вилкова О.Ю., Милютин Д.М., Пронина О.А. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне. М.: ВНИРО, 2003. 80 с.
4. Перестенко Л.П. Водоросли залива Петра Великого. Л.: Наука, 1980. 232 с.
5. Лукин В.И. Биомические типы верхней сублиторали дальневосточных морей СССР // Биология шельфовых зон Мирового океана: тез. докл. Второй всесоюз. конф. по морской биологии. Владивосток, сентябрь 1982. Ч. 1. С. 44–45.
6. Кулепанов В.Н., Ревенко Е.В. Динамика запасов и промысловых характеристик зарослей *Saccharina japonica* (Phaeophyceae, Laminariales) в прибрежье Приморья // Тр. СахНИРО. 2013. Т. 14. С. 281–289.
7. Потехина А.В. Распределение и запасы одонталлии в районе от мыса Поворотного до мыса Бяча (1967–1970 гг.) // Изв. ТИНРО. 1972. Т. 81. С.215–222.
8. Потехина А.В., Суховеева М.В. Некоторые данные о биологии одонталлии (*Odonthalia corymbifera*, *O. teres*) Приморья (Японское море) // Изв. ТИНРО. 1975. Т. 98. С. 202–210.
9. Кардакова Е.А. Состояние промысла филлоспадикса в Южном Приморье // Изв. ТИНРО. 1957. Т. 45. С. 173–180.

## PECULIARITIES OF DISTRIBUTION OF THE MAIN SPECIES OF SEAWEEDS IN THE COAST PRIMORYE. THE DEPENDENCE FROM DEPTH AND DEGREE COAST

*Distribution of the main species of seaweeds in the coastal zone depends on depth, degree choppi-ness, character of the bottom. Dependences of quantity indicators of mass kinds along gradients of the factors are shown.*

УДК 595.384.2-1.05:546(268,45)

А.М. Лаптева

ФГБНУ «ПИНРО», Мурманск, Россия

## МИКРОЭЛЕМЕНТАРНЫЙ СОСТАВ КАМЧАТСКОГО КРАБА (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) БАРЕНЦЕВА МОРЯ

*Исследовано содержание микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в организме камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*). Определены особенности накопления металлов и металлоидов органами и тканями ракообразного, а также установлены размерно-возрастные и половые различия в распределении изученных металлов.*

Камчатский краб – интродуцент в Баренцевом море, акклиматизация его в северные моря была начата еще в 1960 г., и в настоящий момент численность вселенца в Баренцевом и Норвежском морях довольно высока. Тем не менее наряду с экономическим успехом акклиматизация краба привела к возникновению ряда проблем как экономического, так и экологического характера. В промысле нерыбных морепродуктов по ценности вырабатываемой пищевой продукции особое место занимают крабы. Причем краб является источником не только пищевых протеинов, но и с точки зрения химии метаболитов морских организмов активно используется в фармакологической, косметической и других сферах деятельности.

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения микроэлементов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в органах и тканях камчатских крабов (*Paralithodes camtschaticus*) Баренцева моря.

Материалом исследований послужили образцы тканей и органов камчатского краба (мышцы, гепатопанкреас, жабры), собранные в различных промысловых районах Баренцева моря (рис. 1). Подготовка и анализ проб на содержание микроэлементов были выполнены в соответствии с ГОСТ 26929-94 [1] методами атомно-абсорбционной спектрофотометрии на приборе фирмы «Shimadzu», модель AA-6800 (Япония).

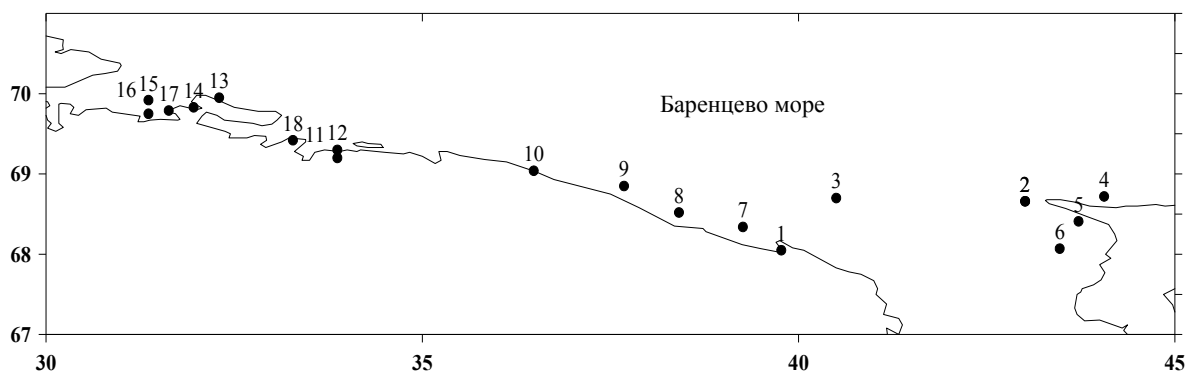


Рис. 1. Станции отбора проб краба в Баренцевом море (НИС «Профессор Бойко», рейс № 47, июль–август 2017 г.)

Содержание микроэлементов в органах и мышечной ткани камчатского краба имело общие сходные характеристики. В мышцах, жабрах и гепатопанкреасе преобладали эссенциальные (т.е. необходимые для нормального протекания физиологических процессов – жизненно важные) элементы – Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Pb, Fe (рис. 2). Общеизвестно, что эти микроэлементы участвуют во многих физиологических процессах – дыхании, биосинтезе, кроветворении и других жизненных процессах.

Порядок убывания содержания металлов в мягких тканях краба имел следующий вид:  
 мышечная ткань – Zn > Fe > Cu > Mn > Co > Ni > Cr;  
 жабры – Fe > Zn > Cu > Mn > Cr > Ni > Co;  
 гепатопанкреас – Zn > Fe > Cu > Mn > Ni > Cr > Co.

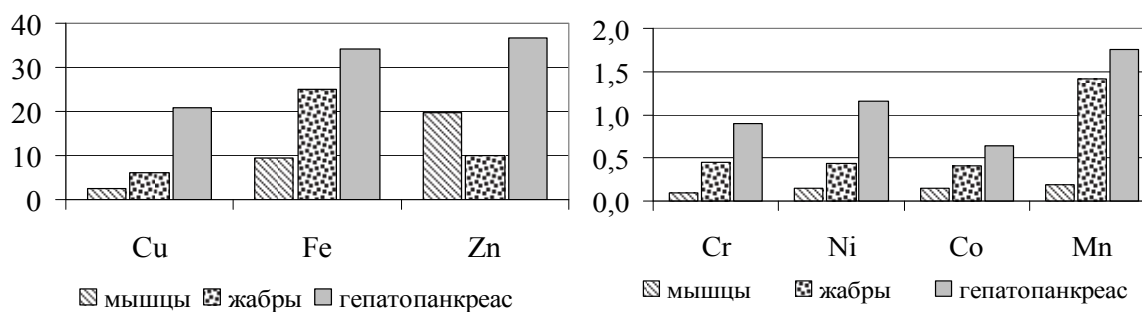


Рис. 2. Среднее содержание микроэлементов в органах и тканях краба, мкг/г сырой массы

Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами Российской Федерации (СанПиН 2.3.2.1078-01) в мясе крабов нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимых уровней: 10,0, 2,0, 5,0 и 0,2 мкг/г сырой массы соответственно [2]. В то же время содержание As в мышцах отдельных крабов варьировало от 5,1 до 7,3 мкг/г сырой массы, что превышало гигиенический норматив (табл. 1).

Таблица 1  
 Содержание нормируемых микроэлементов в мышцах краба, мкг/г сырой массы

Название микроэлемента	Pb	Cd	As	Hg
Min	0,007	0,002	1,09	0,034
Max	0,123	0,039	7,27	0,131
Среднее (n = 19)	0,072±0,031	0,007±0,002	4,16±0,36	0,073±0,007

Распределение металлов в органах и тканях крабов выглядит следующим образом: гепатопанкреас > жабры > мышцы. В гепатопанкреасе среднее содержание микроэлементов от 1,5 до 160 раз (Cd) превосходило их содержание в мышцах и жабрах. В жабрах также наблюдалось преобладание металлов и металлоидов по сравнению с мышцами, за исключением Zn и Hg, среднее содержание которых было значительно ниже, чем в мышцах и гепатопанкреасе (рис. 3).

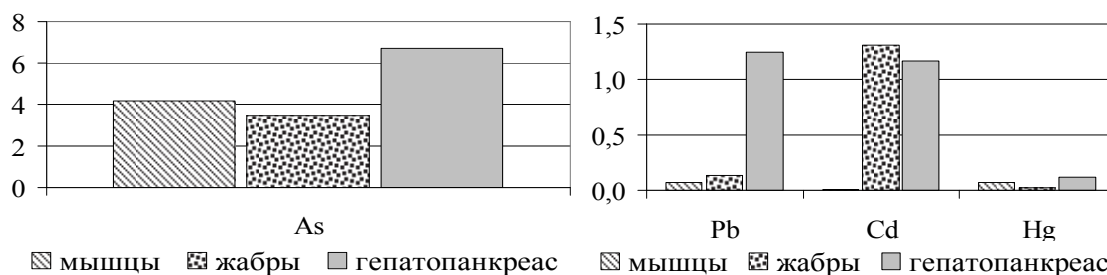


Рис. 3. Среднее содержание микроэлементов в органах и тканях краба, мкг/г сырой массы

Жабры – это наружный орган дыхания ракообразного, расположенный в жаберной полости. С постоянным потоком воды здесь происходят биохимические процессы и биоконцентрирование микроэлементов. В основном это металлы группы железа, т.е. элементы-гидролизаторы, обладающие высокой сорбционной способностью. Гепатопанкреас десятиногих – это многофункциональный внутренний орган, выполняющий роль печени и поджелудочной железы. В большинстве случаев гепатопанкреас участвует в процессах секреции, депонирования, пищеварения и экскреции, что, вероятно, объясняет его насыщенность микроэлементами. Пища является немаловажным источником микроэлементов для крабов. В рацион краба входят обогащенные микроэлементами бентосные организмы – полихеты, моллюски, морские ежи, губки, водоросли, мшанки. В желудках ракообразных встречается обилие несъедобных объектов: кусочки раковин моллюсков, остатки скелетов морских ежей, губок и карапаксов крабов, биссусные нити, кости рыб, донные осадки и детрит [3–5].

С целью изучения возможных источников поступления металлов и металлоидов в организм камчатского краба приведем наши данные микроэлементного состава некоторых видов кормового бентоса и их скелетов (табл. 2).

Таблица 2

**Содержание микроэлементов в бентосе, мкг/г сырой массы**

Название	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	Co	Pb	Fe	Cd	As	Hg
Bryzoa	2,88	17,0	0,78	1,43	87,4	0,79	0,80	408	0,64	4,32	0,05
Hydrozoa	6,90	26,4	2,16	1,48	153,5	1,53	0,67	608	0,54	8,54	0,06
Holothuroidea	4,89	21,6	1,47	1,46	120,5	1,16	0,74	508	0,59	6,43	0,06
Crustacea	9,94	16,67	1,11	1,30	40,3	0,95	0,38	178	0,29	6,03	0,05
Gastropoda	4,12	23,69	0,39	0,86	4,6	0,50	0,55	59,0	0,35	5,90	0,04
Bivalvia	7,41	7,69	4,59	5,07	5,7	6,00	0,56	8,80	1,22	1,58	0,05
Карапакс Hyas	5,12	16,33	3,37	2,96	9,64	2,76	1,84	68,2	0,04	1,21	0,02
Раковина Vuccinum	5,06	17,79	11,24	8,48	6,00	15,71	10,92	251	0,08	2,11	0,04
Раковина Serripes	4,18	14,27	6,73	7,30	4,70	7,89	2,45	250	0,06	0,94	0,02

Особенности относительного содержания элементов в органах и тканях крабов в зависимости от половой принадлежности представлены на рис. 4.

Наибольшие отличия микроэлементного состава самцов и самок наблюдались в жабрах краба. У самцов было выше содержание практически всех 11 элементов, за исключением Co, Hg и Cr. В мышечной ткани самцов преобладали Pb, Cr, Co, Mn, As и Fe, а у самок Cd, Hg и Cu. В гепатопанкреасе самцов доминировали Cr, Pb, Mn и Zn, а у самок преобладали Hg, Ni, Cu и Fe.

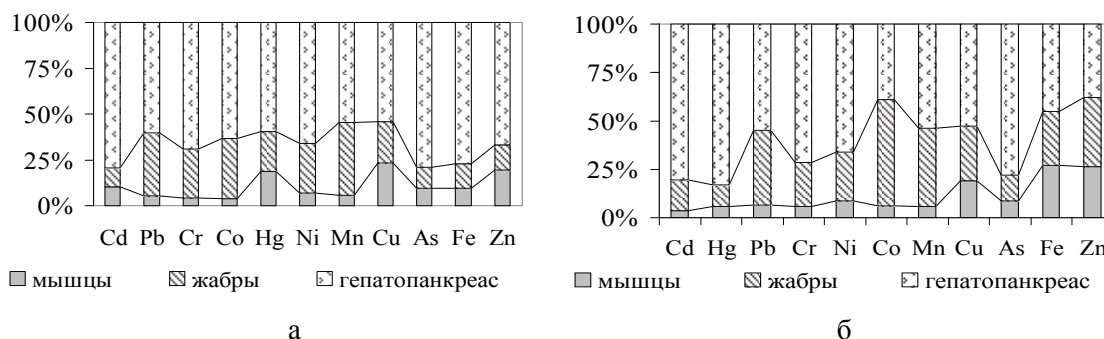


Рис. 4. Относительное содержание микроэлементов у самок (а) и самцов (б) крабов

В целом можно отметить, что выявленные половые различия по накоплению металлов зависят от многих факторов жизнедеятельности крабов – половозрелости, гаметогенеза, линьки, что является основной причиной разнородности результатов.

Динамика содержания микроэлементов в зависимости от массово-размерных характеристик ракообразного представлена на рис. 5.

Во всех типах тканей краба содержание Hg было обратно пропорционально размерно-массовому ряду ракообразного, также в более мелких и легких особях активнее накапливались Mn и Fe (мышцы и гепатопанкреас), Co (гепатопанкреас), Ni и Cr (жабры). В прямой линейной последовательности относительно размерно-массовых характеристик во всех тканях ракообразного распределялись Cu, Zn, и Pb, в мышцах – Ni, Co, Cr, Cd и As, в жабрах – Mn Co, Fe, а в гепатопанкреасе – Ni, Cr, Cd и As. Отмечено, что в жабрах краба As и Cd распределяются относительно равномерно во всем ряду (рис. 5).

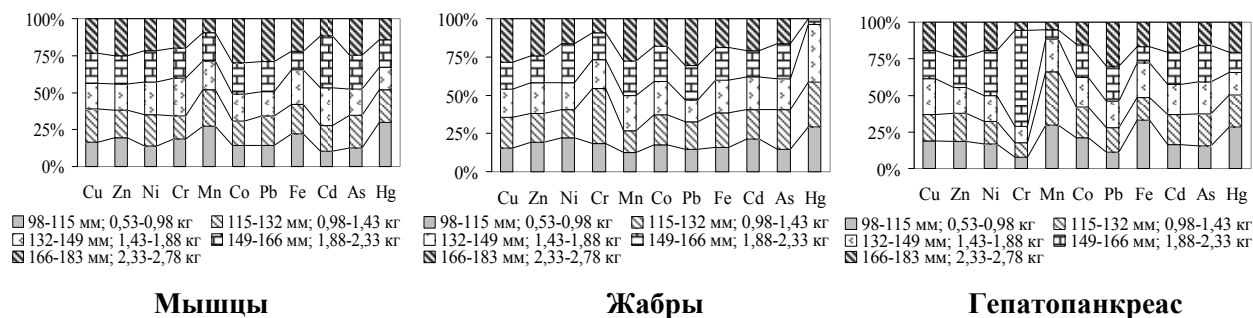


Рис. 5. Относительное содержание микроэлементов в различных тканях крабах в зависимости от размера и массы

С целью изучения возможных источников поступления микроэлементов в организм крабов мы определили их содержание в донных осадках, отобранных на одноименных станциях (табл. 3, 4). Донные осадки с 1 по 11 станций представлены песками, ракушей или илистыми песками, содержание металлов в них минимальное, а на станциях 12–17 присутствуют глины и илы с высоким содержанием микроэлементов. Содержание породообразующих – Fe и Mn в донных осадках на всех станциях было максимальным и значительно преобладало над их количеством во всех тканях краба, кроме того, в донных осадках превалировал Cr. В мышцах и жабрах краба было минимальное содержание Co, Pb, Ni и Cd (только в мышцах). Во всех тканях краба по сравнению с донными осадками наблюдались повышенное содержание Zn и As, а также небольшое превышение Hg. Следует отметить, что в жабрах и гепатопанкреасе Cd преобладал над таковым в донных осадках на всех станциях.

Таблица 3

**Содержание металлов в донных осадках, мкг/г сырой массы**

Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	Co	Pb	Fe	Cd	As	Hg	№ станции	Промысловый район
0,84	1,44	1,00	1,54	17,90	0,74	0,90	439	0,012	1,40	0,009	1, 7, 8, 9	Восточный прибрежный
0,70	1,70	0,50	0,22	10,05	1,11	0,90	160	0,030	0,53	0,000	10, 11	Западный прибрежный
0,65	0,70	0,51	2,90	20,95	0,45	0,60	213	0,013	1,00	0,000	3, 4	Канино-Колгуевское мелководье
1,60	1,80	1,31	4,20	30,50	1,14	2,02	971	0,007	2,22	0,001	2, 5, 6	Канинская банка
11,90	22,10	10,20	33,90	147,1	7,70	11,50	14694	0,106	6,92	0,070	12, 13, 18	Кильдинская банка
2,40	6,20	2,95	10,30	39,50	2,24	4,70	6687	0,050	1,00	0,024	14, 15, 16, 17	Рыбачья банка

В целом географическая изменчивость содержания микроэлементов в мягких тканях краба имела ряд закономерностей, но в большинстве случаев достоверно не отличалась.

Таблица 4

**Содержание металлов в органах и тканях краба, мкг/г сырой массы**

Вид ткани	Cu	Zn	Ni	Cr	Mn	Co	Pb	Fe	Cd	As	Hg	№ станции
Мышцы	2,41	22,40	0,20	0,12	0,16	0,21	0,08	15,50	0,004	3,90	0,050	1, 7, 8, 9
Жабры	7,32	12,10	0,40	0,30	1,54	0,40	0,16	22,90	1,330	2,34	0,024	
Гепатопанкреас	30,50	29,40	1,43	0,30	1,53	0,73	1,20	48,20	1,330	6,43	0,050	
Мышцы	1,70	19,36	0,10	0,11	0,22	0,10	0,04	5,64	0,004	1,70	0,130	10, 11
Жабры	4,52	10,30	0,65	0,44	1,14	0,35	0,11	14,35	1,430	2,65	0,006	
Гепатопанкреас	29,80	33,90	1,40	0,60	1,61	0,70	1,47	46,10	1,280	11,50	0,10	
Мышцы	2,60	18,00	0,20	0,06	0,25	0,20	0,06	12,90	0,002	4,30	0,060	3, 4
Жабры	6,13	8,35	0,34	1,22	1,20	0,34	0,18	28,40	0,850	2,47	0,000	
Гепатопанкреас	12,90	40,30	0,83	0,15	3,10	0,70	1,11	1,64	1,070	6,55	0,12	
Мышцы	2,44	19,10	0,20	0,10	0,20	0,24	0,06	11,10	0,016	4,20	0,070	2, 5, 6
Жабры	3,90	7,10	0,21	0,24	0,95	0,40	0,16	19,90	1,010	2,72	0,012	
Гепатопанкреас	17,60	37,50	0,94	2,72	1,60	0,70	1,21	3,93	1,170	5,40	0,13	
Мышцы	2,20	17,40	0,10	0,11	0,20	0,10	0,08	5,84	0,003	4,42	0,060	12, 13, 18
Жабры	5,60	10,50	0,60	0,53	1,01	0,50	0,06	31,30	1,510	3,90	0,002	
Гепатопанкреас	13,01	43,20	1,03	0,53	1,90	0,50	1,50	30,90	1,170	4,46	0,14	
Мышцы	3,42	20,40	0,20	0,10	0,17	0,10	0,09	4,92	0,010	5,44	0,090	14, 15, 16, 17
Жабры	8,42	11,70	0,60	0,42	2,33	0,52	0,12	30,60	1,610	6,00	0,018	
Гепатопанкреас	19,00	35,00	1,32	0,30	1,25	0,62	0,55	88,80	0,800	5,14	0,180	

Таким образом, среднее содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути в мышцах крабов не превышало допустимых уровней их содержания в нерыбных объектах промысла. Особенности накопления микроэлементов в органах и тканях краба во многом зависят не от какого-то одного фактора, а в целом от физиологического состояния животного, условий среды, типа питания и сезона. У камчатского краба существует множество приспособлений организма, способных поддерживать определенное содержание микроэлементов. К ним относятся водно-солевой обмен, линька, жаберное дыхание и т.д. Но компенсаторные возможности животного не бесконечны, поэтому существует необходимость дальнейшего изучения микроэлементного состава различных объектов среды и условий их существования.

**Библиографический список**

1. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1994. С. 34–40.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
3. Догель В.А. Зоология беспозвоночных. М.: Высшая школа, 1981. 606 с.
4. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.
5. Лаптева А.М. Содержание микроэлементов в органах и тканях камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) Баренцева моря // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы V Всерос. науч.-практ. конф. (25–27 марта 2014 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2014. Ч. 1. С. 191–195.

A.M. Lapteva  
PINRO, Murmansk, Russia

## **TRACE ELEMENT COMPOSITION OF RED KING CRAB (*PARALITHODES CAMTSCHATICUS*) OF THE BARENTS SEA**

*The content of trace elements (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) in Red King Crab (Paralithodes camtschaticus) was studied. Features of accumulation of metals and metalloids by bodies and tissues of crustacean are defined, and also dimensional-age and sexual differences in distribution of the studied metals are established.*

УДК 639.227.2

С.В. Лисиенко, В.Е. Вальков, С.С. Валькова, А.Н. Бойцов  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ И КАЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЫБОЛОВСТВА В МНОГОВИДОВОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ СИСТЕМЕ «ЗАПАДНО-БЕРИНГОВОМОРСКАЯ ЗОНА» ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО БАССЕЙНА В ПЕРИОД 2013–2016 ГГ.**

*Проведено исследование по количественным показателям рыболовства: объемам вылова и показателю качества рыболовства – степени освоения ОДУ на основе анализа статистических данных производственных показателей деятельности промыслового флота по добыче водных биологических ресурсов в многовидовой промысловой системе «Западно-Берингоморская зона» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2013–2016 гг. с целью выявления потенциальных возможностей исследуемой системы объектов промысла при дальнейшем решении задачи по повышению эффективности рыболовства.*

Одним из главных приоритетов развития отрасли на современном этапе является развитие отечественного рыболовства как главного поставщика сырья водного происхождения для последующего вовлечения его в процесс переработки и выпуска конкурентоспособной готовой продукции в целях обеспечения продовольственной безопасности страны [1].

Результатами производственной деятельности добывающего флота являются следующие производственные показатели: объемы вылова (добычи), степень освоения общедопустимого улова (ОДУ) и квот добычи (вылова). Иными словами, показатель объема вылова является для рыболовства в целом показателем количественной оценки производственной деятельности рыболовства, а степень освоения ОДУ и квот добычи (вылова) – его качественной характеристикой [2].

С целью выявления потенциальных возможностей повышения эффективности работы многовидовой промысловой системы «Западно-Берингоморская зона» проведен анализ названных показателей рыболовства по добываемым объектам промысла.

В период 2013–2016 гг. удельный вес объемов вылова в Западно-Берингоморской промысловой зоне в общем объеме вылова промысловых объектов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне составлял в среднем 14,35 %. Причем с 2014 г. наблюдалась ежегодная положительная динамика роста с 13,4 % в 2014 г. до 15,2 % в 2016 г.

Установлено, что за исследуемый период в Западно-Берингоморской зоне осуществлялась добыча 12 видов водных биологических ресурсов, в том числе по 9 объектам, на которые устанавливается ОДУ, и 3 неодоуемым объектам промысла.

Исследование количественных показателей рыболовства в Западно-Берингоморской зоне производилось по ежегодным статистическим данным общих устанавливаемых объемов ОДУ, общих объемов вылова.



В таблице приведены данные по ежегодному общему объему ОДУ в Западно-Беринговоморской зоне и общему объему вылова в Западно-Беринговоморской зоне с учетом объемов вылова объектов ОДУ и неодоуемых объектов по всему исследуемому периоду в данной промысловой зоне [3, 4].

**Видовой и качественный состав объектов добычи в Западно-Беринговоморской зоне за период 2013–2016 гг.**

Объект промысла	Годы	ОДУ, тыс. т	Вылов объектов ОДУ, тыс. т	Степень освоения ОДУ, %	Вылов неодоу- емых объектов, тыс. т
1	2	3	4	5	6
Минтай	2013	393,1	328,953	83,68	-
	2014	393,0	292,599	74,45	-
	2015	430,0	343,507	79,88	-
	2016	455,8	394,011	86,44	-
Сельдь тихоокеан- ская	2013	8,6	6,496	75,53	-
	2014	6,0	4,338	72,3	-
	2015	6,0	6,0	100,0	40,053
	2016	-	-	-	58,383
Треска	2013	25,6	18,065	70,56	-
	2014	36,9	22,755	61,66	-
	2015	25,3	19,799	78,25	-
	2016	24,1	21,420	88,87	-
Палтусы	2013	4,65	3,589	77,18	-
	2014	4,65	4,161	89,48	-
	2015	4,73	4,027	85,13	-
	2016	5,07	4,352	85,83	-
Терпуги	2013	2,7	0,647	23,96	-
	2014	2,7	1,530	56,67	-
	2015	2,7	0,071	2,63	-
	2016	2,7	1,425	52,78	-
Окунь морской	2013	0,311	0,158	50,8	-
	2014	0,311	0,131	42,12	-
	2015	0,215	0,192	89,3	-
	2016	0,311	0,188	60,45	-
Шипошек	2013	0,147	-	0	-
	2014	0,037	-	0	-
	2015	0,037	-	0	-
	2016	0,037	-	0	-
Макрурусы	2013	20,0	9,345	46,72	-
	2014	20,0	6,612	33,06	-
	2015	20,0	14,150	70,75	-
	2016	20,0	13,232	66,16	-
Крабы (синий опилио, бэрд)	2013	3,124	2,775	88,82	-
	2014	4,932	4,720	95,7	-
	2015	4,537	4,466	98,43	-
	2016	4,304	4,544	105,57	-
Камбала дальневосточная	2013	-	-	-	3,671
	2014	-	-	-	5,095
	2015	-	-	-	3,986
	2016	-	-	-	3,141

1	2	3	4	5	6
Бычки	2013	-	-	-	8,727
	2014	-	-	-	6,982
	2015	-	-	-	16,638
	2016	-	-	-	19,623
Кальмары	2013	-	-	-	10,088
	2014	-	-	-	13,809
	2015	-	-	-	5,345
	2016	-	-	-	2,495
ИТОГО	2013	463,232	370,028	79,88	22,486
	2014	468,53	336,907	71,91	26,741
	2015	493,519	396,265	80,29	65,022
	2016	512,322	439,172	85,72	83,642

На рис. 1 представлен сводный график по показателям: объемы ОДУ и объемы вылова одуемых объектов в Западно-Беринговоморской зоне за анализируемый период.

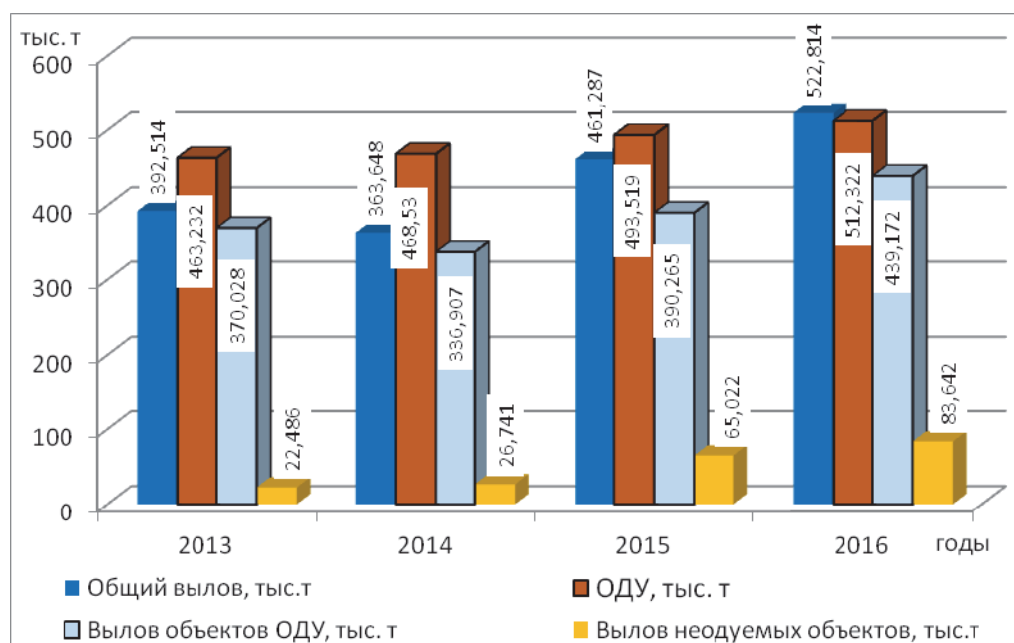


Рис. 1. Сводный график по показателям ОДУ и вылову в Западно-Беринговоморской зоне за период 2013–2016 гг.

Анализ представленных табличных и графических данных позволяет сделать следующие выводы:

1. На протяжении всего исследуемого периода качественный состав промысловых объектов не изменялся: одуемые объекты – минтай, сельдь тихоокеанская, треска, палтусы, терпуги, окунь морской, шипошек, макрурусы, крабы (сисний, опилио, бэрди), неодуемые объекты – камбала дальневосточная, бычки, кальмары.

2. На протяжении всего исследуемого периода наблюдалась положительная динамика увеличения объемов ОДУ с 468,232 тыс. т в 2013 г. до 512,322 тыс. т в 2016 г. Это указывает на стабильное состояние сырьевой базы исследуемой промысловой зоны в анализируемом периоде.

3. Основной вылов по зоне приходится на одуемые объекты добычи, удельный вес объемов добычи которых находится в диапазоне 92,6–94,6 %.

4. Основным одуемым объектом промысла в исследуемом периоде являлся минтай. Удельный вес ОДУ, установленного по минтаю, в общем объеме ОДУ, установленного по данной зоне, в среднем составлял 86,2 %. Удельный вес вылова минтая в общем объеме вылова в целом по промысловой зоне составил в среднем 84,1 %.

5. По одуемым объектам: треска, палтусы, крабы в исследуемом периоде наблюдалась положительная динамика роста объемов вылова при относительно стабильных ежегодных значениях ОДУ, имеющих незначительные колебания в сторону либо увеличения, либо уменьшения.

6. По объекту сельдь тихоокеанская установлено его качественное изменение, переход из состояния объекта, на которое устанавливается ОДУ, в неодуемый объект в 2016 г.

7. По объектам ОДУ: терпуги, окунь морской, шипошек в исследуемом периоде сложилась нестабильная волнообразная динамика вылова, несмотря на стабильные ежегодные объемы ОДУ, устанавливаемые на данные объекты. Вылов объекта промысла шипошек при установленном ежегодном ОДУ в 20,0 тыс. т. в исследуемом периоде не производился в полном объеме.

8. В исследуемом периоде наблюдалась нестабильная динамика по вылову неодуемых объектов: камбалы дальневосточной, бычкам, кальмару, причем по объекту промысла кальмар установлено ежегодное снижение темпов вылова от 10,088 тыс. т в 2013 г. до 2,495 тыс. т в 2016 г. Объем добычи указанных объектов промысла составляет в среднем около 6 % от общего вылова по промысловой зоне.

Исследование качественных показателей рыболовства (степени освоения ОДУ) производилось на основе данных, представленных в таблице, и графика степени освоения ОДУ, представленного на рис. 2.

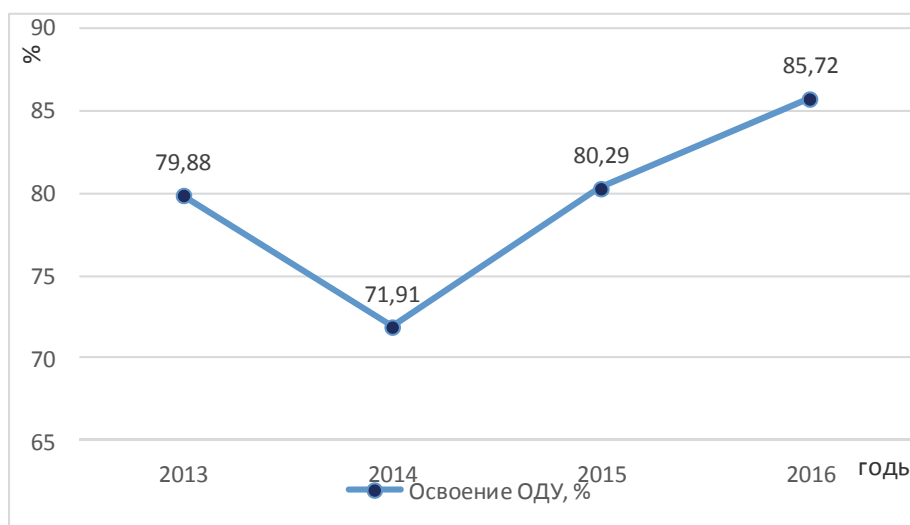


Рис. 2. Значения степени освоения ОДУ в Западно-Беринговоморской зоне в 2013–2016 гг.

Анализ представленных табличных и графических данных позволяет сделать следующие выводы.

1. Среднее значение освоения ОДУ по годам исследуемого периода составляло 79,15 %.

Минимальное значение степени освоения ОДУ приходится на 2014 г. и составляет 71,91 %. Показатели 2013 и 2015 гг. примерно сопоставимы и находятся в пределах среднего значения степени освоения ОДУ. Наибольший результат достигнут в 2016 г. – 85,72 %.

2. Основными промысловыми объектами, на которые устанавливался ОДУ в исследуемом периоде и по которым степень освоения превышала среднее значение по промысловой зоне, являлись: минтай (средняя величина степени освоения ОДУ – 81,1 %), сельдь тихоокеанская (средняя величина степени освоения ОДУ – 82,61 %), палтусы (средняя величина степени освоения ОДУ – 84,4 %),

3. Установлены одуемые промысловые объекты, по которым значения степени освоения ОДУ были ниже средних значений освоения ОДУ по всей промысловой зоне: треска (средняя величина степени освоения ОДУ – 74,84 %), терпуги (средняя величина степени освоения ОДУ – 34,01 %), окунь морской (средняя величина степени освоения ОДУ – 60,66 %).

По итогам проведенного исследования количественных и качественных показателей рыболовства в многовидовой промысловой системе «Западно-Берингоморская зона» сформулированы выводы.

1. Объемы вылова в Западно-Берингоморской зоне увеличивались на всем протяжении исследуемого периода. Увеличение происходило за счет крупноодуемого объекта промысла – минтая.

2. Значения степени освоения ОДУ начиная с 2014 г. имели положительную динамику. 3. Установлены недоиспользованные одуемые объекты промысла: треска, терпуг, окунь морской, шипошек.

На основании приведенных выводов определено, что в многовидовой промысловой системе «Западно-Берингоморская зона» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна имеются потенциальные возможности повышения эффективности добычи водных биологических ресурсов как по количественным, так и по качественным показателям рыболовства.

При проведении дальнейших исследований необходимо сосредоточить внимание на сезонности распределения объектов, типовом и количественном составе участвующего в промысле добывающего флота с целью выработки оптимизационных организационно-управленческих решений по повышению эффективности рыболовства в исключительной экономической зоне Российской Федерации и достижения целевых установок основных программных документов в области развития отечественного рыболовства.

### **Библиографический список**

1. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 17–21.

2. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыбное хозяйство. 2013. № 4. С. 34–41.

3. Общий допустимый улов ВБР во внутренних морских водах РФ, территориальном море РФ, на континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ, в Азовском и Каспийском морях на 2013–2016 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>

4. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за 2013-2016 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fish.gov.ru/>.

S.V. Lisienko, V.E. Valkov, S.S. Valkova, A.N. Boicov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **THE STUDY OF QUANTITATIVE AND QUALITATIVE INDICATORS OF FISHERIES IN THE MULTI-SPECIES FISHING SYSTEM «WEST BERING SEA ZONE» OF THE FAR EASTERN FISHERIES BASIN IN THE PERIOD 2013–2016**

*In the article, a study was conducted on the quantitative indicators of fishing – catch volumes and the quality index of fishing – the degree of development of the TAC based on the analysis of the statistical data of the production performance of the commercial fleet for the extraction of aquatic biological resources in the multi-species fishing system «West Bering Sea Zone» of the Far Eastern Fisheries Basin in 2013 -2016 years with a view to identifying the potential capabilities of the surveyed system of fishing facilities while further solving the problem of increasing the efficiency of fishing.*

Е.Е. Мазур, В.В. Кудакаев  
ООО «ФОЛ», ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИЙ В ПРАКТИКЕ ПРИМОРСКОГО СЕТЕВЯЗАЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

*В настоящее время, когда увеличение габаритных размеров разноглубинных тралов невозможно без использования современных материалов, весь мировой опыт и наука направлены на поиск и внедрение материалов с улучшенными характеристиками для увеличения эффективности работы рыбопромысловых судов. ООО «Приморское сетевязальное производство» (ПСП) в условиях серьезной конкуренции стремится предоставить рыбопромысловому флоту возможность использовать новейшие материалы в орудиях лова.*

Имея в наличии две экструзионные линии, ПСП выпускает полипропиленовые, полиэтиленовые и полистиловые нити. Каждая партия проходит проверку в испытательной лаборатории, что позволяет изготавливать канаты с одобрением Морского Регистра. Использование различных добавок и проведение испытаний дает возможность отслеживать и улучшать качество продукции. Полипропиленовые нити в основном используются в производстве плетеных швартовых канатов для судов, полиэтиленовые – плетеных делей, а полистиловые нити – при изготовлении канатов для орудий лова.

Полистил (Дан-Лайн) – высокопрочный, износостойкий и гигроскопичный материал на базе полиолефинов (смесь полиэтилена и полипропилена). С использованием специального способа стабилизации у канатов Полистил достигается отличная стойкость к УФ излучению без существенного влияния на их прочность. Благодаря своей долговечности и недорогой стоимости по сравнению с капроном данный материал находит применение во всех направлениях промышленного рыболовства. Канатные части из данного материала износостойкие, легкие в использовании и ремонте.

Применение современных материалов также касается изготовления сетных частей тралов. Тенденция к использованию узловых делей из плетеных шнуров постепенно вытеснила применение крученых материалов. В 2013 г. ПСП полностью перешло на пошив орудий лова из плетеной дели. Основными материалами являются капроновые и полиэтиленовые дели. Проанализировав результаты испытаний на истирание, фабрика приняла решение применять дополнительную обработку капроновых делей специальным составом. Пропитка делей этим составом позволяет на 40 % увеличить стойкость к истиранию, что значительно пролонгирует срок службы орудия лова. Отметим, что многие рыбаки стремятся к использованию данного типа дели в сетных частях тралов ввиду её универсальности и лучших эксплуатационных характеристик по сравнению с полиэтиленовыми делями. Широкое применение получила комбинация крупноячейных делей из плетеного капрона и мелкоячейных делей из плетеного полиэтилена. Но в донных тралах, снюрреводах и траловых мешках в основном применяются полиэтиленовые дели (рис. 1).

Шнуроплетельный участок ПСП позволяет выпускать два типа полиэтиленовых шнуров в зависимости от разрывной нагрузки – Евролайн (6,5 г/денье) и Евролайн Премиум (8,5 г/денье). В 2017 г. на испытательном стенде компании «Селстад» в Норвегии были проведены испытания полиэтиленовых шнуров, которые показали отличные результаты, соответствующие европейским аналогам (рис. 2).

Учитывая пожелания заказчиков, ПСП закупило новое оборудование, что позволило в 2018 г. приступить к изготовлению плетеных канатов из материала Дайнима (Спектра) – это синтетическое волокно из сверхвысокомолекулярного полиэтилена высокой плотности (СВМПЭ). Оно обладает высокой прочностью на разрыв, низким удельным весом и влагопоглощением.



Рис. 1. Дель Евролайн

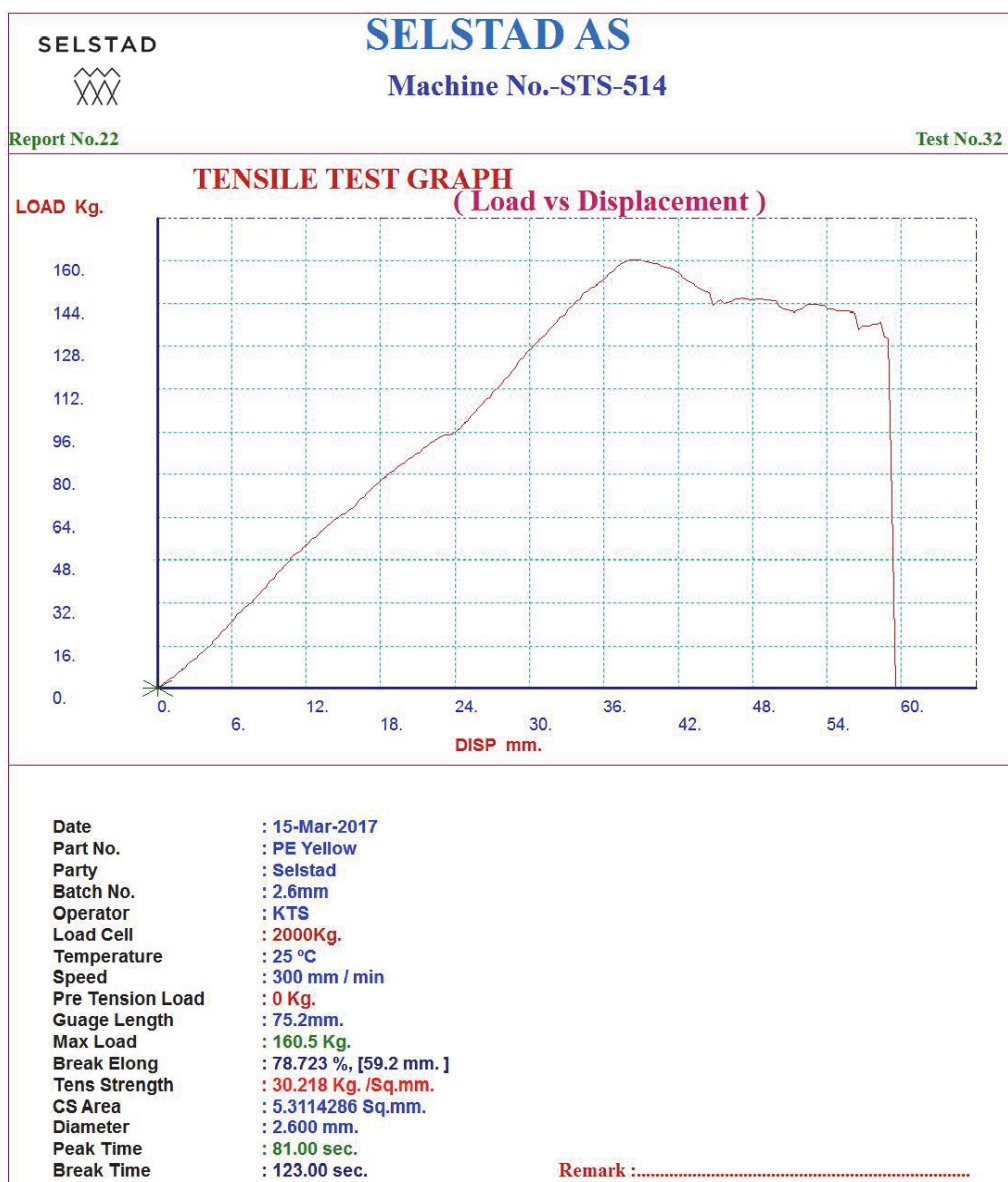


Рис. 2. Сертификат испытаний

Использование в подборах и топенантах плетеных канатов из Дайнимы приводит к уменьшению сопротивления траловой системы. Это достигается путем сокращения диаметров канатных элементов (на 40 % меньше, чем при использовании обычных материалов). Сравнительные характеристики используемых при постройке орудий лова материалов приведены в таблице.

	Полиамид	Полиэстер	Полипропилен	Полиэтилен	Полистил	СВМПЭ
Прочность на разрыв, г/денье	7,5–10,5	7,0–8,4	6,5	6,0–9,5	7,5–9,5	32(SK-60) 40(SK-75)
Растяжение, %	15–28 %	12–18 %	18–22 %	15–20 %	12–25 %	3,6 %
Коэффициент трения	0,12–0,15	0,12–0,15	0,15–0,22	0,1–0,12	0,12–0,17	0,05–0,07
Прочность троса в узле, %	60–65	55–60	55–65	50–60	50–60	35–50
Стойкость к УФ, %	60	80	40	60	60	50
Удельный вес, кг/дм <sup>3</sup>	1,14	1,38	0,91	0,96	0,93	0,98

Использование представленных в таблице материалов позволяет сократить затененную площадь канатных и сетных элементов, за счет чего уменьшается агрегатное сопротивление орудия лова. Также появляется возможность увеличить габаритные размеры тралов без потери скорости и тяги траления. Но даже при использовании более легких и прочных материалов есть предел в кратном повышении уловистости. Этот предел зависит от возможностей судна и от объекта промысла, так как у разных видов рыб реакция на орудия лова при разных условиях промысла отличается. Особого внимания заслуживают конструкция трала и ее усовершенствование. В тесном сотрудничестве с рыбаками и их проблемами на промысле ПСП удастся совершенствовать существующие конструкции тралов. Определенные результаты дают изменения типа ячеи в трале, длин крыльев и периметра входного устья.

Разработка новых пелагических и донных тралов в настоящее время полностью ложится на фабрики, ведь только у них есть возможность построить новое орудие лова, испытать его на промысле и исправить недочеты. Повышение производительности и покупка нового оборудования существенно влияют на возможности предприятия. Так изменения в промысле вносят свои корректировки. Например, с началом подходов иваси за три года на базе нашего предприятия было разработано и построено 3 кошельковых невода для различных типов судов. Постоянное развитие рыболовства и тесный контакт с рыбаками позволяют нам совершенствовать нашу продукцию и совмещать собранные знания и опыт в новых орудия лова.

### Библиографический список

Приморское сетевязальное производство [Электронный ресурс] // Группа компаний: ООО «Приморское сетевязальное производство», ООО «Фабрика орудий лова», ООО «Приморский канат». URL: <http://primfol.ru/> (дата обращения 24.04.2018).

E.E. Mazur, V.V. Kudakaev  
«FOL» LLC, Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### APPLICATION OF MODERN MATERIALS AND TECHNOLOGIES IN PRACTICE OF PRIMORSKY NET MANUFACTURING FACTORY

*At the present time, when it is impossible to increase the dimensions of the mid-water trawls without modern materials, global experience and science are aimed at the search and implementation of the materials with improved qualities for improving fishing vessels effectiveness. Primorsky net manufacturing factory, on the competitive market, seeks how to provide the opportunity for fishing fleet to use the newest materials with fishing gears.*

А.А. Машнин, П.П. Кравец  
ФГБОУ ВО «МГТУ», Мурманск, Россия

## ОСОБЕННОСТИ РОСТА МИДИИ *MYTILUS EDULIS* L. БАРЕНЦЕВА И НОРВЕЖСКОГО МОРЕЙ

*Получены данные об особенностях роста мидий на литорали Баренцева и Норвежского морей. Определены количественные параметры уравнения Берталанфи, описывающего линейный рост мидий. Наибольший темп роста отмечается на нижнем горизонте литорали во всех районах Кольского залива Баренцева моря. Темп роста мидий из исследованного района Норвежского моря ниже, чем у моллюсков из Баренцева моря.*

**Введение.** Мидия *Mytilus edulis* L. – один из наиболее распространенных представителей донных беспозвоночных Баренцева и Норвежского морей. Вместе с тем мидии являются ценным объектом аквакультуры [1]. Искусственное разведение мидий имеет многовековую историю, и в настоящее время наблюдается тенденция к увеличению объемов ее культивирования. Обусловлено это, с одной стороны, необходимостью обеспечения населения пищевыми продуктами повышенной пищевой и биологической ценности и с другой – стремлением компенсировать снижение запасов традиционных объектов промысла в Мировом океане. Изучение особенностей роста мидий является неотъемлемым этапом при оценке рентабельности проектируемых аквакультурных хозяйств.

Опыт экспериментального выращивания мидий на Восточном Мурмане показал их несомненную перспективность для полярной аквакультуры. Однако, несмотря на перспективность использования мидий на Севере, их промысел и марикультура не получили заметного развития на Мурмане. Видимо, одной из причин этого является недостаточность научного освещения вопросов биологии и экологии мидий, создающих теоретическую основу их всестороннего и грамотного использования [2].

Целью работы является изучение закономерностей роста мидий на литорали Баренцева и Норвежского морей.

**Материал и методы.** Пробы отбирали во время отлива на литорали в южном, среднем и северном коленах Кольского залива (рис. 1), в районе поселка Абрам-Мыс, в бухте Белокаменная и на мысе Ретинском в летний период 2012 г.

В Норвежском море отбор проб производили в летний период 2015 г. во фьорде Бальсфьорден (Balsfjorden) в районе г. Тромсе (Tromsø, Норвегия). Применялся метод пробных площадей с использованием учетной рамки размером 10 x 10 см [14]. С каждого горизонта литорали отбирали по 3 пробы, которые подвергали камеральной обработке. Перед обработкой материала поверхность раковин мидий очищали от эпибионтов. Для определения роста и возраста мидий подсчитывали и измеряли с помощью штангенциркуля «годовые кольца» – линии зимней остановки роста на раковинах (рис. 1). Общее количество обследованных моллюсков составило в Баренцевом море 400 экз., в Норвежском море 350 экз.

Рост раковин мидий на всех исследованных поселениях рассчитан по уравнению Берталанфи, которое хорошо описывает линейный рост бесконечного типа у моллюсков:

$$L_t = L_\infty (1 - e^{-k(t-t_0)}),$$

где  $L_t$  – длина раковины в возрасте  $t$ , мм;  $L_\infty$  – средняя предельная длина моллюска исследуемой популяции;  $k$  – константа, характеризующая скорость изменения длины;  $t_0$  – константа, указывающая момент времени, в который длина организма в принятой модели роста (3) была равна нулю [6, 7].





Рис. 1. Карта-схема отбора проб в Кольском заливе (А) Баренцева моря (поселок Абрам-Мыс, бухта Белокаменная, мыс Ретинский) и во фьорде Бальсфьорден (Б) Норвежского моря

**Результаты и обсуждение.** Изучение закономерностей роста моллюсков представляет существенный интерес для анализа их продукционных возможностей, возрастных особенностей энергетического обмена, а также потоков энергии через популяции [3]. Дополнительный интерес к изучению роста связан с очевидными различиями темпов роста мидий на искусственных субстратах и в естественных условиях [9, 11, 13].

Рассматривая годовые приросты раковины, можно отметить, что литоральные поселения гетерогенны по скорости роста моллюсков. С повышением интенсивности движения воды и солёности от южного колена к устью Кольского залива увеличивается скорость роста моллюсков (рис. 2). Оценивая темпы роста мидий на различных горизонтах литорали, можно отметить, что максимальный темп роста характерен для моллюсков, обитающих на нижнем горизонте литорали, поскольку мидии на данном участке дольше находятся в воде и дольше питаются.

Такая закономерность отмечается и многими авторами для мидий естественных поселений [4, 8, 10, 12]. Подобные изменения прослеживаются во всех исследованных районах Кольского залива. Вместе с тем установлено, что мидии не заселяют верхний горизонт литорали в Кольском заливе.

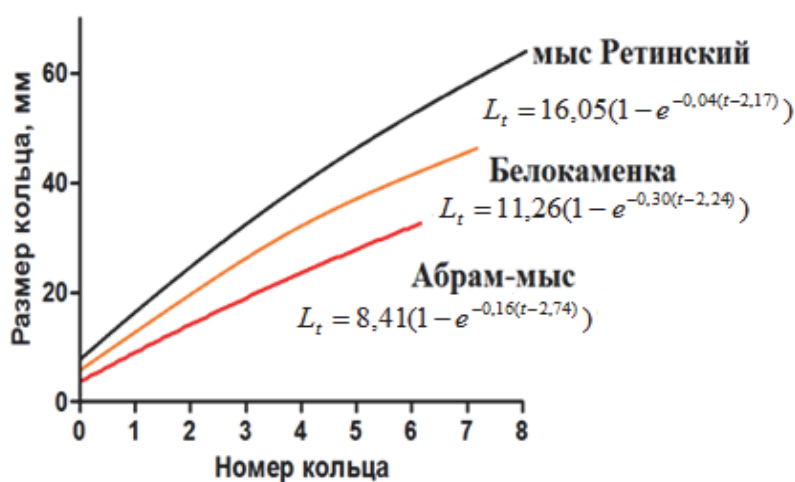


Рис. 2. Динамика роста мидий в исследованных районах Кольского залива

По расчетным параметрам уравнения Бергаланфи получена кривая темпа роста мидий в поселениях северного побережья Норвегии, во фьорде Бальсфьорден (рис. 3). В данном районе мидии встречаются только на нижнем горизонте литорали. Характер линейного роста литоральных мидий в условиях Норвежского моря сходен с таковыми у мидий из Баренцева моря. Однако темп роста у мидий из Норвежского моря ниже, чем у моллюсков из других изученных районов Баренцева моря.

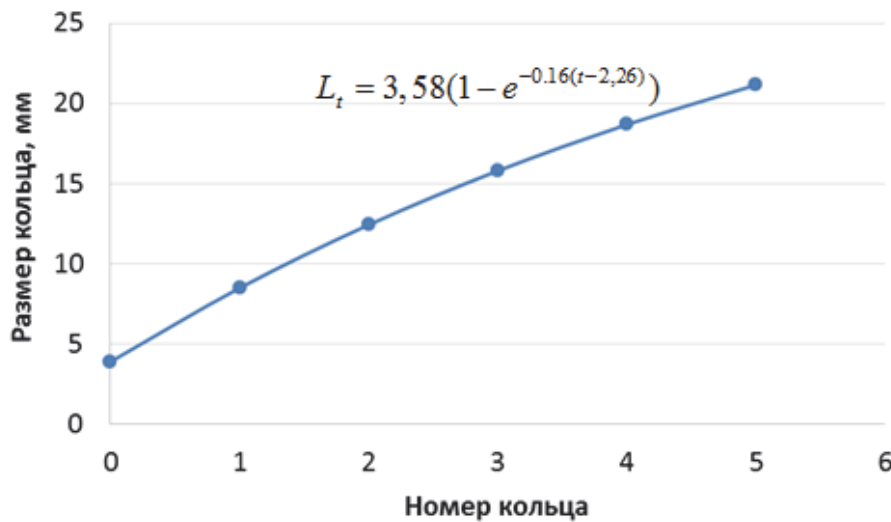


Рис. 3. Темпы роста мидий фьорда Бальсфьорден Норвежского моря

Физико-географические характеристики Кольского залива во многом схожи с большинством фьордов, образующих береговую линию Норвежского и юго-восточной части Баренцева морей. Вследствие этого можно предположить, что воды фьордов Норвежского моря хоть и подвержены наибольшему влиянию теплых атлантических вод, но при этом они глубоко вдаются в континент, что, вероятно, обуславливает распреснение и застойность прибрежных вод из-за большого количества шхер. В Баренцевом море сохраняется хоть и несколько ослабленное по отношению к Норвежскому морю воздействие теплых вод атлантического происхождения, соленость моря близка к норме и существует открытый водообмен в устьевой части Кольского залива. Все это формирует благоприятные условия для питания и индивидуального роста мидий, которые обуславливают максимальный темп роста мидий, обитающих на литорали в устье Кольского залива.

### Библиографический список

1. Агарова И.Я. К вопросу о культивировании мидии *Mytilus edulis* L. в Баренцевом море // Промысловые двустворчатые моллюски-мидии и их роль в экосистемах. Л., 1979б. С. 10–11.
2. Гудимов А.В. Мидия *Mytilus edulis* L. // Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей / КНИЦ РАН. Апатиты, 1998. С. 529–576.
3. Зотин А.А., Озернюк Н.Д. Особенности роста мидии обыкновенной *Mytilus edulis* Белого моря // Известия РАН. Сер. биол. 2004. № 4. С. 1–6.
4. Кулаковский Э.Е. Биологические основы марикультуры мидий в Белом море. СПб., 2000. 168 с.
5. Максимович Н.В. Замечания к определению возраста мидий по внешней морфологии раковины (для свободного пользования от 17.01.2007).
6. Максимович Н.В. Статистическое сравнение кривых роста // Вестн. Ленингр. ун-та. 1989. № 24. С. 18–25.

7. Мельникова Е.Б. Определение коэффициентов уравнения роста Бергаланфи при отсутствии регулярных измерений // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: материалы XXVIII Междунар. конф. (г. Петрозаводск, 5–8 октября 2009 г.). Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2009. С. 353–356.

8. Савилов А.И. Рост и его изменчивость у беспозвоночных Белого моря *Mytilus edulis*, *Mya arenaria*, *Balanus balanoides* // Тр. ИОАН. 1953. Т. 7. С. 198–259.

9. Bayne B.L. Growth and reproduction of mussels *Mytilus edulis* from two populations // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1980. Vol. 3, N 4. P. 317–328.

10. Briggs R.P. Community structure and growth of *Mytilus edulis* L. in Lough Foyle // Proceedings of the Royal Irish Academy. 1982. P. 245–259.

11. Kautsky N. Growth and size structure in a Baltic *Mytilus edulis* population // Mar. Biol. 1982. Vol. 68, N 2. P. 117–133.

12. Seed R. Absolute and allometric growth in the mussel *Mytilus edulis* L. (Mollusca. Bivalvia) // Proc. malac. Soc. London, 1973. Vol. 40, pt. 5. P. 343–357.

13. Thompson R.J. Production, reproductive effort, reproductive value and reproductive cost in a population of a blue mussel *Mytilus edulis* from a subarctic environment // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1984. Vol. 16, N 3. P. 249–257.

14. Руководство по методам биологического анализа морской воды и донных отложений / под ред. А.В. Цыбань. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 190 с.

A.A. Mashnin, P.P. Kravets  
Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia

#### **GROWTH FEATURES OF MUSSEL MYTILUS EDULIS L IN LITTORAL ZONE OF THE BARENTS AND NORWEGIAN SEAS**

*Data on growth features of mussels from the intertidal zone of the Barents and Norwegian seas are obtained. Quantitative parameters of the Bertalanffy equation, which describes linear growth of mussels are determined. The highest growth rates are observed on the lower horizon of littoral zone in all studied areas of Kola Bay (Barents Sea). Growth rates of mussels from the studied area of the Norwegian Sea are lower, comparing to the mussels from other observed areas of the Barents Sea.*

УДК 597.584.4.591.5

М.Ю. Мурашева  
КФ ТИГ ДВО РАН, КамГУ им. Витуса Беринга,  
Петропавловск-Камчатский, Россия

#### **РОСТ БУРОГО МОРСКОГО ПЕТУШКА *ALECTRIAS ALECTROLOPHUS* (STICHAEIDAE) ИЗ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

*Дана характеристика линейного и весового роста бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus*, являющегося наиболее массовым представителем ихтиофауны на галечно-валунных участках литорали Авачинской губы. Приведены сведения по зависимости между длиной и массой тела этого вида. Проведено сравнение роста бурого морского петушка из Авачинской губы с данными из Охотского и Японского морей.*

Бурый морской петушок *Alectrias alectrolophus* – широко распространенный в северо-западной части Тихого океана представитель сем. Stichaeidae, который встречается от зал. Де-Кастри Японского моря почти до Берингова пролива (включая Охотское море, тихоокеанские воды Японии, Курильских, Командорских островов и Камчатки) и далее на восток до западного побережья Аляски [1, 5, 13, 15–17 и др.].

Это типично литоральный вид (хотя известны его находки на глубине до 100 м), постоянно обитающий в период открытой воды в приливно-отливной зоне, остающийся здесь в укрытиях под камнями и в лужах во время отливов. В галечно-валунных биотопах Авачинской губы бурый морской петушок считается массовым видом [2, 7, 10, 18 и др.], который в связи с более чем двукратным сокращением видового состава ихтиофауны приливно-отливной зоны данного водоема в результате антропогенного воздействия с конца 1980-х годов составляет основу его литорального ихтиоценоза [6]. Хотя массовость и обитание в приливно-отливной зоне позволяют рассматривать этот вид как возможный биологический индикатор экологического состояния литорали Авачинской губы при различных антропогенных воздействиях (прежде всего, загрязнении), сведения о его биологии в данном водоеме на сегодняшний день довольно ограничены [7, 8, 10–12]. Результаты выполненных в 2016–2017 гг. исследований дают возможность получить представление об особенностях роста бурого морского петушка в Авачинской губе.

Материалом для настоящего сообщения послужили сборы, выполненные в мае–июле 2016–2017 гг. на двух подверженных значительному антропогенному воздействию участках приливно-отливной зоны северо-восточной части Авачинской губы. Первый из них расположен вблизи пос. Сероглазка, рядом с местом базирования рыболовецких судов, второй – в самом центре Петропавловска-Камчатского у сопки Никольской (рис. 1). Бурого морского петушка ловили руками под камнями в приливно-отливных лужах во время максимальных отливов. Выловленных рыб фиксировали в 6%-ном формалине, затем в лабораторных условиях измеряли с точностью до 1 мм и взвешивали с точностью до 0,1 г. Определение возраста и обратное расчисление роста у 107 экз. петушка проводили по чешуе. Статистическую обработку выполняли по общепринятой методике [4].

Бурый морской петушок является мелким, короткоцикловым видом сем. Stichaeidae, максимальная длина которого, согласно имеющейся в литературе информации, не превышает 15 см [15], а предельный возраст – 7 лет [7]. В наших пробах длина самцов варьировала в пределах 60–113 мм, а масса – 1,4–8,2 г, самок – 60–115 мм и 1,8–9,2 г соответственно. Максимальный возраст рыб составил 6+ лет. Наибольшие размеры имела самка длиной 115 мм с массой тела 9,2 г, наименьшие – самец 60 мм и 1,2 г из первого района исследования. В целом преобладали рыбы длиной 80–100 мм (34,3 %) и массой 1–3 г (30,4 %). Также в улове присутствовали неполовозрелые особи длиной 32–60 мм с массой тела 0,5–1,2 г в возрасте 0+...2+ лет.

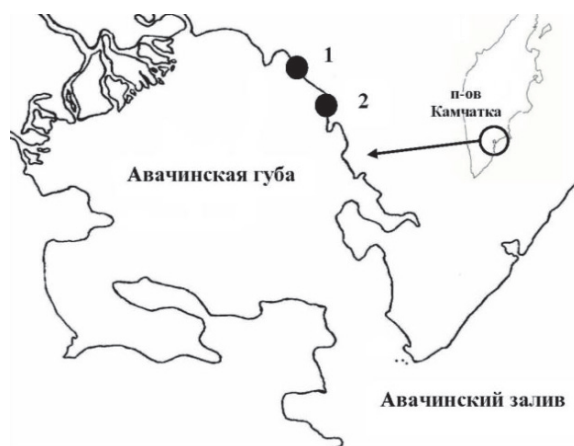


Рис. 1. Карта-схема мест отлова бурого морского петушка в Авачинской губе в 2016–2017 гг.:  
1 – вблизи пос. Сероглазка, 2 – у сопки Никольской

У бурого петушка достаточно хорошо выражен половой диморфизм – самцы мельче самок [8]. Средний размер первых в наших пробах составил 89,5 см и 4,3 г, тогда как вторых – соответственно 92,8 мм, масса – 5,1 г.

## Размеры самцов и самок бурого морского петушка из Авачинской губы

Показатели	Возраст, лет						Кол-во рыб
	0+	2+	3+	4+	5+	6+	
Юв. рыбы	Длина, мм	32	<u>57–60</u> 58,5				5
	Масса, г	0,5	<u>0,5–1,2</u> 0,8				
Самцы	Длина, мм			<u>60–81</u> 78,4	<u>83–102</u> 93,3	<u>100–112</u> 104,9	62
	Масса, г			<u>1,4–2,7</u> 2,1	<u>3,4–6,1</u> 4,6	<u>4,9–9,1</u> 6,8	
Самки	Длина, мм			<u>60–80</u> 72,5	<u>88–102</u> 94,5	<u>100–111</u> 104,6	40
	Масса, г			<u>1,8–2,8</u> 1,9	<u>4,2–7,3</u> 5,2	<u>5,4–8,7</u> 6,8	
						<u>8,5–9,2</u> 7,9	

Примечание. Над чертой – минимальное и максимальное, под чертой – среднее значение показателя.

Как нами было установлено ранее [7], зависимость между длиной и массой тела бурого морского петушка в Авачинской губе довольно точно описывается уравнением  $W = 0,0004 TL^{3,139}$ , где  $W$  – масса рыбы, г.;  $TL$  – общая длина рыбы, мм. Вычисленный по этой формуле теоретический ряд регрессии хорошо совпадает с эмпирическими данными (рис. 2), в связи с чем в дальнейшем она может быть использована при определении средней массы данного представителя сем. Stichaeidae по длине в рассматриваемом районе в полевых условиях.

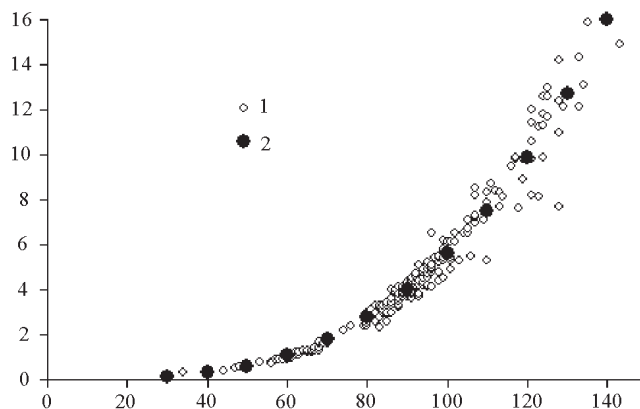


Рис. 2. Соотношение длины (по оси абсцисс, мм) и массы тела (по оси ординат, г) у бурого морского петушка в Авачинской губе (n = 1246): эмпирические (1) и расчетные (2) значения

В исследуемой нами выборке представлены рыбы шести возрастных групп от 0+ до 6+ лет, наибольшее количество особей было в возрасте 4+ лет (35,5 %), далее 3+ (30,8 %), 5+ (24,3 %), 6+ (4,7 %), 2+ (3,7 %), 0+ (0,9 %). Бурый морской петушок относится к довольно медленно растущим видам. Максимальный линейный прирост (17,6–32,5 мм) у него наблюдается на первом году жизни, в дальнейшем в возрасте 2–6 лет темп роста постепенно замедляется (рис. 3). Средние линейные приросты за год жизни у самцов и самок почти одинаковы и составляют 28,1 и 28,4 мм соответственно. Наименьшие показатели линейного роста как у самцов, так и у самок наблюдаются в старшем возрасте (6+): у первых – 5,0, у вторых – 9,9 мм.

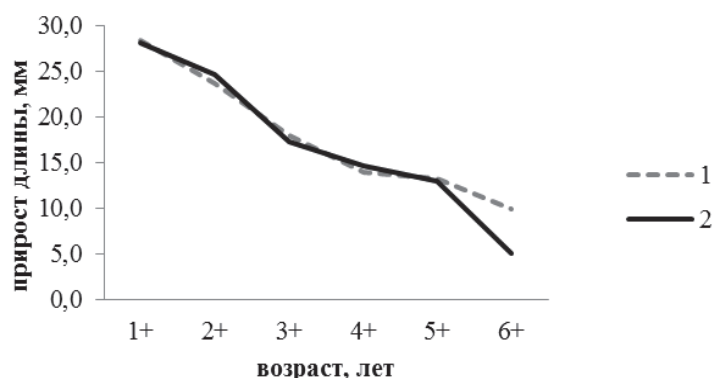


Рис. 3. Линейный прирост бурого морского петушка Авачинской губы: 1 – самки, 2 – самцы

В отличие от линейного интенсивность весового роста бурого морского петушка с возрастом нарастает (рис. 4). Максимум весовых приростов отмечается после достижения половой зрелости, затем ежегодные приросты массы снижаются, причём у самцов и самок они носят сходный характер. Средний весовой прирост как самок, так и самцов составил 1,4 г.

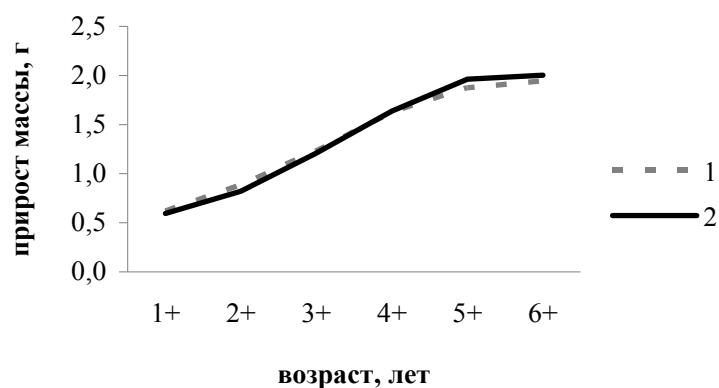


Рис. 4. Весовой прирост бурого морского петушка Авачинской губы: 1 – самки, 2 – самцы

Сравнение показателей линейного и весового роста бурого морского петушка из Авачинской губы (рис. 5, 6) и других географических регионов свидетельствует о том, что в этом водоёме они ниже, чем в более северных (Охотское море, Тауйская губа) и южных (Японское море, зал. Ольги) районах его обитания [3, 9, 14]. Одной из причин низкого темпа роста, возможно, является значительная степень загрязнения Авачинской губы бытовыми и промышленными отходами [11].

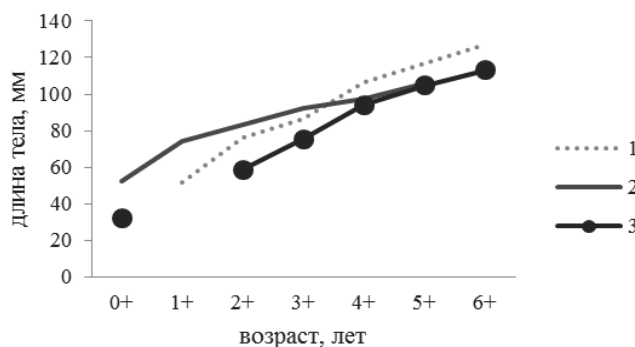


Рис. 5. Линейный рост бурого морского петушка по наблюдаемым данным: 1 – Тауйская губа (по [14]), 2 – зал. Ольга (Японское море) (по [3]), 3 – Авачинская губа (наши данные)

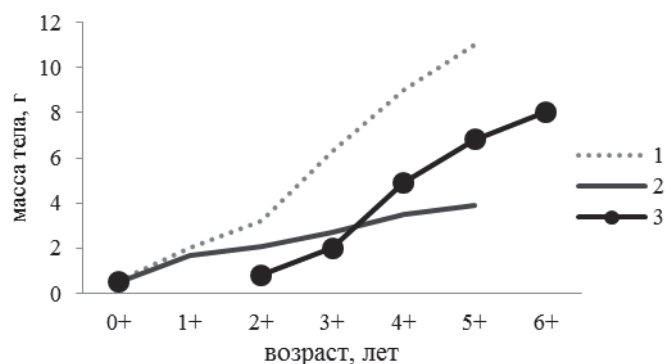


Рис. 6. Весовой рост бурого морского петушка по наблюдаемым данным: 1 – Тауйская губа (по [14]), 2 – зал. Ольга (Японское море) (по [3]), 3 – Авачинская губа (наши данные)

Автор выражает благодарность зав. лабораторией гидробиологии КФ ТИГ ДВО РАН доктору биологических наук А.М. Токранову за помощь в сборе материала и подготовке данной работы.

### Библиографический список

1. Андрияшев А.П. Рыбы северных морей СССР. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954. 566 с.
2. Виноградов К.А. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: дис. ... д-ра биол. наук. Л., 1946. 783 с.
3. Колпаков Е.В., Милованкин П.Г. Размерно-возрастной состав, рост и питание бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Pisces: Stichaeidae) из залива Ольга Японского моря // Вопр. ихтиологии. 2014. Т. 54, вып. 3. С. 372–376.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980. 292 с.
5. Линдберг Г.У., Красюкова З.В. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 4. Teleostomi. XXIX. Perciformes. Blennioidei. Gobioidae. Л.: Наука, 1975. 463 с.
6. Матюшин В.М. Изменения литоральной ихтиофауны Авачинской губы как показатель степени антропогенного воздействия // Материалы V регион. науч.-практ. конф. «Рациональн. использ. ресурсов Камчатки, прилег. морей и развит. производит. сил до 2010 г.». Петропавловск-Камчатский: ДВО АН СССР, 1989. Т. 1. Сост. природн. комплексов. Природн. ресурсы. Охрана природы. С. 58–59.
7. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Размерно-возрастная структура бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. 2017а. Вып. 40. С. 77–85.
8. Мурашева М.Ю., Токранов А.М. Половой диморфизм и размерно-половая структура бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской губы (Восточная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017б. Вып.44. С.45–49.
9. Поезжалова-Чегодаева Е.А. Размерно-возрастные показатели и рост бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) из Тауйской губы Охотского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докл. XV Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня основания Кроноцкого гос. природн. биосферного заповедника (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2014 г.). Петропавловск-Камчатский, Камчатпресс, 2014. С. 400–402.
10. Токранов А.М. Некоторые черты биологии бурого морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Авачинской бухты (Восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докл. XV Междунар. науч. конф., посвящ. 80-летию со дня основания Кроноцкого гос. природн. биосферного заповедника (18–19 ноября 2014 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. С. 209–213.

11. Токранов А.М., Мурашева М.Ю. Ихтиофауна литорали Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XVIII Междунар. науч. конф., посвящ. 70-летию д.б.н. П.А. Хоментовского (Петропавловск-Камчатский, 15–16 ноября 2017 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2017. С. 292–297.

12. Токранов А.М., Мурашева М.Ю., Белова Т.П. Оценка экологического состояния прибрежных вод Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) по содержанию тяжёлых металлов в буром морском петушке *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) // Всерос. конф. с междунар. участием «Загрязнение морской среды: экологический мониторинг, биоиндикация, нормирование»: сб. материалов (Севастополь, 28 мая–1 июня 2018 г.), 2018. (В печати).

13. Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В., Шестаков А.В., Волобуев В.В. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2003. 204 с.

14. Чегодаева Е.А. Новые данные по морфологии и биологии морского петушка *Alectrias alectrolophus* (Stichaeidae) Тауйской губы Охотского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VI науч. конф. (29–30 ноября 2005 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. С. 164–168.

15. Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 2001. 197 с.

16. Шейко Б.А., Федоров В.В. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holocerphali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы // Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. С. 7–69.

17. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: American Fisheries Society, 2002. XXXVII + 1037 p. + 40 Pl.

18. Popov A.M. Fishes of Avacha Bay on the Southern Coast of Kamtchatka // Copeia. 1933. – № 2. P. 59–67.

M.Y. Murasheva  
KB PGI FEB RAS, KamSU by V. Bering,  
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

### **GROWTH OF THE STONE COCKSCOMB ALECTRIAS ALECTROLOPHUS (STICHAEIDAE) FROM THE AVACHA BAY (SOUTH-EASTERN KAMCHATKA)**

*Description of stone cockscomb Alectrias alectrolophus linear and weighted growth has given. Stone cockscomb is the most abundant fish species on the pebble-boulder Avacha Bay shore. The length-weight correlation of this species has been assessed. Comparison of stone cockscomb growth from the Avacha Bay with data of the Sea of Okhotsk and the Japan Sea also presented.*

УДК 639.2.081.1

П.В. Насенков  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИТЕВИДНО-ВЕРЕВОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

*Представлено экспериментальное исследование основных физико-механических свойств (разрывное усилие и удлинение) нитевидно-веревочных изделий для изготовления конструкций орудий промышленного рыболовства. Эксперименты проведены в лаборатории рыболовных материалов кафедры «Промышленное рыболовство» Института рыболовства и аквакультуры ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз».*



В настоящее время испытания нитевидно-веревочных изделий (НВИ) находятся на этапе интенсивного развития конструкций орудий промышленного рыболовства. Это связано не только с разработкой новых конструкций орудий промышленного рыболовства, но и с созданием новых материалов для НВИ, физико-механических характеристик которых нет в ГОСТах, так как практически все фабрики по изготовлению НВИ перешли на ТУ, которое отличается на каждом предприятии в меру своих способов и механизмов по изготовлению НВИ. Поэтому каждое новое НВИ должно проходить ряд исследований на разрывных машинах в целях определения физико-механических характеристик для дальнейшего внедрения его в конструкцию орудия промышленного рыболовства.

Исследования НВИ на разрывных машинах становятся эффективным инструментом в решении многообразных проблем деформации и разрушения, прогноза надежности и ресурса НВИ, работающих в условиях износа, усталости, динамических и ударных нагрузок, в условиях низких температур и хрупкого разрушения широкого круга материалов, используемых при конструировании орудий промышленного рыболовства.

В XX столетии массовые испытания НВИ на разрывных машинах ограничивались, как правило, измерениями разрывной нагрузки. Если сравнить такое испытание с испытанием на растяжение, то разрывная нагрузка фиксирует лишь одну точку на диаграмме с координатой деформации. Характер диаграммы растяжения остается неизвестным.

Все известные на сегодняшний день методы и технические средства оценки состояния исследуемых НВИ не соответствуют современным требованиям. Для решения этих проблем требуется использовать программно-аппаратные средства разрывных машин, позволяющих в широком диапазоне нагрузок, свойств НВИ и времени воздействия на исследуемый материал проводить исследования.

Подобные исследования возможны на базе лаборатории рыболовных материалов Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета (ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»). Данная лаборатория имеет универсальные разрывные машины Shimadzu Autograph AGS-X10 настольного типа для физико-механических испытаний различных материалов (рис. 1). Эти машины имеют возможность проведения стандартных испытаний по контролю качества, механических испытаний общего назначения и научных исследований. Погрешность точности испытаний составляет  $\pm 0,5\%$  от полученных данных согласно паспортным данным машин.



Рис. 1. Универсальные разрывные машины Shimadzu Autograph AGS-X10

Основной задачей проводимых исследований является получение явных зависимостей разрывной нагрузки НВИ, позволяющей оценивать физико-механические свойства НВИ, адекватность которых подтверждена экспериментами, проведенными на модельных материалах, свойства которых известны.

В период с 22.01 по 2.02. 2018 г. при прохождении научно-исследовательской практики в ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз» (г. Владивосток) были проведены экспериментальные исследования физико-механических свойств нитевидных и веревочных элементов орудий промышленного рыболовства по определению прочности (определению разрывных усилий и удлинения) на разрывных машинах в лаборатории рыболовных материалов кафедры «Промышленное рыболовство» Института рыболовства и аквакультуры.

В целях подготовки к научно-исследовательской командировке были отобраны образцы ниток и веревок трех материалов, таких как ПА, ПП и ПЭФ, различных диаметров (рис. 2).



Рис. 2. Отобранные образцы: а – ПА; б – ПП; в – ПЭФ

По прибытии в Дальрыбвтуз все образцы материалов были помещены на сутки в помещении лаборатории в расправленном виде для разглаживания и принятия исходной текстуры. На следующий день после предварительного измерения температуры и влажности воздуха помещения, в котором проводятся эксперименты, началось проведение испытаний, которые заключались в определении разрывного усилия и удлинения образцов при различных скоростях траверсы разрывной машины: 10, 50 и 100 см/мин. Все эксперименты проводились согласно ОСТ 15-83-74, однако расстояние между зажимами составляло менее 250 мм ввиду того, что рабочий участок разрывной машины был не более 500 мм. Однако данное изменение проведения эксперимента позволяет провести анализ разрывного усилия и удлинения материалов менее 250 мм, которые используются в сетных элементах орудий промышленного рыболовства, а также изучить сам процесс влияния скорости на разрывное усилие и удлинение нитевидных материалов. Все эксперименты запечатлены в фото- и видеосъемке (рис. 3).

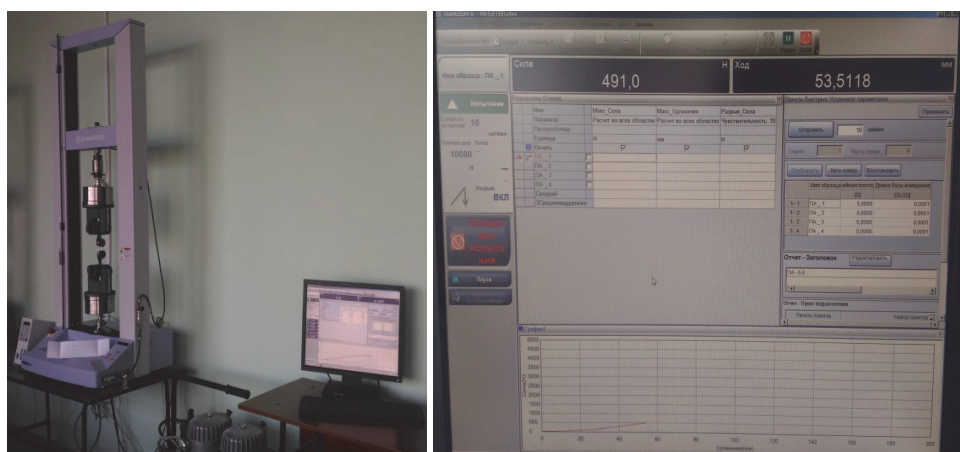


Рис. 3. Проведение экспериментов

Программным обеспечением разрывной машины были построены графики зависимости разрывного усилия от удлинения при различных скоростях движения траверсы (рис. 4).

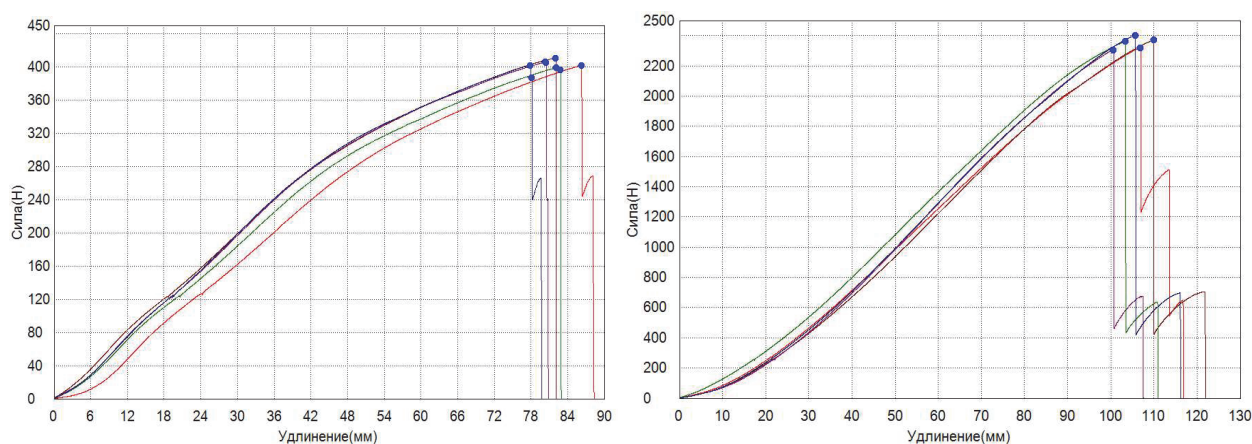


Рис. 4. Графики зависимости разрывного усилия от удлинения

В ходе изучения и анализа полученных графиков и данных по разрывному усилию и удлинению отобранных образцов была выявлена зависимость поведения каждого материала относительно разрывного усилия и удлинения.

ПА образцы с большей скоростью движения траверсы разрывной машины имеют увеличение разрывного усилия в среднем до 10 %, так же как и удлинения.

Разрывное усилие ПП образцов в среднем увеличивается на 6 %, а удлинение уменьшается на 20 %.

Разрывное усилие ПЭФ образцов в среднем остается неизменным, а удлинение может увеличиться до 7 %

Полученные результаты позволяют проследить процесс поведения материалов при различных скоростях проведения испытаний и увидеть, что удлинение имеет немалые изменения относительно разрывного усилия. Поэтому при постройке движущихся орудий лова ограничиваться одним основным параметром, таким как прочность, нельзя, так как удлинение может повлечь за собой изменение конструкции орудия лова, вследствие чего его использование может стать невозможным.

Все образцы, с которыми были проведены испытания, собраны для дальнейшего изучения поведения материала после действия на них нагрузок при различной скорости, а также для спектрального анализа в целях уточнения исходного материала, из которого они изготовлены, и их структуры.

В дальнейшем будет необходимо сопоставить физико-механические свойства модельных материалов, полученные экспериментальным путем, с известными данными, предоставленными изготовителем образцов, которые приняты за истинные, и провести сравнительную характеристику данных для разработки методики и программы расчета паспортизации НВИ.

### Библиографический список

1. Ломакина Л.М. Технология постройки орудий лова. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. 207 с.
2. Пакшвера А.Б. Свойства и особенности волокон. – М., 1975. 496 с.
3. Государственный стандарт Союза ССР «Изделия крученые и плетеные». Методы испытаний ГОСТ 25552-82. М.: ИПК «Изд-во стандартов», 1997. 27 с.

P.V. Nasenkov  
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

## EXPERIMENTAL INVESTIGATION OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF THREAD AND STRING MANUFACTURE

*In the article presents an experimental study of the main physical and mechanical properties (breaking force and elongation) of thread and string manufacture for the manufacture of structures for commercial fishing gear. The experiments were carried out in the laboratory of fishing materials of the Department of Commercial Fisheries of the Commercial of Fisheries and Aquaculture of the FGBOU VO «Dalrybtuz».*

УДК 639.2.081.7:681.883.4

А.А. Недоступ, А.О. Ражев  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЛУБИНЫ ВОДОЕМА В ЗАДАННОЙ ТОЧКЕ ПО ЭЛЕКТРОННЫМ КАРТАМ ЭКНИС ДЛЯ ЗАДАЧ ИМИТАЦИИ НАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

*Описан метод определения глубины водоема в произвольной точке на его поверхности по базовым точкам, определенным в электронной карте ЭКНИС формата S-57, для использования в имитаторах навигационных систем и процессов рыболовства в режиме реального времени.*

Для компьютерной имитации такого морского навигационного оборудования в условиях реальных местностей, как эхолот и гидролокатор, необходимо определять глубину водоема в любой точке на маршруте судна. Для этого необходима информация о рельефе поверхности дна. Авторами статьи предлагается получать данную информацию из электронных карт местности формата S-57 [1], предварительно загрузив их в симулятор.

Формат S-57 является стандартом на электронные карты, одобренным Международной гидрографической организацией ИНО [2]. Он имеет объектную структуру. Каждый объект может иметь различные атрибуты и/или графическую информацию, необходимую для его отображения на дисплее навигационной системы. Графические данные состоят из примитивов нескольких типов: точек, цепных линий, поверхностей. Координаты, указанные в атрибутах примитивов, могут быть как двумерными, так и трехмерными.

Для указания глубинных базовых точек используются точечные трехмерные примитивы с указанием широты, долготы и глубины. Количество базовых точек ограничено. Но чтобы соответствовать натурной навигационной системе, симулятор должен уметь определять и отображать глубину в любой точке на пути движения судна.

Для определения глубины в точке, находящейся между базовыми, авторами предлагается использовать линейную интерполяцию промежуточных значений. Задача усложняется тем, что базовые точки, указанные на карте, расположены не на прямоугольной сетке. Поэтому использование билинейной интерполяции [3], интерполяционного многочлена Лагранжа [4] и схемы Эйткена [5] затруднено.

Предложим метод оптимизации, основанный на триангуляции Делоне сетки, в узлах которой находятся базовые точки нахождения треугольника, которому принадлежит искомая точка, и последующей интерполяции по барицентрическим координатам точки внутри треугольника.

Триангуляция Делоне [6] позволяет находить треугольники, максимально близкие к равносторонним, и является однозначной (рис. 1). Триангуляция выполняется однократно при загрузке карты.

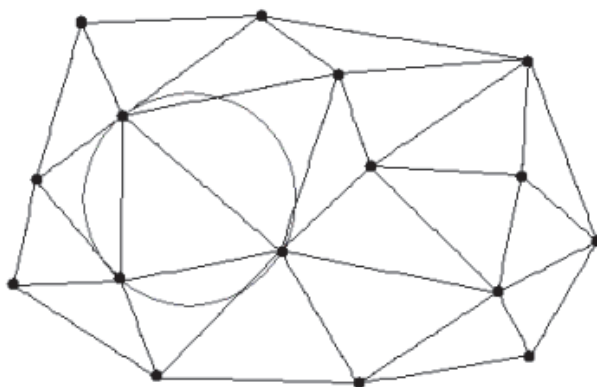


Рис. 1. Триангуляция Делоне

На все треугольники накладывается условие Делоне: описанная около треугольника окружность не должна содержать вершин других треугольников (базовых точек). Для его выполнения необходимо выполнение неравенства (1) (рис. 2):

$$\sqrt{(X - X_k)^2 + (Y - Y_k)^2} < R, \quad (1)$$

$$R = \sqrt{(X - X_1)^2 + (Y - Y_1)^2}$$

где  $R$  – радиус описанной окружности;  $X, Y$  – координаты центра окружности;  $X_k, Y_k$  – координаты проверяемой вершины;  $X_1, Y_1$  – координаты вершины треугольника (любой).

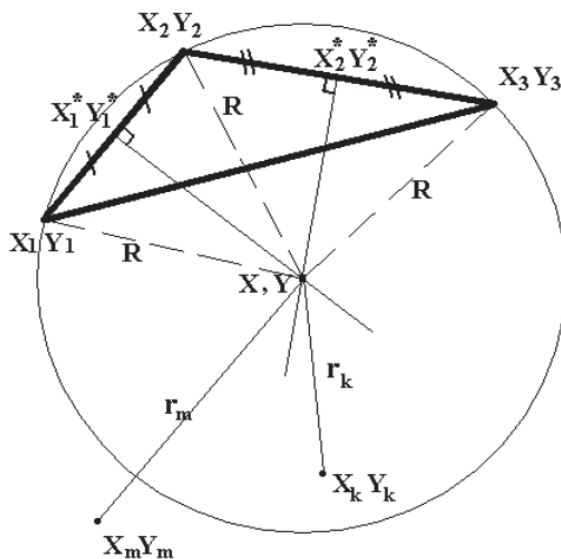


Рис. 2. Проверка условия Делоне

Проведя необходимые геометрические преобразования согласно рис. 2, получим координаты центра описанной окружности:

$$X = \frac{X_3^2(Y_1 - Y_2) + X_2^2(Y_3 - Y_1) + (Y_2 - Y_3)(X_1^2 + Y_1^2 - Y_1Y_2 - Y_1Y_3 + Y_2Y_3)}{2(X_3Y_1 - X_2Y_1 + X_1Y_2 - X_3Y_2 - X_1Y_3 + X_2Y_3)}$$

$$Y = -\frac{X_1(X_3^2 - X_2^2 - Y_2^2 + Y_3^2) + X_1^2(X_2 - X_3) - X_2(X_3^2 - Y_1^2 + Y_3^2) + X_2^2X_3 + X_3(Y_2^2 - Y_1^2)}{2(X_3Y_1 - X_2Y_1 + X_1Y_2 - X_3Y_2 - X_1Y_3 + X_2Y_3)} \quad (2)$$

Опишем алгоритм триангуляции. Вначале модифицированным алгоритмом Грэхема [7] по множеству базовых точек находим выпуклую оболочку. Строим триангуляцию вершин выпуклой оболочки. Далее итеративно выбираем точку, не входящую в выпуклую оболочку и треугольник, которому она принадлежит. Разбиваем треугольник (с учетом найденной точки) на три и проверяем условие Делоне для каждого из новых и всех смежных им треугольников. Если условие не выполнено, то перестраиваем треугольники по другой точке. Благодаря предварительному выделению выпуклой оболочки и триангуляции ее вершин остальные точки однозначно будут принадлежать одному из уже построенных треугольников. Условием завершения итеративного процесса является соединение всех базовых точек ребрами.

Для нахождения треугольника  $ABC$ , которому принадлежит точка  $P$ , глубину в которой необходимо определить, используем метод сравнения площадей [8], основанный на сравнении сумм площадей треугольников  $S_1$ ,  $S_2$  и  $S_3$  с площадью треугольника  $S_{ABC}$  (рис. 3) с заданной степенью погрешности  $\varepsilon$ :

$$S_1 + S_2 + S_3 = S_{ABC} + \varepsilon \quad (3)$$

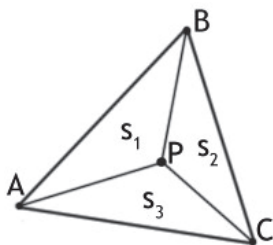


Рис. 3. Нахождение глубины в точке  $P$  по базовым точкам  $A$ ,  $B$  и  $C$

Площадь треугольника  $ABC$  вычисляется по формуле

$$S_{ABC} = \frac{1}{2} |\mathbf{AB} \times \mathbf{AC}|, \quad (4)$$

где  $\mathbf{AB}$  и  $\mathbf{AC}$  – вектора;  $\times$  – знак векторного произведения. Аналогично вычисляются площади других треугольников. Площади треугольников, построенных на сетке базовых точек при триангуляции, вычисляется однократно.

После нахождения треугольника  $ABC$ , которому принадлежит искомая точка  $P$ , вычислим ее барицентрические координаты  $P_a, P_b, P_c$ :

$$\begin{aligned} P_a &= S_2 / S_{ABC} \\ P_b &= S_3 / S_{ABC} \\ P_c &= S_1 / S_{ABC} \end{aligned} \quad (5)$$

Глубина в точке  $P$ :

$$Y_P = P_a Y_A + P_b Y_B + P_c Y_C, \quad (6)$$

где  $Y_A, Y_B, Y_C, Y_P$  – глубины в соответствующих точках.

Рассмотренный метод определения глубины водоема в произвольной точке на его поверхности по базовым точкам, определенным в электронной карте ЭКНИС формата S-57, может использоваться в таких приложениях реального времени, как имитаторы навигационных систем в частности, и процессов лова при более широкой постановке задачи.

## Библиографический список

1. IHO Special Publication S57: IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, edition 3.1, Nov 2000.
2. Лобастов В.М. От бумажных навигационных карт к электронным картам // Вестник морского государственного университета. №3. 2010. С. 114–122.
3. Jesse Russell, Ronald Cohn. Билинейная интерполяция. Книга по требованию. 114 с. ISBN: 978-5-5098-3970-2.
4. Магарил-Ильяев Г.Г. Оптимальная интерполяция и принцип Лагранжа // Владикавказский математический журнал. 2004. Т. 6, № 4. С. 42–47.
5. Кириченко Г.А., Селянкин В.В., Шмойлов В.И. Решение алгебраических уравнений методом Эйткена–Никипорца // Наука. Инновации. Технологии. 2014. №3. С. 55–69.
6. Скворцов А.В., Костюк Ю.Л. Эффективные алгоритмы построения триангуляции Делоне // Геоинформатика. Теория и практика. Вып. 1. Томск: Из-во Том. ун-та, 1998. С. 22–47.
7. Препарата Ф., Шеймос М. Вычислительная геометрия: введение. – М.: Мир, 1989. 480 с.
8. Скотченко А.С. Метод логического определения принадлежности точки треугольнику при построении 3D-модели // Вестник Университета Российской академии образования. Педагогика и психология. 2014. № 2(70). С. 126–132.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev  
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

### THE DETERMINATION OF SEA DEPTH AT GIVEN POINT USING ECDIS ELECTRONIC MAPS FOR NAVIGATION SYSTEMS SIMULATION APPLICATIONS

*This article describes a method for determining the sea depth at an arbitrary point on its surface from the base points defined in the ECDIS electronic chart of the S-57 format for use in simulators of navigation systems and fishing processes in real time.*

УДК 639.2.081.7:681.883.4

А.А. Недоступ, А.О. Ражев  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

### ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ РЫБОПОИСКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ ЗАДАЧ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИМИТАЦИИ

*Описаны основные характеристики и принципы функционирования таких рыбопоисковых приборов, как траловый зонд, эхолот и гидролокатор, на примере тралового зонда FURUNO CN-14, многочастотного эхолота Simrad ES60 и гидролокатора одновременного кругового обзора Simrad SR240.*

Рассмотрим принцип функционирования и общие параметры траловых зондов. Траловый зонд предназначен для визуализации процесса тралового лова. В процессе работы зонд передает информацию по каналу связи о своем положении относительно дна и поверхности водоема, видеоинформацию о раскрытии устья трала и заходе объекта лова в трал. Для определения границ объектов зонд использует эхолокацию.

На примере тралового зонда FURUNO CN-14A [1] указанная информация отображается на цветном дисплее размером 14". Кроме этого на дисплее в виде цветовой шкалы также отображается мощность эхо-сигналов от объекта лова, поверхности и дна водоема и нижней подборы трала. Зонд имеет четыре режима визуализации гидроакустической информации по верхнему и нижнему направлению зондирования.

Основные характеристики FURUNO CN-14A: частота каналов зондирования – 75 кГц; частота канала связи 50 кГц; ширина направленности антенн – 28°; длительность зондирующего импульса – 1 мс; диапазоны эхолота верхнего направления 10, 60, 120, 180, 280, 400, 500 и 600 м, нижнего – 5, 10, 20, 40, 60, 120, 180 и 400 м с шагом в 1 м; минимальная глубина погружения подводного блока – 10 м, максимальная – 1800 м.

Во время работы излучатель периодически посылает в водную среду мощные кратковременные звуковые сигналы определенной частоты [2]. Объекты, находящиеся на пути звуковой волны, отражают ее. По мере распространения волны ко дну и ее отражения обратно плотность энергии волны уменьшается. При отражении от дна водоема либо от большого косяка рыб зависимость площади покрытия волны от пройденного ею пути квадратична. Считается, что волна распространяется по закону  $ВAPУ\ 20\log R$  (см. рис. 1 слева).

При отражении волны от отдельно стоящих рыб зависимость другая. Отраженная от поверхности дна волна на пути к рыбе так же, как и от излучателя до дна, распространяется по квадратичному закону. При достижении волной рыбы ее плавательный пузырь рассеивает поступающую энергию, превращая рыбу в своего рода ретранслятор. При обратном прохождении от рыбы до приемника рассеянная волна так же, как и от излучателя, распространяется по квадратичному закону. В общей сложности волна от излучателя до приемника распространяется по закону четвертой степени  $ВAPУ\ 40\log R$  (см. рис. 1 справа).

В разных средах скорость распространения звуковых волн различна и зависит от температуры и давления среды. В морской воде скорость распространения также зависит от солености. Например, на мелководье скорость обычно находится в пределах от 1440 до 1520 м/с, а на глубине 1000 м ее значение может увеличиваться до 1480 м/с. В реках и пресных озерах скорость распространения приблизительно 1430 м/с.

При распространении звуковой волны ее мощность также уменьшается из-за потерь вследствие поглощения, которые в соленой воде значительно больше, чем в пресной, и зависят от частоты волновых колебаний. При увеличении частоты потери увеличиваются. Например, при частоте 38 кГц поглощение составляет 0,5 дБ/км в пресной воде и 10 дБ/км в соленой, а с увеличением частоты до 200 кГц поглощение увеличивается до 10 дБ/км в пресной и до 50 дБ/км в соленой воде. С учетом вышесказанного для компенсации энергетических потерь эхолот должен определять характеристики водной среды в текущий момент времени.

Отраженный от поверхности пологого дна сигнал, доходящий до приемника эхолота, имеет такие же параметры по длительности и частоте, как и исходящий от излучателя, но ослаблен по мощности (см. рис. 2 слева). В случае наклонного дна эхосигнал имеет увеличенную длительность импульса с более пологим фронтом и спадом. Это связано с тем, что доходящая до дна звуковая волна доходит до точки отражения *A* (см. рис. 2 справа) раньше, чем до точки *B*. В большинстве случаев дно представляет собой сочетание слоев с различными свойствами (глина, ил, песок и др.). Из-за такой неравномерности дно отображается в виде цветных полос на дисплее.

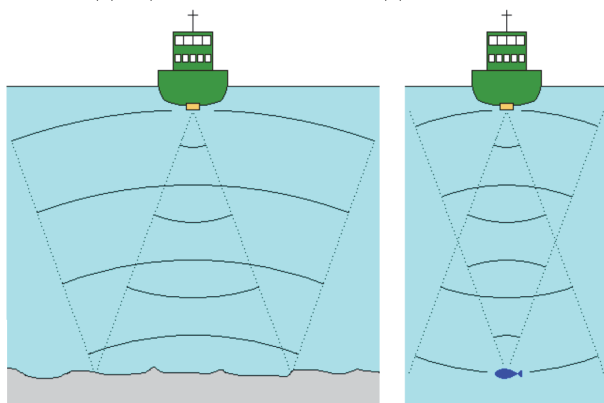


Рис. 1. Принципы распространения звуковой волны

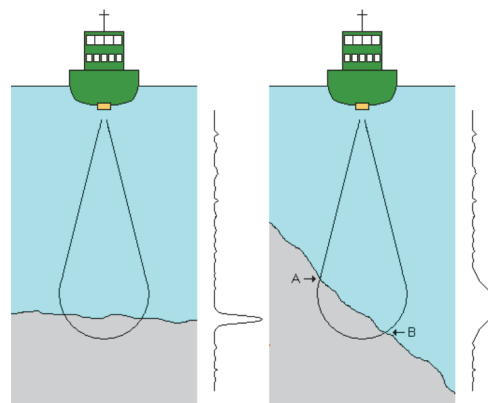


Рис. 2. Донный эхосигнал



Эхолот Simrad ES60 [3] разработан специально для промышленного рыболовства с внедрением новаторских технических решений. В Simrad ES60 используется до четырех каналов с частотным диапазоном от 12 до 200 кГц. Эхолот может отображать три вида эхограмм: с привязкой к поверхности, донное расширение и траловая. Поддерживаются три режима усиления: для дна ( $20\log R$  ВАРУ), для косяка рыбы ( $20\log R$  ВАРУ) и для одиночной рыбы ( $40\log R$  ВАРУ). Значения мощности приходящего сигнала ставятся в соответствие цвета по 12-цветной шкале. На каждый цвет приходится изменение мощности на 3 дБ. Simrad ES60 работает в режимах «Ручное управление», «Автоматический выбор диапазона» или «Автоматический выбор начала» на глубинах от 5 до 15000 м и имеет регулируемую частоту импульсов (до 10 имп./с). Эхолот имеет программный модуль обнаружения дна с перестраиваемыми диапазоном глубин и развертки.

Алгоритм обнаружения дна программный и работает независимо в каждом канале и рассчитан на работу в условиях скачкообразных изменений глубины, исключая ложные обнаружения дна при прохождении плотного косяка рыбы. Для увеличения надежности работы эхолота алгоритм блокирует и не отображает показания глубины с недостаточной точностью обнаружения. При недостаточной точности на дисплей выводится нулевое значение глубины. При многослойной структуре дна алгоритм работает по границе вода–грунт.

Поясним работу алгоритма обнаружения дна по рис. 2. Во время работы анализируется и захватывается самый ранний достаточной мощности эхосигнал. Для наклонного дна волна, отраженная от точки  $A$ , придет раньше, чем волна, отраженная от дна вдоль оси акустического преобразователя. Поэтому фиксируется глубина в точке  $A$ , которая меньше глубины вдоль оси акустического преобразователя, тем самым автоматически увеличивается надежность.

Для оценки распределения по размеру отдельных рыб в эхолоте Simrad ES60 используется метод расщепленного луча. Данный метод определяет координату рыбы внутри луча, внося поправку на разницу в чувствительности преобразователя для расчета размера рыбы.

Акустический преобразователь с расщепленным лучом разделен на четыре квадранта, возбуждающиеся параллельно во время излучения. Сигналы от квадрантов усиливаются в четырехканальном согласованном приемнике. Волновой фронт распространяется по направлению к преобразователю и достигает квадрантов в разное время. Таким образом происходит сдвиг фаз выходных сигналов квадрантов, по которому определяется направление эхосигнала. Продольный угол рассчитывается по разнице фаз между носовой и кормовой половинами акустического преобразователя, а поперечный угол – по сигналам правого и левого бортов.

Рассмотрим случай, когда рыба  $A$  расположена на оси акустического преобразователя, где он имеет максимальную чувствительность, а рыба  $B$  расположена у края луча, где чувствительность меньше. Эхосигнал от рыбы  $A$  будет сильнее, чем от рыбы  $B$ , даже если они одного размера и находятся на одной глубине. Следовательно, определение размера рыбы только на основании интенсивности эхосигнала не принесет желаемого результата.

В случае, если эхосигналы принимаются одновременно от нескольких рыб с разных мест, фаза сигналов будет случайной, а определение размера рыбы внутри косяка – ненадежным. Поэтому данный метод пригоден только для эхосигналов, поступающих от одиночных рыб.

Необходимые настроечные параметры эхолота также выбираются исходя из солености воды. В соленой воде затухание очень быстро увеличивается с ростом частоты. Для обеспечения максимального диапазона наблюдения необходимо понижать рабочую частоту, увеличивать размер акустического преобразователя и мощность излучения.

Типовые диапазоны наблюдения эхолота Simrad ES60 представлены на рис. 3. Используя акустический преобразователь Simrad 27-26/21 (27 кГц,  $10 \times 13$  градусов, 3000 Вт), можно наблюдать треску длиной 60 см на глубине до 800 м, а режим обнаружения дна ра-

ботает до 3800 м. А при использовании акустического преобразователя Simrad 200-7F (200 кГц, 7 × 7 градусов, 1000 Вт) можно наблюдать такую же треску только до глубины 260 м, а обнаружение дна становится ненадежным при глубинах более 500 м.

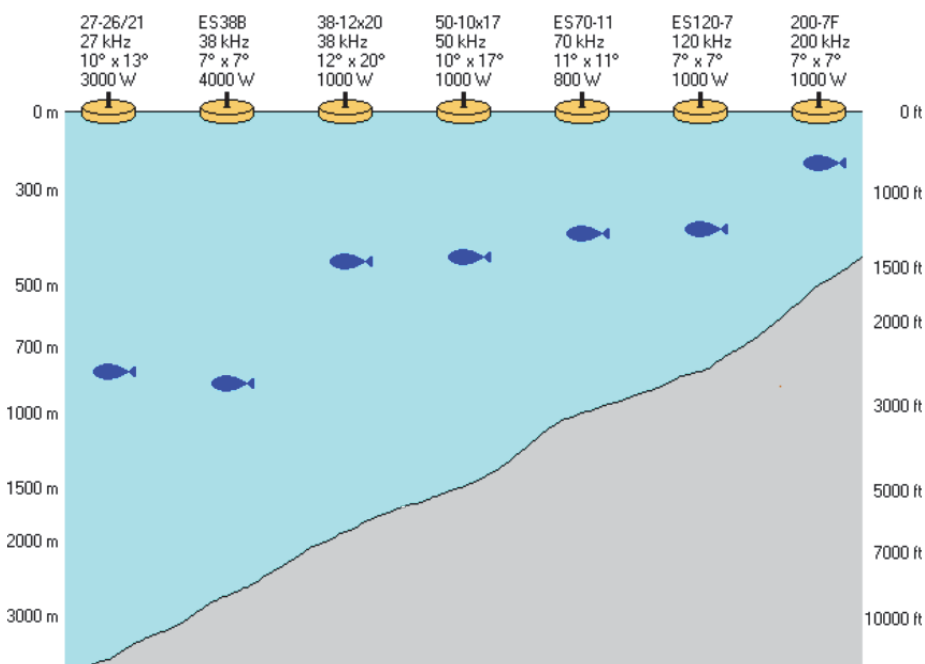


Рис. 3. Типовые диапазоны наблюдения

Приведенные расчеты диапазонов предполагают нормализованные значения солёности (3,5 %) и температуры (+10 °С) морской воды, усредненное дно (сила обратного поверхностного рассеяния = -20 дБ) и уровень шума, типичный для движущегося судна.

Рассмотрим работу гидролокатора на примере Simrad SR240 [4], который снабжен сферической антенной. Данный тип антенн обеспечивает сканирование подводной обстановки с любого направления нижней полусферы. Simrad SR240 для обеспечения большей наглядности снабжен цветным монитором диагональю 20" и разрешением 512 × 680 точек, звуковой индикацией и имеет множество гибких в управлении и настройке режимов работы.

На рис. 4 изображена главная панель управления гидролокатором. Все органы управления разбиты на 9 групп: 1) позиционер указателя; 2) выключатель; 3) управление режимами дисплея; 4) регуляторы усиления; 5) управление диапазоном; 6) навигация по меню; 7) управление наклоном; 8) яркость; 9) управление наведением.

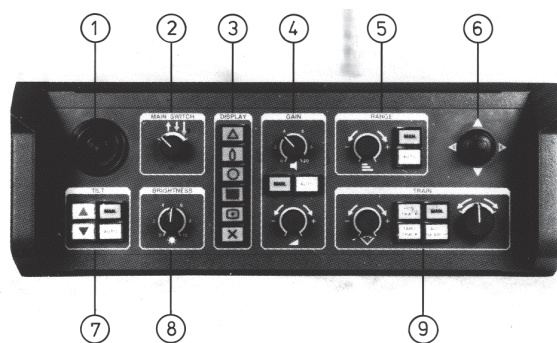


Рис. 4. Главная панель гидролокатора Simrad SR240

Основные характеристики гидролокатора: рабочая частота 23,75 кГц; диапазон от 200 до 6400 м; максимальная дальность обнаружения объектов до 3000 м; направленность

12×12° / 12×360°; электронный наклон веера направленности от +10° до -90°; максимальное углубление антенны ниже корпуса судна 1,2 м; максимальная скорость судна при максимальном углублении антенны до 15 узлов.

При отображении мощности принимаемого сигнала сопоставляется цветовая шкала, состоящая из 32 цветов. В секторе от 11 до 99° (с ориентацией в любом азимутальном направлении) визуализация дублируется звуковой индикацией тональностью от 689 до 1033 Гц.

Ниже перечислены режимы представления водной среды района промысла ниже и вокруг корпуса судна.

1. В режиме «**Нос вверх**» судно находится по центру экрана носом вверх. При этом промысловая ситуация отображается с углом охвата 360° в заданном радиусе. Учитываются вектора скорости и перемещения судна и объектов наблюдения.

2. Режим «**Север вверх**» аналогичен предыдущему за исключением того, что север находится сверху экрана. На экране объекты наблюдения и судно дополняются информацией с линиями их курса, внизу отображаются значения курса и скорости судна, дата и время.

3. В режиме «**Истинное движение**» карта неподвижна относительно экрана, север вверху экрана, судно и объекты наблюдения перемещаются по экрану.

4. В режиме «**180° по горизонту / аудиоканал**» экран по вертикали разделен на две части. В верхней части визуализируется сектор с углом охвата 180° по носу судна. В нижней части отображаются осциллограммы записи сигналов аудиоканала в заданном масштабе времени и мощности. Этот режим может использоваться для детектирования слабых сигналов на фоне вибрации, реверберации или шума.

5. Режим «**180° по горизонту / эхолот**» аналогичен предыдущему за исключением того, что нижняя часть используется для записи информации, поступающей поочередно с эхолота и гидролокатора.

6. Режим «**180° по горизонту / 180° по вертикали**» аналогичен предыдущему за исключением того, что нижняя часть используется для визуализации информации в вертикальном разрезе.

7. Режим «**270° по горизонту / 90° по вертикали**» предназначен для кошелькового лова. Половина вертикального разреза отображается в нижней левой (при замете по правому борту) или нижней правой (при замете по левому борту) части горизонтального разреза (рис. 5). Данный режим позволяет определить пространственные геометрические характеристики косяка рыбы, его положение относительно дна. На рис. 5 на горизонтальном разрезе видны очертание невода, линия курса цели и судна, а на вертикальном – представление косяка рыбы и дна водоема. Нижняя штриховая линия определяет глубину погружения невода.

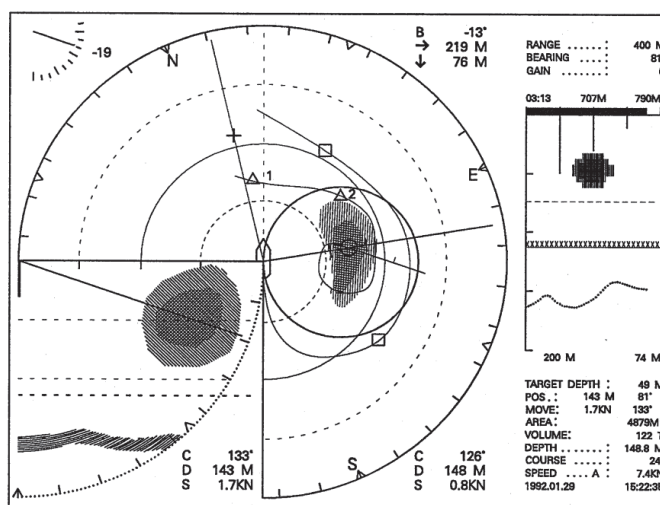


Рис. 5. Режим «270° по горизонту / 90° по вертикали» при лове кошельковым неводом

8. Режим «Круговой обзор / 180° по вертикали» предназначен для лова тралом. В верхней части экрана представлен горизонтальный, а в нижней – два вертикальных разреза (рис. 6). Левый вертикальный разрез привязан к тралу, а правый – к косяку рыбы. На вертикальном разрезе штриховыми линиями изображено вертикальное раскрытие устья трала.

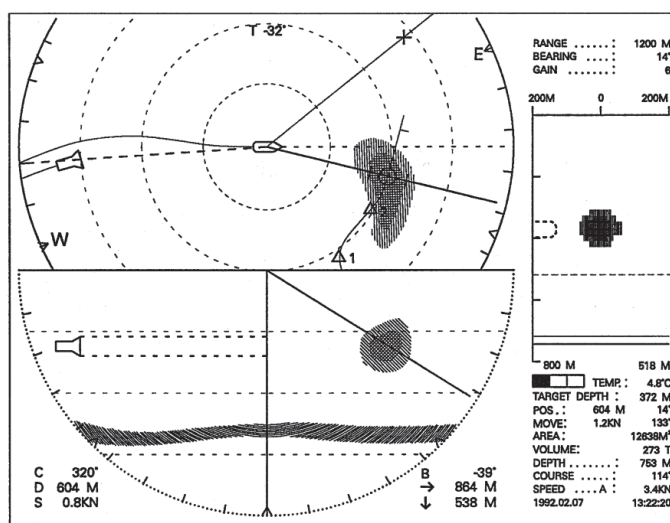


Рис. 6. Режим «Круговой обзор / 180° по вертикали» при траловом лове

9. Режим «Круговой обзор / 90° по вертикали / эхолот» аналогичен предыдущему за исключением того, что в нижней части экрана вместо вертикального разреза с привязкой к тралу отображается осциллограмма записи сигналов эхолота, помогающая уточнить глубину и определить геометрические характеристики косяка рыбы под судном в случае отклонения луча гидролокатора из-за рефракции.

В Российской Федерации разработкой компьютерных имитаторов рыбопоисковых приборов занимаются «Транзас» [5], КБМЭ «Вектор» [6], ФГБОУ ВО «КГТУ» и др.

### Библиографический список

1. [https://www.furunousa.com/-/media/sites/furuno/document\\_library/documents/manuals/operation\\_manuals/cn14a\\_cn14b\\_operators\\_manual\\_g\\_12596.pdf](https://www.furunousa.com/-/media/sites/furuno/document_library/documents/manuals/operation_manuals/cn14a_cn14b_operators_manual_g_12596.pdf) (открытый доступ)
2. [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/476DD263FD01A618C12570D100630F2B/\\$file/160970ah\\_es60\\_reference\\_manual\\_english.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/476DD263FD01A618C12570D100630F2B/$file/160970ah_es60_reference_manual_english.pdf?OpenElement) (открытый доступ)
3. [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/2A7E3EE2EA142377C12571D8004E68F4/\\$file/305466aa\\_es60\\_marine\\_computer\\_prod\\_spec\\_english.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/2A7E3EE2EA142377C12571D8004E68F4/$file/305466aa_es60_marine_computer_prod_spec_english.pdf?OpenElement) (открытый доступ)
4. [https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/E7B6815A0EF8073AC12570E6002A3A7D/\\$file/043893ab\\_SR240\\_Operator\\_manual\\_English.pdf?OpenElement](https://www.simrad.com/www/01/NOKBG0397.nsf/AllWeb/E7B6815A0EF8073AC12570E6002A3A7D/$file/043893ab_SR240_Operator_manual_English.pdf?OpenElement). (открытый доступ)
5. <http://www.transas.ru/products/simulation/navigational-simulators/NTPROFishing> (открытый доступ)
6. <https://studfiles.net/preview/3565432/> (открытый доступ)

## REVIEW OF MODERN FISHERIES FOR COMPUTER IMITATION PROBLEMS

*This article reviews the ECDIS standard, used by storage and visualization of electronics navigation maps systems, maintenance and storage of various logs and working information of such devices as the sonar and radar. Specification S-52 for the contents of ECDIS maps and displays and S-57 for the main format of navigation charts is considered.*

УДК 639.2.081

Е.В. Осипов, Д.А. Пилипчук  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КЕТЫ ПРИ ДВИЖЕНИИ В РЕКЕ АМУР ПРИ ЕЕ ПРОМЫСЛЕ

*Изложено исследование поведения кеты при движении в р. Амур и взаимодействие с орудиями рыболовства. Определены оптимальные скорости течений при движении кеты, которые определяют выбор области постановки и работы орудий рыболовства.*

### Введение

Исследования проводились в 2017 г. по заказу общественного фонда «Амур» в районе Сусанино, озера Гера, районе Новотроицка, районе Тара. Исследовались скорости течений и определялись уловы кеты в сплавных сетях, это позволило определить скорости течения, оптимальные при движении лососевых.

### Материалы и методы

Для определения оптимального диапазона скоростей течений при движении кеты в р. Амур исследовалось распределения уловов в сплавных сетях по глубине, а затем измерялась скорость течения на этих глубинах.

Исследование работы сплавных сетей заключалось в определении распределения улова по высоте стенки крыла, это позволит определить глубину хода кеты, а дальнейшие измерения скоростей течений позволят определить благоприятные скорости для движения кеты в реке. Полученные данные позволят определить характеристики различных орудий рыболовства для промысла кеты.

В ходе исследований было использовано более 20 сетей на протяжении всего промысла кеты, данные по распределению приведены на рис. 1.

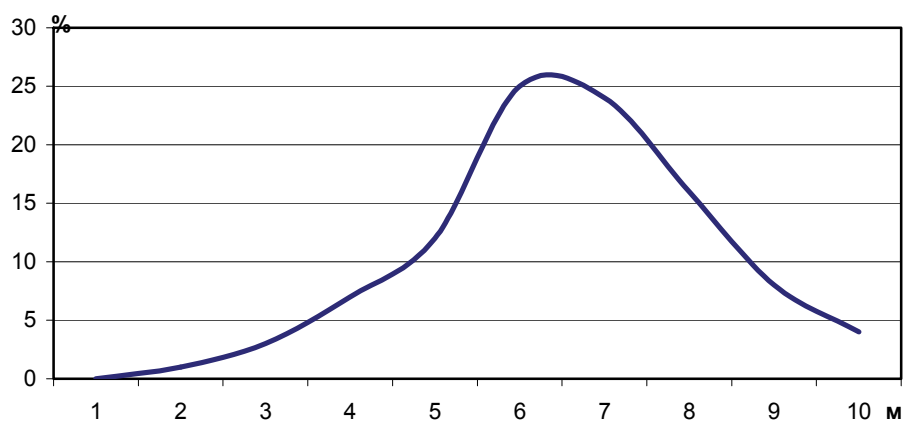


Рис. 1. График распределения улова сетями в районе Новотроицка

Проведенные исследования по скоростям течений показали, что в диапазоне глубин 4–9 м скорость течения составляет 0,55–0,75 м/с.

Течения в реке имеют следующие эпюры скоростей (рис. 2).

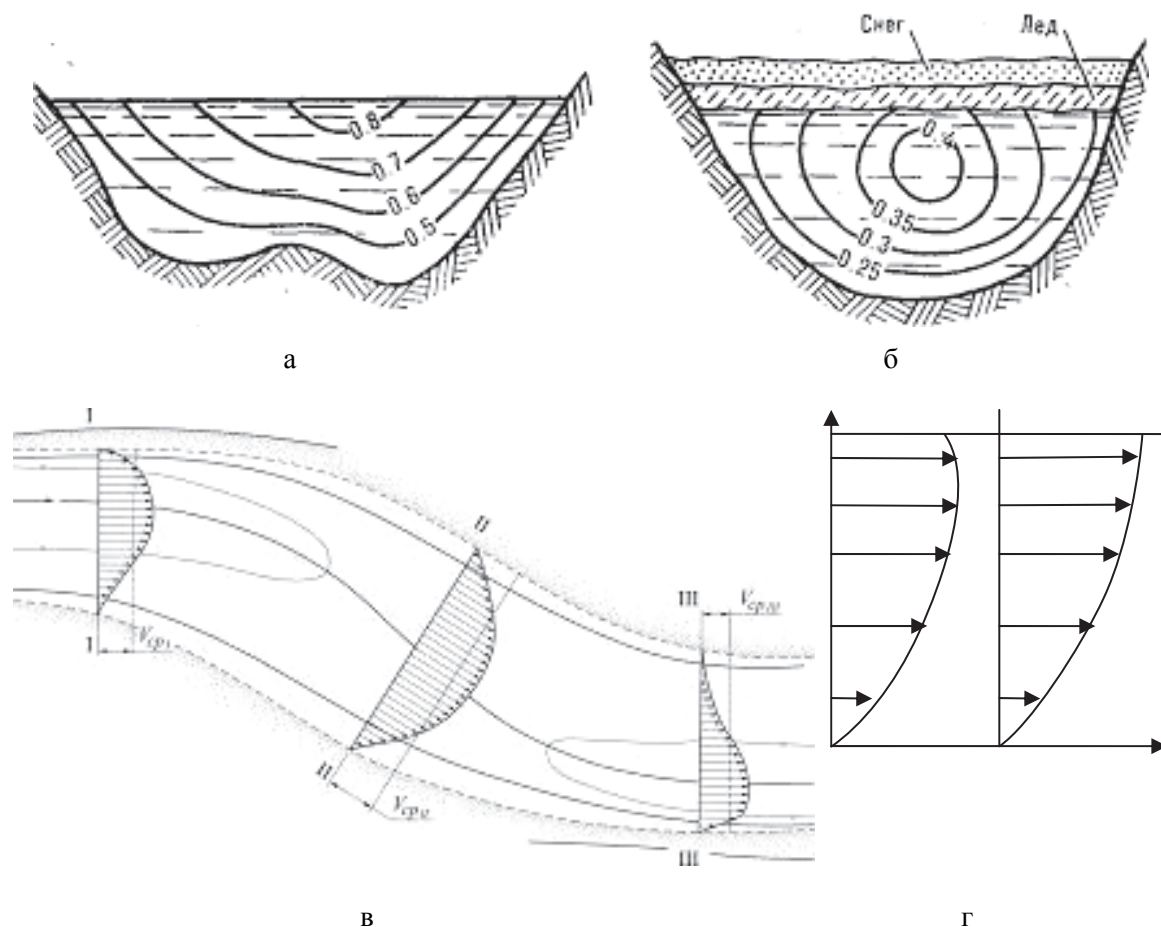


Рис. 2. Эпюры скоростей течений в реке: а, б – сечение поперек; в – сечение горизонтальное; г – сечение вертикальное

Эпюры скоростей течений показывают возможность постановки орудий рыболовства на различных участках реки с оптимальной скоростью течений, определяющих движение кеты. Эти данные очень важно использовать при выборе мест установки стационарных орудий рыболовства, выборе схемы постановки плавных сетей, а также при выборе параметров закидных неводов. Также из практики рыболовства известно [1], что кета может идти на глубине 30–35 м. Исследования уловов показали, что кета движется вдоль каждого берега согласно рис. 2, а, если глубина реки менее 40–45 м, то кета может переходить с движения вдоль одного берега на другой берег. Такие миграции возможны в случае перемешивания вод в районах резких поворотов течения или водоворотов. Если берег достаточно крутой, то кета согласно эпюрам течений будет двигаться узкой по ширине русла течения полосой, но достаточно большой по глубине (рис. 2, а, в). При подходе кеты ко входам в нерестовые речки она уплотняется и выходит ближе к поверхности, это в том числе связано с гидрологией при впадении рек в р. Амур.

Также были проведены исследования поведения кеты в р. Амур при взаимодействии со ставными неводами и заездками. Это связано с тем, что эти орудия рыболовства изменяют гидрологию, что сильно сказывается на поведении кеты.

На рис. 3 показано расположение невода под воздействием течения. Как можно заметить в связи с изменённым местом постановки и невыходом на рабочую глубину, видно значительное выдувание невода. На рис. 4 показана схема расположения невода.

Исследование поведения рыбы в ловушке невода показало, что кета и горбуша направляются исключительно против течения в область 2 и, не найдя входа, скатываются в заднюю часть 3 ловушки или в область 4, из которой потом переходят в накопительную часть и концентрируются в области 1.

Все это показывает, что ловушка должна иметь другую конструкцию, по форме близкую к «заездку», так же как и способ переборки и выливки улова.

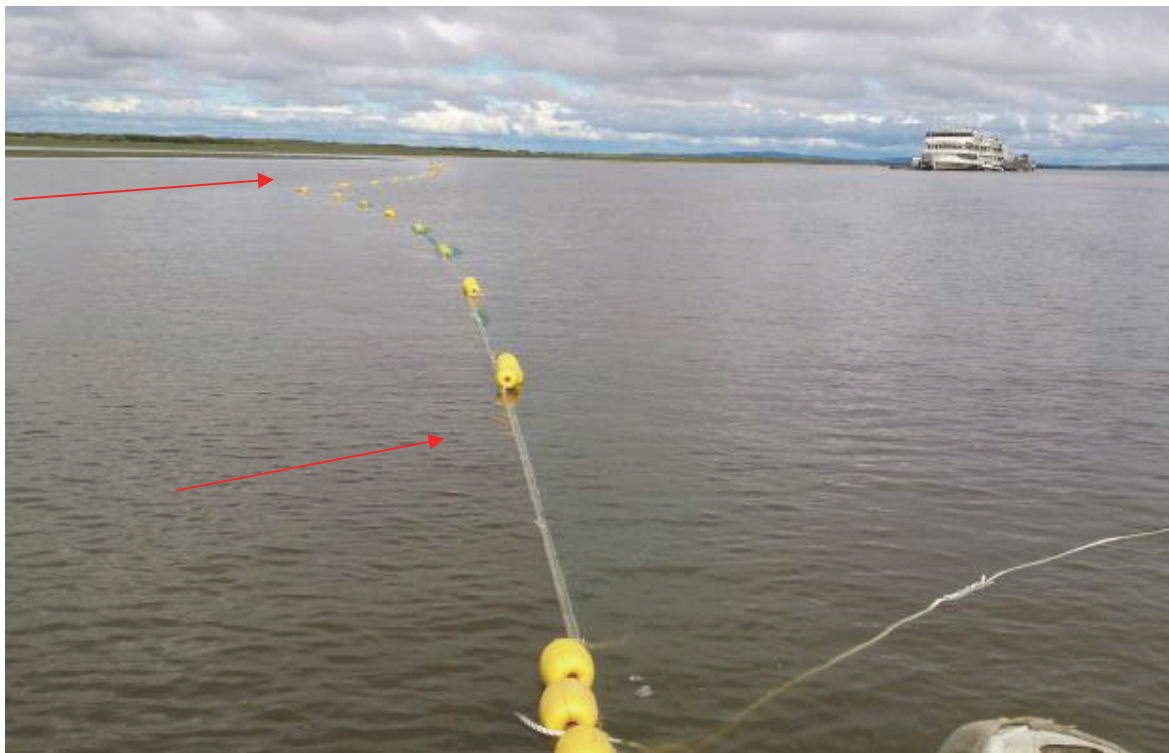


Рис. 3. Крыло невода под воздействием течения с выдуванием сетного полотна

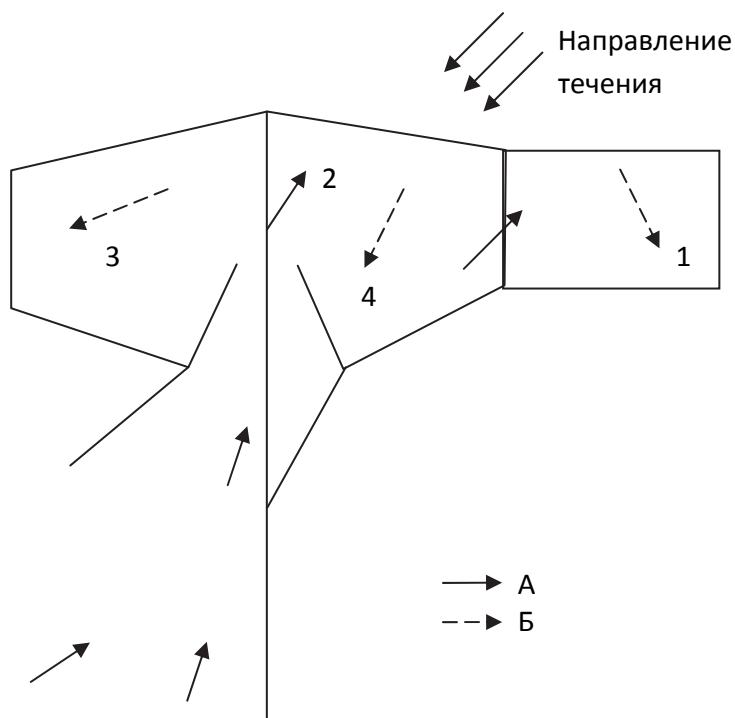


Рис. 4. Схема невода. А – движение рыбы против течения; Б – движение рыбы по течению после некоторого времени нахождения в потоке перед сетной стенкой

Поведение кеты исследовалось и в зоне действия «заездка» и рассматривалось на основе видео- и фотозаписи, которая осуществлялась с судна и вертолета. На рис. 5 показан принцип действия «заездка», который заключается в направлении рыб по средством крыла «заездка» в сторону его ловушки, где гидробионты (рыбы) аккумулируются и выливаются для последующей переработки.

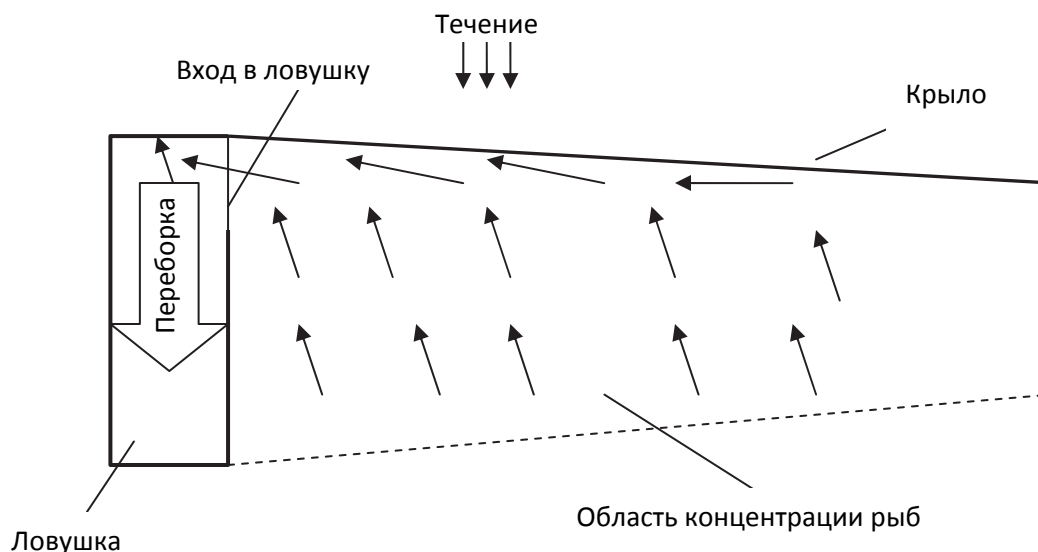


Рис. 5. Схема «заездка», стрелками показано движение рыб, а большой стрелой – направление переборка ловушки (вид сверху)

Конструкция ловушки «заездка» по принципу облова рыб наиболее проста, поскольку использует особенности поведения лососевых при значительном опреснении воды и в самой речке. Основное опреснение лососевых происходит в лимане и в устьях рек, при этом рыбы уже ориентируются по направлению течения и начинают двигаться против него, что обусловлено биологической программой (направление на нерест). Лососи, встречая преграды, пробуют преодолеть их по прямой, по мере их преодоления рыбы устают и скатываются по течению. Поэтому, попадая в область действия заездка, рыбы могут долго удерживаться в зоне облова. В областях со слабым опреснением и в море лососевые совершают поисковые движения и могут легко выходить из ловушек типа «заездок», поэтому конструкции ловушек морских неводов имеют каскадную структуру с многочисленными лабиринтами и несколькими садками.

На рис. 6 показано скопление лосося в области облова заездка, которая показывает вышеописанное поведение рыб, связанное с изменениями под воздействием опреснения.



Рис. 6. Скопления лосося в области заездка: 1 – крыло заездка; 2 – область скопления лосося



На рис. 7 показаны области концентрации рыб у заездка.

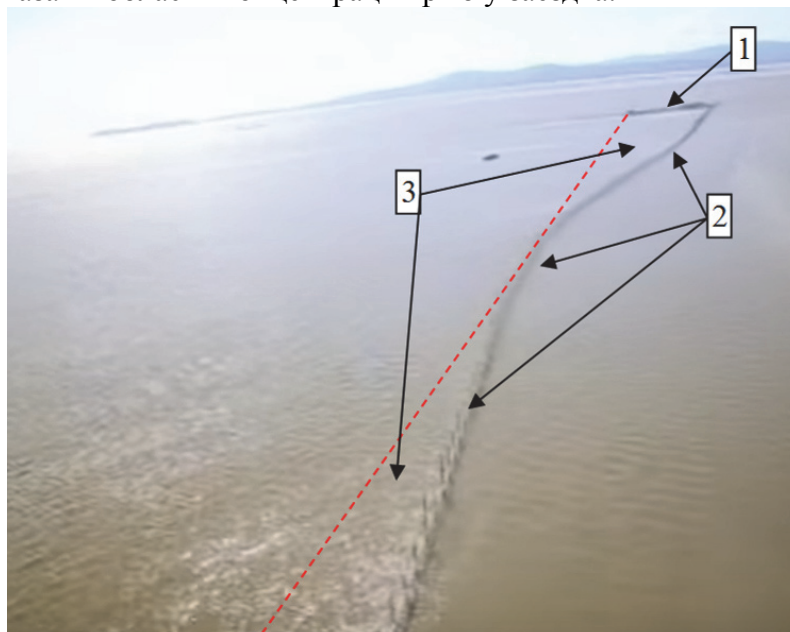


Рис. 7. Области концентрации лососевых у заездка: 1 – ловушка; 2 – крыло; 3 – область концентрации лососевых, ограниченная крылом и пунктирной линией

Таким образом, в случае проходных дней (когда вылов лососевых запрещается), заездок без оснащения крыла проходным «окном» будет накапливать лососевых (рис. 8) в областях концентрации, блокируя рыбам проход выше по течению, и с открытием промысла эту рыбу будут перебирать в ловушках.

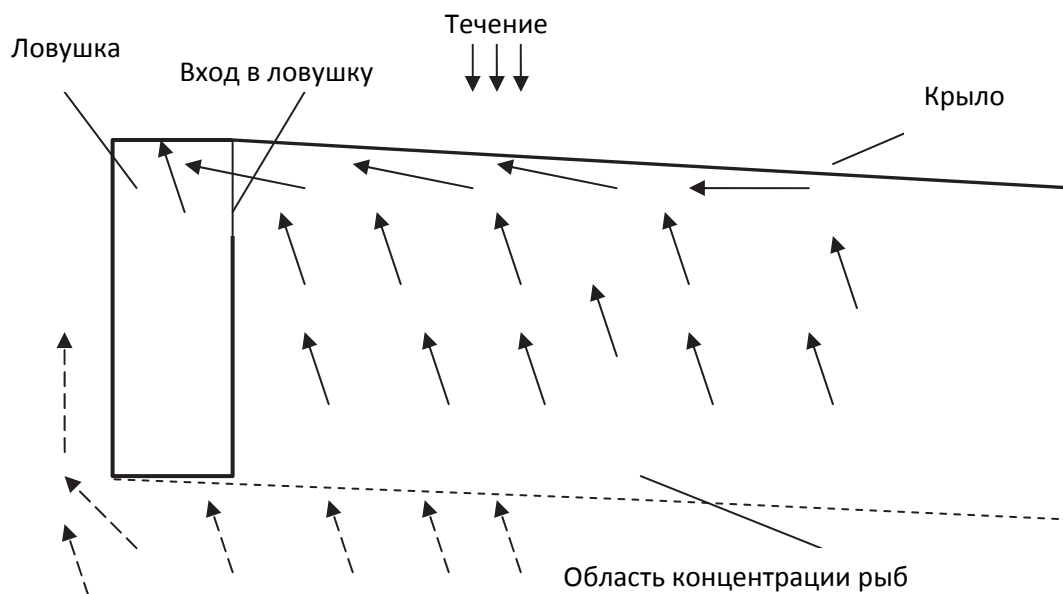


Рис. 8. Схема заездка без переборки ловушки, стрелками показано движение рыб в области концентрации заезда, а пунктирными стрелками – направление рыб, обходящих заездок (вид сверху)

Как можно заметить (рис. 8), область концентрации при отсутствии переборки ловушки больше по сравнению с областью концентрации при переборке ловушки, это связано с тем, что рыба изымается и на ее место поступает новая. Поэтому длину ловушки делают больше, в том числе и для увеличения области концентрации гидробионтов.

Таким образом, для обеспечения проходных дней конструкция «заездков» должна быть изменена. Изменения должны быть выполнены в крыле, наибольшая концентрация осуществляется на участке соединения крыла и ловушки. У большинства «заездков» в этом месте крыло оснащают щитами (бердо), выполненными из дерева, окно может быть встроено сразу после щитов, с закрытием входа в ловушку сетным полотном (рис. 9).

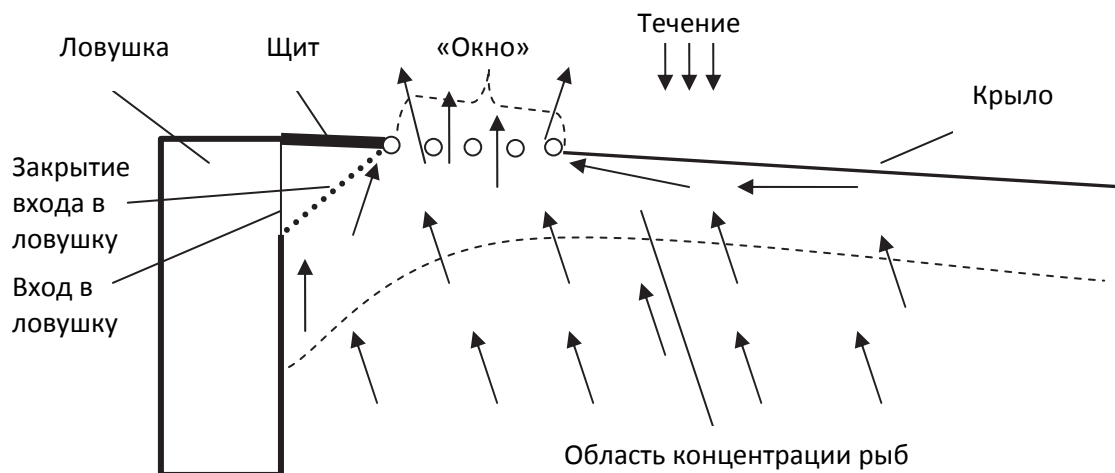


Рис. 9. Схема выхода рыб через «окно» из области облова «заездка» (вид сверху)

### Выводы

Проведенные исследования поведения кеты при движении в р. Амур показали влияние на него гидрологии. Получены оптимальные скорости течения, при которых кета движется в реке, они составляют 0,55–0,75 м/с.

Исследованные схемы распределения эпюр течений позволяют более точно определять оптимальные районы промысла кеты в р. Амур.

Исследованы характеристики ставных неводов и «заездков», показано сильное влияние их параметров на гидрологию, которая значительно влияет на поведение кеты в их области действия и обеспечивает эффективность облова.

Показано, что использование пропускных окон обеспечивает эффективность прохода лососевых на нерест.

### Библиографический список

1. Телятник О.В, Осипов Е.В. Технология промысла лосося и проектирование ставных неводов на Дальнем Востоке. Владивосток: Дальрыбтехника, 2005. 114 с.
2. Осипов Е.В., Телятник О.В., Пилипчук Д.А. Обоснование применения окон в крыльях «заездков» и их конструкция для обеспечения проходных дней // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы Нац. очно-заочной науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 54–59.

E.V. Osipov, D.A. Pilipchuk  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### RESEARCH OF CHUM BEHAVIOR AT MOTION IN THE AMUR RIVER AT ITS FISHERY

*The article describes the study of the behavior of chum salmon during the movement in the Amur River and interaction with fishing instruments. Optimal velocities of currents are determined when the chum moves, which determine the choice of the area for setting up and operating fishing gear.*

Е.В. Осипов  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **МЕТОДИКА ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАБОТЫ КОМИССИИ ПО АНАДРОМНЫМ ВИДАМ РЫБ НА ПРОМЫСЛЕ В РЕКЕ АМУР**

*Изложена методика принятия управленческих решений для работы комиссии по анадромным видам рыб на промысле в р. Амур. Методика основана на естественных процессах движения лососевых и их поведении, учитываются влияние технических параметров орудий рыболовства и раегирование промысловых участков вдоль р. Амур.*

### **Введение**

В 2017 г. промысел на р. Амур летней и осеней кеты вызвал много вопросов со стороны местных жителей; предпринимателей, занимающихся рыбным промыслом; руководства Федерального агентства по рыболовству; экологических организаций; общественной палаты РФ; Государственной Думы РФ и др. Причиной этих вопросов явились слабые уловы выше Николаевского района, слабые подходы на нерестилища и размещенные в интернете различной общественной информации по массовому вылову кеты в устье р. Амур и в ее лимане «заездками». Все это связано с малоэффективными методами регулирования, осуществляемыми комиссией по анадромным видам рыб Хабаровского края. Исследования показали отсутствие какой-либо методики принятия управленческих решений, которая адекватна целям рационального рыболовства, а принятые комиссией методики по анадромным видам рыб Хабаровского края имеют узкую коммерческую направленность. В настоящее время предлагаемые меры по техническому ограничению орудий рыболовства пока исключены из новых правил рыболовства. Поэтому в работе предлагается методика принятия управленческих решений, которая позволит с учетом любой промысловой ситуации с учетом воспроизводства решать соответствующие задачи управления.

### **Материалы и методы**

Регулирование промысла осуществляется в рамках правила рыболовства, это статическая информация, а оперативное управление регулируется комиссиями по анадромным видам рыб, работа которых представляет собой динамическую информацию.

При исследовании в работе использована только та информация, которая размещается в открытом доступе в виде протоколов заседаний комиссии по анадромным видам рыб Хабаровского края [1].

В качестве методики исследования использована теория рыболовных процессов и систем, базирующаяся на достаточно общей теории управления [2], она включает в себя знания о поведении объектов добычи, процессов гидродинамики, особенностей конструкций орудий рыболовства и др.

Для понимания принятия управленческих решений рассмотрим процессы поведения кеты и ход ее в р. Амур:

1. Процесс захода кеты в р. Амур уже хорошо был исследован еще в прошлом веке, и он показывает, что кета заходит в устье р. Амур с севера из Охотского моря. Двигаясь по северному фарватеру, часть кеты идет вдоль западного Сахалина и затем, используя русло, поворачивает в устье р. Амур с юга. Поэтому наибольшие уловы кеты будут в северном лимане и с большей вероятностью на левом берегу р. Амур уже в наше время (в связи с низкими запасами кеты).

2. Основное опреснение лососевых происходит в лиманах и в устьях рек, при этом рыбы уже ориентируются по направлению течения и начинают двигаться против него, что обусловлено биологической программой (направление на нерест). Лососи, встречая преграды, пробуют их преодолеть в основном по прямой. По мере преодоления преград рыбы устают и скатываются по течению. Поэтому, попадая в область действия, например, «заездка» рыбы, могут долго удерживаться в его зоне облова. Такое поведение лососевых сильно отличается от их поведения в областях со слабым опреснением и в море, где лососевые совершают поисковые движения и могут легко выходить из ловушек типа «заездок», как правило, обходя их на большом расстоянии, поэтому конструкции ловушек морских неводов имеют каскадную структуру с многочисленными лабиринтами и несколькими садками. Работа сплавных сетей также учитывает такое поведение, когда сеть выставляют перпендикулярно течению, ставные сети устанавливаются аналогично – перпендикулярно течению.

А теперь рассмотрим принимаемые решения на хронологическом приоритете:

Протокол 6 сентября 2017 г.

№ 20

Вопросы:

1. О принятии решения по вопросу объединения резервов добычи (вылова) осенней кеты, предназначенных для осуществления промышленного и (или) прибрежного, любительского и спортивного рыболовства в бассейне р. Амур и северной части лимана Амура, в пределах Ульчского, Николаевского, Амурского, Нанайского, Комсомольского и Хабаровского муниципальных районов.

2. О рассмотрении обращений юридических лиц об установлении дополнительных объемов добычи (вылова) кеты осеней в р. Амур и Амурском лимане для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства в 2017 г.

Решения:

Сообщается информация:

Резерв кеты осенней для Николаевского района – 391,609 т.

Резерв кеты осенней для Ульчского района – 907,547 т.

Резерв кеты осенней для южной части Амурского лимана – 234,34 т.

Что принимается комиссией:

Во избежание вынужденного простоя рыбодобывающих предприятий района предлагается временно объединить резервы добычи (вылова) кеты осенней в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана в пределах Ульчского, Николаевского, Амурского, Нанайского, Комсомольского и Хабаровского районов.

Установить общий резерв объема добычи (вылова) кеты осенней в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана в размере 1591,84 т.

Выводы:

1. Резерв для Николаевского района значительно ниже Ульчского района.

2. Отсутствие на 6 сентября резервов для северной части Амурского лимана показывает, что в этой части была выбрана вся квота осенней кеты, а дата 6 сентября указывает на то, что орудия рыболовства, применяемые в северной части Амурского лимана, очень эффективно сработали, поскольку промысел осенней кеты идет с конца августа до середины сентября. В этом районе применялись заездки, ставные невода, плавные и ставные сети.

3. Таким образом, принятые управленческие решения способствуют предприятиям в северной части Амурского лимана освоить квоты других районов р. Амур, поскольку кета сначала заходит в северную часть Амурского лимана, а затем идет дальше вверх по реке.

Протокол 8 сентября 2017 г.

№ 21

Информация:

Согласно протоколу заседания Бюро Отраслевого Совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству от 07.09.2017 № 48, доведенному письмом Амурского ТУ Росрыболовства от 08.09.2017 №02-2217129, рекомендованный резерв добычи (вылова) кеты в бассейне р. Амур и Амурском лимане на 2017 г. увеличен на 10500 т (с 21576 до 32076 т).

Решение:

Установить резерв добычи (вылова) кеты осенней для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана в размере 10511,84 т. Определить дополнительные периоды пропуска производителей (проходные периоды) кеты осенней 2017 г. в бассейне р. Амур. Указанные периоды вводятся в отношении кеты осенней, при использовании всех орудий добычи (вылова) тихоокеанских лососей (за исключением использования ставных неводов и ставных неводов типа «заездок»).

Выводы:

1. Таким образом, принятые управленческие решения способствуют предприятиям в северной части Амурского лимана освоить квоты других районов р. Амур.

2. В решении по исключению ставных неводов и ставных неводов типа «заездок» из обеспечения ими проходных дней явно видны предпочтения членов комиссии, но здесь также существует и определенный маневр – а именно: ратовать за сохранение запасов осенней кеты и в случае отсутствия уловов в районах выше по р. Амур обезопасить себя тем, что осуществлялись проходные дни. Здесь нужно отметить, эффективность работы заездков и ставных неводов резко падает вверх по течению реки в связи с высокими скоростями, поэтому за Николаевским районом промысел осуществлялся только плавными сетями.

Протокол 15 сентября 2017 г.

№ 23

Информация:

Резерв добычи (вылова) кеты осенней в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана составляет:

- Ульчский район – 700 т.

- Комсомольский, Амурский, Нанайский, Хабаровский районы – 85 т.

- Николаевский район – 1831,84 т.

Решение:

Установить общий резерв добычи (вылова) кеты осенней при осуществлении промышленного и (или) прибрежного, организации любительского и спортивного рыболовства в бассейне р. Амур и северной части Амурского лимана на 2017 г. в объеме 2616,84 т.

Предприятиям южного лимана в квотах отказано.

Выводы:

1. Таким образом, принятые управленческие решения опять способствуют предприятиям в северной части Амурского лимана освоить квоты других районов р. Амур.

2. Здесь еще вызывает интерес значительная разница в цифрах по резервам: 2616,84 т на 15 сентября и резерв, выделенный 8 сентября, 10511,84 тонн, таким образом, с 8 сентября на 15 сентября было выловлено уже 7895 т.

Следовательно, вылов в сутки в среднем составлял около 1127 т.

Поэтому для решения задач управления работа комиссии с учетом достаточно понятных процессов промысла должна быть обеспечена методически, вследствие чего предлагается:

1. Информация по ежедневному вылову в каждом районе должна находиться в открытом доступе для всех граждан России и давать четкую картину развития промысла на всем протяжении бассейна р. Амур, необходим широкий общественный контроль.

Что даст подобное решение:

- исключит использование фактологической информации в узковедомственных и других целях;

- фактологическая информация может быть обработана различными исследователями, получены новые знания о процессах промысла и их влияния на биосферу, что позволит разрешить проблемы «современной науки», испытывающей кризис в прогнозах, и исключит ее монопольное положение.

2. Работа системы распределения в оперативном режиме должна вестись по схеме «предиктор–корректор». «Предикция» – это оглашение принимаемого решения и его последствия. «Коррекция» – учет текущих факторов среды и вектора ошибки управления, корректировка ранее принимаемого решения, что также должно оглашаться. Все принимаемые решения, корректировки, ошибки и их описание должны находиться в открытом доступе для всех граждан России. Члены комиссии должны нести персональную ответственность за принимаемые решения (необходимо внести изменения в законодательство). Поэтому ранее принятая схема голосования должна быть заменена на выработку единого принимаемого решения на основе глубокого обсуждения. Это исключит рутинное прохождение заседаний комиссий и безответственное отношение большинства к мнению меньшинства, что повлечет повышение общей управленческой грамотности и снизит ошибки управления.

3. Цель работы комиссии должна быть направлена на адекватное наделение долей пользователей водных биоресурсов. Поэтому принимаемые решения должны обеспечивать выполнение цели на всем периоде путины. Решение этой задачи можно представить в виде следующей схемы (рис. 1).

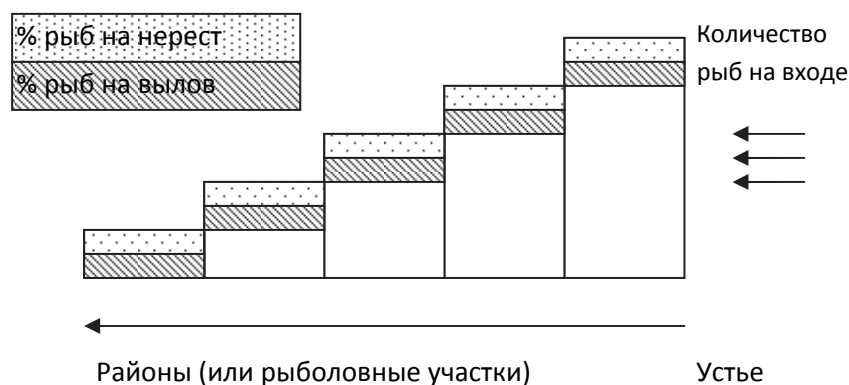


Рис. 1. Качественная схема процентного соотношения правильного распределения водного биоресурса

Здесь прогнозируемый приход лососевых определяется на входе в рассчитываемую систему. Работу такой системы можно представить следующим образом.

Объект управления  $V_n$  – участок (район), который имеет параметры количества рыб, которое должно пройти на нерест ( $V_{нерест}$ ) выше по течению до следующего участка (района), и процент от этого количества, которое можно изъять  $V_{вылов}$  (здесь можно ввести внутри полученной суммы процент изъятия на промышленный лов, лов любителями и лов КМНС):

$$V_n = V_{нерест} + V_{вылов} \quad (1)$$

где  $V_{вылов} = V_{выл.пром.} + V_{выл.люб.} + V_{выл.КМНС}$ .

Тогда расчет распределения адекватного наделение долей пользователей водных биоресурсов можно представить в виде формулы для расчета общего прогнозируемого подхода гидробионтов:

$$V_0 = \sum V_n . \quad (2)$$

Расчет по формуле (2) осуществляется соответственно с самого верхнего участка (района) по течению реки.

4. Система принятия решений при распределении резервов по районам во время путины также должна учитывать распределение долей согласно п. 3, без объединения резервов.

5. При регулировании интенсивности промысла во время путины распределение вылова должно учитывать динамику уловов по каждому району и эти данные в общем балансе вылова в целом. Необходимо наличие информации по количеству и типу орудий рыболовства, которые работали на каждом участке, и вылов по каждому из них в течение суток, динамика показана на рис. 2. Это значит, если в районе выше по течению улов в процентном соотношении меньше, чем в районе ниже по течению, то в районе ниже по течению должны быть проходные дни. Это позволит выполняться условию, изложенному в п. 3. Для обеспечения проходных дней все существующие орудия рыболовства могут изыматься, а для стационарных орудий рыболовства, таких как ставной невод, понимается крыло в районе ловушки и закрывается вход в нее, для «заездков» необходимо использовать проходные окна, как показано в работе [3].

Рассмотрим подробно данную систему. На практике ход лососевых сопровождается определенными волнами (рис. 2), которые отражают интенсивность хода, который можно фиксировать по результатам уловов на участках р. Амур по ее длине.

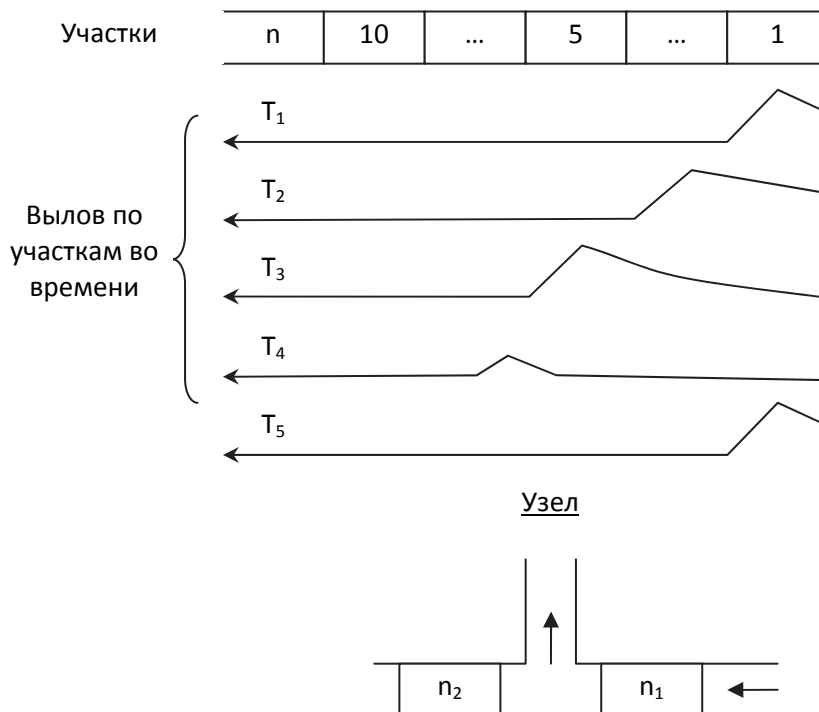


Рис. 2. Схема процессов лова

На рис. 2 показан узел, отражающий процесс ухода лососевых в нерестовые реки. Он легко может фиксироваться уловами на соответствующих участках ( $n_1$ -  $n_2$ ), показан

на временной шкале  $T_4$ , где рыба после участка б уходит на нерест (рис. 2, узел). Здесь объем рыбы, ушедшей на нерест, можно определить по формуле

$$V_{\text{нер.1}} = \frac{V_{n_1}}{k_1^m} - \frac{V_{n_2}}{k_2^m}, \quad (3)$$

где  $V_{n_1}, V_{n_2}$  – объемы вылова;  $k_1^m, k_2^m$  – коэффициенты уловистости орудий рыболовства.

### **Выводы**

Исследования принятия управленческих решений комиссией по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб показали, что члены комиссии (те, кто готовит решения комиссии) очень хорошо знают и понимают процессы хода кеты в р. Амур, однако принятые ей решения направлены на обеспечение экономической эффективности предприятий, находящихся в Николаевском районе.

Предложенная методика позволяет решать задачи управления промысла в р. Амур открыто, с учетом потребностей человека. Даст возможность учета хода лососевых в научных и экологических целях, что позволит адекватно определять промысловую нагрузку (технические характеристики орудий рыболовства) и их влияние на популяции лососевых в р. Амур. Здесь надо учесть, что показанная схема хода лососевых (рис. 2) и наличие промысловых участков с учетом предложенной методики позволяет мониторить ход лососевых без дополнительных затрат, рассчитывать количество лососевых, идущих на нерест. Поэтому если промысел осуществлять только в Николаевском районе, то полученная промысловая статистика исключит учет прохода на нерест лососевых, а следовательно, уберет обратную связь для принятия адекватных управленческих решений при регулировании промысла лососевых в целом на р. Амур.

### **Библиографический список**

1. Решения комиссий по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб [Электронный ресурс]. 2017. URL: <http://www.atu-fishcom.ru/protocols-for-anadromous/in-khabarovsk-territory/> (дата обращения: 10.01.2018).
2. Величко М.В., Ефимов В.А., Зазнобин В.М. Экономика инновационного развития. СПб.: СПбГАУ, 2015. 358 с.
3. Осипов Е.В., Телятник О.В., Пилипчук Д.А. Обоснование применения окон в крыльях «заездков» и их конструкция для обеспечения проходных дней // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы Нац. очно-заочной науч.-практ. конф. Владивосток, Дальрыбвтуз, 2018. С. 54–59.

E.V. Osipov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **METHODOLOGY FOR ADOPTION OF MANAGEMENT DECISIONS FOR THE WORK OF THE COMMISSION FOR ANADROME FISH SPECIES IN FISHERIES IN AMUR**

*The article describes the method of making managerial decisions for the work of the commission on anadromous species of fish in the fishery in the river Amur. The method is based on the natural processes of salmon movement and their behavior, the influence of technical parameters of fishing gear and the development of fishing areas along the Amur River are taken into account.*



В.В. Плотников<sup>1,2</sup>, В.А. Дубина<sup>1,2</sup>, И.А. Круглик<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,  
<sup>2</sup>ФГБУН «ТОИ ДВО РАН», Владивосток, Россия

## ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ЗАЛИВА ПЕТРА ВЕЛИКОГО В ЭКСТРЕМАЛЬНО СУРОВЫЕ ЗИМЫ XXI ВЕКА ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

*На основе измерений спектрорадиометров MODIS со спутников Terra и Aqua и данных спутников серии Landsat проведён сравнительный анализ ледовых условий зал. Петра Великого в экстремальные в ледовом отношении годы XXI в.*

Основным источником информации о ледяном покрове зал. Петра Великого во второй половине XX в. вплоть до начала 90-х гг. были ежедекадные авиаразведки. С запуском спутников Terra в 1999 г. и Aqua в 2002 г. появилась возможность получать ледовые характеристики дважды в сутки с пространственным разрешением 250 м.

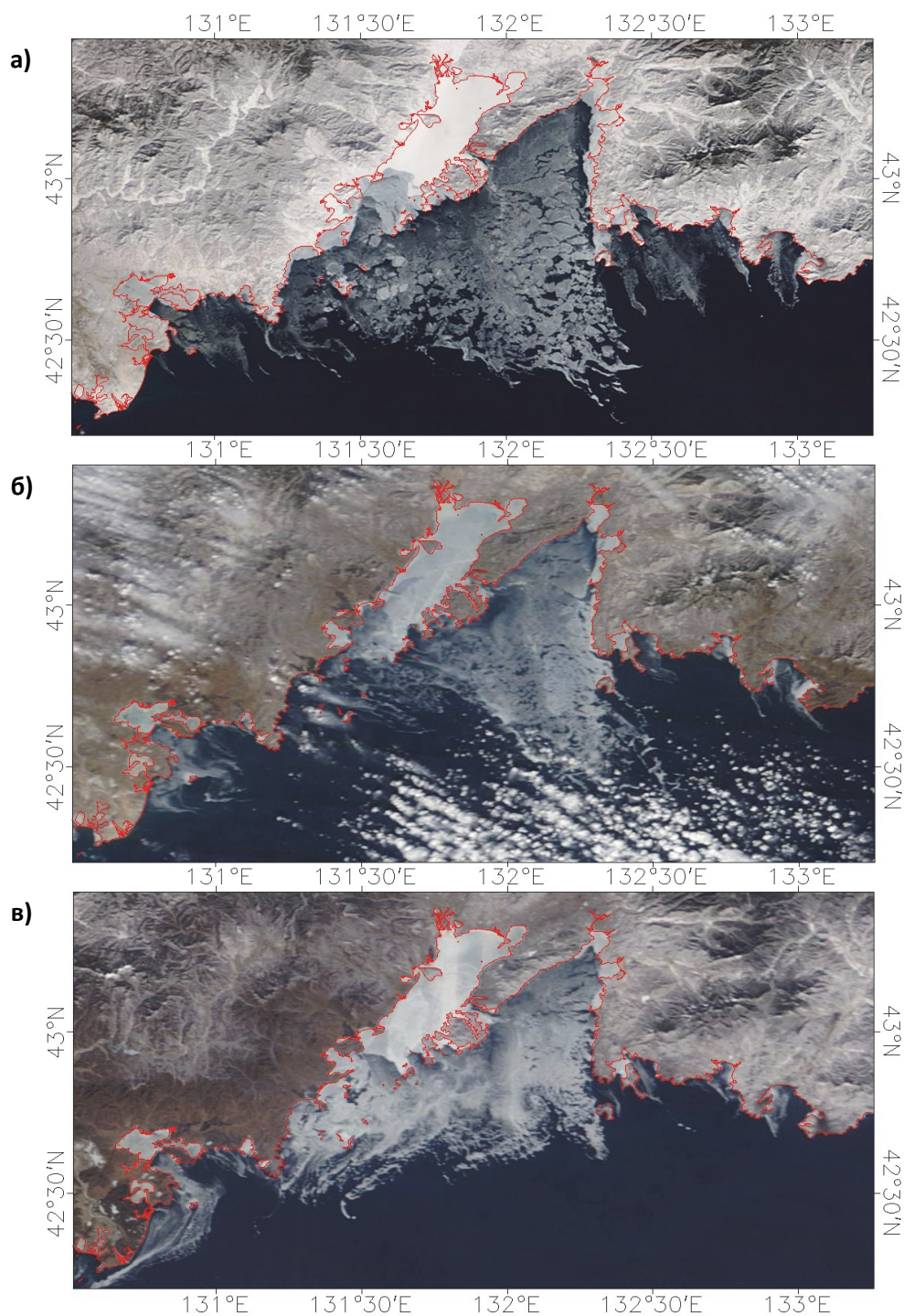
Средняя продолжительность ледового периода в зал. Петра Великого в XX в. составляла 130 сут (Владивосток (маяк Токаревский) – 128, Посыет – 131, Находка – 120 сут). В зависимости от суровости зимы она увеличивалась или уменьшалась на месяц [1]. Максимальная ледовитость в разные годы регистрировалась в период с первой декады января по первую декаду марта (с максимумом повторяемости в первой декаде февраля) и по данным источника [1] составляла 98 %. Однако при анализе архивных изображений, полученных со спутника Landsat, было обнаружено, что граница максимального распространения льда в северо-западной части Японского моря расположена существенно южнее, чем это показано в [1]. На изображениях, принятых со спутника Landsat-5 27 января, 5 и 6 февраля 1986 г., лед наблюдается на 125 км к югу от границы залива, на западе опускается южнее мыса Мусудан до широты 40,5°, а севернее мыса Поворотного дрейфует возле побережья в полосе шириной 40–50 км [2].

По характеру ледовых условий выделяют пять типов суровости зим: экстремально малоледовитый, малоледовитый, умеренный, ледовитый и экстремально ледовитый. В XX в. за 65 лет (1945–2000 гг.) отмечено только 8 экстремально ледовитых зим (1946–1947, 1966–1967, 1967–1968, 1976–1977, 1979–1980, 1985–1986, 1987–1988, 1995–1996). За 17 лет XXI в. таких сезонов наблюдалось три (2000–2001, 2011–2012 и 2017–2018 гг.). На рисунке показаны изображения зал. Петра Великого, полученные спектрорадиометром MODIS со спутника Terra в стадии максимального развития ледяного покрова 15 февраля 2001 г. (а), 9 февраля 2012 г. (б) и 8 февраля 2018 г. (в). Максимальная ледовитость в эти зимы составляла соответственно 90, 75 и 80 %, а продолжительность ледового периода 150, 150 и 146 сут. За последние 18 лет средняя продолжительность ледового периода составила 139 сут. Максимальная продолжительность наблюдалась зимой 2009–2010 гг. (162 сут), а минимальная – в 2013–2014 и 2014–2015 гг. (125 сут).

Работа частично поддержана грантом ДВО РАН 15-I-1-038 «Дальний Восток».

### Библиографический список

1. Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. VIII. Японское море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / под ред. А.С. Васильева, Ф.С. Терзиева, А.Н. Косарева. СПб.: Гидрометеоиздат, 2003. 398 с.
2. Плотников В.В., Дубина В.А. Субмезомасштабная изменчивость абиотических факторов экосистем залива Петра Великого по данным спутниковых наблюдений. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 120 с.



Максимальное развитие ледяного покрова зал. Петра Великого на изображениях, полученных спектрометрией MODIS со спутника Terra 15 февраля 2001 г. (а), 9 февраля 2012 г. (б) и 8 февраля 2018 г. (в)

V.V. Plotnikov<sup>1,2</sup>, V.A. Dubina<sup>1,2</sup>, I.A. Kruglik<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>POI FEB RAS, Vladivostok, Russia

### **PETER THE GREAT BAY ICE COVER FEATURES ON EXTREME COLD WINTER IN THE XXI CENTURY BASED ON SATELLITE DATA**

*Comparison study of the Peter the Great Bay ice conditions on the extreme cold winter in the XXI century is carried out based on the spectro-radiometer MODIS measurements from Terra and Aqua satellites and Landsat data.*

В.А. Раков<sup>1</sup>, О.А. Еловская<sup>2</sup>, А.А. Косьяненко<sup>2</sup>, Ю.В. Федорец<sup>2</sup>, Е.С. Уколова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,

<sup>2</sup>ФГБУН «ТОИ ДВО РАН»,

<sup>3</sup>ФГАОУ «ДВФУ», Владивосток, Россия

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА МОРСКОЙ БИОТЫ БУХТЫ КОЗЬМИНА

*Рассматриваются видовой состав и количественные характеристики морской биоты (фито-, зоо-, ихтиопланктон и макробентос) бухты Козьмина в мае 2016 г.*

За последние 10–15 лет в небольшом зал. Находка были построены и функционируют портовые сооружения практически во всех бухтах, включая бухту Козьмина в восточной части залива. Здесь находится нефтепорт «Козьмино», имеющий морской терминал, сооруженный в приглубой юго-восточной части бухты. При его строительстве были проведены дноуглубительные работы, предназначенные для подходов танкеров.

Контроль над состоянием водной среды необходим для оценки воздействия портовых сооружений на окружающую природную среду, включая морскую биоту, и разработки мероприятий по минимизации таких воздействий.

Целью настоящей работы является определение основных показателей общей численности и биомассы сообществ фитопланктона, зоопланктона, ихтиопланктона и макробентоса, а также характеристика численности и биомассы видов-доминантов.

### Материал и методы

#### *Отбор проб фитопланктона*

Пробы морской воды для анализа фитопланктона отбирали при помощи батометра типа Нискина объемом 5 л. Пробу переливали в пластиковую бутылку ёмкостью 1,0 л и фиксировали раствором Утермеля из расчёта 2 мл на 1000 мл пробы. Отбор проб фитопланктона производили с двух горизонтов: поверхностного и придонного. Всего было собрано и обработано 20 проб на 10 станциях (рисунок). Численность клеток фитопланктона в лаборатории подсчитывали в счетных камерах объемом 0,05 и 1 мл [8]. Биомассу водорослей оценивали объемным методом, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток для каждого вида [3, 8]. Под плотностью понимали численность клеток микроводорослей в 1 л воды. Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20 % от общей плотности остальных видов в сообществе [4]. К субдоминирующим относили виды, плотность которых составляла не менее 10 % от общей плотности остальных видов в сообществе.

*Пробы зоопланктона* отбирали на 10 станциях вертикальным ловом с помощью большой планктонной сети Джели (БСД-37), с размером ячеи 0,17 мм, диаметром верхнего входного кольца 37 см и длиной фильтрующего конуса 150 см. Количественный подсчет особей проводился в соответствии со стандартными гидробиологическими методиками [2]. Подсчет производился с помощью стереомикроскопа Stemi 2000-C, оснащенного камерой AxioCamIc. Организмы, встреченные в небольшом количестве, подсчитывались во всей пробе. Биомассу находили при помощи таблиц стандартных весов и номограмм Численко [6, 9].

*Отбор проб ихтиопланктона* проводили икорной сетью ИКС-80 (диаметр входного отверстия 80 см, ячея 0,35–0,55 мм, длина фильтрующего конуса 3 м) на 10 станциях, всего было собрано 20 проб: вертикальным ловом (10 проб) и горизонтальным ловом (10 проб). Фиксировали ихтиопланктон 4 % раствором нейтрализованного формалина. Дальнейшая обработка была проведена в камеральных условиях при помощи бинокля МБС–10 под 8–16-кратным увеличением.

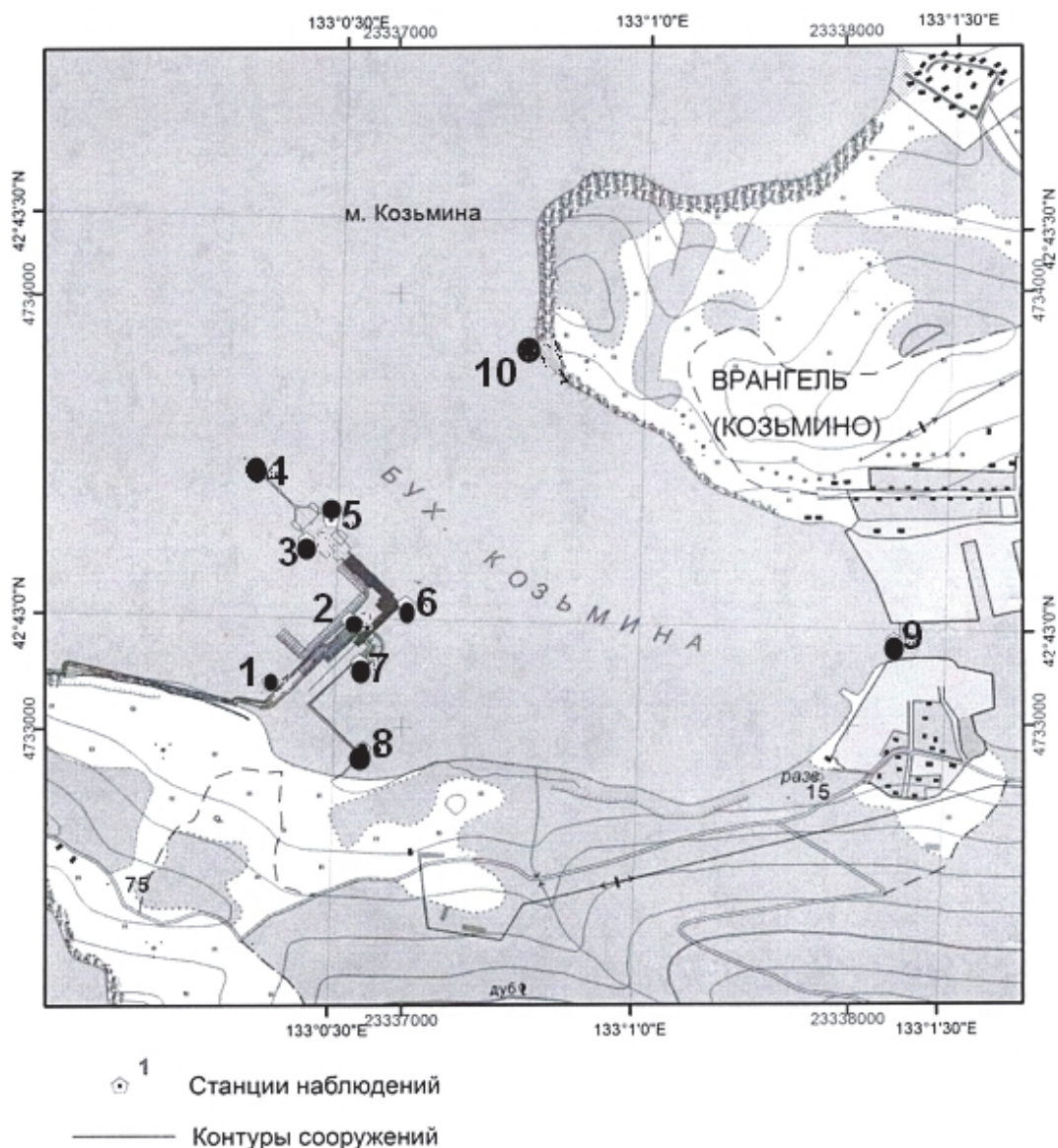


Схема расположения станций наблюдения и отбора проб фитопланктона, зоопланктона, ихтиопланктона и макробентоса в бухте Козьмина 18–20 мая 2016 г.

*Пробы макробентоса* были собраны на 8 гидробиологических станциях, расположенных в юго-западной части бухты Козьмина в непосредственной близости от морского терминала и у входа в оз. Второе (ст. 9), а также у северного входного мыса бухты (ст. 10) (см. рис. 1). Глубина в местах отбора проб бентоса была в пределах от 7 до 23 м, чаще – 15–21 м. Наиболее мелководные станции (8 и 9), с глубиной 7 м, располагались у входа в оз. Второе и у основания терминала. Наиболее глубоководные станции (4 и 5) находились в центральной части бухты, у оконечности терминала, где глубины достигали 21 и 23 м. Отбор проб бентоса проводился с судна ковшовым дночерпателем Ван-Вина с площадью захвата 0,02 м<sup>2</sup>. Поднятые пробы бентоса промывали с помощью сита с ячейей 0,5 мм и фиксировались раствором 4 % формалина. Плотность и биомасса бентоса рассчитывалась на один квадратный метр.

### Результаты и обсуждение

Видовой состав фитопланктона в бухте Козьмина 18–20 мая 2016 г. формировали два отдела микроводорослей: динофитовые (Dinophyta) и диатомовые (Bacillariophyta). Обнаружено 24 вида и внутривидовых таксона микроводорослей. По числу видов ведущее положение занимал отдел диатомовых (18 видов, 75 %). В небольшом количестве был

отмечен отдел динофитовых микроводорослей (6 видов, 25 %). Результаты проведенного анализа, свидетельствующие о преобладании широко распространенных видов-космополитов, совпадают с данными биогеографического анализа, полученными ранее для ряда районов северо-западной части Японского моря и зал. Находка [4, 5, 1, 7]. Диатомовые водоросли являлись доминирующей группой фитопланктона. Их плотность составляла 75–80 % от общей плотности фитопланктона, биомасса достигала 97–99 % от суммарной биомассы микроводорослей. Отмечен вид-доминант: *Chaetoceros denbilis* (от 18500 кл./л до 38500 кл./л). Этот вид также доминировал по биомассе. В небольшом количестве встречен неритический эвригалинный вид, *Cylindrotheca closterium* – космополит, встречается в загрязняемых и эвтрофных заливах, особенно многочислен весной и осенью. Вид встречался на всех станциях бухты Козьмина и достигал плотности 4500 кл./л. Плотность других видов диатомовых водорослей колебалась в пределах от 500 до 5000 кл./л. Микроводоросли концентрировались в промежуточном слое. Средняя численность составляла на разных станциях 419500–954500 кл./л, а биомасса – в среднем 6882,4–14992,64 мг/м<sup>3</sup>. Максимальные средние значения были зарегистрированы на станции 10, а минимальные – на станции 7.

Сообщество зоопланктона находилось на весенней стадии развития с доминированием голопланктонных форм. По количеству видов преобладали копеподы (9 видов) – 52,9 %. Остальные таксоны представлены 1–2 формами (в случае неидентифицированных личинок) и видами. Меропланктон был представлен личинками бентосных животных – полихет и моллюсков. Облигатные хищники были представлены в основном морскими стрелками (*Chaetognatha*). Основу плотности зоопланктона составляли фильтраторы – эврифаги и фитофаги. В пробах преобладали мелкоразмерные формы, составляющие ядро сообщества благодаря плотным скоплениям. Мелкая фракция сформирована широко распространенными видами дальневосточных морей: *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus s.l.* и личиночным планктоном. По экологической характеристике доминировали виды умеренно холодноводного и холодноводного комплекса, доля которых составляла по 41,6 %, а тепловодных форм было всего 16,6 %.

Общее количество форм зоопланктона составляло 17 из 7 групп. По численности и биомассе преобладали копеподы. Из них основу составили три широко распространенных вида, доминирующих на всех станциях: *Pseudocalanus minutus s.l.* (от 150 до 559 экз./м<sup>3</sup>), *Oithona similis* (от 200 до 700 экз./м<sup>3</sup>) и *Acartia longiremis* – холодноводный неритический вид, численность его варьировала от 80 до 250 экз./м<sup>3</sup>. Также высокими показателями обилия отличился вид *Oncaea borealis* (от 45 до 130 экз./м<sup>3</sup>). Вместе с взрослыми стадиями в пробах находились науплиальные стадии копепод в количестве 23–126 экз./м<sup>3</sup>. Общая биомасса зоопланктона колебалась на разных станциях в пределах от 72,94 до 165,184 мг/м<sup>3</sup>, а численность варьировала от 612 экз./м<sup>3</sup> до 1925 экз./м<sup>3</sup>. Щетинкочелюстные (*Chaetognatha*) на исследованной акватории в мае 2016 г. были представлены холодноводным видом *Saggitaa elegans s.l.*, отмеченным на всех станциях с плотностью от 1 экз./м<sup>3</sup> до 2 экз./м<sup>3</sup>. Аномальных животных не выявлено. Численность меропланктона оказалась низкой на всех станциях: *Bivalvia* составляли от 1 до 10 экз./м<sup>3</sup>, *Gastropoda* – от 1 до 10 экз./м<sup>3</sup>, *Polychaeta* – от 1 до 2 экз./м<sup>3</sup>. Наибольшая численность меропланктона зарегистрирована на станциях 6 и 10, где достигала 15–16 экз./м<sup>3</sup>.

Ихтиопланктон был представлен 9 видами рыб из 5 семейств (1 вид икры – *Limanda aspera* и 8 видов личинок – *Clupea pallasii*, *Hypomesus japonica*, *Mallotus villosus*, *Osmerus mordax dentex*, *Eleginus gracilis*, *Enophrys diceræus*, *Myoxocephalus stelleri* и *Porocottus allisi*). Ихтиопланктонное сообщество состоит из типичных обитателей северо-западной части Японского моря, не было встречено редких и исчезающих видов рыб. По предпочитаемому диапазону глубин обитания большинство относились к неритопелагической группировке (44,4 %). Были представлены три зоогеографические группы рыб: арктическо-бореальные, широкобореальные тихоокеанские и бореальные. Основу таксономического состава формировали арктическо-бореальные (50 %). Доминировали личинки *Hypomesus japonica* (от 0,001 экз./м<sup>3</sup> до 0,003 экз./м<sup>3</sup>), отмеченные на станциях 2, 3, 4 и 7. Личинки были оформившимися, их длина варьировала от 9,0 до 26,6 мм.

На 10 дночерпательных станциях обнаружено 38 представителей бентоса из 11 крупных таксономических групп (типов, классов). Из них 33 идентифицированы до вида, 2 – до рода, а остальные (3) – до более крупных таксонов. Однако живыми были только 15 видов, тогда как остальные представлены в форме скелетных фаунистических остатков – раковин, домиков. Особенно много таких остатков было вблизи гидротехнических сооружений терминала, что объясняется дноуглублениями в местах отбора проб бентоса, где обычно много пустых или мертвых раковин. Среди живых особей макробентоса доминируют седентарные многощетинковые черви (не менее 5 видов) и представители инфауны – двустворчатые моллюски (не менее 3–4 видов). Остальные таксономические группы представлены обычно одним видом, включая нектобентических десятиногих раков и рыб. Весь видовой список бентосных животных свидетельствует о наличии животных, приуроченных в основном к мягким илистым грунтам, находящимся на относительно большой глубине. Исключением является станция 9, расположенная у входа в оз. Второе (глубина 7 м), на которой собраны довольно крупные двустворчатые моллюски *Modiolus kurilensis*, формирующие друзы на каменистых грунтах. Среди дночерпательного бентоса преобладают бореальные виды, а субтропическо-бореальные представлены только пустыми раковинами двустворчатых моллюсков, скорее всего, случайно попавшими на большие глубины с прибрежных мелководий или из состава обрастаний гидротехнических сооружений. Так, например, на станции 2 (глубина 16 м) найдена крупная пустая раковина *Mytilus trossulus*, которая живет в литорали или на глубине не более 3 м. Очевидно, что ее раковины попали на дно со свай морского терминала. На этой же станции найдена свежая створка *Crassostrea gigas*, которая также живет на небольшой глубине и обычно входит в состав обрастаний гидротехнических сооружений. Преобладающие в бухте Козмина трофические группировки – фильтраторы (двустворчатые моллюски), седиментаторы (седентарные полихеты), детритофаги (эрантные полихеты), фитофаги (*Strongylocentrotus intermedius*), хищники и трупоеды (*Patiria pectinifera*, *Tritonalia japonica*, *Crangon septemspinosa*). Однако для выделения донных сообществ полученных сведений пока недостаточно. В составе фитобентоса встречено не менее 6 видов, представленных в основном не целыми слоевищами, а фрагментами 2 видов морских трав (*Zostera marina*, *Phyllospadix iwatensis*), и по 1–2 вида зеленых, красных и бурых водорослей. Очевидно, что эти представители занесены на дно с прибрежных мелководий и из обрастаний гидротехнических сооружений. Они составляют основу кормовой базы морского ежа *S. intermedius* и, возможно, других малочисленных видов из числа ракообразных и брюхоногих моллюсков (*Homalopoma sangarense*, *Collisella heroldi*). Общая плотность массовых видов макробентоса на станциях колебалась в больших пределах от 100 и менее экз./м<sup>2</sup> (станции 2, 3) до более 1000 экз./м<sup>2</sup> в основном за счет многощетинковых червей. В среднем, плотность животных на большинстве станций находилась в пределах от 200 до 500 экз./м<sup>2</sup> независимо от глубины. Исключение составляла станция 9, расположенная у входа в оз. Второе, где кроме полихет, относительно высокую плотность и максимальную биомассу дали двустворчатые моллюски *M. kurilensis*.

### Заключение

Состав и количественные характеристики фитопланктона в районе исследований являются типичными для фитопланктона прибрежных вод в мае. Зоопланктон бухты Козмина на момент исследования был представлен 17 обычными для данного района формами, преобладали копеподы как по численности (92,3 % от общей средней), так и по биомассе (71,2 % от общей средней). Общая биомасса зоопланктона колебалась на разных станциях в пределах от 72,94 до 165,184 мг/м<sup>3</sup>, а численность варьировала от 612 экз./м<sup>3</sup> до 1925 экз./м<sup>3</sup>. Биомасса и численность зоопланктона доминировали на станции 6, а минимум пришелся на станцию 3. Наши исследования показали, что меропланктон бухты Козмина имел небольшую плотность, что свидетельствует о невысоком репродуктивном потенциале популяций донных беспозвоночных этой акватории. Ихтиопланктонное сообщество состоит из типичных обитателей северо-западной части Японского моря, не

было встречено редких и исчезающих видов рыб. Видовой состав бентоса оказался относительно бедным, представленным обычными, широко распространенными видами.

### Библиографический список

1. Долганова Н.Т. Состав, сезонная и межгодовая динамика планктона северозападной части Японского моря // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 810–889.
2. Инструкция по сбору и обработке морского сетного планктона. Владивосток: ТИНРО. 29 с.
3. Коновалова Г.В. Сезонная характеристика фитопланктона в Амурском заливе Японского моря // Океанология. 1972. Т. 12, № 1. С. 123–128.
4. Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю. Структура фитопланктона мелководий северозападной части Японского моря // Биол. моря. 1988. № 5. С. 10–20.
5. Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А. Атлас фитопланктона Японского моря. Л.: Наука, 1989. 160 с.
6. Микулич Л.В., Родионов Н.А. Весовая характеристика некоторых зоопланктеров Японского моря // Тр. ТОИ ДВНЦ АН СССР. 1975. Т. 9. С. 75–83.
7. Орлова Т.Ю., Селина М.С., Стоник И.В. Видовой состав микроводорослей планктона охотоморского побережья острова Сахалин // Биол. моря. 2004. Т. 30, № 2. С. 96–104.
8. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. М.: МГУ, 1979. 165 с.
9. Численко Л.Л. Номограммы для определения веса водных организмов по размерам и форме тела (Морской мезобентос и планктон). Л.: Наука, 1968. 106 с.

V.A. Rakov<sup>1</sup>, O.A. Elovskaya<sup>2</sup>, A.A. Kosjanenko<sup>2</sup>, Yu.V. Fedorets<sup>2</sup>, E.S. Ukolova<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dalrybvtuz,

<sup>2</sup>V.I.Ill'ichev Pacific Oceanological Institute,

<sup>3</sup>FEFU, Vladivostok, Russia

### THE RESULTS OF MARINE BIOTA ECOLOGICAL MONITORING IN KOZMINA BAY

*The species composition and quantitative characteristics of marine biota (phyto-, zooplankton, ichthyoplankton and macrobenthos) of Kozmina Bay in May 2016 are considered.*

УДК 541.46:639.2

В.А. Раков

ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,

ФГБУН «ТОИ ДВО РАН», Владивосток, Россия

### СОЦИАЛЬНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО

*Проведен анализ современного состояния рыбного хозяйства в зал. Петра Великого и причин его изменений. Дана характеристика актуальных проблем по рациональному использованию и воспроизводству биоресурсов, решение которых возможно при выполнении масштабных научных работ.*

В зал. Петра Великого сосредоточено максимальное биологическое разнообразие морских биоресурсов Российской Федерации, а также имеются наиболее благоприятные условия для развития рыбного хозяйства, включая марикультуру, портового строительства и судоходства, рекреации и санаторно-курортного лечения и др. Поэтому в течение послед-

них десятилетий антропогенная нагрузка на морскую экосистему зал. Петра Великого многократно возросла, что связано также с развитием масштабов браконьерства, загрязнения воды и донных отложений, биоинвазиями и другими явлениями.

Целью настоящей работы является общий анализ современных социально-экологических проблем рыбного хозяйства, выяснение тенденций его развития и перспектив на ближайшее время.

До начала XX в. «... весь местный промысел находился исключительно в руках китайцев, в год приезжали сюда на промысловый период со своей родины и занимались ловлей... в большинстве случаев – самовольно» (Гейнеман, 1911). В 1908–1910 гг. в бухте Гайдамак построен первый консервный завод графа Г.Г. Кейзерлинга, который начал опыты по консервированию устриц и других моллюсков (Алексин, 1923). Позднее возникли заводы Люри (мыс Поворотный), Кацмана и Сагена (мыс Басаргина), Ньюхарда (о. Попова), Дмитриенко (бухта Троицы), Федечкина (бухта Находка), Шаховского (бухта Тафуин) и др. Кроме устриц, выпускали консервы из спизулы и мегангулюса (перонидии), камчатского краба и др., а также вялили и сушили мясо гребешка, трепанга, краба и рыб, засаливали медуз, обрабатывали шкуры рыб (акул, скатов) и морских млекопитающих.

Своего исторического «расцвета» рыбное хозяйство в зал. Петра Великого достигло в первой половине 1930-х гг., когда десятки мелких артелей, товариществ и кооперативов были объединены в крупные государственные рыбопромышленные предприятия (Дальгосрыбтрест, Дальйод и др.) и рыболовецкие колхозы (Примкрайрыбакколхозсоюз). Так, только у берегов Приморья в 1933 г. ловом и обработкой морских биоресурсов занималось 44 предприятия Дальгосрыбтреста, на которых работало 12189 человек и выпущено продукции на сумму 25,14 млн руб. Кроме того, добычей и переработкой морских беспозвоночных и водорослей активно занимались предприятия ТЭМПа (Товарищество по Эксплуатации Морских Продуктов), «Дальйода», УЛОНа (Управления Лагерея Особого Назначения) и др. Самые крупные предприятия, на которых работали сотни людей, располагались на островах (Римский-Корсаков, Попов, Рейнеке, Путятин), полуостровах и мысах (Посьет, Клерк, Песчаный, Басаргин, Тафуин и др.), в больших бухтах (Зарубино, Славянка, Сидими, Кангауз, Находка, Врангель и др.).

В те годы в зал. Петра Великого годовые объемы вылова ряда ценных беспозвоночных достигали: трепанга – 1,5 тыс. т, гребешка – 1,3 тыс. т, мидии Грея – 1,1 тыс. т, спизулы – 342 т, устриц – 33,5 т, несколько тысяч тонн камчатского краба и других беспозвоночных. В начале 1930-х гг. начата добыча анфельдии с целью получения агар-агара, а также добыча и переработка бурых водорослей – для йода. Из рыб основным объектом промысла в зал. Петра Великого были иваси, которых ежегодно добывали десятки тысяч тонн почти все береговые предприятия.

Однако в 1937 г. из Приморья было депортировано все корейское население, составлявшее основную (до 80–90% и более) рабочую силу на береговых рыбодобывающих и перерабатывающих предприятиях. Попытки переселения рыбаков из западных районов страны не смогли восстановить эти предприятия. Так, из 44 предприятий Дальгосрыбтреста к 1940 г. осталось только 20, на которых численность работников уменьшилась в два раза, а объемы вылова сократились в несколько раз и не превышали 62,4 тыс. т. Все последующие годы объемы вылова морских биологических ресурсов в зал. Петра Великого только уменьшались, а также изменялся видовой состав. Вместо ценных видов промысловых беспозвоночных основными объектами промысла стали менее ценные виды рыб (сельдь, минтай, камбалы, навага, красноперка, корюшки и др.). В послевоенный период береговые рыбодобывающие предприятия продолжали закрываться и к началу 1970-х гг. в зал. Петра Великого оставались еще 6 рыболовецких колхозов, 7 рыбокомбинатов и несколько рыбобаз ВО «Приморрыбпром». Однако в середине 1990-х гг. практически все они были ликвидированы и вместо них появились ООО, ОАО и ЧП.

Таким образом, в XX в. рыболовство и рыбное хозяйство в зал. Петра Великого активно развивалось в первой половине периода, когда к середине 1930-х гг. в этой отрасли



работало до 70 предприятий с общей численностью в несколько десятков тысяч человек. Деградация рыбного хозяйства была связана, главным образом, с социально-экономическими изменениями на юге Дальнего Востока. Попытки создания новых предприятий за последние 25–30 лет не дают желаемых результатов, что связано не только с новыми экономическими сложностями, но и с экологическими изменениями в зал. Петра Великого, приводящими к разрушению ресурсной базы и к невозможности восстановления рыбного хозяйства до прежнего уровня развития.

Площадь зал. Петра Великого составляет около 56 тыс. км<sup>2</sup>, имеет протяженность береговой линии около 4,7 тыс. км и среднюю глубину около 60–80 м. Величина среднегодовой первичной продукции в открытых районах залива составляет около 15–109 мгС/м<sup>3</sup> в сутки, в центральных районах и в вершинах заливов – 100–600 мгС/м<sup>3</sup> в сутки (Дулупов и др., 2002). Удельная продукция фитопланктона в целом составляет 0,9 С, сут<sup>-1</sup>. Расчеты показывают, что в зал. Петра Великого среднегодовая удельная биомасса рыб, в ихтиоценозах которого доминируют промысловые виды, колеблется в пределах от 2,0 до 5,7 т/км<sup>2</sup>.

Исходя из этих продукционных показателей общая среднегодовая биомасса рыб в зал. Петра Великого должна составлять от 112 до 319 тыс. т. Для основных добываемых в заливе в настоящее время видов рыб (камбаловые, сельдевые, тресковые, корюшковые, карповые, терпуговые и рогатковые) средняя биомасса составляет 114,9 тыс. т (Дулупов и др., 2002). Эти полученные на основе научных данных продукционные характеристики являются отправными для расчетов ущерба водным биологическим ресурсам от антропогенного воздействия. К последним относятся как прямое воздействие от загрязнений, поступающих в залив с его водосборной территории, от проводимых работ по строительству портов, судоходных каналов, морских свалок грунта и др., так и от косвенного воздействия при строительстве на морском побережье, развитии рекреационных зон и др.

До середины XX в. в зал. Петра Великого был только один крупный порт – Владивосток, занимавший бухты Золотой Рог, Диомид, Улисс и прилегающие к городу прибрежные акватории пролива Босфор-Восточный и Амурского залива с общей площадью около 10–15 км<sup>2</sup> (примерно 0,02 % от площади залива). Затем был построен порт в бухте Находка, и до 1970 г. функционировали только два этих крупных порта. В начале 1970-х гг. в зал. Петра Великого резко возросло количество портов и связанных с ними рыболовческих и судоремонтных причалов в бухтах заливов Посъета (Посъет, Зарубино), Амурском заливе (Славянка, Безверхово и др.), Уссурийском заливе (Большой Камень, Подъяпольского), заливах Восток (Южно-Морской, Гайдамак), Находка (Восточный). Площадь акваторий, занятая ими, выросла до 150 км<sup>2</sup> (около 0,25 %). И, наконец, в последние 10–15 лет в заливе появились новые порты (нефтепорт «Козьмино»), спроектированы и отчасти реализуются проекты строительства портов так называемого «Свободного порта Владивостока»: угольные терминалы портов «Суходол» и «Вера» в Уссурийском заливе, нефтяного терминала завода ВНХК в зал. Восток, зернового терминала в бухте Троицы, угольного терминала в Славянском заливе, терминала завода минеральных удобрений в зал. Находка и др. Кроме того, выполняется реконструкция и расширяются причалы и припортовые акватории в портах Владивосток, Посъет, Восточный, Находка и др. При этом площадь акваторий под эти порты возрастает в несколько раз, так как они проектируются в относительно мелководных бухтах (Новгородская, Суходол, Теляковского и др.), где планируется выполнение крупномасштабных дноуглубительных работ. При реализации этих планов площадь акваторий, занятых под порты, припортовых акваторий будет составлять около 300–350 км<sup>2</sup>, или 0,5–0,6 % от площади зал. Петра Великого.

Потери рыбного хозяйства на акваториях портов и припортовых акваториях отчасти связаны с полным разрушением водных экосистем бухт (при отсыпках и дноуглублениях) и отчасти – с активным антропогенным воздействием (попаданием загрязнений, судоходством и др.), что делает невозможным использование их для промысла и марикультуры. С учетом средней годовой продуктивности промысловых видов рыб они составляют около 639–746 т, а с беспозвоночными и растениями – свыше 1,5–2 тыс. т.

Значительные акватории зал. Петра Великого заняты под объекты ВМФ страны (большая часть зал. Стрелок, районы у о. Русский и др.), площадь примерно составляет около 50 км<sup>2</sup> (0,1 %). Несмотря на то, что здесь воздействие на водные экосистемы относительно невелико и биологическая продуктивность высока, рыбное хозяйство практически не осваивает эти акватории. Потери рыбного хозяйства составляют несколько сот тонн ежегодно.

Другую группу составляют акватории, на которых рыбохозяйственная деятельность не запрещена, но в разной степени ограничена федеральными законами (об особо охраняемых природных территориях, о лечебно-оздоровительных местностях, о водных биологических ресурсах и др.). Например, на некоторых запрещен промысел, но разрешено искусственное воспроизводство, культивирование, любительское рыболовство и другие виды деятельности.

Особо охраняемые природные территории (заповедники, заказники, памятники природы) на акватории зал. Петра Великого созданы в 1974 г. в виде памятников природы и в последующем были дополнены или изменены с созданием морского заповедника (с 1978 г.), заказника «Залив Восток» (1989 г.) и памятников природы на побережье с охранной зоной на морских акваториях. Их появление связано с возникшей давно (в начале XX в.) необходимостью сохранения объектов природного наследия, биологического разнообразия и обеспечения экологической безопасности. Создание ООПТ на морских акваториях также рассчитано на сохранение водных биоресурсов в пределах их границ, а также на выполнение экспериментальных работ по разработке методов воспроизводства ценных видов водных беспозвоночных, водорослей, рыб, млекопитающих и птиц.

Ранее рыбохозяйственная деятельность на морских ООПТ определялась утвержденными положениями о каждом, и она в основном состояла в воспроизводстве морских беспозвоночных и водорослей. Так, Восточный участок Дальневосточного морского заповедника (бухты Миносок и Крейсера) был создан на акваториях Опытного промышленного морского хозяйства (ОПМХ) «Посъет» объединения «Дальтехрыбром» (позднее вошел в Приморрыбпром), на котором находилось несколько десятков гектаров морских плантаций, который функционировал как питомник. Его деятельность совпадала с положением о заповеднике, а его Южный участок служил местом расселения приморского гребешка на донные плантации. Здесь же в начале 1980-х гг. был сооружен огромный искусственный риф из автопокрышек. Аналогичные работы по получению молоди (спата) и расселению гребешка и других моллюсков проводились и на акваториях морского заказника «Залив Восток» и памятниках природы: «Бухты залива Посъета» (Новгородская, Экспедиции и Рейд Паллада), «Приостровные акватории залива Петра Великого» (у островов Путятина, Попова, Рейнеке, Пахтусова и др.), «Прибрежные акватории Амурского залива» (бухты Перевозная, Наездник, Северная и др.), «Бухта Анна» и др.

С созданием памятников природы, морского заповедника и заказника промысел ряда ценных видов беспозвоночных (трепанг, гребешок, устрицы, мидии, креветки и др.) и водорослей (анфельция) был прекращен или сильно ограничен, что положительно сказалось на запасах некоторых из этих видов, особенно тех, что воспроизводились на морских хозяйствах и отсаживались на донные участки. Однако с начала 1990-х гг., после ликвидации предприятий ПО «Приморрыбпром» и ряда рыболовецких колхозов и при отсутствии финансовой поддержки государства, работа новых мелких предприятий, созданных на базе ранее существовавших, все работы по воспроизводству биологических ресурсов ценных видов беспозвоночных и водорослей были практически прекращены, а их деятельность была нацелена на получение коммерческой прибыли от продажи товарной продукции. Поскольку культивируемые виды беспозвоночных не отличаются от природных, то под видом выращенных объектов (трепанг, гребешок, устрица и др.) стали реализовывать в основном продукцию, добытую браконьерским способом. Это привело к резкому снижению запасов ценных видов беспозвоночных в зал. Петра Великого. Поэтому, с целью наведения порядка и препятствия браконьерству, в 2017–2018 гг. правительством были приняты

постановления по соблюдению режима ООПТ существующими хозяйствами марикультуры и ограничению деятельности вновь создаваемых предприятий в соответствии с существующими федеральными природоохранными законами.

Дальневосточный морской заповедник занимает около 10 %, морской заказник «Залив Восток» – 0,03 % акватории зал. Петра Великого (Берсенев, Христофорова, 2016). Памятники природы на морских акваториях занимают площадь не более 10 % от акватории залива, и на них ведется промысел водорослей, беспозвоночных и рыб, а также работает более десяти хозяйств марикультуры, и в пределах бассейнов рек – два лососевых рыбопроизводных завода. Общие годовые объемы вылова и сбора урожая культивируемых моллюсков и трепанга на акваториях ООПТ составляют около 20–25 тыс. т, среди которых доминируют промысловые виды прибрежных видов рыб (краснопёрки, навага, корюшки, сельдь, камбалы, кефалевые и др.), в меньшей степени – двустворчатые моллюски, морские ежи и десятиногие ракообразные. Промысел водорослей (анфельции) и морских трав в настоящее время сведён к минимуму. Таким образом, промысловая нагрузка на акватории памятников природы относительно велика, несмотря также на то, что некоторые их районы подвергаются еще и существенному воздействию загрязнений (прибрежные воды заливов Амурского, Славянского и Посыета).

Таким образом, краткий анализ сложившейся ситуации показывает на сильное возрастание различных видов воздействия на экосистему зал. Петра Великого. И если ранее это воздействие было ограничено в основном рыбным промыслом, то в настоящее время оно связано с эксплуатацией старых и строительством новых портов, нацеленных на перевалку опасных грузов (уголь, нефтепродукты, химические удобрения и др.), которые попадают в морскую среду и разносятся течениями по всему заливу. И если ранее основными источниками загрязнения были в основном бытовые стоки и сельскохозяйственные удобрения, то в настоящее время к ним добавились уголь и угольная пыль, нефтепродукты, микропластик и тяжелые металлы. Кроме того, огромное отрицательное воздействие на морскую экосистему оказывает повсеместное развитие рекреационных зон и браконьерство. Основные источники загрязнения залива расположены на побережье, поэтому необходимо именно там наводить порядок и добиваться соблюдения природоохранного законодательства.

### **Библиографический список**

1. Алексин М.С. Современное положение рыбной промышленности на Дальнем Востоке и ее ближайшие перспективы // Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. Изд. Научпромбюро Дальрыбохоты. 1923. С. 3–133.
2. Берсенев Ю.И., Христофорова Н.К. Особо охраняемые природные территории Приморского края. Владивосток: Издательский Владивостокъ, 2016. 68 с.
3. Гейнеман Г.А. Рыбный промысел в водах Дальнего Востока в 1910 году: отчет зав. рыбными промыслами при Приамурском Управлении Госуд. Имуществ // Материалы по изучению Приамурского края. Хабаровск. Вып. I. 1911. 66 с.
4. Дулепов В.И., Лелюх Н.Н., Лескова О.А. Анализ и моделирование процессов функционирования экосистем залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука. 2002. 248 с.

V.A. Rakov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia  
V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia

### **SOCIAL-ECOLOGICAL PROBLEMS OF FISHERIES OF THE PETER THE GREAT BAY**

*The analysis of the current state of the fisheries in the Peter the Great Bay and the reasons for his change. The characterize the current issues on rational use and reproduction of marine bio-resources, which can be solved by carrying out large-scale scientific papers.*

Т.А. Рыжкина  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ТЕСТИРОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОЙ МОДЕЛИ ПОТРЕБЛЕНИЯ НЕКОТОРОГО БИОРЕСУРСА

*При определенном технологическом режиме ресурс в процессе потребления рассматривается как доминирующий фактор. Моделирование функции потребления осуществляется в виде классической линейной или обобщенной линейной форм. Классическая модель строится в предположении, что случайные отклонения от теоретического результата имеют однородную структуру. В обобщенной модели случайные остатки имеют переменную дисперсию. Проверяется статистическая значимость (незначимость) различий этих форм.*

Выбор той или иной модели связан с проверкой статистической значимости (незначимости) нулевой гипотезы об однородности (гомоскедастичности) случайных остатков. Существуют разные тесты проверки на однородность (гомоскедастичность) или неоднородность (гетероскедастичность), например, критерий Фишера  $F$ . Этот тест работает тем лучше, чем больше степеней свободы у исходных данных.

В данной работе принята как верная гипотеза о непосредственной связи случайных отклонений с фактором при неоднородной структуре случайных отклонений.

Критерий  $F$  используется для проверки гипотезы  $H_0$  о равенстве исправленных дисперсий двух выборочных совокупностей  $Y_1, Y_2$ , имеющих соответственно объемы  $n_1, n_2$ ,

$$H_0 : \tilde{D}_1 = \tilde{D}_2. \quad (1)$$

Совокупности  $Y_1, Y_2$  извлекаются из генеральной совокупности, распределенной по нормальному закону, [1]. Исправленные дисперсии  $\tilde{D}_1 = M(D_1), \tilde{D}_2 = M(D_2)$  – это математические ожидания выборочных дисперсий  $D_1, D_2$  совокупностей  $Y_1, Y_2$ . Критерий  $F$  определяется отношением большей исправленной дисперсии к меньшей исправленной дисперсии [1]:

$$F = \tilde{D}_6 / \tilde{D}_m. \quad (2)$$

Вычисленное значение случайной величины  $F$  обозначается как  $F_{набл}$ . Степени свободы числителя и знаменателя в формуле (2) определяются числом  $k$  независимых вариаций признака  $y$  в совокупностях  $Y_1, Y_2$ . Критические точки  $F$  определяются по таблице Фишера–Снедекора [1; 2]. Применение критерия  $F$  происходит по следующей схеме:

- 1) выдвигается уровень значимости  $\alpha$  гипотезы  $H_0$ , например,  $\alpha=0,05$ ;
- 2) определяются границы критической области для  $H_0$ :

$$P(F > F_{кр}(\alpha, k_1, k_2)) = \alpha \quad ; \quad (3)$$

3) если  $F_{набл} > F_{кр}(\alpha, k_1, k_2)$ , принимается альтернативная гипотеза  $H_1 : \tilde{D}_1 > \tilde{D}_2$ , т.е. исправленные дисперсии различаются статистически значимо;

4) если  $F_{набл} < F_{кр}(\alpha, k_1, k_2)$ , принимается нулевая гипотеза  $H_0 : \tilde{D}_1 = \tilde{D}_2$ , т.е. исправленные дисперсии различаются статистически незначимо.

В качестве выборочных совокупностей  $Y_1, Y_2$  служат разные группы случайных остатков регрессионных моделей, построенных по классическому и обобщенному вариантам [2; 3]. Значимость гипотезы  $H_0$  (выполнение пункта схемы 4) может быть истолкована как гомоскедастичность случайных остатков, значимость альтернативной гипотезы  $H_1$  (выполнение пункта схемы 3) будет говорить, скорее всего, о гетероскедастичности остатков.

Классическая линейная модель регрессии с одним фактором определяется уравнением

$$y = a + bx + \varepsilon \quad (\hat{y} = a + bx), \quad (4)$$

в котором случайная составляющая  $\varepsilon$  удовлетворяет, хотя бы, следующим гипотезам:

1) систематические ошибки отсутствуют; 2) дисперсия случайной составляющей постоянная; 3) ошибки для разных наблюдений не коррелированы.

Гипотеза 2) обеспечивает однородную структуру остатков.

Оценка параметров классической линейной регрессии осуществляется по известному методу наименьших квадратов в простой форме.

Обобщенная линейная регрессия строится в предположении, что дисперсия случайных ошибок неоднородная, не верна гипотеза 2).

Вид обобщенной модели для каждого наблюдения  $j=1,2, \dots, n$  следующий:

$$y_j = a + bx_j + \sqrt{K_j} \cdot E_j, \quad (5)$$

где  $E_j$  – случайная составляющая с постоянной дисперсией  $\sigma^2$ ,  $\sqrt{K_j}$  – функция от данных наблюдения  $j$ , дисперсия исходной случайной ошибки в  $j$ -наблюдении  $\sigma^2(\varepsilon_j) = \sigma^2 K_j$ .

Обобщенная модель получается из формулы (4) делением всех ее членов на коэффициент пропорциональности  $\sqrt{K_j}$  и введением новых (взвешенных) переменных:

$$\frac{y_j}{\sqrt{K_j}} = \frac{a}{\sqrt{K_j}} + b \frac{x_j}{\sqrt{K_j}} + E_j. \quad (6)$$

Взвешенные переменные в данной серии наблюдений имеют соответственно вид

$$w_j = \frac{y_j}{\sqrt{K_j}}, \quad z_j = \frac{x_j}{\sqrt{K_j}}.$$

Итак, обобщенная модель рассматривается в виде

$$w_j = A + bz_j + E_j, \quad (7)$$

Введение параметра  $A$ , вообще говоря, меняет спецификацию формулы (6), так как первый член справа в (6) не является параметром.

Метод оценки параметров преобразованной модели (7) носит название обобщенного метода наименьших квадратов. Он устраняет гетероскедастичность, если известна взаимосвязь случайных ошибок регрессии с фактором. Применение этого метода позволяет получить оценки параметров модели, обладающие меньшей дисперсией. Наблюдения с меньшими значениями преобразованных переменных дают больший вклад при определении параметров модели.

Подобный подход возможен при наличии нескольких факторов, например, при добавлении температурного режима к уже имеющемуся фактору.

Для решения вопроса о существенности различий в получении результата по классической и обобщенной формам регрессии рассматриваются две совокупности:

$$Y_1 = \{\varepsilon_j\}, Y_2 = \{E_j \cdot \sqrt{K_j}\}.$$

Подбор коэффициента пропорциональности  $\sqrt{K_j}$  в большинстве случаев представляет сложную задачу. Помогает анализ данных, графические схемы, эмпирические формулы.

**Пример.** На основании данных (табл. 1) по ресурсу  $x$  в масштабе принятых измерений (ед. массы) в течение десяти периодов и по достигнутым уровням функции потребления  $y$  (ед. массы) проверить на гомоскедастичность и гетероскедастичность однофакторную модель регрессии с помощью критерия Фишера  $F$  на уровне значимости  $\alpha=0,05$ . Оценить потребление при отклонении от среднего значения фактора на +5 %. Сделать прогноз на один шаг в пять ед. Сравнить оценки по классической и обобщенной формам. Выполнить анализ полученных результатов.

Таблица 1

Таблица наблюдений

$x_j$	30	35	35	45	50	60	70	90	160	200
$y_j$	30	30	35	35	40	50	70	80	120	180

**Решение.** Классическая линейная модель по данной статистике

$$y = 2,1208 + 0,8372x + \varepsilon \quad (8)$$

характеризуется показателем детерминации  $R^2 = 0,976$ , стандартной случайной ошибкой  $\sigma_{ост} = 8,1131$ , текущим значением  $F_{набл} = 319,55$  критерия Фишера и его  $p$ -значением,  $p(F) = p(F_{набл} < F_{крит}) = 9,83 \cdot 10^{-8}$ ,  $F_{крит} = 5,32$ .

Статистическая значимость уравнения (8) имеет место на уровне  $\alpha = 0,05$  при условии справедливости гипотезы  $H_0$ .

Диаграмма случайных остатков формулы (8) показывает, что формула их связи с фактором может быть приближена полиномом четвертой степени, имеющим четыре действительных корня. При условии справедливости альтернативной гипотезы  $H_1$  случайные ошибки предсказанных значений потребления представляются в виде

$$\varepsilon_j = \sqrt{K_j} \cdot E_j, \sqrt{K_j} = 56,56264 - 3,27049x_j + 0,061651x_j^2 - 0,00045x_j^3 + 1,08 \cdot 10^{-6}x_j^4 + u,$$

коэффициент  $\sqrt{K_j}$  формируется по методу классической линейной регрессии с четырьмя факторами, ее параметры следующие: показатель детерминации  $R^2 = 0,8237$ , стандартная ошибка  $\sigma_{ост} = 8,1131$ , текущее значение  $F_{набл} = 5,8390$  критерия  $F$  и его  $p$ -значение,  $p(F) = p(F_{набл} < F_{крит}) = 0,0399$ ,  $F_{крит} = 5,32$ .

Статистическая значимость уравнения для  $\sqrt{K_j}$  подтверждается при сделанном предположении  $H_1$ . Обобщенная модель (7) принимает вид

$$w_j = 0,909977 + 0,871848z_j + E_j, \quad y_j = w_j \cdot \sqrt{K_j}. \quad (9)$$

Средний прирост по формуле (9) выше, чем по формуле (8). Предсказание по формуле (9) в отдаленной перспективе может привести к абсурдным результатам.

Исправленные дисперсии случайных ошибок формул (8), (9),  $F$ -тест (2) соответственно равны: 65,82205; 5,45337; 12,07005.

Учитывая, что  $F_{крит}=5,32$ , можно сделать вывод о значимом статистическом различии совокупностей  $Y_1, Y_2$  (см. пункт 3 схемы проверки критерия  $F$ ).

Предсказанные значения функции потребления по формулам (8), (9) представлены в табл. 2.

Таблица 2

### Теоретические значения потребления

(8)	27,235	31,421	31,421	39,793	43,978	52,350	60,721	77,464	136,065	169,551
(9)	28,671	29,222	33,771	34,872	39,972	50,173	69,473	80,774	124,877	183,878

Анализ полученных формул позволяет уточнить сферу их применения.

Параметр  $a$  в (8) имеет смысл начального потребления, а параметр  $A$  в (9) является формальной внесистемной величиной.

Введение весовых коэффициентов  $(1/\sqrt{K_j})$  в (9) способствует лучшему управлению ресурсами в пределах заданной статистики с помощью (9). И справедлива  $H_1$ .

Прогнозы для отклонения от среднего значения фактора 77,5 (в поле наблюдений) на +5 % по формулам (8), (9) соответственно равны:

$$\hat{y}(81,375) \cong 70,244; \quad \hat{y}(81,375) \cong 75,138.$$

Увеличение ресурса на 5 ед. вне поля наблюдений дает по обеим моделям соответствующие результаты:

$$\hat{y}(205) \cong 173,737; \quad \hat{y}(205) \cong 199,295.$$

То, что результаты по формуле (9) больше, чем по формуле (8), работает в пользу (9). С другой стороны, с уменьшением весовых коэффициентов, представленных в (9), прогноз по этой формуле может превзойти базовый ресурс.

### Заключение

Все вычисления выполнены в пакете «Анализ данных» Microsoft Excel. Сравнение классической и обобщенной моделей линейной регрессии на разных этапах формирования функции потребления носит постановочный характер. Планирование регрессионного эксперимента тем эффективнее, чем больше степеней свободы в дисперсионном анализе. Необходимо также выявление всех действующих факторов для включения в модель. Установление статистической значимости результатов моделирования связано с проверкой статистических гипотез. Данный материал может быть полезен:

- в расширении возможностей существующих моделей регрессии с помощью взвешенных переменных;
- в изучении дисциплины «Математические методы в биологии и экологии».

### Библиографический список

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: учебник для вузов. М.: Высш. шк., 1999. 576 с.
2. Гмурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. М.: Высш. шк., 2003. 479 с.
3. Кремер Н.Ш., Путко Б. А. Эконометрика: учебник. М.: Юнити, 2010. 328 с.

T.A. Ryzhkina  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## TESTING of REGRESSIVE MODEL of CONSUMPTION of SOME BIORESOURCE

*At the certain technological mode a resource in the process of consumption is examined as a dominant factor. The design of consumption function comes true as classic linear or generalized linear forms. A classic model is built in supposition, that casual deviations from a theoretical result have a homogeneous structure. In the generalized model casual remains have variable dispersion. Statistical meaningfulness (unmeaningfulness) of distinctions of these forms is checked up.*

УДК 594.124 (265.54)

Л.Г. Седова, Д.А. Соколенко  
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И РЕСУРСЫ МИДИИ ГРЕЯ И МОДИОЛУСА КУРИЛЬСКОГО В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

*Исследовано пространственное распределение мидии Грея *Crenomytilus grayanus* и модиолуса курильского *Modiolus kurilensis* в Амурском заливе (залив Петра Великого, Японское море) в зависимости от типа грунта и глубины обитания. Мидия Грея доминирует как на твердых, так и мягких грунтах. Наибольшие значения удельной биомассы обоих видов отмечены на глубинах 5-10 м на мягких субстратах. Общие ресурсы *C. grayanus* и *M. kurilensis* оценены в объеме около 40 тыс. т.*

Двустворчатые моллюски семейства Mytilidae мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) и модиолус курильский *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983 – обычные представители эпифауны верхней сублиторали прибрежных вод зал. Петра Великого Японского моря, где они формируют обширные скопления со значительной биомассой. Мидия Грея – традиционный объект промысла у берегов Приморья, модиолус используется в качестве прилова.

Моллюски ведут прикрепленный образ жизни, образуют агрегации (друзы, щетки, банки). Распределение видов связано с их разной способностью к колонизации твёрдых и мягких субстратов, распространение которых в прибрежной зоне характеризуется повышенным разнообразием [1–3]. *C. grayanus* наиболее успешно заселяет твёрдые грунты, преобладает на скалах, валунах и смешанных донных отложениях. *M. kurilensis* образует наиболее обширные поселения на мягких осадках в защищенных от воздействия волн бухтах и заливах [4–6].

Цель данной работы – изучить пространственное распределение мидии Грея и модиолуса курильского в зависимости от типа грунта и глубины обитания, а также оценить ресурсы этих видов в Амурском заливе.

### Материал и методы

В основу работы положены результаты научных исследований, проведенных на НИС «Убежденный» БИФ ТИНРО в Амурском заливе в 2009, 2015 и 2016 гг. в летне-осенние периоды. Данные по пространственному распределению и обилию моллюсков получены с использованием стандартных водолазных гидробиологических методов на глубинах до 20 м [7]. Расстояние между станциями на перпендикулярных к берегу разрезах составляло от 100 до 500 м в зависимости от орографии и характера донных ландшафтов. На каждой станции определяли тип грунта: песчаные, илисто-песчаные и илистые субстраты относили к мягким грунтам; скалы, глыбы, валуны, камни и гальку – к твёрдым. Были проанализированы данные с 934 станций.



Отбор проб осуществляли с одного квадратного метра в трех повторностях. Друзы моллюсков срезали водолажным ножом, стараясь сохранить их целостность, и помещали в питомзы. Массу особей устанавливали взвешиванием с точностью до 1 г. Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием программ STATISTICA, Microsoft Excel. Для подготовки картографических материалов применяли ГИС MapInfo Professional. Расчет общей биомассы и численности моллюсков осуществляли методом диаграмм Вороного (полигоны Тиссена) [8].

### Результаты и обсуждение

Амурский залив является второй по площади акваторией зал. Петра Великого и расположен в его северо-западной части (рис. 1).

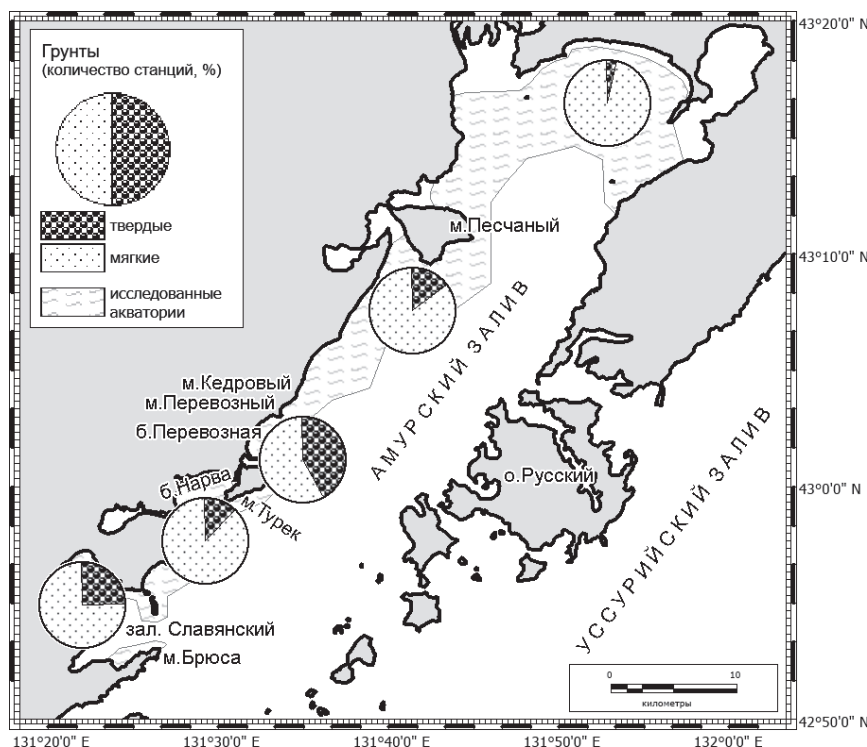


Рис. 1. Исследованные акватории и соотношение типов грунтов в Амурском заливе

Для кутовой части Амурского залива характерна значительная разнородность рельефа, донных ландшафтов, грунтов и гидрологических условий. На обширной илистой равнине встречаются многочисленные гравийно-ракушечные и устричные банки, песчаные и песчано-галечные косы. У берега коренные породы прикрыты гравием или песком, который с увеличением глубины последовательно сменяется на илисто-гравийный, илисто-песчаный и затем илестый грунт. У пологого северного и северо-восточного берега илестые грунты распространяются от уреза воды. Из проанализированных 273 станций 96,0 % приходилось на мягкие грунты (см. рис. 1). На акватории от мыса Песчаный до мыса Перевозный доминируют илы (иногда с примесью камней, гальки, ракуши), у устьев рек встречаются илестые и чистые пески. В районах мысов (Песчаного, Кедрового, Перевозного, Турек, Бринера, Брюса и др.) обычны скалы, валуны и булыжники. В бухтах Перевозной, Нарва и Гекка преобладают илестые пески и илы. Большая часть котловины Славянского залива занята илами и илестыми песками, вдоль берегов встречаются скальные, каменистые и галечные грунты. У приглубых берегов п-ова Брюса преобладают скалы и валуны, в небольших бухточках грунт – песок, илестый песок. Мягкие грунты отмечены на 84,7 % станций (проанализировано 137 станций) в районе от мыса Песчаного до мыса Перевозного, в районе бухты Перевозной – на 58,0 % (69 станций), в Славянском заливе – 74,8 % (298 станций) и в районе бухты Нарва – 87,3 % (157 станций) (см. рис. 1).

## Средняя удельная биомасса мидии Грея и модиолуса в Амурском заливе

Район	Средняя удельная биомасса, г/м <sup>2</sup>	
	Мидия Грея	Модиолус
Кутовая часть	758±259	283±79
Мыс Песчаный–мыс Перевозный	1381±391	929±427
Район бухты Перевозной	229±83	10±8
Район бухты Нарва	862±572	10±5
Славянский залив	307±73	116±37

Мидия Грея и модиолус встречались как на твердых, так и на мягких субстратах. Максимальные значения средней удельной биомассы обоих видов отмечены на акваториях от мыса Песчаного до мыса Перевозного (таблица), минимальные значения биомассы модиолуса выявлены в районе бухт Перевозной и Нарва.

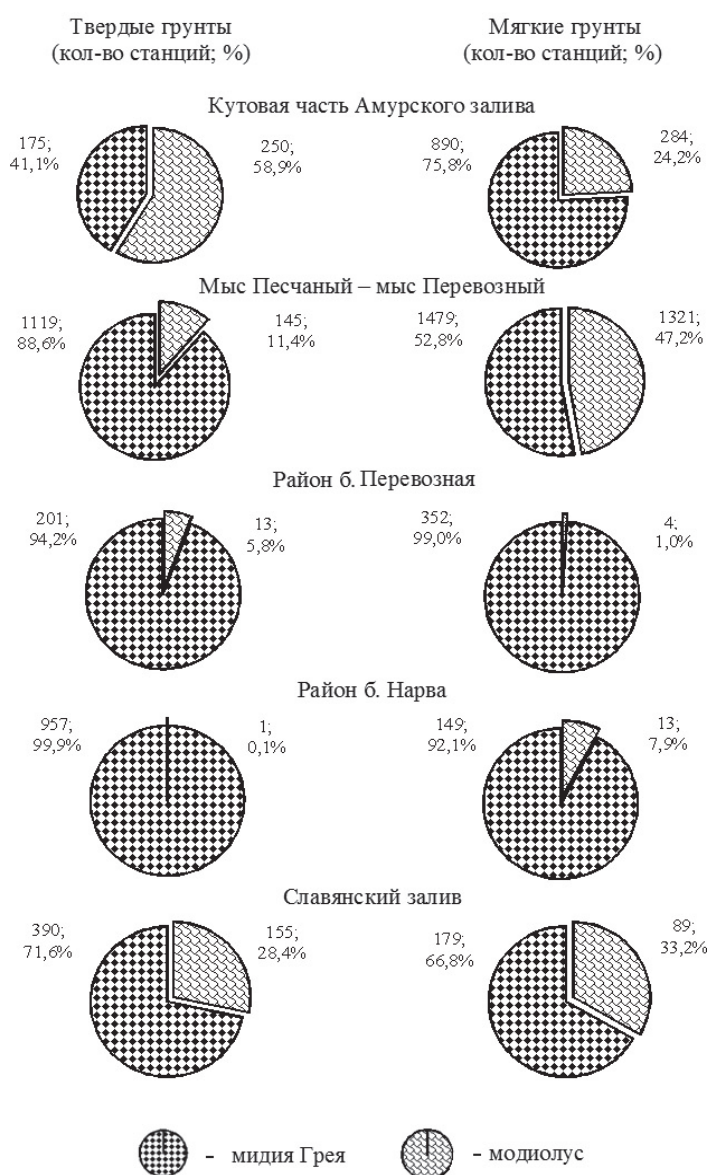


Рис. 2. Соотношение обилия мидии Грея и модиолуса на твердых и мягких грунтах в различных участках Амурского залива

Процентное соотношение *S. grayanus* и *M. kurilensis* по отдельным участкам Амурского залива, как и соотношение на них твердых и мягких грунтов, различно (рис. 1, 2). В кутовой части Амурского залива мидия Грея преобладает на мягких грунтах (75,8 %). На участках от мыса Песчаного до мыса Брюса *S. grayanus* превалирует как на твердых, так и на мягких субстратах.

Если рассматривать весь залив, то преимущество мидии Грея отмечено как на твердых (82,0 %), так и на мягких (64,5 %) донных отложениях (рис. 3). Однако средняя удельная биомасса обоих видов, обитающих на мягких грунтах, превышает таковые значения для видов, обитающих на твердых субстратах. Также наибольшее значение биомассы смешанных друз в основном отмечено на мягких грунтах (рис. 4). Формированию друз мидии Грея на мягких субстратах способствует оседание их личинок в друзы модиолуса. Вырастая, особи *S. grayanus* вклиниваются между живыми раковинами *M. kurilensis*, создавая смешанные друзы, иногда мидии создают моновидовые агрегации на отмерших створках модиолуса. Нижняя часть друз обычно погружена в грунт. В благоприятных условиях небольшой гидродинамической нагрузки моллюски могут образовывать обширные поселения со значительной биомассой [2, 9].



Рис. 3. Соотношение грунтов и обилие мидии Грея и модиолуса на твердых и мягких грунтах в среднем по всему Амурскому заливу

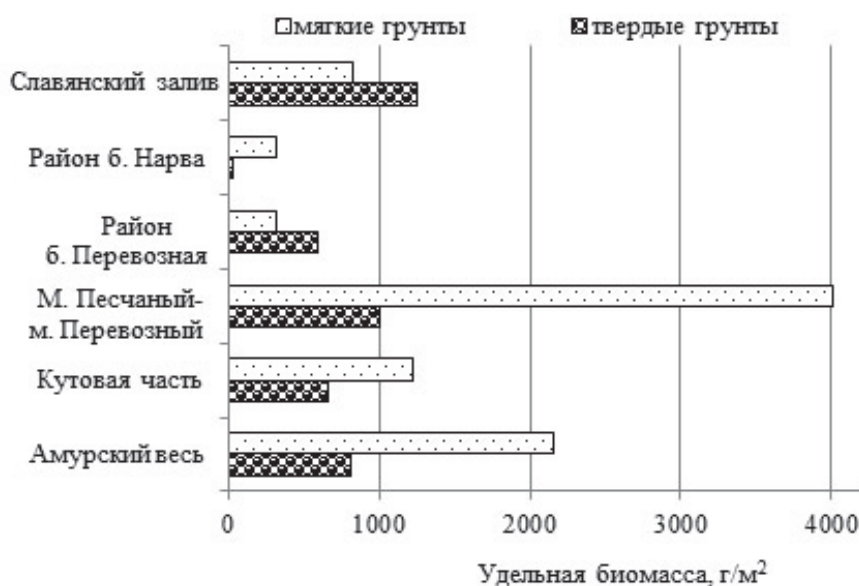


Рис. 4. Средняя удельная биомасса смешанных друз мидии Грея и модиолуса в Амурском заливе

В Амурском заливе сосредоточены наибольшие в зал. Петра Великого ресурсы *C. grayanus* – 21,4 тыс. т (более 50 % от общей биомассы вида в зал. Петра Великого), которые занимают площадь около 18 км<sup>2</sup>. Ресурсы модиолуса оценены в объеме 18,8 тыс. т на площади 10 км<sup>2</sup>.

Основные скопления обоих видов расположены в районе от мыса Песчаного до бухты Нарва, где их суммарные ресурсы составили 30,8 тыс. т. Доля особей непромыслового размера в популяциях *C. grayanus* и *M. kurilensis* – соответственно 45,5 и 61,5 %, что свидетельствует о протекающих процессах активного естественного воспроизводства и стабильном состоянии поселений.

В целом по всей акватории Амурского залива наибольшие показатели обилия обоих видов отмечены на глубинах от 5 до 10 м на мягких субстратах, однако на отдельных акваториях наблюдаются различия (рис. 5).

В кутовой части преобладание обоих видов отмечено на глубинах до 5 м на мягких грунтах. В районе от мыса Песчаного до мыса Перевозного мидия Грея превалирует на глубинах от 5 до 10 м, как на твердых, так и мягких грунтах, а модиолус – на мягких. В районе бухты Перевозной *C. grayanus* доминирует на глубинах 10-15 м на мягких грунтах, а в районе бухты Нарва – на глубинах до 5 м на твердых грунтах. В Славянском заливе наиболее плотные поселения мидии выявлены на глубинах до 5 м как на твердых, так и на мягких грунтах, а модиолуса – на твердых (рис. 5).

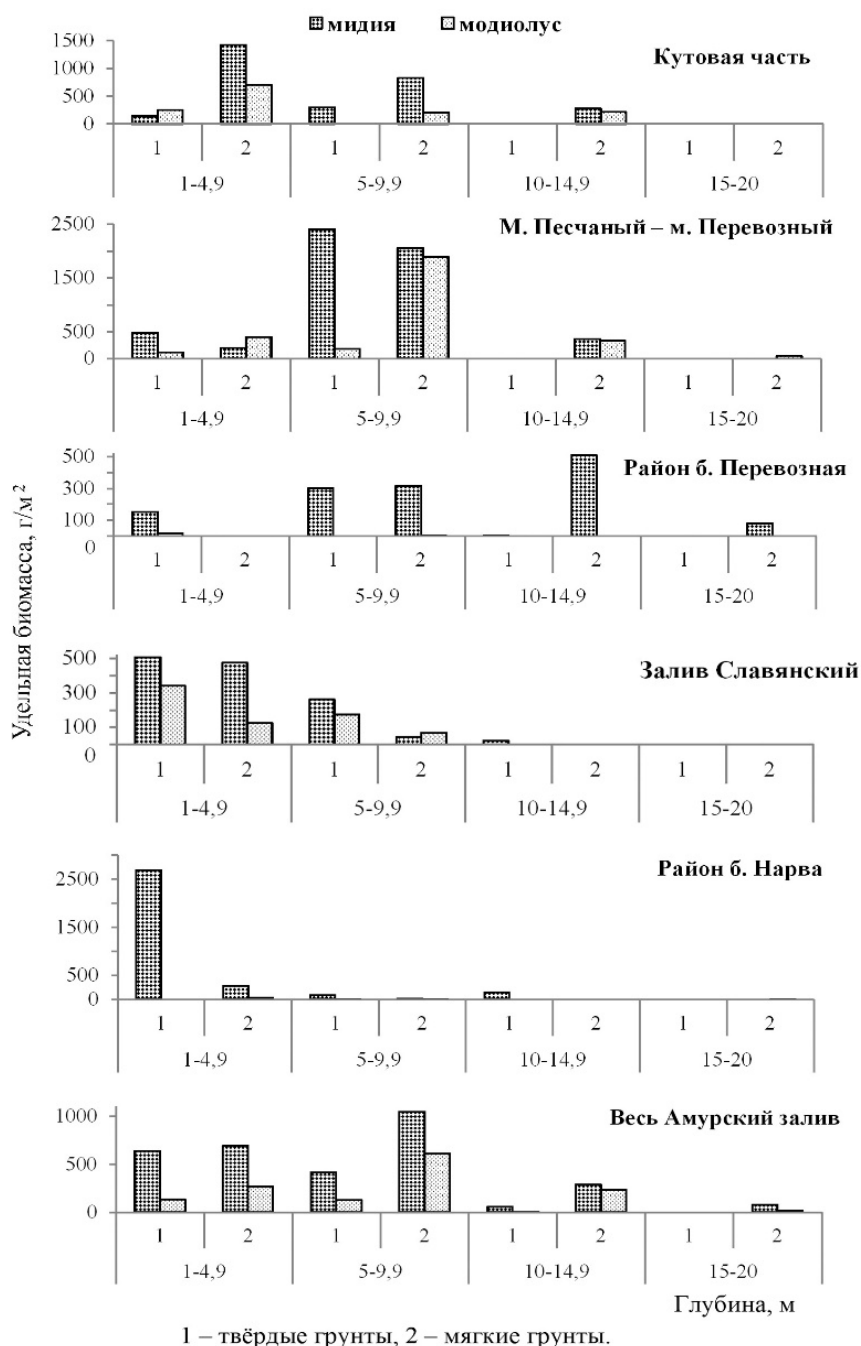


Рис. 5. Распределение удельной биомассы мидии и модиолуса по глубинам в различных участках Амурского залива

### Заключение

Установлено, что в Амурском заливе (зал. Петра Великого, Японское море) мидия Грея и модиолус встречаются как на твердых, так и на мягких грунтах с превалированием *S. grayanus*. На твердых субстратах средняя удельная биомасса поселения *S. grayanus* составляет 524 г/м<sup>2</sup>, *M. kurilensis* – 115 г/м<sup>2</sup>, на мягких – 829 и 456 г/м<sup>2</sup> соответственно.

На мягких грунтах моллюски обитают на глубинах до 20 м, а наибольшие значения удельной биомассы обоих видов отмечены в диапазоне 5–10 м. На твердых грунтах мидия Грея отмечена на глубинах до 15 м, а модиолус – до 10 м.

Состояние поселений *S. grayanus* и *M. kurilensis* в Амурском заливе стабильно. Их общие ресурсы оцениваются в объеме свыше 40 тыс. т, что позволяет осуществлять их промысел.

## Библиографический список

1. Разин А.И. Морские промысловые моллюски южного Приморья. М.-Хабаровск: ОГИЗ-ДАЛЬГИЗ, 1934. 110 с.
2. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах залива Посъет (Японское море) / О.А. Скарлато, А.Н. Голиков, С.В. Василенко, Н.Л. Цветкова, Е.Н. Грузов, К.Н. Несис. // Исслед. фауны морей. Л.: Наука, 1967. Т. 5 (13). С. 5–61.
3. Бирюлина М.Г. Современные запасы мидии в заливе Петра Великого / Вопр. гидробиологии некоторых районов Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1972. С. 11–21.
4. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Морфология двустворчатых моллюсков *Crenomytilus grayanus* и *Mytilus coruscus* в связи с особенностями их пространственного распределения в верхней сублиторали // Биол. моря. 2002. Т. 28, № 3. С. 228–232.
5. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Динамика образования биссусных нитей у *Crenomytilus grayanus* и *Modiolus modiolus* (Bivalvia) при повторном прикреплении к субстрату // Биол. моря. 2004. Т. 30, № 6. С. 476–478.
6. Вехова Е.Е. Функциональная морфология и физиология трех видов митилид (Bivalvia) в связи с особенностями их пространственного распределения: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 2007. 23 с.
7. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина. М.: ВНИРО, 2003. 80 с.
8. Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопр. рыболовства. 2003. Т. 4, № 1 (13). С. 157–170.
9. Селин Н.И., Вехова Е.Е. Морфологические адаптации мидии *Crenomytilus grayanus* (Bivalvia) к прикрепленному образу жизни // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 4. – С. 262–267.

L.G. Sedova, D.A. Sokolenko  
TINRO-Center, Vladivostok, Russia

### **DISTRIBUTION AND RESOURCES OF MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS* AND HORSEMUSSEL *MODIOLUS KURILENSIS* IN THE AMUR BAY (PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The spatial distribution of mussel Crenomytilus grayanus and horse mussel Modiolus kurilensis has been studied in the Amur Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) depending on the habitat depths and type of bottom sediments. Mussels dominates on hard substrates, mixed aggregations have an approximately equal abundance ratio of species. Total stock of both species is over 40 thousands of tonnes.*

УДК 574.587

Е.В. Смирнова  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### **РАСРЕДЕЛЕНИЕ МЕЙОФАУНЫ ПРИБРЕЖНЫХ МОРСКИХ ПЕСКОВ БУХТ ПАТРОКЛ И ПОГРАНИЧНАЯ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Исследован таксономический состав и количественные показатели мейофауны двух бухт с различной гидродинамической нагрузкой в хорошо сортированных среднезернистых псаммитах на глубине 0,7–1,2 м. Показано, что мейофауна, населяющая различные участки морских песков мелководной зоны одной акватории, входит в состав одного сообщества. С увеличением гидродинамической нагрузки наблюдается снижение обилия по направлению от закрытых участков к прибойным.*

Сообщества прибрежных морских песков формируются в основном под воздействием физических факторов: волнового воздействия и движения грунтов [1, 2, 7, 8].

В прибрежной зоне зал. Петра Великого Японского моря, характеризующейся изрезанной линией берега, в составе бентоса одной акватории могут наблюдаться различия, связанные с различиями в гранулометрическом составе осадков и гидродинамике [6]. Воздействие гидродинамики на распределение мейофауны в масштабах одной акватории ранее не проводилось. Хотя при проведении длительных мониторинговых исследований важно знать, возможно ли данные, которые были получены для одного участка, интерполировать на весь район исследований.

Целью данной работы являлось исследование распределения таксономического и видового богатства и обилия мейофауны в морских песках мелководной зоны прибрежных акваторий с разной гидродинамической нагрузкой в масштабе сотни метров.

Материалом для работы послужили сборы мейобентоса, выполненные в летний период 2014 г. бухт Пограничной и Патрокл зал. Петра Великого. Сбор материала проводился на мелкозернистых силикатных песках, на глубине 0,7–1,2 м, в зоне действия прибойного потока. В бухте Патрокл было выполнено 5 станций, в бухте Пограничной – 7. С каждой точки стандартным пробоотборником отбирали по 3 количественные пробы. Станции имели различную степень гидродинамического воздействия.

Так как в настоящее время не существует формальных количественных индексов, которые позволили бы оценить реакцию мейофауны на градиент физических условий существования [9], для оценки гидродинамической нагрузки в работе использована авторская методика определения гидродинамической нагрузки как линейной плотности потока энергии взволнованной поверхности [3]. При создании методики мы опирались на методологические принципы, разработанные Б.В. Преображенским [4].

#### Гидродинамические и гранулометрические показатели обследованных бухт

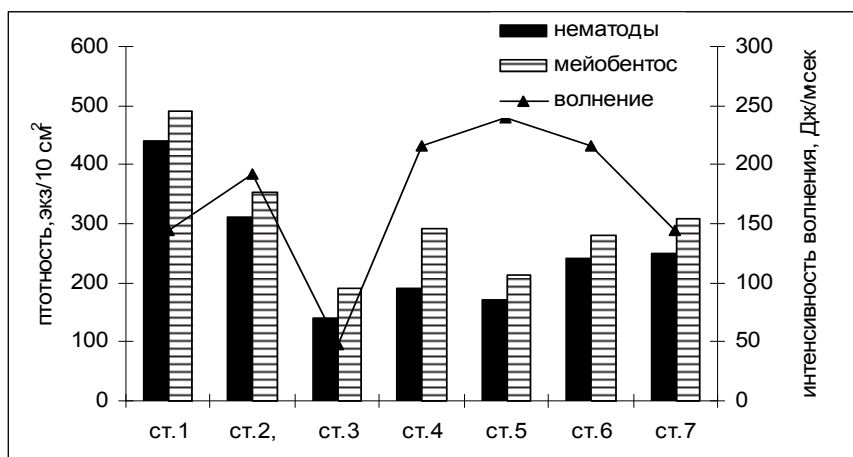
Бухта, координаты	Степень открытости	Уклон дна	Параметр, дин	Преобладающие направления волнения	Диаметр частиц грунта, мм	Гидродинамическая нагрузка, кДж/(м·с)
Патрокл 43°08' с.ш. 131°95' в.д.	0,69	1°19'	4,36	Ю–ЮВ	0,30	3,86
Пограничная 43°02' с.ш. 131°77' в.д.	0,36	0°38'	3,05	Ю–В	0,20	5,80

В таблице приведены основные гидродинамические и гранулометрические показатели обследованных бухт. Бухта Пограничная является открытой, бухта Патрокл – полузакрытой. Морские пески бухты Пограничной являются мелкозернистыми, бухты Пограничной – среднезернистыми, псаммиты обеих акваторий хорошо сортированы, доля илистой фракции составляет менее 1 %

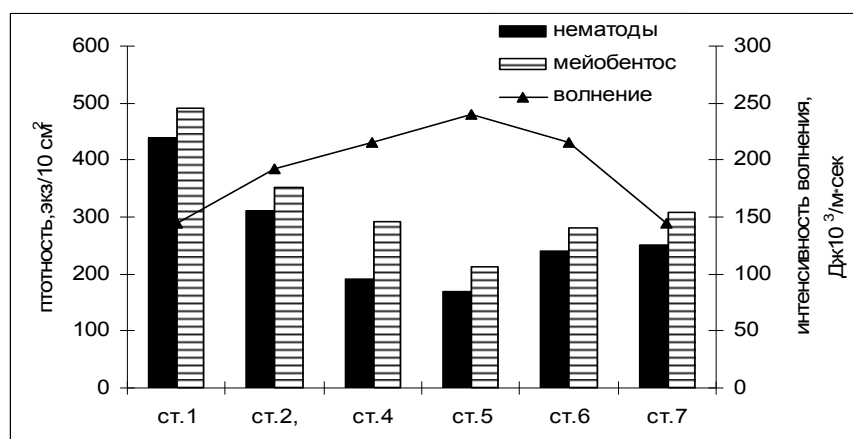
Бухта Пограничная имеет характерную для открытых акваторий подковообразную форму и подвержена воздействию волнения, в основном, юго-восточного направления. Гидродинамическая нагрузка на станциях варьировала от 48 до 240 Дж/(м·с). Максимальная волновая нагрузка отмечалась на станции 5 в центральной части бухты. Минимальная – на станции 3, закрытой от волнения небольшим островком.

В ходе исследования мейофауны морских песков бухты Пограничной было зарегистрировано 12 систематических групп (Nematoda, Turbellaria, Ciliata, Rotifera, Foraminifera, Harpacticoida, Ostracoda, Gastrotricha, Nemertini, Polychaeta, Priapulida). Наименьшее число таксонов было зафиксировано и отмечено на станциях 7 и 1, расположенных у входных

мысов и подверженных меньшему воздействию волнения (рис. 1). При этом на закрытой от волнения станции 3 было зарегистрирована максимальная величина таксономического богатства. На станциях с высокой гидродинамической нагрузкой отмечалось 7–9 групп мейофауны.



а



б

Рис. 1. Гидродинамическая нагрузка (интенсивность волнового воздействия), плотность поселения мейобентоса в целом и свободноживущих нематод в прибрежной зоне бухты Пограничной: а – приведены данные всех станций; б – без данных станции 3

В составе мейофауны бухты Пограничной, как и в большинстве сообществ мейофауны, преобладали свободноживущие нематоды. В рамках данного исследования было обнаружено 32 вида нематод. Анализ сходства фаунистических списков показал, что свободноживущие нематоды, обитающие в мелкозернистых псаммитах бухты Пограничной, входят в состав одного и того же сообщества. Коэффициент сходства (Серенсена–Чекановского) между станциями составлял 0,6–0,8.

Видовое богатство свободноживущих нематод варьировало в пределах 8–13 видов на одну станцию. Минимальная величина видового богатства нематод так же, как и таксономического богатства в целом, была зарегистрирована на защищенной станции 1. Вместе с тем на этой станции была отмечена наибольшая плотность мейофауны (440,4 экз./10 см<sup>2</sup>) (см. рис. 1).

Нематоды отмечались на всех станциях и составляли 76–88 % обилия. Турбеллярии – вторая по обилию группа мейобентоса прибрежных морских песков бухты Пограничной. На долю всех остальных таксонов приходилось 1–2 % обилия. Отмечены *Gastrotricha* и *Rotifera* единично (см. рис. 1).

На станциях с высокой гидродинамической нагрузкой количественные показатели мейофауны были практически вдвое ниже, чем на закрытых станциях 1 (см. рис. 1). При этом станция 3 выпадает из общей картины распределения таксономического богатства и обилия мейофауны. В условиях бухты Пограничной гидродинамическая нагрузка в большей степени влияла на количественные показатели сообщества.

Бухта Патрокл относится к числу акваторий полузакрытого типа. Воды Уссурийского залива проникают в бухту через пролив. На глубинах до 2 м песчаные грунты отмечаются в северной, подверженной воздействию волнения части акватории. Восточная и западная части прибрежного песчаного мелководья разделены рифом. Пробы отбирались с каждого участка песков. На каждом участке делали по три станции.

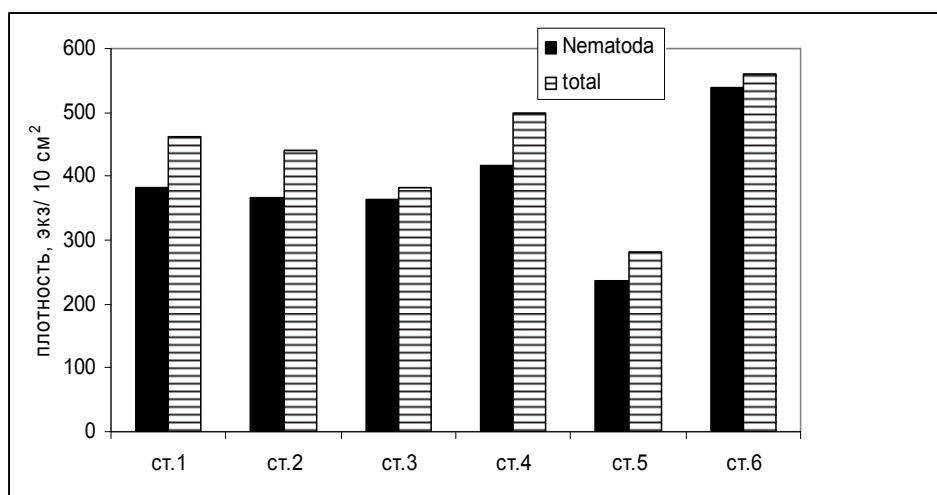


Рис. 2. Распределение обилия мейобентоса в целом и свободноживущих нематод в прибрежной зоне бухты Патрокл

Наибольшее число таксонов мейофауны отмечено на станциях 3 и 5, наименьшее (только турбеллярии и нематоды) – на станциях 1 и 6. На станциях 1–3 мейофауна была распределена равномерно, общая плотность поселения мейофауны была вдвое выше, чем на станции 5 (рис. 2).

Участок пляжа в месте расположения станции 5, открытой воздействию волнения южного и юго-восточного направлений, был подвержен наибольшему воздействию волнения. Станции 2 и 3 открыты действию волнения южного направления, при этом станция 3 более защищена и находится напротив небольшого ручья. Станции 1, 4 и 6 расположены в наиболее защищенных участках песчаного побережья бухты Патрокл.

Таким образом, качественное и количественное распределение мейофауны в песках западного, более прибойного участка бухты Патрокл имеет тот же характер, что и в бухте Пограничной. Более равномерное распределение мейофауны в песках восточного участка связано меньшей гидродинамической нагрузкой. В условиях малопривливаемых прибойных акваторий зал. Петра Великого показал, что мейофауна, населяющая пески мелководной зоны одной бухты, входит в состав одного и того же сообщества. При этом с увеличением гидродинамической нагрузки наблюдается снижение обилия мейофауны по направлению от краевых закрытых участков к центральным.

### Библиографический список

1. Бурковский И.В. Морская биогеоценология. Организация сообществ и экосистем. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 285 с.
2. Мокиевский В.О. Экология морского мейобентоса. М.: Т-во научных изданий КМК, 2009. 286 с.



3. Смирнова Е.В. Структура и динамика сообществ песчаных грунтов прибрежной мелководной зоны северо-западной части Японского моря: дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВГУ, 2012. 128 с.
4. Преображенский Б.В., Жариков В.В., Дубейковский Л.В. Основы подводного ландшафтоведения. Владивосток: Дальнаука, 2000. 352 с.
5. Пропп М.В. Адвективное перемешивание поровых вод, экология песчаных грунтов шельфа океана // Биол. моря. 2003. Т. 23, № 2. С. 79–86.
6. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Владивосток, 2001. Т. 1. 580 с.
7. Gheskiere T., Vincx M., Urban-Malinga B., Rossanoc C., Scapinic F., Degraer S. Nematodes from wave-dominated sandy beaches: diversity, zonation patterns and testing of the iso-communities concept // Estuarine, Coastal and Shelf Science. 2005. Vol. 62. P. 365–375.
8. McLachlan A., Brown A.C. The ecology of sandy shores // Academic Press, Oxford, Second Edition. 2006. 387 p.
9. Yeates G. W., Ferris H., Moens T. Van der Putten H. The Role of Nematodes in Ecosystems // Nematodes as Environmental Bioindicators. Wallingford: CAB International. 2009. P. 1–44.

E.V. Smirnova  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **MARINE COASTAL SANDS MEIOFAUNA DISTRIBUTION IN THE PATROCK AND BORDER BOTTLES (BAY OF PETER THE GREAT JAPANESE SEA)**

*The taxonomic composition and quantitative indicators of meiofauna were investigated in well-sorted medium-grained psammits in two bays with different hydrodynamic loads at a depth of 0.7-1.2 m. Meiofauna in various parts of the shallow zone of one bay is part of the same community. Decrease in settlement density is observed with increasing hydrodynamic load.*

УДК 574.2(265.54)

Т.С. Пряжевская<sup>1</sup>, С.А. Черкашин<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»; <sup>2</sup>ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

### **МНОГОЛЕТНЯЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ БИОДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМ В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ АМУРСКОГО ЗАЛИВА**

*На основе проведенных исследований описана экологическая обстановка в относительно чистой внешней и загрязненной внутренней частях Амурского залива. Температура, содержание кислорода и незначительное опреснение внутренних вод не оказали существенного влияния на меньшую выживаемость тест-организмов в этих водах, поэтому увеличение смертности в пробах из внутренних районов было вызвано загрязнением. В других районах токсичности вод для массовых видов мизид, предличинок и молоди рыб не обнаружено. Негативные последствия загрязнения после 2008 г. уменьшились, но в последние годы дальнейшего улучшения экотоксикологической обстановки в заливе не отмечено.*

Особое место среди морских водоемов занимают прибрежные мелководные, благодаря своей исключительной роли в создании биопродукции и самоочищении гидросферы. Вместе с тем они испытывают наибольшее антропогенное воздействие и часто становятся приемниками сточных вод береговых источников и загрязненного речного стока со всего водосборного бассейна. Среди акваторий зал. Петра Великого максимальному антропогенному воздействию подвержены внутренние участки Амурского и Уссурийского заливов, б. Золотой Рог и пролив Босфор Восточный.

Амурский залив, являющийся северо-западной частью зал. Петра Великого, выбран нами для многолетнего мониторинга состояния биоты и среды ее обитания. Этот район имеет большое значение для развития марикультуры и прибрежного промысла рыб, беспозвоночных животных и макрофитов. В целом, экосистема залива в настоящее время характеризуется высоким биоразнообразием и играет важную роль, как в создании биологической продукции, так и в самоочищении. Однако на восточном побережье залива расположена столица Приморского края г. Владивосток (с населением примерно 607 тыс. чел.); практически по всему побережью залива расположены места отдыха населения и гостей края. В вершину залива впадает крупная р. Раздольная, в долине которой ведутся сельскохозяйственные и другие работы, поэтому загрязнение Амурского залива, особенно его внутренних районов, продолжается.

Незаменимую роль в оценке состояния биологических ресурсов и окружающей среды играет биодиагностика, так как получить представление о степени биодоступности поллютантов, их способности вызывать какие-либо нарушения состояния компонентов водных экосистем можно только с помощью подходов, базирующихся на регистрации откликов биоты. Биодиагностика использует методы биотестирования и биоиндикации характеристик обитателей вод (Филенко, Чуйко, 2017). Существенная роль в оперативной оценке качества природной среды принадлежит биотестированию – экспериментальной биодиагностики состояния компонентов экосистем, основанной на регистрации тест-функции используемой биосистемы (тест-объекта). Эффективность биотестирования и обоснованность выводов определяется, прежде всего, правильным выбором тест-объектов. Оптимальное решение, состоит в использовании представителей нескольких трофических уровней, отвечающих ряду требований, таких, как уязвимость или чувствительность, массовость, широкая распространенность, доступность. Наиболее уязвимы к загрязнению мелкоразмерные планктонные организмы (Черкашин, 1986, 2001, 2005; Патин, 1997; Пряжевская, Черкашин, 2012, 2014; Черкашин, Пряжевская, 2016), поэтому при биодиагностике состояния водоемов наиболее целесообразно и с наименьшими затратами ограничиться изучением состояния планктона.

Использование местных видов повышает объективность биодиагностики. Таким образом, перспективны массовые, широко распространенные, легкодоступные тест-организмы, хорошо переносящие лабораторные условия. Для рыбохозяйственных целей желательно, чтобы выбранные виды были ценными промысловыми или кормовыми объектами. Вследствие низких концентраций большинства поллютантов в Амурском заливе для биодиагностики особенно необходимы высокочувствительные тест-организмы.

По мнению многих исследователей, мелкоразмерные ракообразные, эмбрионы и личинки рыб оказываются обычно наименее устойчивыми и весьма чувствительными к воздействию неблагоприятных факторов по сравнению с другими группами водных организмов и поэтому часто используются для оценки качества вод и состояния тех групп биоты, представители которых были использованы в качестве тест-объекта.

Цель данной работы – экспериментальная биодиагностика влияния загрязнения на качество вод Амурского залива, на выживаемость широко распространенных в Японском море ракообразных и рыб на ранних этапах онтогенеза.

В опытах оценивали смертность тест-объектов, отвечающих приведенным выше требованиям. Выживаемость является интегральной характеристикой устойчивости организмов к неблагоприятным факторам, в том числе к загрязнению. Определяемый в опытах показатель – процент гибели тест-организмов – прост для регистрации и расчетов, легко учитывается и общепризнан.

На 1-м этапе экспериментальных работ показано, что молодь 7 видов рыб довольно устойчива к воздействию дизельного топлива, фенола и тяжелых металлов. (Черкашин, 2001). Концентрации всех этих токсикантов, увеличивающие гибель рыб в 96-часовых опытах, оказались намного выше тех, которые присутствуют в водах зал. Петра Великого. При выборе зоопланктонных организмов с пониженной устойчивостью к поллютантам ус-

тановлено, что наименее токсикорезистентными из всех исследованных групп тест-объектов являются следующие обитатели зал. Петра Великого: мизиды (выживаемость молоди мизиды *Neomysis mirabilis* в течение 96 ч и 21 сут) и личинки морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* (40 сут ЛК<sub>50</sub>), а также процесс оплодотворения гамет морских ежей. Понижение температуры во время развития эмбрионов увеличивает смертность предличинок японского анчоуса *Engraulis japonicus* в растворах токсиканта, и в этом случае их токсикорезистентность совпадает с молодью мизид.

Исследования влияния тяжелых металлов на мизид и веслоногих ракообразных двух видов, креветок *Pandalus kessleri* из залива показали, что наименее устойчивы к цинку мизиды, особенно учитывая медианные летальные концентрации для самок, *Paracanthomysis shikhotaniensis*. Минимальные летальные концентрации Zn (ЛК<sub>1</sub>) для эврибионтных мизид *N. mirabilis* и стенобионтных *P. shikhotaniensis* находятся в диапазоне 1–40 мкг/л, что ниже ПДК цинка для воды морских рыбохозяйственных водоемов. Эксперименты с медью выявили ее большую токсичность для мизид по сравнению с цинком. Минимальные летальные концентрации этого металла для рачков обоих видов также оказались ниже утвержденных в России ПДК растворенных форм меди для морской воды. Сопоставляя результаты опытов по изучению токсикорезистентности двух видов рачков, необходимо отметить меньшую устойчивость к меди *Paracanthomysis shikhotaniensis*, поэтому загрязнение Си вод некоторых внутренних участков Амурского залива и многих бухт способно привести к гибели 50 % и более особей *P. shikhotaniensis*. Для *N. mirabilis* неблагоприятный уровень содержания Си отмечен лишь в наиболее загрязненных бухтах.

Расчетные величины 96 ч ЛК<sub>1</sub> меди и цинка для ракообразных выше содержания их растворенных форм в открытых прибрежных водах зал. Петра Великого (Шулькин, 2004), т.е. существующее здесь загрязнение этими металлами не токсично для исследованных видов. Уровень загрязнения растворенными формами Zn и Си некоторых локальных участков внутренних акваторий превышает величины 96 ч ЛК<sub>1</sub> для мизид, следовательно, в этих районах возможна их гибель. Подобная ситуация обычна для акваторий вблизи крупных населенных пунктов, таких, как г. Владивосток. Наибольшую опасность для ракообразных представляет загрязнение залива растворенными формами меди. На выживаемость мизид влияют и другие поллютанты. Например, значения 48 ч ЛК<sub>50</sub> дизельного топлива (35 мкг/л) для эврибионтной *N. mirabilis* было ниже, чем общее содержание углеводов в загрязненных акваториях у Владивостока и мизиды этого и других видов здесь отсутствовали.

Влияние токсикантов на выживаемость предличинок рыб в экспериментальных условиях наиболее детально изучали на двух промысловых видах – длиннорылой камбале *Pleuronectes punctatissimus* и японском анчоусе *Engraulis japonicus*, широко распространенных в Японском море и ряде других акваторий северо-западной части Тихого океана. Эмбрионы и личинки этих массовых видов многочисленны в поверхностном слое прибрежных вод, легко содержатся в лабораторных условиях и весьма уязвимы к воздействию различных токсикантов.

Предличинки длиннорылой камбалы с учётом медианных летальных концентраций менее устойчивы к воздействию кадмия и цинка, чем предличинки анчоуса, которые в свою очередь менее резистентны к свинцу. В зоне минимальных летальных концентраций одного и того же металла отмечено сближение токсикорезистентности этих тест-объектов, и разница в значениях ЛК<sub>1</sub> становится менее выраженной, чем для величин ЛК<sub>50</sub>. Минимальные летальные концентрации (96 ч ЛК<sub>1</sub>) составили: для предличинок камбалы – 0,3 мкг/л кадмия и свинца; 6,0 мкг/л цинка; для предличинок анчоуса – 0,005–0,007; 0,3; 0,4–0,5; 1,2 и 3,0 мкг/л бенз(а)пирена, свинца, меди, кадмия и цинка соответственно. Эти значения ниже утвержденных ПДК металлов для морской воды объектов, имеющих рыбохозяйственное значение во много раз.

Сопоставление опубликованных данных по содержанию тяжелых металлов в прибрежных водах зал. Петра Великого с полученными нами значениями 96 ч ЛК<sub>1</sub> позволяют

заклучить, что кадмий и свинец не оказывают отрицательного влияния на выживаемость предличинок длиннорылой камбалы и японского анчоуса, за исключением наиболее загрязненных акваторий. Цинк в обнаруженных концентрациях способен вызывать дополнительную смертность предличинок в поверхностном слое вод большей прибрежной части Амурского залива (Черкашин и др., 2004). Загрязнение медью многих прибрежных акваторий залива может снижать выживаемость предличинок анчоуса в 2 раза (Черкашин и др., 2008). Следовательно, предличинок исследованных видов рыб, как и мизид, целесообразно использовать для биодиагностики последствий загрязнения морских вод.

Состояние прибрежных вод изменчиво в пространстве и времени, поэтому большое значение имеет оперативная экспериментальная биодиагностика (биотестирование) качества этих вод, подверженных комплексному загрязнению. Исходя из того, что токсические уровни загрязнения обычно встречаются в прибрежной зоне, особенно в поверхностном слое вод, где концентрации всех поллютантов повышены в десятки и сотни раз, в качестве тест-объектов использовали широко распространенных и многочисленных в этих биотопах мизид *P. shikhotaniensis* и *N. mirabilis*, личинок краба *Dorippe granulata* и предличинок японского анчоуса.

Биотестирование на мизидах входит в комплекс экотоксикологических исследований ТИПРО-Центром состояния Амурского залива с 1984 г. Для каждой серии опытов отбирали пробы из поверхностного слоя обычно на шести станциях, расположенных у побережья внешних и внутренних участков залива. Внутренняя зона залива наиболее подвержена загрязнению, внешняя (условно-фоновая) расположена у островов на границе открытых вод зал. Петра Великого. Всего оценили качество вод 25 станций.

В опытах мизиды избегали как воду кутовой части Амурского залива, пребывание в которой вызывало их гибель в кратковременных опытах, так и ее сублетальные разведения. Однако вода, отобранная в 37 км от устья р. Раздольной, впадающей в вершину этого залива, оказывала лишь незначительное влияние на поведение мизид, но не снижала их выживаемости. Спад производственной деятельности в Приморском крае в 1990-е гг. способствовал заметному снижению сброса загрязненных вод и, как следствие, некоторому ослаблению экологической напряженности во внутренних участках зал. Петра Великого. Однако и после этого в кратковременных опытах 2003–2017 гг. удалось выявить негативное влияние загрязненных вод отдельных, обычно внутренних, акваторий на выживаемость мизид и предличинок анчоуса. Экспериментальная биодиагностика влияния загрязнения на качество вод Амурского залива показала, что, по сравнению с личинками краба *D. granulata*, мизиды и предличинки рыб являются более перспективными тест-организмами. Однако лишь в августе, сентябре 2003 г. и июле 2007 г. их выживаемость в пробах из внутреннего района в целом была достоверно ниже, чем в водах из внешней части залива. В последующие годы экотоксикологическое состояние вод залива улучшилось, вероятно, из-за снижения загрязнения. Значительные, но кратковременные повышения загрязнения после залповых сбросов, случавшиеся за последнее десятилетие, незамедлительно сказывались на выживаемости мизид. Так, биотестирование, проведенное в сентябре 2008 г. после массовой гибели многих видов рыб и ракообразных во внутренней части залива, выявило и увеличенную смертность мизид в водах из этих акваторий. Но качество вод более загрязненной зоны в целом достоверно не отличалось от условно-фоновой района, за исключением отдельных локальных участков. В воде станции, наиболее удаленной от внутренних районов, гибель мизид увеличилась в 1,5 раза по сравнению с предыдущим годом, но оставалась меньше, чем в других акваториях.

Максимальная гибель мизид отмечалась в водах из внутренних акваторий. В этих районах определяемые концентрации ряда металлов и нефтяных углеводородов способны существенно снизить выживаемость исследованных нами видов. В большинстве случаев наиболее уязвимыми оказались предличинки. Однако дополнительные физиологические нагрузки, такие, как преждевременный нерест под влиянием загрязнения и резкое изменение температуры воды, значительно увеличивают смертность даже эврибионтных видов,

например *N. mirabilis*. Температурный, кислородный режимы и незначительное опреснение вод внутренних районов не оказывали существенного влияния на меньшую выживаемость тест-организмов в этих водах. Следовательно, наблюдаемые эффекты вызывались антропогенным загрязнением. Отмечаемая в опытах токсичность воды, обычно превышающая ожидаемую от воздействия лишь повышенных концентраций исследованных металлов и углеводов, вероятно, связана с влиянием всего комплекса поллютантов. Многолетнее биотестирование продемонстрировало, что наиболее стабильные экотоксикологические условия характерны для открытой части залива. Однако в ряде опытов установлено кратковременно снижение качества вод и в этих районах. В целом, состояние вод Амурского залива после 2009 г. улучшилось.

Таким образом, показано отсутствие токсичности вод большинства исследованных акваторий залива для двух массовых видов мизид, предличинок и молоди рыб. Поскольку ранее нами доказана повышенная уязвимость этих мизид и предличинок рыб для поллютантов по сравнению с большинством тест-организмов из зал. Петра Великого, то в большинстве районов залива качество вод в настоящее время вполне благоприятно и для других промысловых видов. Одновременно биоиндикация свидетельствовала, что состояние массовых видов ракообразных, личинок и молоди исследованных видов рыб в Амурском заливе, за исключением более загрязненных внутренних районов, вполне благополучно. Тем не менее очевидна возможность негативного воздействия загрязнения металлами и нефтяными углеводородами на выживаемость исследованных нами гидробионтов в районах с интенсивным загрязнением, имеющимся в заливе. Сопоставление данных экспериментальной биодиагностики и регистрируемых концентраций ряда металлов и углеводов в водах залива выявило наибольшую опасность для мизид и предличинок рыб загрязнения биодоступными формами меди внутренних районов ближайших к центральной части г. Владивосток. Однако негативные последствия загрязнения после 2009 г. уменьшились, но в последние годы дальнейшего улучшения экотоксикологической обстановки в заливе не отмечено.

### Библиографический список

1. Патин С.А. Экологические проблемы освоения нефтегазовых ресурсов морского шельфа. М.: ВНИРО, 1997. 350 с.
2. Пряжевская Т.С., Черкашин С.А. Рыбохозяйственная токсикология : учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. 210 с.
3. Пряжевская Т.С., Черкашин С.А. Влияние меди на выживаемость мизид *Neomysis mirabilis* и *Paracanthomysis sp.* (Crustacea: Mysidacea) // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 177. С. 219–226.
4. Филенко О.Ф., Чуйко Г.М. Водная экотоксикология в России: от прошлого к настоящему // Тр. Института биологии внутренних вод РАН. 2017. № 77. С. 124–142.
5. Черкашин С.А. Реакция избегания гидробионтами (молодь рыб и ракообразные) некоторых токсикантов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1986. 17 с.
6. Черкашин С.А. Биотестирование: терминология, задачи, основные требования и применение в рыбохозяйственной токсикологии // Изв. ТИНРО. 2001. Т. 128. Ч. III. С. 1020–1035.
7. Черкашин С.А. Отдельные аспекты влияния углеводов нефти на рыб и ракообразных // Вестник ДВО РАН. 2005. № 3. С. 83–91.
8. Черкашин С.А., Вейдеман Е.Л. Экотоксикологический анализ состояния прибрежных экосистем залива Петра Великого (Японское море) // Вопр. рыб-ва. 2005. Т. 6. № 4 (24). С. 637–652.
9. Черкашин С.А., Никифоров М.В., Шелехов В.А. Использование показателей смертности предличинок морских рыб для оценки токсичности цинка и свинца // Биол. моря. 2004. Т. 30. № 3. С. 247–252.

10. Черкашин С.А., Пряжевская Т.С., Ковековдова Л.Т., Симоконь М.В. Влияние меди на выживаемость предличинок японского анчоуса *Engraulis japonicus* (Temminck et Schlegel, 1846) // Биол. моря. 2008. Т. 34. № 5. С. 377–380.

11. Черкашин С.А., Пряжевская Т.С. Влияние углеводов нефти на морских ракообразных // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. 2016. № 12. С. 40–44.

12. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. Владивосток: Дальнаука, 2004. 279 с.

T.S. Pryazhevskaya<sup>1</sup>, S.A. Cherkashin<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Dalrybvtuz, <sup>2</sup>TINRO-Center, Vladivostok, Russia,

## LONG-TERM EXPERIMENTAL BIODIAGNOSTICS OF THE ECOSYSTEMS COMPONENTS STATE IN THE COASTAL WATERS OF THE AMUR BAY

*Ecological situation in the relatively clean external part of the Amur Bay and its polluted internal part is described on the base of surveys. Temperature, oxygen conditions and slight desalination of the internal waters did not impact significantly on the lower survival of the test objects in these waters. Therefore, mortality increase in the samples from internal areas was because of pollution. In other areas, water toxicity is not found for mass species of mysids and prelarvae and juvenile fish. The negative effects of pollution have decreased since 2009, but there is no further improvement in the ecotoxicological situation in recent years.*

УДК 575.852

С.В. Туранов<sup>1,2</sup>, Ю.Ф. Картавец<sup>2</sup>, А. Недунури<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

<sup>2</sup>ФГБУН «Национальный научный центр морской биологии» ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>3</sup>Национальный институт технологии, Варангал, Индия

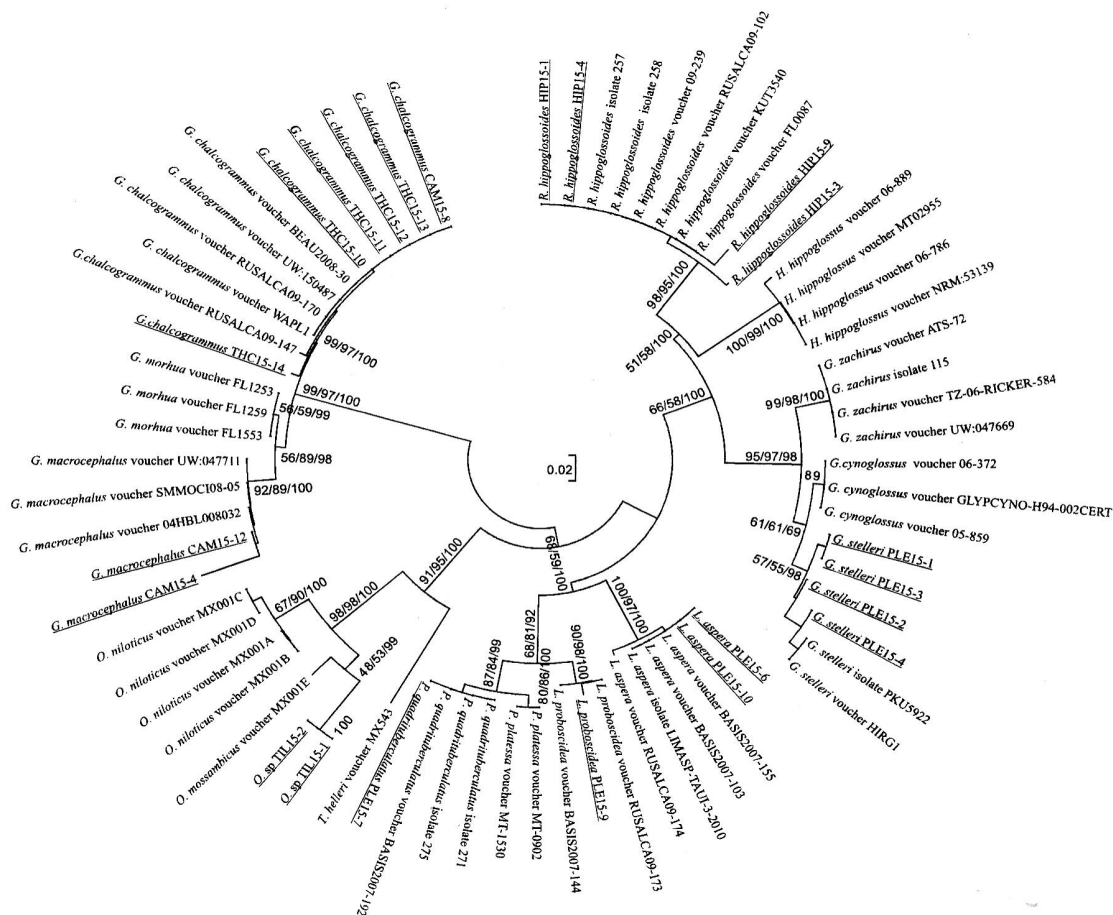
## ИДЕНТИФИКАЦИЯ РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ДНК ШТРИХКОДИРОВАНИЯ

*Для оценки возможной ошибочной маркировки 22 образцов замороженной рыбы и филе из продовольственных магазинов г. Владивостока (Россия) проведены исследования по идентификации видовой принадлежности рыбных продуктов на основе методов ДНК штрихкодирования с применением локальной библиотеки штрихкодов. Было обнаружено, что четыре разных вида, представляющие три рода семейства Pleuronectidae, были помечены в двух магазинах общим названием «камбала». Очевидна необходимость дополнительных исследований для отслеживания основных источников и этапов торговли морепродуктами, в которых может происходить ошибочная маркировка.*

Неверная идентификация видовой принадлежности, а также намеренная подмена морепродуктов являются в совокупности главными факторами, сдерживающими развитие рыбохозяйственной отрасли, так как могут в значительной степени влиять на повышенную эксплуатируемость природных популяций гидробионтов [12, 13, 17, 20]. Поэтому крайне важно своевременно вводить в эксплуатацию унифицированные методы диагностики видовой принадлежности ценных промысловых видов гидробионтов, параллельно оценивая масштаб явления, постепенно формирующийся на основе информации о том, какие из морепродуктов наиболее часто подвержены подмене или поставляются в продажу с неверной видовой привязкой [4, 11, 13, 19]. Наиболее востребован в настоящее время молекулярно-генетический метод идентификации видовой принадлежности, использующий данные об изменчивости стандартизированных генетических маркеров, наиболее популярным из ко-

торых является митохондриальный фрагмент *Co-1* [1, 5, 7]. Для целей идентификации при этом в разных странах используется глобальная референсная база, наработанная в результате развития ДНК-штрихкодирования [3, 6, 9, 10, 14]. В данной работе представлена первая попытка оценки подмены морепродуктов (филе рыб) в российской сети розничной торговли на основе методов ДНК-штрихкодирования.

В двух магазинах г. Владивосток («Парус» и «Рыбный островок») в мае 2015 г. было закуплено по 30 образцов целых и филерованных рыб. Из образцов с применением высокотемпературного щелочного лизиса (HOT-SHOT) была выделена тотальная ДНК с последующим амплифицированием и секвенированием стандартного фрагмента *Co-1* [8]. Все полученные последовательности были идентифицированы с помощью дистанционных и топологических критериев на основе использования локальной референсной базы, предварительно сформированной на основе поиска наиболее похожих последовательностей в NCBI [2] и BOLD ([http://www.boldsystems.org/index.php/IDS\\_OpenIdEngine](http://www.boldsystems.org/index.php/IDS_OpenIdEngine)). При формировании локальной референсной базы использовались только те последовательности, которые имели однозначную географическую и таксономическую привязку. Филогенетический анализ совокупной (локальная референсная база + идентифицируемые последовательности) матрицы данных осуществлён с помощью программ MEGA 6 [18], MrBayes 3.2 [16], а также набора филогенетических пакетов и функций языковой среды R [15] (рисунок).



Неукорененное филогенетическое NJ-дерево, сконструированное на основе совокупной (локальная референсная база + идентифицируемые последовательности) матрицы последовательностей с использованием генетических расстояний, скорректированных по модели K2P. В узлах дерева даны оценки устойчивости топологии для разных алгоритмов построения в порядке NJ/ML/BI

Последовательности длиной от 234 to 645 пн были получены только для 22 экземпляров из выборки. Однако показатели схожести во время поиска при составлении референс-

ной базы данных (от 99 до 100 %), а также наличие четкого разграничения внутри- и межвидовых генетических расстояний указывали на то, что образцы могут быть однозначно идентифицированы. Все образцы, продаваемые как «палтус», имели однозначную привязку к виду *Reinhardtius hippoglossoides*. Однако, учитывая гомогенность популяции вида на всём протяжении его чрезвычайно широкого ареала, отследить точку поимки на основе нашего метода не представляется возможным. Под названием «камбала» в сети г. Владивостока продают представителей 3 родов семейства Pleuronectidae, при этом среди филерованных продуктов обнаружены *L. proboscidea*, *L. aspera* и *Pleuronectes quadrituberculatus*, в то время как все «камбалы» в необработанном виде относились к виду *Gliptocephalus stelleri*. Среди трескообразных рыб был обнаружен только один случай подмены филе трески на минтая. Филе тилапии идентифицировать до вида не представилось возможным ввиду отсутствия полноценной базы для представителей рода *Oreochromis*.

В работе продемонстрировано успешное применение методов молекулярно-генетической идентификации видовой принадлежности рыбных продуктов, а также показано таксономическое богатство филерованных и необработанных рыбных продуктов, могущих скрываться за общим торговым названием.

### Библиографический список

1. Ardura A., Pola I.G., Ginuino I., Gomes V., Garcia-Vazquez E. Application of barcoding to Amazonian commercial fish labelling // Food Research International. 2010. Т. 43. № 5. С. 1549-1552.
2. Benson D.A., Cavanaugh M., Clark K., Karsch-Mizrachi I., Lipman D.J., Ostell J., Sayers E.W. GenBank // Nucleic Acids Research. 2013. Т. 41. № no. D1.
3. Cawthorn D.M., Steinman H.A., Hoffman L.C. A high incidence of species substitution and mislabelling detected in meat products sold in South Africa // Food Control. 2013. Т. 32. № 2. С. 440-449.
4. Clark L.F. The current status of DNA barcoding technology for species identification in fish value chains // Food Policy. 2015. Т. 54. С. 85-94.
5. Dawnay N., Ogden R., McEwing R., Carvalho G.R., Thorpe R.S. Validation of the barcoding gene COI for use in forensic genetic species identification // Forensic Science International. 2007. Т. 173. № 1. С. 1-6.
6. Galal-Khallaf A., Ardura A., Mohammed-Geba K., Borrell Y.J., Garcia-Vazquez E. DNA barcoding reveals a high level of mislabeling in Egyptian fish fillets // Food Control. 2014. Т. 46. С. 441-445.
7. Hanner R., Becker S., Ivanova N. V., Steinke D. FISH-BOL and seafood identification: Geographically dispersed case studies reveal systemic market substitution across Canada // Mitochondrial DNA. 2011. Т. 22. №. sup1. С. 106-122.
8. Ivanova N. V., Zemlak T.S., Hanner R.H., Hebert P.D.N. Universal primer cocktails for fish DNA barcoding // Molecular Ecology Notes. 2007. Т. 7. № 4. С. 544-548.
9. Khaksar R., Carlson T., Schaffner D.W., Ghorashi M., Best D., Jandhyala S., Traverso J., Amini S. Unmasking seafood mislabeling in U.S. markets: DNA barcoding as a unique technology for food authentication and quality control // Food Control. 2015. Т. 56. С. 71-76.
10. Lamendin R., Miller K., Ward R.D. Labelling accuracy in Tasmanian seafood: An investigation using DNA barcoding // Food Control. 2015. Т. 47. С. 436-443.
11. Mafra I., Ferreira I. M., Oliveira M. B. P. P. Food authentication by PCR-based methods // European Food Research and Technology. 2008. Т. 227. № 3. С. 649-665.
12. Miller D.D., Mariani S. Smoke, mirrors, and mislabeled cod: Poor transparency in the European seafood industry // Frontiers in Ecology and the Environment. 2010. Т. 8. № 10. С. 517-521.
13. Muñoz-colmenero M., Blanco O., Arias V., Martinez J.L., Garcia-Vazquez E., Blanco O., Arias V., Martinez J.L. DNA Authentication of Fish Products Reveals Mislabeling Associated with Seafood Processing // Fisheries. 2016. Т. 41. № 3. С. 128-138.



14. Nagalakshmi K., Annam P.K., Venkateshwarlu G., Pathakota G.B., Lakra W.S. Mislabeling in Indian seafood: An investigation using DNA barcoding // *Food Control*. 2016. Т. 59. С. 196-200.
15. Core Team R. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2015. <https://www.R-project.org/>.
16. Ronquist F. Mrbayes 3.2: Efficient bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space // *Systematic Biology*. 2012. Т. 61. №. 3. С. 539-542.
17. Tamm E.E., Schiller L. Seafood Authenticity and Traceability. 2016. 27–45 с.
18. Tamura K., Stecher G., Peterson D., Filipski A., Kumar S. MEGA6: Molecular evolutionary genetics analysis version 6.0 // *Molecular Biology and Evolution*. 2013. Т. 30. №. 12. С. 2725-2729.
19. Teletchea F. Molecular identification methods of fish species: Reassessment and possible applications // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 2009. Т. 19. № 3. С. 265-293.
20. Wong E.H.K., Hanner R.H. DNA barcoding detects market substitution in North American seafood // *Food Research International*. 2008. Т. 41. № 8. С. 828-837.

S.V. Turanov<sup>1,2</sup>, A. Nedunoori<sup>3</sup>, Yu.Ph. Kartavtsev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dalrybtuz, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>National Scientific Center of Marine Biology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok 690041, Russia

<sup>3</sup>National Institute of Technology, Warangal, India

## **IDENTIFICATION OF THE FISH PRODUCTS IN THE RUSSIAN FAR EAST USING DNA BARCODING**

*DNA barcoding techniques based on the locally assembled barcode library were applied to investigate mislabeling of 22 specimens of frozen fish and fillets from food stores of Vladivostok, Russia. It was found that four different species representing three genera of the family Pleuronectidae were labeled at two stores by the common name «flounder». The necessity of additional studies to trace the major sources and stages of seafood trade, where mislabeling is most likely to occur, has become evident.*

УДК 597.587.9(268.52)

Г.В. Фукс

Северный филиал ФГБНУ «ПИНРО», Архангельск, Россия

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ОТОЛИТОМЕТРИИ ПОЛЯРНОЙ КАМБАЛЫ КАРСКОЙ ГУБЫ КАРСКОГО МОРЯ**

*Приведены результаты отолидометрии полярной камбалы Карской губы Карского моря. Проведен анализ длины, ширины, толщины и массы отолита самцов и самок. Показано сравнение параметров отолита от длины и возраста рыбы. Рассчитаны коэффициенты корреляции.*

Изучению отолидометрии посвящены многие работы по разным видам рыб в России и за рубежом (Messieh, 1972; Баранова, 1984; Винников, 1998; Пащенко, 2001; Begg, 2001; Nishimura, 2001; Чешева, 2004; Orlov, 2007; Легенькая, 2013; Орлов, 2013), в том числе по камбаловым (Мягких, 2001; Фукс, 2014, 2017). По Карскому морю опубликованных данных по отолидометрии полярной камбалы нет. В данной работе представлены результаты обработки четырех показателей отолитов: длины, ширины, массы и толщины отолита. Материал собран в 2004-2016 гг. в Карской губе Карского моря. Обработаны 118 отолитов самок и 84 самцов. Определение длины и ширины отолита проводилось под бинокляром МБС-10 с использованием окуляр-микрометра, толщина измерялась толщиномером ТР 25-100 с точностью до сотых долей, взвешивание выполнялось на весах A&D GR-120 с

точностью до десятых долей миллиграмма. Исследуемые параметры рыб: длина самок – от 9,2 до 26,3 см, самцов – 9,8–19,0 см, возраст у самок – 2–23 года, у самцов – 3–15 лет, максимальная масса самок – 277,7 г, самцов – 73,8 г.

Прямолинейная зависимость длины рыбы и отолита доказана многими исследователями у разных видов рыб (Truth, 1954; Templemana, 1956; Мина, 1967; Harvey, 2000; Aydin, 2004; Svetochева, 2007; Battaglia, 2010; Легенькая, 2013; Фукс, 2013; Seyfabadi, 2014; Dehghani, 2015; Zan, 2015). В результате проведенных работ подтверждено, что рост отолитов полярной камбалы Карской губы прямо пропорционален росту рыбы с достаточно высоким коэффициентом детерминации, для примера приведена зависимость по длине отолита (рис. 1). Все показатели имеют прямолинейную зависимость независимо от пола, причем размеры отолитов самок незначительно больше отолитов самцов примерно с 10–11 см, то есть с начала созревания (рис. 2). У самок более 23 см происходит резкое увеличение размеров отолита, особенно это видно на примере роста массы отолита (рис. 2, а), возможно, это связано очень маленькой выборкой, экземпляры более 23 см составляют менее 3 %.

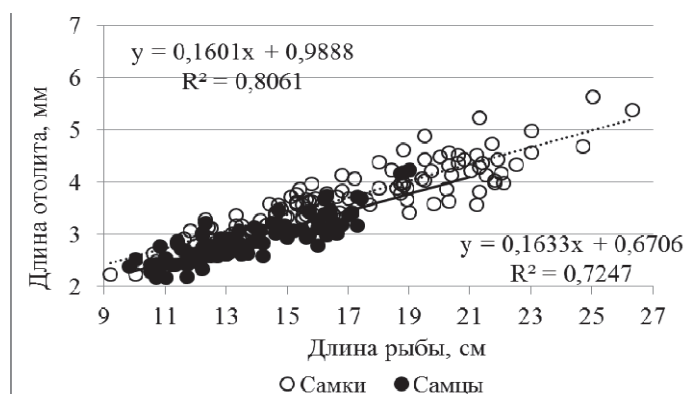


Рис. 1. Зависимость длины отолита от длины тела полярной камбалы

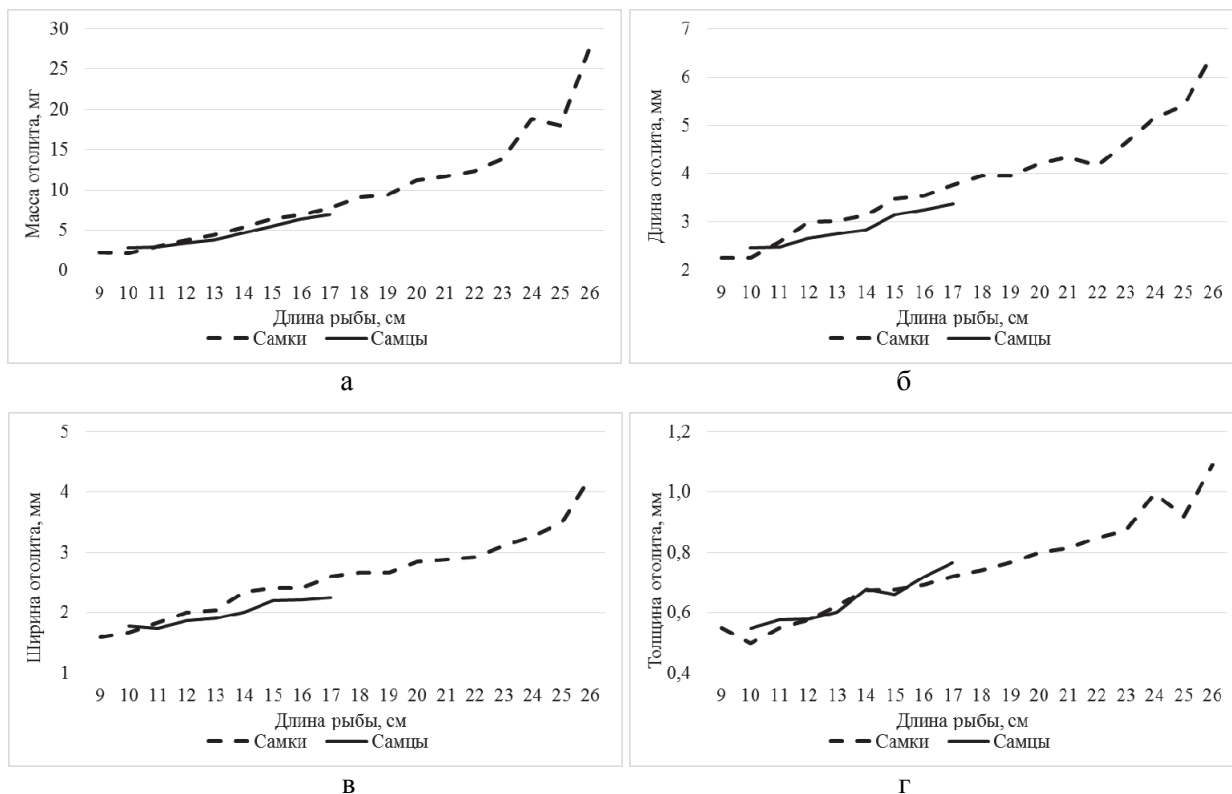


Рис. 2. Зависимость измеряемых параметров отолитов от длины рыбы – массы (а), длины (б), ширины (в) и толщины (г) отолита

Совершенно другая картина наблюдается при отношении параметров отолита к возрасту (рис. 3). У молоди полярной камбалы рост отолитов происходит одинаково, независимо от пола примерно до 3-летнего возраста, т.е. до начала созревания, затем у самок скорость роста отолитов увеличивается с ростом размеров рыбы.

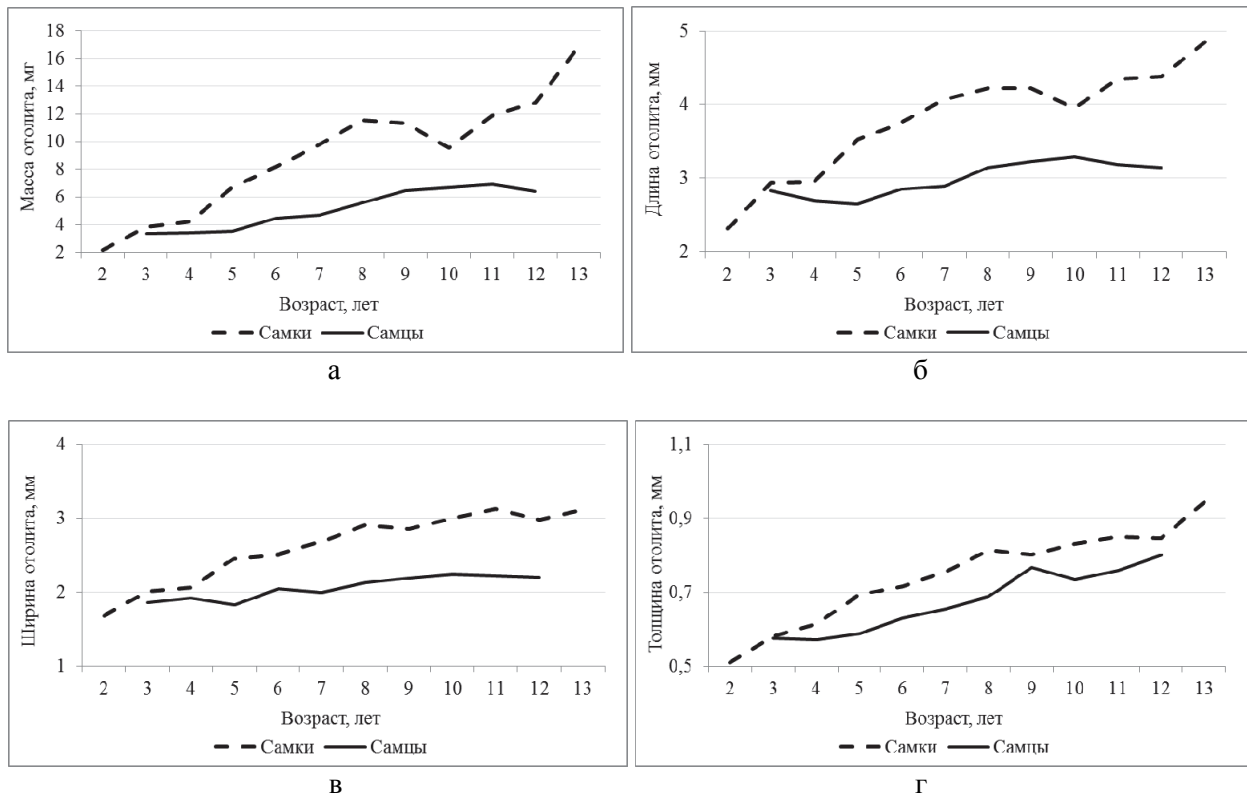


Рис. 3. Зависимость измеряемых параметров отолитов от возраста рыбы – массы (а), длины (б), ширины (в) и толщины (г) отолита

При анализе отношения длины отолита к ширине выявлено, что на протяжении всей жизни рыбы данный показатель носит случайный характер, не зависит от возраста и пола рыбы и составляет у самок 1,32–1,56, у самцов – 1,39–1,52 (рис. 4).

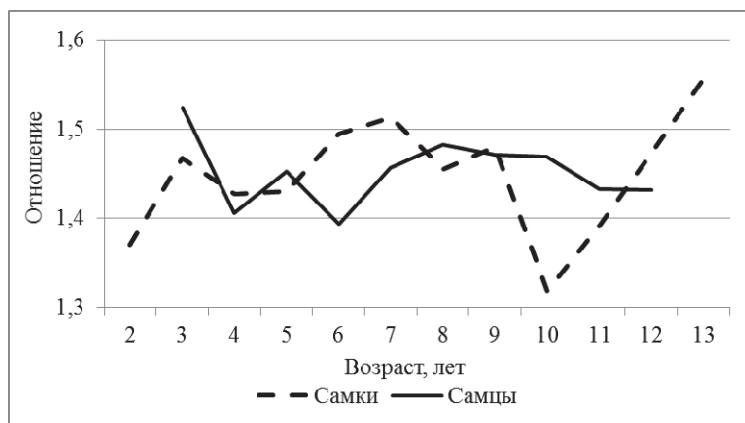


Рис. 4. Отношение длины отолита к ширине

В ходе проведения исследований были проведены расчеты коэффициентов корреляции, результаты представлены в таблице. Большинство значений коэффициента выше у самок. С длиной и массой рыбы наиболее коррелирует масса отолита. Эти данные можно использовать для реконструкции длины тела рыбы при исследовании питания хищников.

## Коэффициенты корреляции исследованных параметров отолигов полярной камбалы

Признак	Длина тела	Масса тела	Возраст рыбы	Длина отолига	Ширина отолига	Толщина отолига
Самцы						
Масса тела	0,9666	-	-	-	-	-
Возраст рыбы	0,7650	0,7093	-	-	-	-
Длина отолига	0,8513	0,8762	0,5693	-	-	-
Ширина отолига	0,8193	0,8267	0,5349	0,9229	-	-
Толщина отолига	0,7965	0,7635	0,7761	0,6520	0,6597	-
Масса отолига	0,9148	0,9313	0,7270	0,9343	0,9223	0,8178
Самки						
Масса тела	0,9572	-	-	-	-	-
Возраст рыбы	0,8459	0,8365	-	-	-	-
Длина отолига	0,8954	0,8692	0,7740	-	-	-
Ширина отолига	0,8816	0,8560	0,7670	0,9285	-	-
Толщина отолига	0,8950	0,8614	0,8277	0,8388	0,8330	-
Масса отолига	0,9182	0,9190	0,8392	0,9581	0,9382	0,9027

Анализ проведенных исследований и расчетов позволяет сделать следующие выводы.

1. Длина, ширина, толщина и масса отолигов в Карской губе Карского моря изменяются прямо пропорционально длине тела рыбы и не зависят от пола, отолиги растут в течение всей жизни.
2. Длина, ширина, толщина и масса отолигов имеют иную зависимость по отношению к возрасту рыб.
3. При достижении примерно 3-летнего возраста у самок наблюдается увеличение скорости роста отолига по сравнению с самцами.
4. Отношение длины к ширине отолига носит случайный характер;
5. С длиной и массой рыбы наиболее коррелирует масса отолига.

### Библиографический список

1. Messieh S. N. Use of otoliths in identifying herring stocks in the southern Gulf of St. Lawrence and adjacent waters // J. Fish. Res. Board Can., 1972. V. 29. № 8. P. 1113–1118.
2. Баранова Т.Д., Бернер М. Сравнительные результаты изучения структуры отолигов трески из различных районов Балтики // Fischerei-Forschung. Rostok. 1984. № 3. С. 59–67.
3. Винников А. В., Давыденко В. А. К вопросу о популяционной структуре тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus tilesius* (Gadidae) прикамчатских и сопредельных вод по результатам отолигометрии // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. П-Камчатский: КамчатНИРО, 1998. Вып. 4. С. 33-38.
4. Пашенко В. М., Грицай Е. В. Географическая изменчивость морфологических признаков отолигов минтая // Известия ТИНРО. 2001. Т. 128. С. 304–311.
5. Begg G.A. Overholtz W.J., Munroe N.J. The use of internal otolith morphometrics for identification of haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) stocks on Georges Bank // Fish. Bull. 2001. V. 99. №. 1. P. 1–14.
6. Nishimura A., Yanagimoto T. Review of Pollock structure studies in the Japanese Institute. 1. Phenotypic characteristic and otolith application studies // Tech. Rep. Hokkaido Natl. Fish. Res. Inst. 2001. № 5. NP.

7. Чешева З.А., Зимин А. В. Использование отолиометрии для выяснения популяционной структуры круглой сардинеллы *Sardinella aurita* (Clupeidae) центрально-восточной Атлантики // Вопросы ихтиологии. 2004. Т. 44. № 5. С. 669–673.
8. Orlov A.M., Abramov A.A., Stolyarova E.V. Use of otolithometry to determine Asian shortraker rockfish population structure // Biology, Assessment, and Management of North Pacific Rockfishes. Alaska Sea Grant College Program. 2007. AK-SG-07-01. P. 207-221.
9. Легенькая С.А. Возможности использования отолиометрии для выяснения популяционной структуры наваги // Известия ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 271–275.
10. Орлов А.М., Афанасьев П.К. Отолиометрия как инструмент анализа популяционной структуры тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae, Teleostei) // Амурский зоологический журнал. 2013. Вып. 3. С. 327–331.
11. Мягих К.А., Коростелёв С.Г. Оценка морфологических различий двухлинейной камбалы из Кроноцкого и Авачинского заливов методом отолиометрии // Тез. докл. Всероссийской конф. молодых ученых. Владивосток: ТИНРО-Центр. 2001. С. 37–38.
12. Фукс Г.В. Результаты отолиометрии речной камбалы дельты р. Северная Двина // Труды второй международной научно-практической конференции «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов»: Калининград: КГТУ, 2014. С. 63–66.
13. Фукс Г.В. Краткие результаты отолиометрии полярной камбалы Белого моря // Материалы XIII Всероссийская конференция с международным участием «Изучение, рациональное использование и охрана природных ресурсов Белого моря», приуроченная к 60-летию Беломорской биостанции «Мыс Картеш» Зоологического института РАН. СПб., 2017. С. 224–228.
14. Trueth G.C. Otolith growth of the Barents Sea cod // Rapp. P-V. Reun. Cons. Int. Explor. Mer. 1954. V. 150. P. 297-299.
15. Templeman W., Squires H.J. Relationship of otolith lengths and weights in the haddock, *Melanogrammus aeglefinus* (L.), to the growth of the fish // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. 1956. V. 13. P. 467–487.
16. Мина М.В. Исследование зависимости между весом отолита (sagitta) и длиной особи в популяциях трески Баренцева и Белого морей // Биологические науки. 1967. Вып. 9 (45). С. 26–31.
17. Harvey J.T., Loughlin T.R., Perez M.A., Oxman D.S. Relationship between Fish Size and Otolith Length for 63 Species of Fishes from the Eastern North Pacific Ocean // NOAA Technical Report NMFS. 2000. V. 150. 38 p.
18. Aydin R., Calta M., Dursun S. & Coban M.Z. Relationships between fish lengths and otolith length in the population of *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843) inhabiting Keban Dam Lake // Pakistan Journal of Biological Sciences. 2004. V. 7(9). P. 1550–1533. <http://doi.org/10.3923/pjbs.2004.1550.1553>.
19. Svetocheva O., Stasenkov N. and Fooks G. Guide to the bony fishes otoliths of the White Sea // IMR/PINRO Joint Report Series No. 3/2007. ISSN 1502–8828. 46 p.
20. Battaglia P., Malara D., Romeo, T. & Andaloro F. Relationships between otolith size and fish size in some mesopelagic and bathypelagic species from the Mediterranean Sea (Strait of Messina, Italy) // Scientia Marina. 2010. V. 74(3). P. 605–612. <http://doi.org/10.3989/scimar.2010.74n3605>.
21. Фукс Г.В. Зависимость длины отолита от длины тела беломорской сельди (*Clupea pallasi marisalbi*) // «Арктика: экология и экономика». 2013. № 4. С. 81–83.
22. Seyfabadi J., Afshari M. & Valinassab T. Note otolith morphology and body size relationships of *Nemipterus japonicus* (Bloch, 1791) in the northern Oman Sea // Indian Journal of Fisheries. 2014. V. 61(2). P. 112–117.
23. Dehghani M., Kamrani E., Salarpouri A., Kamali E. Relationship between fish length and otolith dimensions (length, width) and otolith weight of *Sardinella sindensis*, as index for environmental studies, Persian Gulf, Iran // Journal of Fisheries and Livestock Production. 2015. V. 3(2). P. 1-5. <http://doi.org/10.4172/2332-2608.1000134>.

24. Zan X.X., Zhang C., Xu B. D., Zhang C. L. Relationships between fish size and otolith measurements for 33 fish species caught by bottom trawl in Haizhou Bay China // Journal of Applied Ichthyology. 2015. V. 31 (3). P. 544–548. <http://doi.org/10.1111/jai.12751>.

G.V. Fuks

Northern branch «PINRO», Arkhangelsk, Russia

## THE RESULTS OF OTOLITHOMETRY ARCTIC FLOUNDER KARA BAY, KARA SEA

*The results of otolithometry Arctic flounder Kara bay, Kara Sea. The analysis of length, width, thickness and mass of otolith of males and females is carried out. The comparison of the parameters of the distance from the length and age is shown. Correlation coefficients are calculated.*

УДК 594.1

Ю.С. Чернышова, Н.Ю. Прохорова

ФГБНУ «СахНИРО», Южно-Сахалинск, Россия

## ОСНОВНЫЕ ПРОДУКЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМОРСКОГО ГРЕБЕШКА НА РАННИХ ЭТАПАХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

*Дано краткое гидрологическое описание лагуны Буссе, рассмотрены основные продукционные характеристики приморского гребешка на ранних этапах его жизненного цикла (межгодовая динамика плотности личинок, темпы роста спата на коллекторах, средние величины спата, плотность оседания на коллекторы) с целью предложения рекомендаций по использованию акватории для получения посадочного материала.*

В данной работе представлены основные продукционные характеристики приморского гребешка на ранних этапах его жизненного цикла (межгодовая динамика плотности личинок, темпы роста спата на коллекторах, средние величины спата, плотность оседания на коллекторы), с целью предложения рекомендаций по использованию лагуны Буссе для получения посадочного материала.

Озеро Буссе расположено на западном побережье Тонино-Анивского полуострова о-ва Сахалин, относится к лагунам полузакрытого типа и занимает площадь, равную 43 км<sup>2</sup>. С зал. Анива лагуну связывает протока шириной примерно 80 м. Несмотря на активный водообмен с водами залива в лагуне Буссе сформировался свой термический режим, обусловленный, в первую очередь, ее мелководностью (3–5 м). Согласно результатам исследований за ряд лет, своего максимального прогрева воды в лагуне Буссе достигают в августе. В это время средняя многолетняя температура поверхностных вод составляет 19 °С, а придонных – 16,8 °С. В сентябре вследствие активного перемешивания разница между придонной и поверхностной температурами сглаживается и становится равной 1–2 °С (Бровко П.Ф., 2000) (рис. 1).

Соленость воды в лагуне зависит от времени года и приливно-отливного цикла (Бровко, 1990). Согласно исследованиям 2005–2017 гг., средняя многолетняя соленость поверхностных вод в лагуне колеблется от 27,6±0,9‰ до 29,8±0,4‰; придонных – от 28,7±1,0 до 30,9±0,3 ‰. Минимальные значения наблюдаются в мае (повышенный сток рек вследствие активного таяния снега), максимальные – в июне (уменьшение количества осадков) (рис. 2).

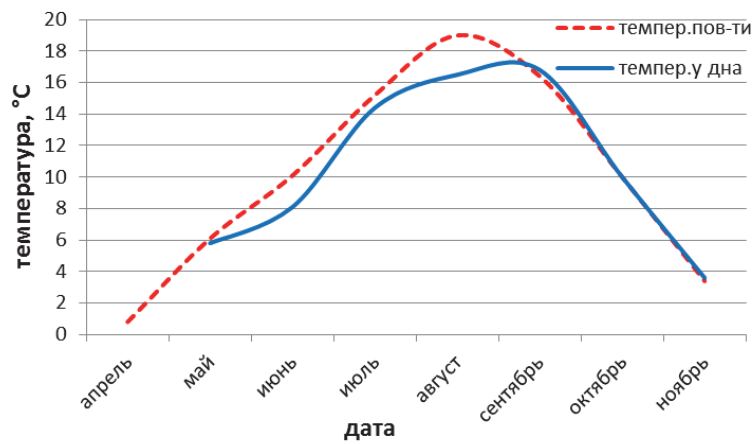


Рис. 1. Средняя многолетняя температура воды в лагуне Буссе на поверхности и у дна в 2005–2017 гг.

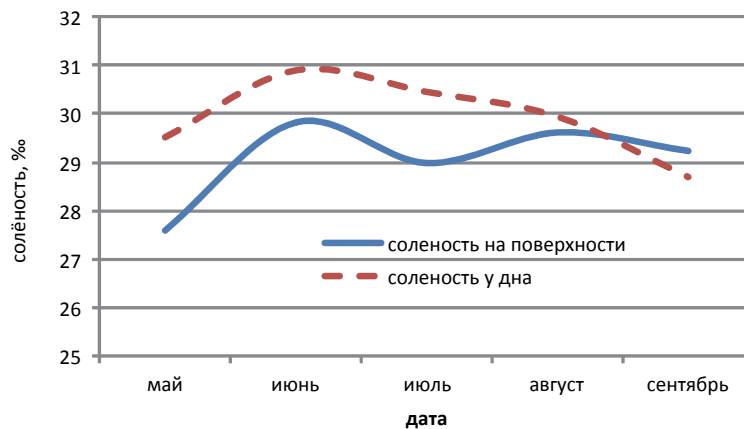


Рис. 2. Средняя многолетняя соленость воды в лагуне Буссе на поверхности и у дна в 2011–2017 гг.

Термический режим в лагуне обуславливает активность различных фаз в жизненном цикле приморского гребешка, например, его нерестовые процессы. На протяжении ряда лет в лагуне Буссе начало нереста приморского гребешка регистрируется в конце мая – июне в зависимости от прогрева воды. Массовый нерест начинается в середине июля при средних значениях температуры воды 14 °С и может проходить как в сжатые сроки (в течение двух недель), так и растягиваться до месяца. Общая продолжительность нереста в лагуне Буссе составляет 1,5–2 мес. (Приморский гребешок, 1986).

Многолетние наблюдения за сроками нереста позволили определить оптимальный период для выставления коллекторов для сбора спата: конец июня – начало июля, приблизительно за две недели до начала массового нереста. Постановку коллекторов осуществляют заранее для того, чтобы они успели обрасти особой бактериологической пленкой, необходимой для успешного оседания спата.

Первые личинки в планктоне появляются, как правило, в последних числах мая – начале июня, при прогреве температуры воды до 4 °С и выше. В разные годы характер динамики численности личинок в планктоне может существенно варьировать. Например, в 2016 г. первые личинки в планктоне были зафиксированы 8 июня и присутствовали в пробах вплоть до конца сентября. В 2014 г. личинки появились в конце мая и к середине августа наблюдались в пробах уже единично. Максимальные значения обилия отмечаются в июле и в августе. В 2011 г. концентрация личинок в июльских пробах доходила до 1311 экз./м<sup>3</sup>, тогда как в 2014–2015 гг. количество личинок в пробах в это же время не пре-

вышло 63 экз./м<sup>3</sup>. Главным фактором межгодовой изменчивости динамики плотности личинок в планктоне является температура. В годы с плавными изменениями температуры воды количество личинок в планктоне выше, чем в годы с ее резкими колебаниями (рис. 3).

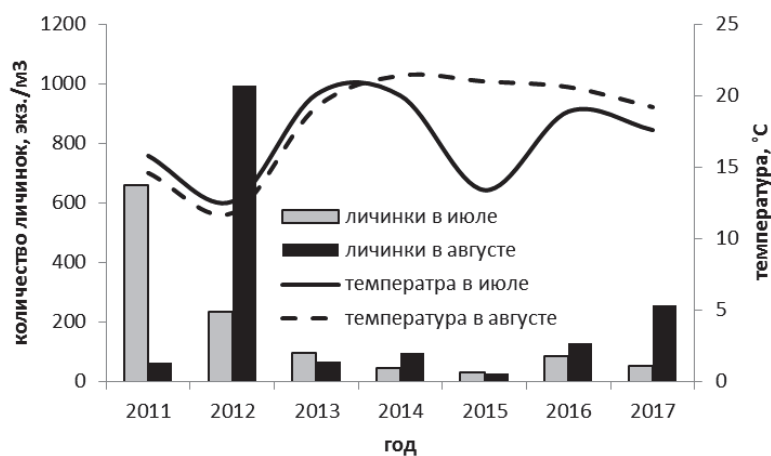


Рис. 3. Динамика плотности личинок приморского гребешка в июле-августе в лагуне Буссе, 2011–2017 гг.

Сравнительно невысокие значения температуры воды, а также ее сглаженный ход в июле и августе в 2011 и 2012 гг. способствовали хорошей выживаемости личинок. С 2013 по 2016 гг. температура воды была высокой, что резко отрицательно повлияло на выживаемость. В 2017 г. небольшое снижение и выравнивание температуры воды благоприятно отразилось на показателях обилия личинок.

Период нахождения личинок приморского гребешка в планктоне в лагуне Буссе составляет 2–3 мес. После завершения пелагической стадии личинки оседают на субстрат и прикрепляются к нему. После этого они считаются спатом. Последовательное оседание личинок на субстрат по средним многолетним данным начинается в начале июля и продолжается до начала октября. Массовое оседание длится примерно месяц (с середины июля до середины августа). Продолжительность оседания и температурный режим оказывают значительное влияние на формирование размерной структуры спата. Так, например, в 2012 г. оседание личинок было отмечено во второй декаде июля и продолжалось до конца сентября.

В результате 28 августа средние размеры спата (высота) достигли 5,1 мм. Среднесуточный прирост составил 0,12 мм. В 2016 г. начало оседания было зафиксировано в более ранние сроки – в начале июля. Промер спата 27 августа показал, что средняя высота составила  $8,4 \pm 0,2$  мм при диапазоне варьирования 4–15 мм. Среднесуточный был несколько выше, чем в 2012 г. – 0,16 мм.

Измерения спата проводились с 2011 по 2017 гг. по три месяца – с августа по октябрь (рис. 4, А, В, Г). В результате были определены средние размеры молоди на момент изъятия коллекторов. В 2014 г. средние размеры моллюсков составляли  $13,3 \pm 0,14$  мм, при пределах варьирования от 4 до 25 мм. Большая часть ювенильных особей (более 70 %) имели высоту раковины свыше 10 мм (рис.4, А). В 2015 г. в сборах преобладали особи с высотой раковины более 15 мм (93 %). При этом средняя высота раковины моллюсков составила  $17,8 \pm 0,1$  мм (рис 4, Б). Данные 2015 г. сопоставимы с данными 2017 г. В 2017 г. большая часть моллюсков была представлена особями с высотой раковины более 15 мм (~80 %). Средняя высота спата составила  $17,7 \pm 0,18$  мм. Высота раковины некоторых особей достигала 31 мм (рис. 4, Г). В 2016 г. отмечены самые высокие средние размеры спата –  $19,3 \pm 0,2$  мм, что, вероятно, обусловлено высокими темпами линейного роста моллюсков и благоприятным температурным режимом.



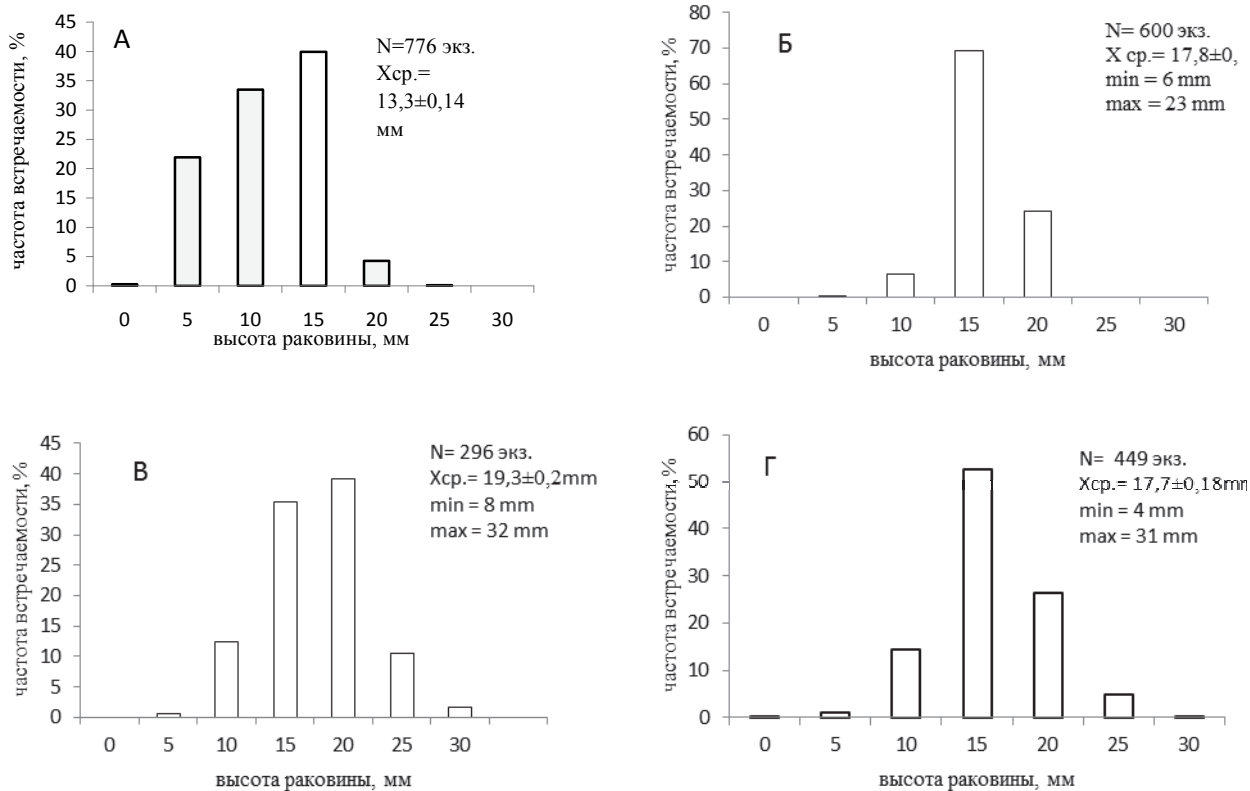


Рис. 4. Размерная структура молоди *Mizuhopecten yessoensis* на коллекторах в лагуне Буссе: А – 9 октября 2014 г.; Б – 19 октября 2015 г.; В – 19 октября 2016 г.; Г – 11 октября 2017 г.

Согласно результатам анализа многолетних данных, в лагуне Буссе наиболее высокие темпы линейного роста приморского гребешка наблюдаются в первый месяц жизни и составляют 0,22 мм. Во второй месяц средние темпы роста несколько снижаются, хотя и остаются по-прежнему высокими (0,19 мм). При достижении моллюском возраста 3 мес. скорость роста сокращается до 0,15 мм в сутки. Однако по годам темпы роста молоди могут существенно отличаться (рис. 5).

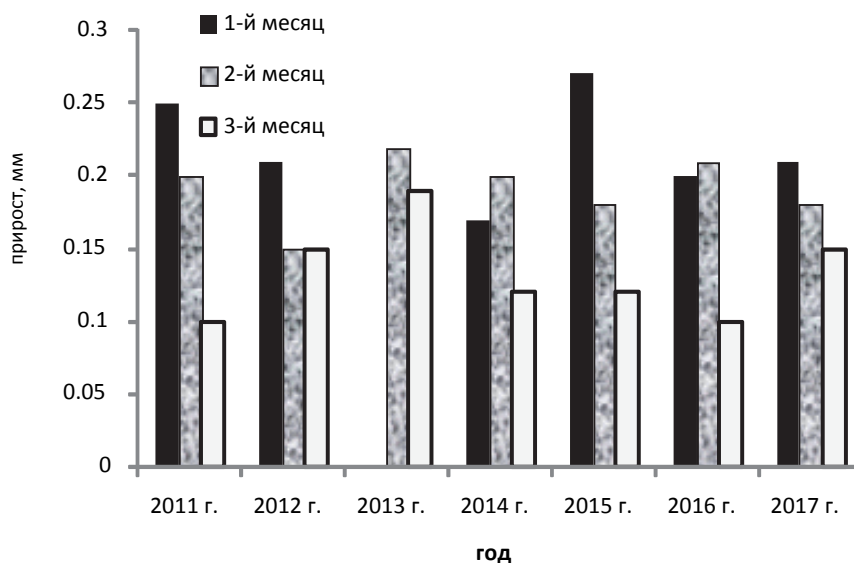


Рис. 5. Среднесуточный прирост спата на коллекторах в лагуне Буссе в 2011–2017 гг.

Сопоставление размерно-частотных распределений молоди приморского гребешка в разные годы позволяет сделать вывод о том, что на линейный рост моллюсков значительное влияние оказывают гидрологические условия среды обитания.

В период с 2011 по 2017 гг. колебания уровня естественного воспроизводства по годам были значительные – от 63 до 713 экз./м<sup>2</sup> (рис. 6).

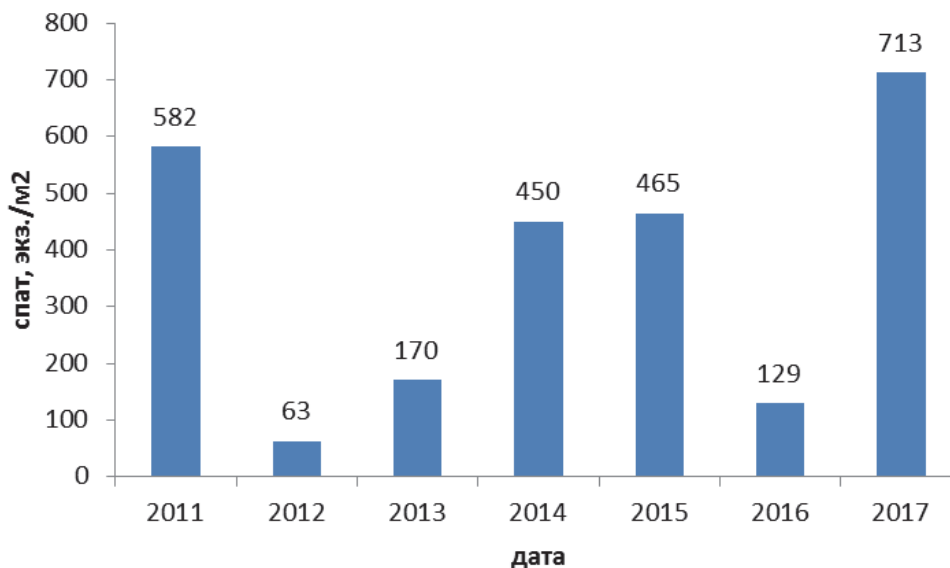


Рис. 6. Средняя удельная плотность спата, экз./м<sup>2</sup>, на момент выпуска в октябре-ноябре в период с 2011 по 2017 гг.

Высокий уровень естественного воспроизводства на протяжении ряда лет, наличие площади, пригодной для размещения гидробиотехнических установок, а также благоприятные гидрологические условия позволяют использовать акваторию лагуны Буссе для получения посадочного материала, чтобы обеспечить выполнение задач искусственного воспроизводства или пастбищного (садкового) выращивания.

### Библиографический список

1. Бровка П.Ф. Развитие прибрежных лагун // Владивосток: ДВГУ, 1990. 147 с.
2. Приморский гребешок / Ин-т биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 240 с.

Yu.S. Chernysheva, N.Yu. Prokhorova  
SakhNIRO, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

### THE MAIN PRODUCTIVE CHARACTERISTICS OF JAPANESE SCALLOP *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY) AT ITS EARLY LIFE STAGES

*The presented materials give a brief hydrological description of Busse Lagoon. The main productive characteristics of Japanese scallop Mizuhopecten yessoensis (Jay) are considered at its early life stages (interannual dynamics of larvae density, rates of spat growth on collectors, mean size of spat, density of settling on collectors) in order to suggest recommendations for using the area to obtain planting material.*

М.А. Шебанова, Н.А. Кузнецова, О.И. Пушина  
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

### СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ В ПРИКУРИЛЬСКИХ ВОДАХ В 2015–2017 гг.

В июле–сентябре 2015–2017 гг. в прикурильских водах Тихого океана был проведен мониторинг состояния планктонного сообщества в связи с возобновлением массовых нагульных миграций субтропических рыб. Основу биомассы зоопланктона в период исследований крупная фракция составляла 74–86 %, мелкая – 11–15 %, средняя – 3–13 %. Доминирующими группами в крупной фракции зоопланктона были копеподы (*Neocalanus plumchrus*, *Metridia okhotensis*, *Metridia pacifica*, *Eucalanus bungii*), сагитта (*Sagitta elegans*) и гипериида (*Themisto pacifica*). Общий запас планктона в июле–сентябре 2015 г. составил 77704 тыс. т, в 2016 – 120550 тыс. т, а в 2017 – 75600 тыс. т. Высокие биомассы зоопланктона в исследуемом районе свидетельствуют о благоприятных условиях нагула субтропических рыб.

В связи с возобновлением массовых нагульных миграций субтропических рыб в июле–сентябре 2015–2017 гг. были выполнены комплексные исследования южно-курильского района и открытых вод СЗТО, ориентированные на учет подходов ценных промысловых видов (скумбрии, сардины, лососей).

Экспедиции были проведены на НИС «ТИНРО». Схема станций и положение районов, по которым оценивались полученные материалы, показаны на рис. 1. Сбор и обработка данных проводилась согласно методикам, принятым в «ТИНРО-Центре» [1, 2].

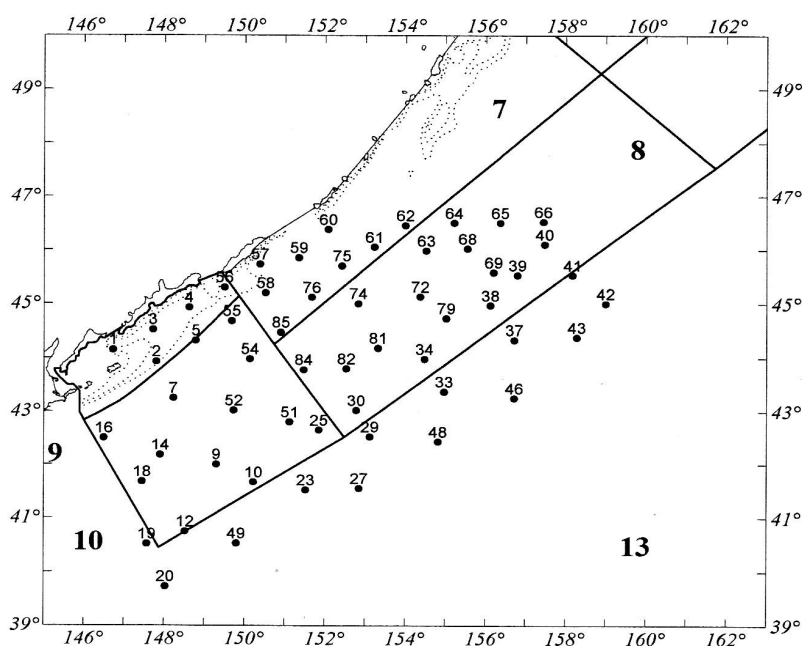


Рис. 1. Схема расположения планктонных станций в северо-западной части Тихого океана в июле–сентябре 2015–2017 гг.

В июле–августе 2015–2016 гг. состояние планктонного сообщества можно охарактеризовать как летнее. На долю крупной фракции приходилось 74–86 % от общей биомассы зоопланктона, мелкой и средней 11–15 % и 3–13 %. Увеличение биомассы мелкого и среднего зоопланктона наблюдалось за счет копепод: науплий и рачков I–II стадии развития, фурцилий и калиптописов эвфаузиид, молоди гипериид.

В августе-сентябре 2017 г. состояние планктонного сообщества было летне-осеннее. Крупная фракция составляла 53–77 % от общего количества зоопланктона, мелкая и средняя 11–30 % и 14–29 %. В крупной фракции доминировали 4 группы: копеподы (29,2–77,7 %), сагитты (16,7–41,1 %), эвфаузииды (1,6–24,6) и гиперииды (2–13,6 %).

В течение всего периода наблюдений доминирующими видами в планктоне были крупные копеподы *Neocalanus plumchrus*, *Neocalanus cristatus*, *Eucalanus bungii*, *Metridia pacifica*, *Metridia okhotensis* и мелкие *Pseudocalanus newmani*, *Oithona similis*, эвфаузииды *Euphausia pacifica* и *Thysanoessa inspinata*, сагитта *Sagitta elegans*, гипериида *Themisto pacifica* и медуза *Aglantha digitale*. В эпипелагиали на долю этих видов приходилось 87–93 % биомассы зоопланктона.

Весь трехлетний период наблюдений 2015–2017 гг. в северо-западной части Тихого океана биомасса планктона в основном находилась на уровне среднемноголетних значений планктона, доминировала крупная фракция, а в ней основу составляли копеподы и сагитты (рис. 2).

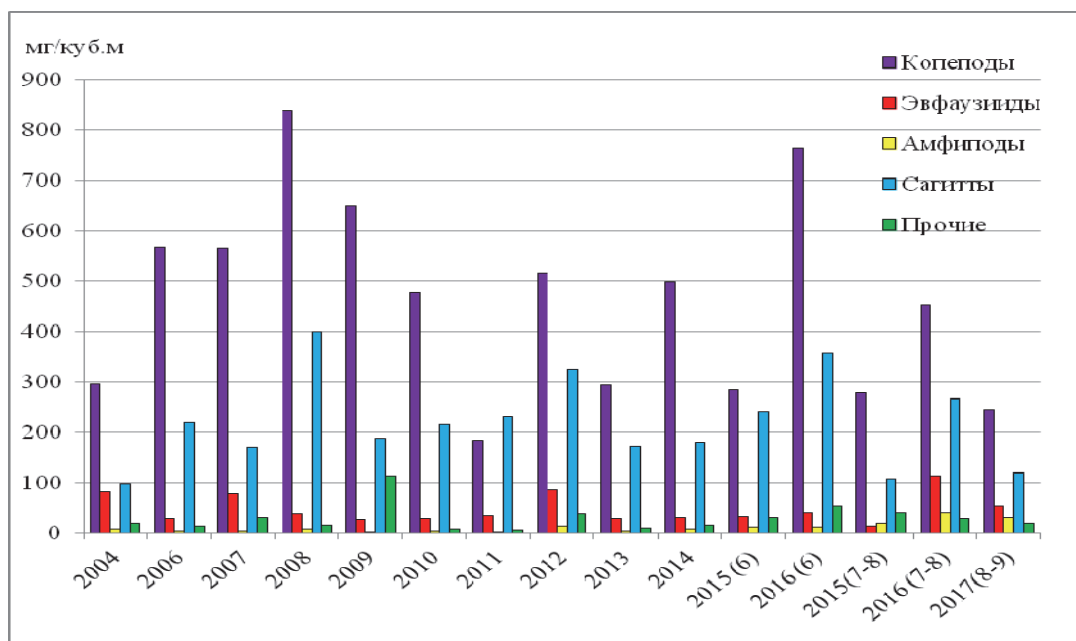


Рис. 2. Межгодовые изменения биомассы, мг/м<sup>3</sup>, крупной фракции зоопланктона в СЗТО в летний период (в слое 200–0 м) 2004–2017 гг.

В пределах исследуемой акватории в 2015–2017 гг. были выделены воды двух структур: субарктической и зоны смешения. «Цветение» фитопланктона в 2015–2016 гг. наблюдалось в субарктических водах Ойясио.

В 2015 г. участки повышенной биомассы копепод, сагитт, эвфаузиид были отмечены в субарктических водах, в пределах фронта Ойясио и в зоне смешения вод. В зоне смешения вод наряду с бореальными видами *N. plumchrus*, *N. cristatus*, *M. pacifica*, *M. okhotensis*, *E. bungii*, которые являлись доминирующими, встречались виды, характерные для зоны смешения вод и субтропической зоны. В крупной фракции это были южно-бореальные копеподы *Calanus pacificus*, *Candacia bipinnata*, эвфаузида *E. pacifica* и сальпы – *Salpa fusiformis*, в мелкой и средней фракциях – *Calocalanus styliremis*, *C. tenuis*, *Paracalanus parvus*, *Mesocalanus tenuicornis*, *Clausocalanus arcuicornis*. Кроме того, встречались батипелагические виды *Pleuromamma scutullata*, *Candacia columbiae*, *Heterorhabdus tanneri* и их копеподиты [3].

В зоне субарктических вод биомасса зоопланктона была высокой за счет доминирования крупной фракции (72 %), в которой преобладали крупные копеподы *E. bungii* и *M. pacifica*, в мелкой и средней фракциях доминировали их копеподиты и науплии. Это

обусловлено тем, что размножение этих видов происходит в поверхностных слоях, куда поднимаются половозрелые особи для питания. Молодь развивается здесь же [4].

В июле–августе 2016 г. по данным гидрологов в прибрежных водах из-за усиления антициклонического вихря вблизи пролива Буссоль и ослабления по этой причине Ойясио, произошло потепление на подповерхностных горизонтах, особенно заметное на глубине 200 м, где оно распространилось практически во всей российской ИЭЗ. В открытых же водах аномальное охлаждение минувшей зимой привело к похолоданию по сравнению с климатическим фоном.

Такая гидрологическая ситуация способствовала увеличению биомассы основных групп крупной фракции: копепод, сагитт, эвфаузиид и гипериид по сравнению с 2015 и 2017 гг.

Обращает на себя внимание высокая биомасса эвфаузиид в этот период во всех районах в основном за счет *E. pacifica* длиной 15–20 см. Это нерестовые скопления *E. pacifica*. В зоне смешения вод *E. pacifica* начинает нереститься в конце мая – в июне при температуре 15–17°C. Нерест происходит порционно, растянут и длится до конца августа [5, 6].

В августе 2017 г. антициклонический вихрь Куроисио был отдален на юго-восток от Хоккайдо, что давало возможность для активного развития прибрежной ветви Ойясио. Северная ветвь субарктического течения и северный субарктический фронт в 2017 г. располагались на 30 миль севернее, чем в 2016 г. Восточная и северо-восточная акватория характеризовалась высокими положительными аномалиями ТПО в течение всей съемки. Воды субтропического происхождения в толще 50–100 м были на 2–4 °С теплее нормы. Воды Ойясио с океанской стороны Курильской гряды в толще 50–100 м также были на 0,5 °С теплее среднего [7]. «Цветение» фитопланктона в 2017 г. практически отсутствовало.

Гидрологическая обстановка в августе–сентябре 2017 г. привела к снижению биомассы планктона в эпипелагиали прикурильских вод по сравнению с 2016 г. Это произошло в основном за счет ухода в мезопелагиаль умеренных и холодноводных видов *N. plumchrus*, *N. cristatus*, *M. pacifica* и *E. bungii*, которые здесь преобладали по биомассе и частично с выеданием их нектоном и хищным зоопланктоном [8, 9]. Кроме того, размножение *E. Pacifica* завершилось, взрослые особи элиминировали, об этом свидетельствует присутствие в планктоне в большом количестве подросшей молодежи эвфаузиид 5–15 мм

Общий запас планктона представлен в табл. 1. В июле–августе 2015 г. он составил 77704 тыс. т, в 2016 г. – 120550 тыс. т., в 2017 – 75600 тыс. т.

Таблица 1

**Запасы зоопланктона в эпипелагиали прикурильских вод  
в июле–августе 2015–2017 гг., тыс. т**

Фракция	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Виды крупной фракции	2015 г.	2016 г.	2017 г.
	тыс. т	тыс. т	тыс. т		тыс. т	тыс. т	тыс. т
Фитопланктон	5411	6991	100	Копеподы	24793	43784	22089
Мелкая	11456	15748	12100	Сагитты	14682	30940	14420
Средняя	16229	11876	12200	Эвфаузииды	2346	10601	7537
Крупная	50019	92926	51221	Гиперииды	2927	4693	4647
Всего зоопланктон	77704	120550	75600	Птероподы	177	94	641
				Аппендикулярии	81	37	22
Средний слой, м	200	202,1	202,5	Кишечнополостные	1967	2050	1036
Площадь, км <sup>2</sup>	592300	494880	529780	Прочие	3047	727	829

Рассчитанные соотношения между кормовым зоопланктоном и нектоном в 2015–2017 гг. показывают, что в эпипелагиали запасы зоопланктона в 2015 г. в семь раз превосходили запасы нектона, в 2016 г. этот показатель составил 18 раз, а в 2017 г. – 15,5 раз (табл. 2). Рыбы питались наиболее массовыми видами зоопланктона, преобладающими по биомассе.

Дефицита кормовых объектов не наблюдалось. Вследствие этого можно утверждать, что в 2015–2017 гг. планктон вполне обеспечивал пищевые потребности рыб.

Таблица 2

**Количественное соотношение между кормовым зоопланктоном и нектоном в эпипелагиали прикурильских водах (0–200 м) в летний период 2015–2017 гг.**

2015 г.					
Район	7	8	9	10	13
Запасы кормового планктона, тыс. т.	7424	12774	2259	9826	17736
Запасы нектона + медузы, тыс. т.	461,8	3839,6	35,3	2094,8	1244,4
Соотношение пл/нектон + медузы	16,1	3,3	64,1	4,7	14,3
2016 г.					
Район	7	8	9	10	13
Запасы кормового планктона, тыс. т.	10063	28280	5342	28206	21035
Запасы нектона + медузы, тыс. т.	410,6	1764,2	20,5	2020,5	1061,5
Соотношение пл/нектон + медузы	24,5	16,0	260,6	14,0	19,8
2017 г.					
Район	7	8	9	10	13
Запасы кормового планктона, тыс. т.	4151	18930	3571	15168	9400
Запасы нектона + медузы, тыс. т.	343,2	656,3	144	1291,4	3294,8
Соотношение пл/нектон + медузы	12,1	28,8	24,8	11,7	10,9

**Библиографический список**

1. Волков А.Ф. Рекомендации по экспресс-обработке сетного планктона в море. Владивосток: ТИНРО, 1984. 31 с.
2. Борисов Б.М., Волков А.Ф., Горбатенко К.М. и др. Стандартные таблицы сырых весов и некоторых энергетических характеристик (калорийность, жиры, белки, углеводы, минеральный остаток) зоопланктона дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 139. С. 355–367.
3. Кузнецова Н.А., Шебанова М.А. Состояние планктонного сообщества и трофические отношения рыб в северо-западной части Тихого океана и южной части Охотского моря в июле-августе 2015 г. // Бюл. № 11. Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2016. С. 163–182.
4. Гейнрих А.К. Сезонные явления в планктоне Мирового океана // Сезонные явления в планктоне средних и высоких широт // Тр. ИОАН СССР. 1961. Т. 51. С. 57–81.
5. Пономарева Л.А. Эвфаузииды северной половины Тихого океана, их распространение и экология массовых видов: моногр. М.: Наука, 1963. 140 с.
6. Кузнецова Н.А. Состояние репродуктивной системы некоторых массовых видов эвфаузиид района Куроисио // Изв. ТИНРО. 1980. Т. 104. С. 64–69.
7. Старовойтов А.Н. Рейсовый отчет о научно-исследовательских работах на НИС «ТИНРО» в охотоморских и тихоокеанских водах южных Курильских островов, сопредельных открытых водах СЗТО (за пределами ИЭЗ РФ) и в Беринговом море 05 августа – 03 октября 2017 г. нач. рейса / Архив ТИНРО. № 28120. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2017. 232 с.
8. Горбатенко К.М. Сезонные аспекты вертикального распределения зоопланктона // Изв. ТИНРО. 1996. Т. 119. С. 88–119.
9. Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А. Лососевая путина-2015: успехи и неудачи, контрасты «север-юг» // Бюл. № 10. Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2015. С. 3–15.

## THE STATE OF THE PLANKTON COMMUNITY IN THE KURIL WATERS IN 2015–2017 YEARS

*In July-September 2015–2017, the condition of the plankton community was monitored in the Kuril Islands of the Pacific Ocean in connection with the resumption of mass feeding migrations of subtropical fish. The basis of biomass of zooplankton in the period of research was a large fraction of 74–86 %, small fraction – 11–15 %, average – 3–13 %. The dominant groups in the large fraction of zooplankton were copepods (*Neocalanus plumchrus*, *Metridia okhotensis*, *Metridia pacifica*, *Eucalanus bungii*), chaetognaths (*Sagitta elegans*) and hyperiids (*Themisto pacifica*). The total stock of plankton in July-September 2015 year was 77704 thousand tons, in 2016 – 120550 thousand tons, in 2017 – 75600 thousand tons. The high biomass of zooplankton in the investigated area indicates favorable conditions for feeding subtropical fish.*

УДК 639. 518

Н.В. Щербакова, Ю.А. Картукова  
ФГБНУ «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

## ЛИЧИНКИ ЯПОНСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА В АМУРСКОМ ЗАЛИВЕ

*Исследованы сроки встречаемости, плотность и распределение личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в Амурском заливе. Зоэа этого вида встречались в планктоне залива с начала июня до начала сентября при температуре поверхностного слоя воды 14,1–25 °С и солености 20–32 ‰. Плотность личинок краба варьировала от 1 до 112 экз./м<sup>3</sup>, достигала максимума в первой половине июля, в 2010–2012 гг. наблюдали от одной до трех генераций личинок. Наибольшие скопления зоэа мохнаторукого краба в Амурском заливе обнаружены вдоль западного побережья, вблизи полуострова Песчаного.*

Японский мохнаторукий краб *Eriocheir japonica* – тихоокеанский низкобореальный вид. В Приморье он распространен преимущественно на юге, от Хасанского до южной части Тернейского района. Многочислен краб в эстуарно-прибрежных системах зал. Петра Великого. В последние годы на мировом рынке этот вид вошел в число перспективных промысловых беспозвоночных. В Приморье добыча его ведется с 1998 г., выловленный краб экспортируется в страны Юго-Восточной Азии. Японский мохнаторукий краб – кататрофный вид, который значительную часть жизни проводит в пресной воде, а размножается в солоноватых водах и в море. В Приморье нерестовые миграции краба из рек к морю происходят с середины апреля по июль (Барабанчиков, 2002; Олифиренко и др., 2004).

Личинки являются наиболее уязвимой стадией жизненного цикла крабов, их выживаемость определяет численность будущих поколений. Кроме того, дисперсия личинок является главным способом распространения и расширения ареала эстуарных видов. В настоящей работе приводятся сведения о сроках встречаемости, плотности и распределении личинок *E. japonica* в планктоне Амурского залива.

Материалом для наших исследований послужили данные планктонных съемок, выполненных в северной части Амурского залива в 2010–2012 гг. Планктон отбирали в летний период еженедельно на 13 станциях в слое воды от дна до поверхности (рис. 1). Орудием лова служила модифицированная сеть Апштейна с диаметром входного отверстия 25 см и фильтрующим конусом из газа № 55. Одновременно с отбором планктона на каждой станции измеряли температуру поверхностного слоя воды (0,5–0 м). Для видовой

идентификации личинок японского мохнаторукого краба и определения их возрастных стадий использовали работы Корниенко и Корн (2005), а также Корниенко и др. (2007). Всего за три года обработано 448 планктонных проб.

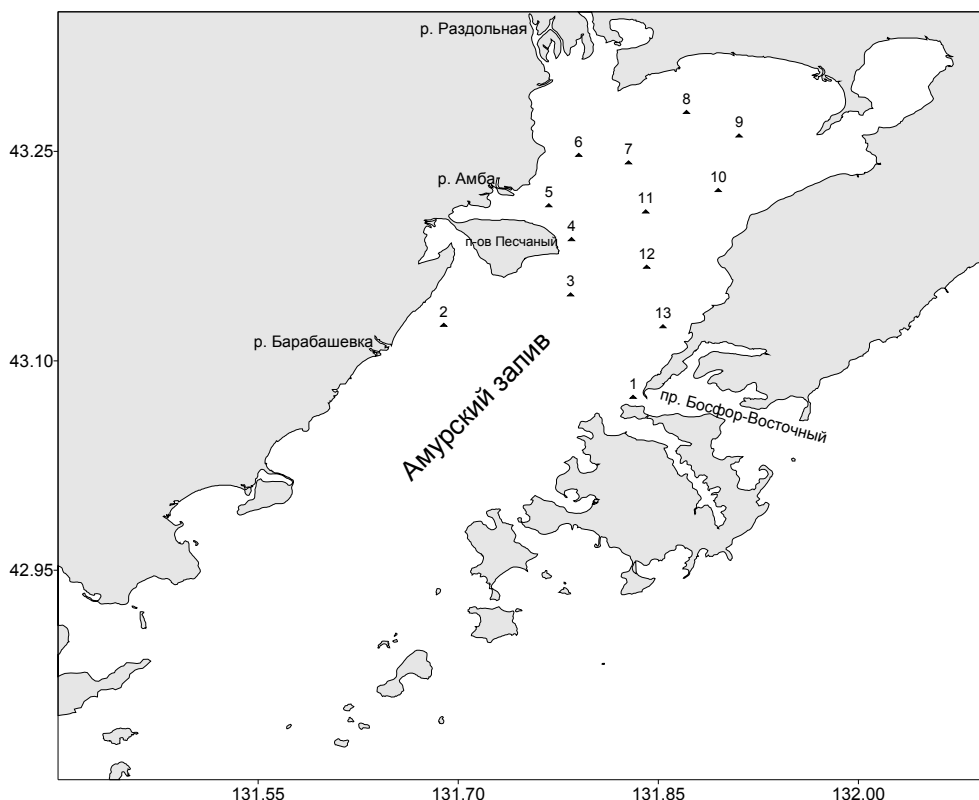


Рис. 1. Схема планктонных станций в Амурском заливе в 2010–2012 гг.

В 2010–2012 гг. личинки японского мохнаторукого краба *E. japonica* встречались на всех станциях северной части Амурского залива с начала июня по начало сентября, при температуре поверхностного слоя воды 14,1–25 °С и солености 20–32 ‰ (таблица).

#### **Встречаемость личинок японского мохнаторукого краба в планктоне в северной части Амурского залива летом 2010–2012 гг.**

Год исследований	Сроки встречаемости	Диапазон плотности, экз./м <sup>3</sup>	Диапазон температуры в слое 0–0,5 м, °С	Диапазон солености в слое 0–0,5 м, ‰
2010	10.06 – 26.08	1–64	17,3–25,0	24,0–32,0
2011	14.07 – 07.09	1–58	17,6–23,5	20,0–25,0
2012	13.06 – 08.08	2–112	14,1–24,4	25,0–29,0

Плотность личинок краба в летние месяцы варьировала от 1 до 112 экз./м<sup>3</sup>, пик численности личинок зоза отмечен в начале июля 2012 г.

По литературным данным, личинки *E. japonica* в зал. Петра Великого встречались в планктоне с середины июня до конца августа; севернее м. Поворотного, они наблюдались с конца июня до конца сентября. В зал. Восток личинки *E. japonica* встречались с конца июня до конца сентября. Плотность зоза японского мохнаторукого краба во внутренних эстуариях рек составляет от 0 до 20 экз./м<sup>3</sup>, во внешних эстуариях – от 2 до 100 экз./м<sup>3</sup>. В зал. Восток плотность личинок *E. japonica* невелика и не превышает 10 экз./м<sup>3</sup> (Барабанщиков, 2002; Корниенко, Корн, 2005).



Массовый выход личинок *E. japonica* в планктон Амурского залива в 2010 г. происходил трижды, а в 2011–2012 гг. – дважды (рис. 2).

В 2010 г. пик плотности зоэа I отмечен в конце июня, середине июля и в начале августа, в 2011 г. – в конце июля и в середине августа, а в 2012 г. – в середине июня и в начале июля. В 2010 г. зоэа III–V японского мохнаторукого краба отмечены в каждой генерации личинок. В 2011 г. личинки краба перешли на более поздние стадии развития только после второго выпуска, а в 2012 г. в планктонных пробах присутствовали только зоэа ранних стадий (I–II).

Согласно нашим ранним исследованиям, летом 2008 г. выход личинок в Амурский залив также происходил трижды, как и в 2010 г., в начале каждого летнего месяца в пробах присутствовали зоэа ранних стадий (I–III), а в конце появлялись зоэа поздних стадий (IV–V) (Щербакова, Корн, 2009).

По литературным данным, в Амурском заливе (р. Раздольная) весь сезон размножения *E. Japonica* в водах Приморья продолжается примерно 5 мес. За это время каждая самка этого вида может произвести до трех генераций яиц (Семенькова, Калинина, 2006).

В период 2010-2012 гг. наиболее благоприятным для развития зоэа японского мохнаторукого краба оказался 2010 г., максимальное значение поверхностной температуры воды в августе достигло 25 °С, что обусловило увеличение количества генераций личинок и их переход на более поздние стадии (рис. 3). В 2011 г. с середины июля по середину августа поверхностные температуры воды были самыми низкими за три года, что привело к гибели части личинок первой генерации. В 2012 г. снижение температуры зафиксировано в начале августа, тогда как в предыдущие годы спад температур в конце лета происходил позже.

За 2010–2012 гг. соленость поверхностного слоя воды в Амурском заливе была более благоприятной для развития зоэа *E. japonica* в 2010 г. (максимальная – 32 ‰). В 2011 г. соленость в Амурском заливе была ниже – 20–25 ‰, что связано с сильным опреснением вод, а в 2012 г. она изменялась от 25 до 29 ‰. Межгодовое изменение показателей солености достигло 10 ‰, что могло сказаться на выживаемости личинок.

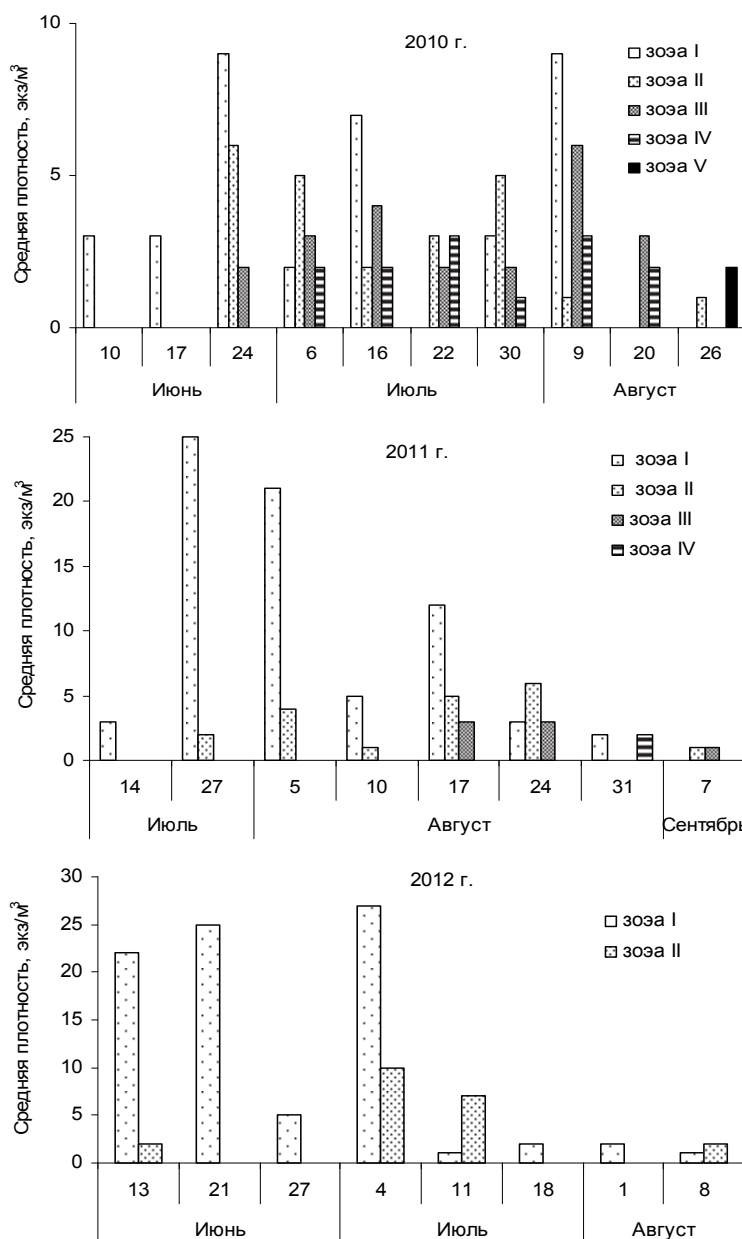


Рис. 2. Средняя плотность личинок японского мохнаторукого краба в северной части Амурского залива в 2010–2012 гг.

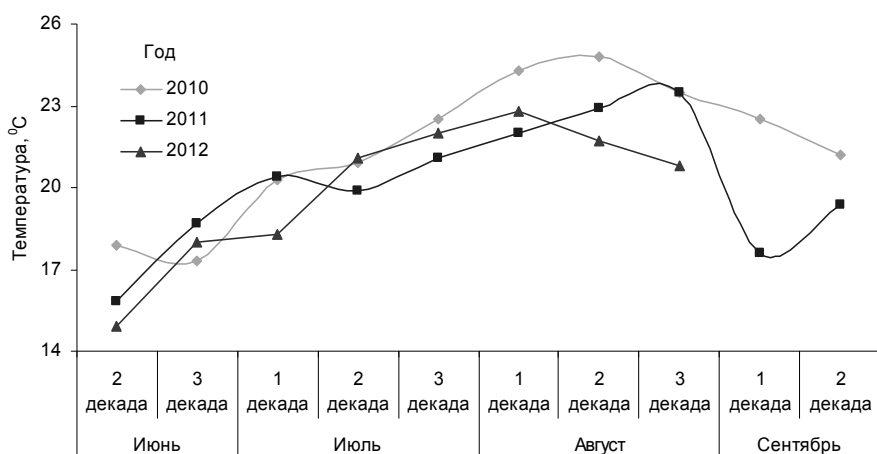


Рис. 3. Среднедекадные температуры в поверхностном слое воды в северной части Амурского залива летом 2010–2012 гг.

В горизонтальном распределении личинок японского мохнаторукого краба в 2010 г. высокая плотность зоа зафиксирована в северной ктовой части Амурского залива вблизи эстуария р. Раздольная, а также в юго-восточной части у м. Тигровый (рис. 4). В 2011 г. скопление личинок отмечено в северо-западной части Амурского залива у п-ова Песчаный (вблизи эстуария р. Амба). В июле 2012 г. наибольшие скопления личинок краба отмечены в северо-западной и в северо-восточной ктовой части Амурского залива вблизи эстуария р. Раздольная (эстуарии рек северной части Амурского залива указаны на рис. 1).

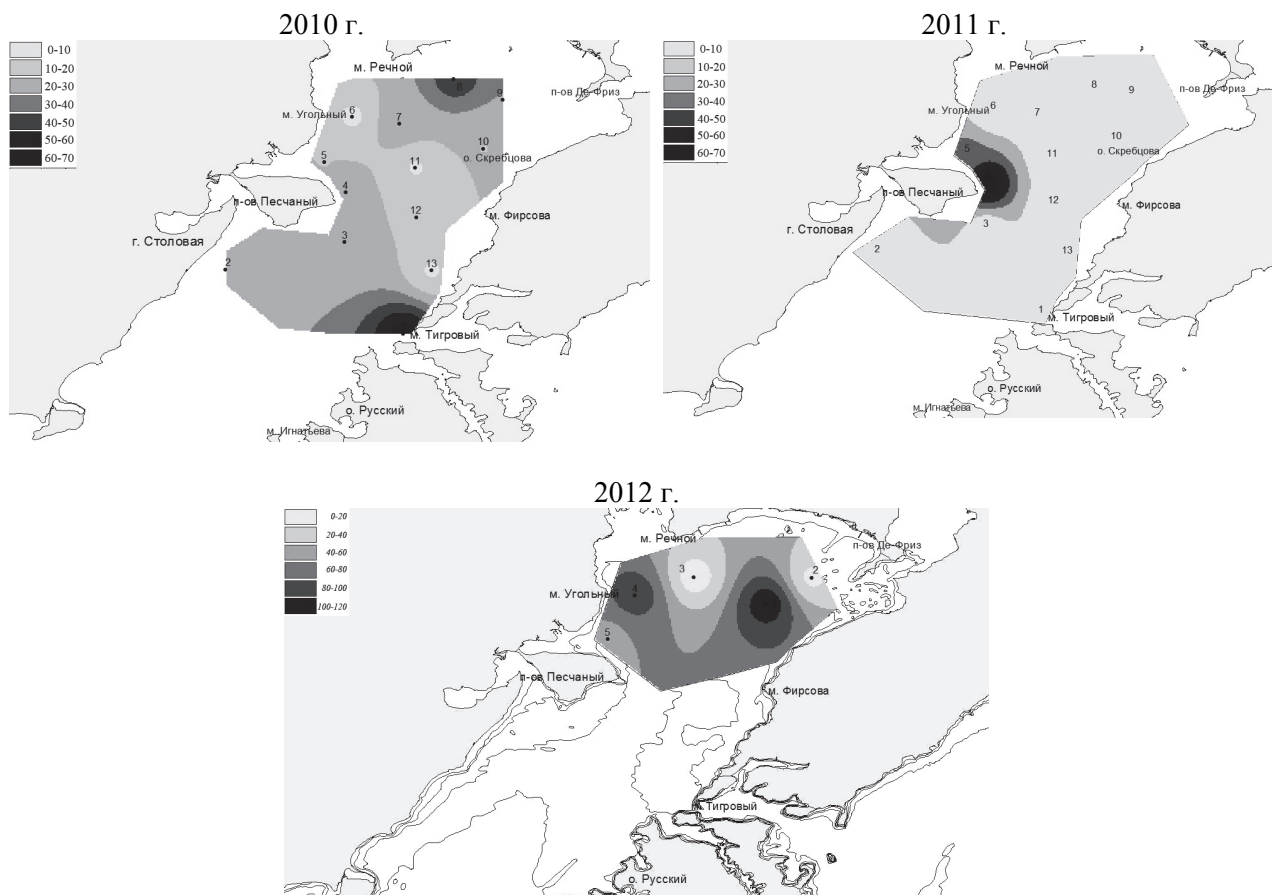


Рис. 4. Распределение личинок японского мохнаторукого краба в Амурском заливе летом 2010–2012 гг.

Отмеченные нами скопления личинок мохнаторукого краба в северо-западной части Амурского залива соответствует данным о местах сосредоточения взрослых особей. Основными местами обитания японского мохнаторукого краба в северной части Амурского залива являются р. Раздольная, Амба. В частности, на долю р. Раздольной приходится примерно 40 % общего запаса мохнаторукого краба в Приморье (Семенькова, 2007).

Таким образом, зоэа японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* встречались в планктоне Амурского залива в 2010–2012 гг. с начала июня до начала сентября, при температуре поверхностного слоя воды 14,1–25 °С и солености 20–32 ‰. Из-за недостаточного прогрева воды и относительно низкой солености личинок *E. japonica* в планктоне Амурского залива в 2012 г. наблюдали до начала августа, тогда как в предыдущие годы они находились в планктоне до начала сентября. Плотность личинок краба в летние месяцы варьировала от 1 до 112 экз./м<sup>3</sup>, достигала максимума в первой половине июля. Самки японского мохнаторукого краба в разные годы за сезон размножения продуцировали от одной до трех генераций личинок. Наличие скоплений личинок японского мохнаторукого краба в период их максимального обилия в 2012 г. вблизи п-ова Песчаный определяется значительными запасами взрослых особей этого вида в реках северной части Амурского залива.

### Библиографический список

1. Барабанщиков Е.И. Японский мохнаторукий краб (*Eriocheir japonicus* De Naan) эстуарно-прибрежных систем Приморского края // Изв. ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 239–259.
2. Корниенко Е.С., Корн О.М. Культивирование в лабораторных условиях и особенности морфологии личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* (De Naan) // Изв. ТИНРО. 2005. Т. 143. С. 35–51.
3. Корниенко Е.С., Корн О.М., Кашенко С.Д. Сравнительная морфология личинок прибрежных крабов семейства Varunidae (Crustacea: Decapoda) // Биол. моря. 2007. Т. 33. № 2. С. 83–101.
4. Олифиренко А.Б., Семенькова Е.Г., Пущина О.И. и др. Некоторые данные о сезонных миграциях японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в водах Приморья // Изв. ТИНРО. 2004. Т. 136. С. 137–147.
5. Семенькова Е.Г. Биология и перспективы промысла японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в водоемах Приморья // Автореф. дис... канд. биол. наук. Владивосток. 2007. 23 с.
6. Семенькова Е.Г., Калинина М.В. Личинный процесс и половое созревание японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonicus* в реках Южного Приморья в осенний период // Вопр. рыб-ва. 2006. Т. 7. № 2 (26). С. 238–250.
7. Щербакова Н.В., Корн О.М. Сроки встречаемости и распределение личинок японского мохнаторукого краба *Eriocheir japonica* в Амурском и Уссурийском заливах Японского моря // Изв. ТИНРО. 2009. Т. 158. С. 160–172.

N.V. Shcherbakova, Yu.A. Kartukova  
TINRO Center, Vladivostok, Russia

### LARVAE OF JAPANESE MITTEN CRAB IN AMURSKY BAY

*Period of occurrence, density and distribution of larvae of Japanese mitten crab Eriocheir japonica in Amursky Bay have been studied. It was shown that the larvae of this species occurred in the plankton from the early June to the early September, at a surface water temperature of 14,1–25 °C and a salinity of 20–32 ‰. Larval density changed from 1 till 112 ind./m<sup>3</sup>, reached maximal density in early July. Females of Japanese mitten crab produced from one to three larval broods during the reproduction season in 2010–2012 years. The highest abundance of zoea was found along the western shore of Amursky Bay, near Peschany peninsula.*

Нгуен Динь Ты<sup>1</sup>, Нгуен Тхань Хиен<sup>2</sup>, В.Г. Гагарин<sup>3</sup>, Нгуен Ву Тхань<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии и биологических ресурсов, Вьетнамская академия наук и технологий (ВАНТ), 18, Хоанг Куок Вьет, Ханой, Вьетнам,

<sup>2</sup>Франко-Вьетнамский научно-технологический университет (ВАНТ), 18, Хоанг Куок Вьет, Ханой, Вьетнам,

<sup>3</sup>Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, Россия

## СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕНИЯ МОРСКИХ НЕМАТОД РОДА *DAPTONEMA* COBB, 1920 (NEMATODA, MONHYSTERIDA) В ЭСТУАРИЯХ И МАНГРОВЫХ ЛЕСАХ ПОБЕРЕЖЬЯ ВЬЕТНАМА

*Приводится краткое сообщение об изучении морских нематод в эстуариях и мангровых лесах побережья Вьетнама. Зарегистрированы 221 вид нематод, принадлежащих к 89 родам, 36 семействам 11 отрядов. Три рода и 148 видов описаны как новые для науки. Ниже приведены морфометрические характеристики для самцов 22 видов рода *Daptonema* Cobb, 1920, встречающихся и описанных новыми из водоемов Вьетнама.*

### Введение

Разнообразие свободноживущих нематод, в том числе и пресноводных, и морских нематод интенсивно исследуется с начала XXI века в связи с составлением банка данных по гидрофауне водоемов и водотоков с целью создания биоиндексов для исследований качества окружающей водной среды. За последних тридцать лет было опубликовано большое количество научных статей по изучению фауны и систематики свободноживущих нематод в разных биотопах, таких, как эстуарии, мангровые экосистемы [Nguyen Thi Thu, Nguyen Vu Thanh, Gagarin V.G., 2004; Гагарин, Нгуен Ву Тхань, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2012, 2013, 2014, 2016; Нгуен Ву Тхань, Гагарин, 2013, 2015; Nguyen Vu Thanh, Lai Phu Huang & Gagarin, 2005; Гагарин, Нгуен Тхи Тху, 2008; Gagarin, 2013, 2018; Gagarin & Nguyen Thi Thu, 2008; Nguyen Dinh Tu, Nguen Vu Thanh, 2008; Nguyen Dinh Tu, Gagarin, Nguen Vu Thanh, Nguyen Thi Xuan Phuong & Nguyen Thanh Hien, 2014; Гусаков, Гагарин, Семенова, 2014; Nguyen Vu Thanh, Gagarin, 2005, 2009, 2010, 2014; Нгуен Тхи Суан Фьонг, Клайн, Фам ТхиМан, Гагарин, Нгуен Динь Ты, 2016].

### Материал и методы исследования

Последние тридцати лет по всей территории побережья Вьетнама проводятся исследования по выявлению видового состава и разнообразия водных морских свободноживущих нематод, включая и морское побережье, и открытое море. Пробы нематод отобраны во всех устьях побережья, мангровых лесах, лагунах и кораллах, расположенных в Восточном море (Южно-Китайском море). С 2016 г. под эгидой Государственной программы ДА47, Проект VAST.ДА47.12/-19 планомерно проводились исследования фауны свободноживущих нематод на побережьях и в морях Вьетнама. Пробы отбирали стандартным мейофаунальным цилиндром диаметром 3,5 см, длиной 10 см для воды на глубине 0,3–0,7 м и дночерпателями (в эстуариях и открытом море) и промывали через сачок с диаметром ячеек 63 мкм и 40 мкм. Пробы фиксировали горячим (60–70 °С) 4%-м раствором формалина. Затем пробы помещали в ёмкость объемом 200 мл, добавляли раствор Ludox-TM 50 (1:1) и декантировали 5 раз по 40 мин. После очищения от грязи в ёмкость к нематодам наливали раствор ТАФ для фиксации и сохраняли в пробирках. После двух недель отстаивания нематод отбирают 200 особей для анализа, и в каждую нематодную чашку помещали по

10 особей, переводили в чистый глицерин по методу Зайнхорста [Seinhorst, 1959], а затем монтировали в капле глицерина на предметных стеклах и опечатывали кольцом из парафина-воска. Для взятия промеров, определения червей, фотографирования и изготовления рисунков использовали световой микроскоп Nikon Eclipse 80i, оборудованный для наблюдения методом ДИК-контраста, цифровой камерой Nikon DS-Fi1 и ПК, оснащенной программой NIS-Elements D 3.2 для анализа и документирования.

### Результаты и обсуждение

Результаты исследований по видовому составу морских нематод в пяти главных экосистемах манговых лесов и устьев больших рек Вьетнама (р. Уен, провинция Куанг Нинь; р. Тхай Бинь, провинция Хай Фонг; Красная река – Ба Лат, провинция Нам Динь и Тхай Бинь; р. Донг Чань, Хо Ши Минь и система р. Ме Конг) показали, что 221 вид нематод, принадлежащий к 89 родам, 36 семействам 11 отрядов. Три рода и 148 видов описаны как новые для науки. Среди зарегистрированных морских свободноживущих нематод, обитающих в мангровых лесах и в устьях рек, представители рода *Daptonema* были широко распространены, и они доминантно встречаются в мангровых лесах (в седименте почвы) с большим количеством особей и разнообразием видов. Всего было обнаружено 22 вида морских нематод этого рода для фауны Вьетнама.

Согласно World Register of Marine Species, в настоящее время в мире зарегистрировано примерно 130 валидных видов морских нематод, относящихся к роду *Daptonema* Cobb, 1920:

Отряд Monhysterida Filipjev, 1929  
Семейство Xyalidae Chitwood, 1951  
Род *Daptonema* Cobb, 1920

Synonym:

*Cylindrotheristus* Wieser, 1956  
*Mesotheristus* Wieser, 1956  
*Pseudotheristus* Wieser, 1956  
*Theristus* (*Daptonema*)  
*Trichotheristus* Wieser, 1956 (Tchesunov, 1990 and Aryuthaka & Kito, 2018)  
*Tubolaimus* Allgén, 1929

### Список валидных видов рода *Daptonema* Cobb, 1920:

1. *Daptonema acanthospiculum* (Allgén, 1959) Gerlach & Riemann, 1973.
2. *Daptonema acrilabiatum* (De Coninck & Schuurmans Stekhoven, 1933) Lorenzen, 1977.
3. *Daptonema adiecta* (Schulz, 1932) Wieser, 1956.
4. *Daptonema aegypticum* (Gerlach, 1964) Lorenzen, 1977.
5. *Daptonema altaicum* Tsalolikhin, 1985.
6. *Daptonema alternum* (Wieser, 1956) Lorenzen, 1977.
7. *Daptonema amphorum* Leduc, 2015.
8. *Daptonema angulatum* (Schuurmans Stekhoven, 1950) Wieser, 1956.
9. *Daptonema aquaedulcis* (Gagarin, 1987) Gagarin, 1993.
10. *Daptonema articulatum* Lorenzen, 1977.
11. *Daptonema balatum* Tu, Gagarin, Thanh, Phuong & Hien, 2014.
12. *Daptonema biggi* (Gerlach, 1965) Lorenzen, 1977.

13. *Daptonema biwaensis* (Tsalolikhin, 2002) Venekey, Gheller, Maria, Brustolin, Kandratavicius, Vieira, Brito, Souza, Fonseca, 2014.
14. *Daptonema brevisetosum* Thanh & Gagarin, 2009.
15. *Daptonema buetschlioides* (Chitwood, 1951) Lorenzen, 1977.
16. *Daptonema calcaneus* (Schuurmans-Stekhoven, 1950) Wieser, 1956.
17. *Daptonema calceolatum* (De Coninck & Schuurmans Stekhoven, 1933) Lorenzen, 1977.
18. *Daptonema chesapeakeensis* (Timm, 1952).
19. *Daptonema chonispiculum* Aryuthaka & Kito, 2018.
20. *Daptonema circulum* (Vitiello, 1971) Lorenzen, 1977.
21. *Daptonema clavicaudatum* (Gerlach, 1953) Lorenzen, 1981.
22. *Daptonema concordiense* Pastor de Ward, 1985.
23. *Daptonema conicum* (Filipjev, 1922) Lorenzen, 1977.
24. *Daptonema crassissima* Ditlevsen, 1911.
25. *Daptonema curticauda* (Tchesunov, 1980) Tchesunov, 1990.
26. *Daptonema curvatus* Gerlach, 1956.
27. *Daptonema curvispicula* Tchesunov & Miljutina, 2006.
28. *Daptonema curvispiculum* (Gerlach, 1953) Wieser, 1959.
29. *Daptonema dentatum* (Wieser, 1956).
30. *Daptonema dihystra* Gagarin & Thanh, 2005.
31. *Daptonema divertens* Boucher & Helléouet, 1977.
32. *Daptonema dolichurus* Nguyen, Thanh & Gagarin, 2004.
33. *Daptonema donsi* (Allgén, 1948) Lorenzen, 1977.
34. *Daptonema dubium* (Bütschli, 1873).
35. *Daptonema durum* Gagarin & Thu, 2008.
36. *Daptonema ecphygmaticum* (Wieser, 1959).
37. *Daptonema elaboratum* (Chitwood, 1951).
38. *Daptonema elegans* (Kreis, 1929).
39. *Daptonema elongatum* Gagarin & Thu, 2008.
40. *Daptonema eximium* Gagarin & Lemzina, 1981.
41. *Daptonema exutum* (Wieser, 1956).
42. *Daptonema fallax* (Lorenzen, 1972) Lorenzen, 1977.
43. *Daptonema fissidens* Cobb, 1920.
44. *Daptonema fistulatum* (Wieser & Hopper, 1967).
45. *Daptonema flagellicauda* (Lorenzen, 1973).
46. *Daptonema foetidum* Gagarin & Thanh, 2010.
47. *Daptonema fortis* Gagarin, 1993.
48. *Daptonema furcatum* (Juario, 1974).
49. *Daptonema galeatum* (Wieser & Hopper, 1967) Aryuthaka & Kito, 2018.
50. *Daptonema gritsenkovi* Gagarin & Lemzina, 1981.
51. *Daptonema groenlandicum* (Ditlevsen, 1928).
52. *Daptonema gyrophorum* (Wieser, 1956).
53. *Daptonema hirsutum* (Vitiello, 1967).
54. *Daptonema hyalocella* Aryuthaka & Kito, 2012.
55. *Daptonema iners* Nguyen, Thanh & Gagarin, 2004.
56. *Daptonema intermedius* Tchesunov, 1980.
57. *Daptonema invagiferoum* (Platt, 1973).
58. *Daptonema karabugasensis* Tchesunov, 1980.
59. *Daptonema kornoeense* (Allgén, 1929).

60. *Daptonema laxum* (Wieser, 1956).
61. *Daptonema leptogastrelloides* Riemann, 1979.
62. *Daptonema levis* Rieger & Ott, 1971.
63. *Daptonema limnobia* Wu & Liang, 2000.
64. *Daptonema longiapophysis* Huang & Zhang, 2010.
65. *Daptonema longissimecaudatum* (Kreis, 1935).
66. *Daptonema lopezi* Pastor de Ward, 1985.
67. *Daptonema maeoticum* (Filipjev, 1922).
68. *Daptonema marylinicus* Timm, 1952.
69. *Daptonema miamiense* (Hopper, 1969) Lorenzen, 1977.
70. *Daptonema microspiculum* (Gerlach, 1953) Lorenzen, 1977.
71. *Daptonema modestum* Tchesunov, 1990.
72. *Daptonema nannospiculus* (Tchesunov, 1980).
73. *Daptonemananum* (Lorenzen, 1972).
74. *Daptonema nearticulatum* (Huang & Zhang, 2006) Aryuthaka & Kito, 2018.
75. *Daptonema normandicum* (de Man, 1890).
76. *Daptonema obesum* Gagarin, 2001.
77. *Daptonema osadchikae* (Tchesunov, 1980) Tchesunov, 1990.
78. *Daptonema ostentator* Wieser & Hopper, 1967.
79. *Daptonema oxycerca* (de Man, 1888).
80. *Daptonema oxyuroides* (Stekhoven, 1931).
81. *Daptonema papillatus* (Murphy, 1965).
82. *Daptonema paracircumscriptum* Fadeeva & Belogurov, 1987.
83. *Daptonema paradonsi* (Gerlach & Riemann, 1973).
84. *Daptonema paraelaboratum* (Timm, 1952).
85. *Daptonema paraoxyuroides* Tu, Gagarin, Thanh, Phuong & Hien, 2014
86. *Daptonema paratortum* (Vitiello, 1971).
87. *Daptonema phuketense* Aryuthaka & Kito, 2018.
88. *Daptonema planiere* (Vitiello, 1971) Lorenzen, 1977.
89. *Daptonema platonovae* (Galtsova, 1976) Tchesunov, 1990.
90. *Daptonema procerum* (Gerlach, 1951).
91. *Daptonema prominens* (Vitiello, 1971).
92. *Daptonema proprium* (Lorenzen, 1972).
93. *Daptonema pseudotortum* (Vitiello, 1971)
94. *Daptonema rectangulatum* Pastor de Ward, 1985.
95. *Daptonema resimum* (Wieser, 1959) Lorenzen, 1977.
96. *Daptonema rigidum* Gagarin, Thanh, 2005.
97. *Daptonema robustus* Tchesunov, 1980.
98. *Daptonema romanelloi* Pastor de Ward, 1985.
99. *Daptonema rusticum* (Kreis, 1929).
100. *Daptonema salinae* Gagarin & Gusakov, 2014.
101. *Daptonema salvum* Gagarin, Thanh, 2005.
102. *Daptonema sanctimarteni* (Timm, 1957).
103. *Daptonema setifer* (Gerlach, 1952).
104. *Daptonema setihyalocella* Aryuthaka & Kito, 2012.
105. *Daptonema setosum* (Bütschli, 1874).
106. *Daptonema sibiricum* Gagarin, 2000.
107. *Daptonema spirum* (Gerlach, 1959).

108. *Daptonema stylosum* (Lorenzen, 1973).
109. *Daptonema svalbardense* (Gerlach, 1965).
110. *Daptonema tenuispiculum* (Ditlevsen, 1918).
111. *Daptonema timmi* Timm, 1961.
112. *Daptonema timoshkini* Gagarin, 2001.
113. *Daptonema tortum* (Wieser & Hopper, 1967).
114. *Daptonema tortuosum* (Timm, 1961).
115. *Daptonema trabeculosum* (Schneider, 1906).
116. *Daptonema trecuspidatum* (Wieser, 1959).
117. *Daptonema trichinus* (Gerlach, 1956).
118. *Daptonema uncinatus* Wieser, 1959.
119. *Daptonema variasetosum* Pavljuk, 1984.
120. *Daptonema vicinum* (Riemann, 1966).
121. *Daptonema vietnamensis* (Gagarin & Thu, 2008) Venekey, Gheller, Maria, Brustolin, KandrataVICIUS, Vieira, Brito, Souza, Fonseca, 2014.
122. *Daptonema voskresenskii* Tchesunov, 1990.
123. *Daptonema williamsi* Vincx & Coomans, 1983.
124. *Daptonema xyaliforme* (Wieser & Hopper, 1967).

Нужно отметить, что в данном списке из-за отсутствия данных и информации еще не включены некоторые виды морских нематод рода *Daptonema* (например, *Daptonema* Mekongi Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004; *Daptonema orientale*, Gagarin, Nguyen Vu Thanh, 2004), описанных как новые из мангровых лесов Вьетнама. По мнению ряда авторов (Venekeyetal, 2014; Fonseca, Bezerra, 2014), род *Daptonema* Cobb, 1920 содержит примерно от 117 до 136 валидных видов, до настоящего времени во Вьетнаме были описаны девятнадцать видов:

- D. Balatum*, Nguyen Dinh Tu, Gagarin, Nguyen Vu Thanh, Nguyen Thi Xuan Phuong & Nguyen Thanh Hien, 2014;
- D. brevisetosum*, Gagarin, 2009;
- D. Communis*, Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2014;
- D. Dihystera*, Gagarin, Thanh, 2005;
- D. Vietnamensis*, Gagarin & Nguyen Thi Thu, 2008,
- D. dolichurum*, Nguyen Thi Thu, Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004;
- D. Durum*, Gagarin & Nguyen Thi Thu, 2008;
- D. Elongatum*, Gagarin & Nguyen Thi Thu, 2008;
- D. Foetidum*, Gagarin & Nguyen Vu Thanh, 2010;
- D. Gracilima*, Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004;
- D. Iners*, Nguyen Thi Thu, Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004;
- D. Mekongi*, Nguyen Vu Thanh & Gagarin, 2004;
- D. Obesum*, Gagarin, 2013;
- Daptonema orientale*, Gagarin, Nguyen Vu Thanh, 2005;
- D. Paraoxyuroides*, Nguyen Dinh Tu, Gagarin, Nguyen Vu Thanh, Nguyen Thi Xuan Phuong & Nguyen Thanh Hien, 2014;
- D. pumilum*, Nguyen Vu Thanh, Lai Phu Huang & Gagarin, 2005;
- D. rigidum*, Gagarin, Nguyen Vu Thanh & Nguyen Thi Thu, 2005;
- D. salvum*, Gagarin, Nguyen Vu Thanh & Nguyen Thi Thu, 2005;
- D. securum*, Нгуен Тхи Суан Фьонг, Клайн, Фам Тхи Ман, Гагарин, Нгуен Динь Ты, 2016.

Морфологическая характеристика самцов этих видов приведена в таблице.



Морфометрическая характеристика самцов всех новых видов рода *Dartonea* Cobb, 1920, описанных из водоемов Вьетнама

№ п/п	Вид	L, мм	a	b	c	c'	Головные щетинки, мм	Головные щетинки, %	Длина спикул, мкм	Длина рулька, мкм
1	<i>Balatum</i>	398-471	24-26	3.7-4.0	5.4	6.1-6.3	2.5-3.0	45-48	19-20	12-13
2	<i>Brevisetosum</i>	1247-1286	18-21	7.3-7.8	6.6-7.1	4.3-4.8	3.0	15	49	20
3	<i>Communis</i>	605-728	29-37	5.4-6.1	6.3-7.9	5.5-6.5	4.5-5.0	70-80	24-25	16-18
4	<i>Dihystera</i>	871-1079	17-26	4.2-5.3	5.8-7.1	3.8-6.0	6.5-8.0	40-44,4	40-48	15-18
5	<i>Dolichurum</i>	1232-1295	68-73	11.2-12.3	3.6-3.8	23.5-25.0	5.5-6.5	83-85	24-26	7
6	<i>Durum</i>	332-414	23-30	3.5-4.2	5.6-6.7	4.7-6.8	3.5-4.5	75-80	10-11	9-10
7	<i>Elongatum</i>	546-630	27-34	4.8-6.0	5.7-7.1	5.0-6.5	4.0-5.0	62-67	24-25	13-15
8	<i>Foetudum</i>	581-627	28-30	4.6-5.3	4.8-5.1	7.8-8.0	2.0-2.5	15-17	54-56	20-25
9	<i>Gracilima</i>	1146-1232	68-75	9.9-10.7	3.2-3.4	25.3-28.8	7.0-8.0	75-82	27-28	7-10
10	<i>Histum</i>	813-949	33-40	3.6-4.1	6.8-8	4.8-6.3	9-12	65-80	28-30	12-14
11	<i>Mekongi</i>	729-837	22-30	4.7-6.0	5.5-6.1	6.4-7.5	5.5-6.5	55-60	11-13	5-6
12	<i>Iners</i>	706-819	44-65	7.8-8.9	5.6-7.3	8.0-13.1	4.5-5.0	4.5-5.0	20-25	7-8
13	<i>Obesum</i>	928-1027	10-15	4.7-5.5	5.7-6.6	2.2-2.8	5.5-6.0	25-30	45-50	40-46
14	<i>Orientalis (orientalis)</i>	649-746	33-36	5-5.3	7.2-8.2	4.3-5.6	3.0-3.5	37.5-38.8	20-21	10-11
15	<i>Oxyuroides</i>	1002-1100	26-31	4-5	4.9-7.6	5.1-5.5	8-9	53-60	24	9
16	<i>Paraoxyuroides</i>	570-632	15-17	4.5-5.1	5.6-6.8	4.0-4.5	2.0	20-21	30-32	12.5-14.0
17	<i>Pumilum</i>	395-486	20-27	4.4-6.2	5.1-6.16	5.3-6.1	1.5	23-28	11-14	7.0-7.5
18	<i>Rigidum</i>	840-1009	17-21	6.7-8.0	11.8-17.5	1.8-2.4	5.5-6.0	25-30	38-42	10-11
19	<i>Salvum</i>	869-1007	18-25	4.7-6.0	5.6-6.5	3.8-5.0	9.0-11.0	50	52-57	18-20
20	<i>Securum</i>	618-719	21-29	4.1-4.9	6.9-7.8	4.3-4.4	15-16	100-110	24-25	9-10
21	<i>Setosum</i>	1.71-1.96	16.7-17.1	4.1-4.8	6.6-6.7	4.3-4.9	14-30	35.5-56	46-55	18-23
22	<i>Vietnamens (curvatum)</i>	496-588	23-26	3.9-4.6	5.7-6.6	4.3-5.3	5.5-6.5	50-60	20-22	9-10

Результаты исследования показали, что среди встречающихся морских нематод представители рода *Daptonema* Cobb, 1920 широко распространены не только в больших количествах, но являются самыми многочисленными в разнообразии видов. Именно наличие данных нематод является экологическим показателем здоровья мангровых лесов во Вьетнаме. Практика показала, что где хорошо растут мангровые заросли, там встречаются и большие партии представителей этого рода нематод с большим разнообразием видового состава. Группа даптонематид, встречающихся в фауне Вьетнама, отличается от других известных видов рода строением тела и морфометрическими признаками.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы 47 под кодом проекта: VAST.ĐA47.12/-19.

### Библиографический список

1. Гагарин В.Г., Нгуен Ву Тхань. Свободноживущие нематоды дельты реки Меконг (Вьетнам) // Биология внутренних вод. 2007. № 3. С. 3–10.
2. Гагарин В.Г., Нгуен Ву Тхань. Свободноживущие нематоды протоки Ча Ли устья реки Красная, Вьетнам // Биология внутренних вод. 2012. № 1. С. 15–22.
3. Гагарин В.Г., Нгуен Тхи Тху. Три новых вида рода *Daptonema* (Nematoda, Xyalidae) из устья реки Красной, Вьетнам // Зоологический журнал. 2008. Т. 87. № 5. С. 515–523.
4. Нгуен Динь Ты, Гагарин В.Г., Нгуен Ву Тхань, Нгуен Тхи Суан Фьюнг, Нгуен Тхань Хиен. Два новых вида нематод рода *Daptonema* Cobb, 1920 (Nematoda, Xyalidae) из мангровых зарослей в устье реки Красная (Вьетнам) // Биология внутренних вод. 2014. № 2. С. 31–39.
5. Нгуен Тхи Суан Фьюнг, Клайн, Фам Тхи Ман, Гагарин, Нгуен Динь Ты. Описание нового вида свободноживущих нематод *Daptonema securum* sp. n. (Nematoda, Xyalidae) из искусственного водоема во Вьетнаме // Амурский зоологический журнал. 2016. V(4). С. 225–232.
6. Fonseca G., Bezerra T.M. Order Monhysterida Filipjev, 1929 // Schmidt-Raesa (Ed). Handbook of Zoology: Gastrotricha, Cycloneuralia, Gnathifera. 2014. Vol. 2. De Gruyter. Nematoda. P. 435–465.
7. Gagarin V.G. An annotated checklist of the free-living nematodes from mangrovetickets of Vietnam. Zootaxa. 2018. 4403 (20): 261-288.
8. Gagarin V.G. *Daptonema obesum* sp. n. and *Steineriavietnamica* sp. n. (Nematoda, Xyalidae) from mangrove forest of Vietnam // International Journal of Nematology. 2013. Vol. 23. № 2. P. 129-137.
9. Gagarin V.G., Nguyen Vu Thanh. Two new species of the family Xyalidae Chitwood, 1951 (Nematoda, Monhysterida) from littoral zone of South China Sea // International Journal of Nematology. 2010. Vol. 20. № 1. P. 1–6.
10. Gagarin V.G., Nguyen Vu Thanh. Two new species of the family Xyalidae Chitwood, 1951 (Nematoda, Monhysterida) from the coast of Vietnam // International Journal of Nematology. 2014. Vol. 24. № 2. P. 108-116.
11. Gagarin V.G., Nguyen Vu Thanh, Nguyen Txi Thu. *Daptonemasalvum* sp. n. and *D. rigidum* sp. n. (Nematoda: Monhysterida) from Chu River, Vietnam // International Journal of Nematology. 2005. Vol. 24. № 2. P. 210–214.
12. Gerlach S., Freilebende Meeresnematoden aus der Gezeitenzone von Spizbergen // Veröffentlichungendes Instituts für Meeresforschungen in Bremerhaven. 1965. Bd.9. Heft 2. S. 109-172.
13. Nguyen Thi Thu, Nguyen Vu Thanh, Gagarin V.G., 2004. Two new brackish water nematode species of the genus *Daptonema* Cobb, 1920 (Nematoda: Monhysterida) from Can Gio mangrove. // The 2004-th National Conference of Life Sciences Thai Nguyen University. P. 249-252. In Vietnamese.

14. Nguyen Vu Thanh, Gagarin V.G. Two new free-living brackish water nematode species of the genus *Daptonema* Cobb, 1920 (Nematoda: Monhysterida) recorded from Can Gio mangrove // The 2004-th National Conference of Life Sciences Thai Nguyen University. 2004. P. 229–232. In Vietnamese.
15. Nguyen Vu Thanh, Gagarin V.G. Three species of monhysterids (Nematoda: Monhysterida) from mangrove forest of the Mekong River Estuary, Vietnam // Journal of Biology (Hanoi). 2009. Vol. 31. № 2. P. 8–15.
16. Nguyen Vu Thanh, Lai Phu Hoang, Gagarin V.G. The new species of *Daptonema pumilus* sp. n. (Nematoda: Monhysterida) in Vietnam // Journal of Biology (Hanoi). 2005. Vol. 27. № 3. P. 1–4. In Vietnamese.
17. Pastor de Ward C.T. Nematodes marinos de La Ria Deseado (Monhysterioidea, Xyalidae) Santa Cruz, Argentina. II // Phycologia. 1985. A. 43(105). P. 113–130.
18. <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=121552> (дата обращения 04.14.2018).

Nguyen Dinh Tu<sup>1</sup>, Nguyen Thanh Hien<sup>2</sup>, V.G. Gagarin<sup>3</sup>, Nguyen Vu Thanh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institute of Ecology and Biological Resources (IEBR), Vietnam Academy of Science and Technology (VAST) Hanoi, 10000 Vietnam

<sup>2</sup>Hanoi University of Science and Technology (USTH)

<sup>3</sup>Institute of Inland Waters, Borok, Russia

**THE INVESTIGATING SITUATION OF MARINE NEMATODES OF THE GENUS  
*DAPTONEMA* COBB, 1920 IN MANGROVE AND ESTUARY ECOSYSTEMS  
OF VIETNAM COASTAL SEA**

*First two decades of the XX century, in Vietnam the study on biodiversity and taxonomy of marine free-living nematodes in the Mangrove and Estuary Ecosystems was investigating intensively. Up to now, 221 marine nematode species belonging to 89 genera and 36 families of 11 orders were recognized in a mangrove ecosystem. Three genera with 148 marine nematode species described as a new genera and new species for science. Here are giving the morphometric characteristics for the nematode measurement of 22 xyalids species, which were recognized for fauna of Vietnam.*

УДК 629.5.015.144

Е.П. Бураковский, П.Е. Бураковский  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

### НЕКОТОРЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МОРЕПЛАВАНИЯ В ШТОРМОВЫХ УСЛОВИЯХ

*Рассмотрена проблема обеспечения безопасности судов в штормовых условиях. Представлены результаты моделирования нелинейной качки судна с учетом заливания носовой оконечности на встречном волнении. Показано, что возникающая при этом гидродинамическая сила может привести как к опрокидыванию судна, так и к разрушению его корпуса. Обоснована необходимость совершенствования конструктивного оформления носовых оконечностей корпусов морских судов.*

В процессе эксплуатации суда достаточно часто оказываются в штормовых условиях, когда скорость ветра и высота волн существенно возрастают. В такой ситуации все суда разворачивают носом на волну. Набегающие на судно волны раскачивают его, при этом в определенных условиях носовая оконечность может погружаться в воду с одновременным накатыванием очередной волны. Учитывая круговое движение частиц в волне, а также движение палубы носовой оконечности судна в вертикальном направлении в процессе качки, нетрудно предположить, что на плоских участках палубы судна в носовой оконечности в процессе вертикального и горизонтального обтекания будет генерироваться гидродинамическая сила, приводящая судно в опасное состояние. Величина этой гидродинамической силы может быть определена из решения нелинейного уравнения продольной качки судна.

Результаты моделирования продольной качки судна на регулярном волнении с учетом заливания его носовой оконечности представлены на рис. 1. На рис. 2 представлена зависимость от времени  $t$  величины суммарных гидродинамических давлений на палубу  $\bar{P}_N = P_N / D$ , где  $D$  – весовое водоизмещение судна.

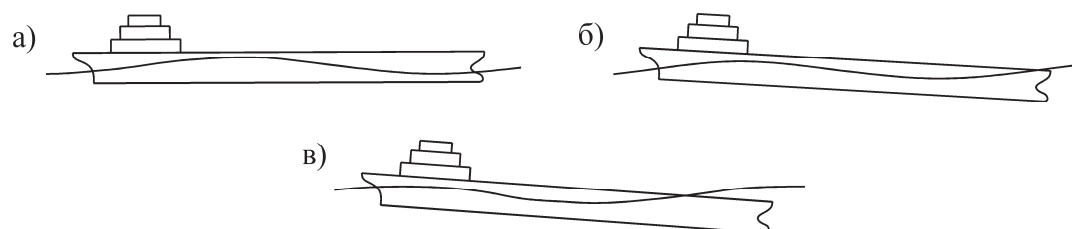


Рис. 1. Результаты моделирования движения судна на волнении

Опасное состояние судна характеризуется двумя факторами: нарушением общей прочности судна и нарушением остойчивости.

Показательным примером нарушения общей прочности судна может служить танкер «Находка», корпус которого был разломлен на две неравные части, в результате чего он

затонул. При этом длина оторванной носовой оконечности составила примерно одну треть длины судна. Такой «нетрадиционный» сценарий разрушения корпуса танкера обусловлен спецификой действия гидродинамических сил на палубу в носовой оконечности судна. Авторы назвали это явление захватом волной носовой оконечности судна [1–3]. В этом случае расчетная схема корпуса танкера может быть сведена к рассмотрению балки, лежащей на упругом основании, загруженной на конце моментом  $M_a$  и сосредоточенной силой  $P$ , что представлено на рис. 3 [1, 2], где  $L$  – длина судна;  $a$  – длина погруженной в воду носовой оконечности корпуса судна.

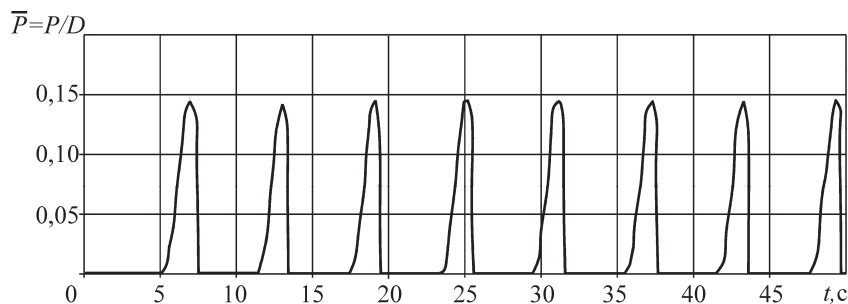


Рис. 2. Экстремальные значения гидродинамической силы, действующей на носовую оконечность судна при ее обтекании при погружении в волну

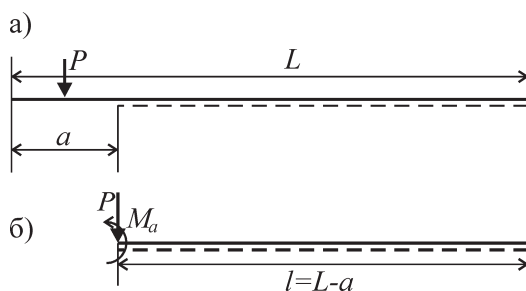


Рис. 3. Расчетные схемы корпуса судна

При сильном погружении носовой оконечности судна выходит из воды его кормовая часть. При этом, отбрасывая погруженную носовую часть и вышедшую из воды кормовую оконечность и заменяя их действие эквивалентными силами и моментами, можно прийти к расчетной схеме, представляющей собой балку, лежащую на упругом основании и загруженную на обоих концах моментами и сосредоточенными силами [4]. В этом случае возможны три варианта развития ситуации: отрыв носовой оконечности, отрыв кормовой оконечности либо разламывание корпуса на три части.

Влияние гидродинамической силы, действующей на носовую оконечность судна в условиях ее захвата волной, приводит к трансформации диаграммы статической устойчивости судна, сопровождающейся обнулением поперечной метацентрической высоты. В этих условиях при сравнительно небольших гидродинамических давлениях устойчивость судна практически не обеспечивается [5].

Представленные опасные факторы, приводящие к гибели судов, совершенно не связаны с так называемым человеческим фактором, к которому часто сводят причины катастроф, а определяются существующей конструкцией судов, а именно плоскими участками палуб в носовой оконечности, на которых и генерируется гидродинамическая нагрузка. Поэтому одним из главных путей снижения гибели судов в штормовых условиях является модернизация конструкции судов в носовой оконечности с целью исключения возникновения вертикальных гидродинамических сил. Примером судов с принципиально новыми обводами [6, 7], исключающими возникновение захвата волной их носовой оконечности, являются X-Vow (рис. 4) и инверсный нос (рис. 5).



Рис. 4. Пример реализации архитектуры X-Bow

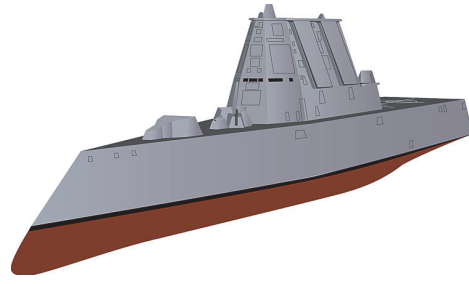


Рис. 5. Модель эсминца типа Zumwalt с инверсным носом

На судах с традиционной архитектурой в носовой оконечности снижение гидродинамического давления можно достичь тремя путями:

- 1) борьбой с раскачиванием судна путем установки успокоителей качки;
- 2) снижением нагрузки за счет обтекаемой формы палубы в носовой оконечности;
- 3) применением конструкций с изменяемой геометрией корпуса в носовой оконечности.

Новые механизмы взаимодействия корпусных конструкций с волнами, по мнению авторов, являются причиной гибели большинства судов в штормовых условиях и требуют дальнейшего серьезного исследования проблемы с последующей корректировкой Правил Российского морского регистра судоходства в части разделов конструкции, остойчивости и архитектуры судов в носовой оконечности.

### Библиографический список

1. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Нечаев Ю.И., Прохнич В.П. Проблемы контроля динамики судна в экстремальных ситуациях на основе методов современной теории катастроф // Морской вестник. 2013. № 1 (45). С. 89–95.
2. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е., Нечаев Ю.И., Прохнич В.П. Управление и принятие решений при контроле эксплуатационной прочности судна на основе современной теории катастроф // Морские интеллектуальные технологии. 2013. № 1 (19). С. 7–14.
3. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е. Некоторые проблемы обеспечения общей прочности судов в чрезвычайных ситуациях // Тр. Крылов. госуд. науч. центра. 2014. Вып. 82 (366). С. 21–30.
4. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е. Сценарии гибели нефтерудовоза MV «Derbyshire» // Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 3 (37). Т. 1. С. 17–22.
5. Бураковский Е.П., Бураковский П.Е. К вопросу о сценарии гибели судов во время шторма вследствие захвата волной их носовой оконечности // Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 4 (38). Т. 2. С. 27–33.
6. Храмушин В.Н., Антоненко С.В., Малашенко А.Е. Поисквые исследования штормового мореходства // Вестник ДВО РАН. 2004. № 1. С. 26–39.
7. Чижумов С. Д. Основы динамики судов на волнении: учеб. пособие. Комсомольск-на-Амуре: ГОУ ВПО «КнАГТУ», 2010. 110 с.

E.P. Burakovskiy, P.E. Burakovskiy  
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

### SOME PROBLEMS OF IMPROVING MARITIME SAFETY IN STORM CONDITIONS

*The present work is devoted to the problem of ensuring the safety of ships in storm conditions. The results of modeling the non-linear pitching of a vessel are given, taking into account the flooding of the bow end in a counter wave. It is shown that the resulting hydrodynamic force can lead both to the overturning of the vessel and to the destruction of its hull. The necessity of improving the design of the bows of hulls of sea ships is substantiated.*

С.С. Валькова  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **РАЗВИТИЕ ПОРТОВОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ В НОВЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

*Рассмотрены основные факторы и проблемы, влияющие на развитие портовой инфраструктуры в новых экономических условиях.*

Значение морских портов для экономики России, которая имеет самые протяженные в мире морские границы, чрезвычайно велико. Современный морской порт является в настоящее время крупным транспортным узлом, связывающим различные виды транспорта: морской, железнодорожный, автомобильный, трубопроводный. Порт одновременно является связующим звеном различных производственных процессов. Портовая деятельность является одним из ключевых звеньев развития транспортной системы и развития экономики морского государства в целом, а его порты являются одним из геополитических факторов, обеспечивающих экономическое и внешнеторговое развитие страны [1].

Современные реалии экономической жизни заставляют по-новому взглянуть на среду, в которой осуществляют свою деятельность морские порты. Наряду с изменением технических характеристик флота, увеличением объема перевозок грузов растет спрос на быстрые и эффективные транспортные решения с учетом развития и внедрения комплексного логистического сервиса в работу портов и превращение порта из транспортного узла в транспортно-логистическую систему (центр).

Нарастающая глобализация экономики, грядущее развитие всех видов морехозяйственной деятельности, рост объема потребления ресурсов влекут за собой возрастание спроса на увеличение портовых мощностей. По оценке Международной ассоциации портов и гаваней (IAPH) кризисные явления в сфере морских перевозок заканчиваются, и на первый план выходят тенденции освоения новых грузопотоков, увеличения грузооборота портов и их конкурентоспособности в новых экономических условиях.

За последние десятилетия портовый сектор экономики существенно изменился. В течение XIX и первой половины XX столетий порты являлись, как правило, инструментом государственной или колониальной политики и рассматривались как средство контроля за рынками сырья и сбыта готовой продукции. При этом конкуренция между портами была минимальной, а расходы, относящиеся к порту, были незначительными в сравнении с высокими ценами океанских перевозок и внутреннего транспорта. В результате практически отсутствовала заинтересованность в развитии портов и совершенствовании эффективности их работы [2]. В настоящее время в связи с произошедшими изменениями в экономике и политической ситуации в мире большинство портов столкнулось с постоянно растущей конкуренцией в глобальном масштабе.

Применительно к морским портам конкуренция – это процесс борьбы за существующие и перспективные грузопотоки как на внутреннем, так и на внешнем рынке с целью сохранения и увеличения доли рынка, а также за удовлетворение различных потребностей портов, судовладельцев и грузовладельцев в рамках законодательства либо в естественных условиях. Конкурентоспособность морских портов можно определить как относительное свойство, отражающее способность морского порта (или отдельного терминала) комплексно удовлетворять требованиям клиентов, удерживать существующий грузопоток, а также привлекать новые, ведя конкурентную борьбу как на внутреннем, так и на внешнем рынках, за счет качественного совершенствования предоставляемых логистических услуг.

Еще недавно конкуренция портов выражалась максимум в тарифной политике, а географическое положение играло определяющую роль в формировании и распределении

транспортных потоков. За последнее время значительно выросла и полностью видоизменилась международная конкуренция портов. Этому способствовали уменьшение регулирующей ограничивающей роли государства (либерализация законодательства, приватизация портов), бурный рост и глобализация международной торговли и как следствие – значительный рост международных перевозок, развитие логистики и технологический прогресс в транспортной отрасли [3].

Для отечественных морских портов конкуренция как сравнительно новая проблема становится все более актуальной, оказывающей влияние на их роль и транспортное значение в быстроразвивающейся системе международных перевозок. Это обстоятельство вызывает необходимость рассмотреть некоторые проблемные вопросы конкурентоспособности отечественных портов для определения путей дальнейшего развития портовых мощностей и их совершенствования. В этой связи под конкурентоспособностью понимается, прежде всего, увеличение портовых мощностей и объемов перевалки грузов, повышение качества оказываемых услуг, снижение удельной стоимости перевалки тонны груза и стоимости судозаходов в отечественных портах.

Следующий фактор влияния на развитие или реструктуризацию современной портовой инфраструктуры – достаточно высокая загруженность наземных транспортных коммуникаций, которые уже сейчас сдерживают в ряде случаев требуемый уровень пропускной способности морских портов и качество комплексного логистического сервиса. Данная ситуация усугубляется поиском ресурсов для развития портов за счет использования максимально приспособленных прилегающих территорий и объектов развивающейся инфраструктуры портов. Проблема в целом трудно решается из-за большой региональной инфраструктурной загруженности территорий, тяготеющих к порту.

Экологические ограничения в большинстве случаев исключают простое экстенсивное развитие портов.

Важным фактором глобального влияния является также постоянное изменение динамики и структуры грузопотоков, которое связано с различными экономическими и другими факторами, а также с расширением рынка транспортных услуг. Это, в свою очередь, приводит к развитию транспортных (портовых в том числе) инфраструктур нового типа: товаротранспортных, товароскладских, товарораспределительных и других комплексов, которые образуют новые транспортно-логистические элементы и транспортно-логистическую систему в целом.

Наряду с перечисленными факторами большое значение для развития портовой инфраструктуры имеют национальные и даже региональные факторы, которые препятствуют развитию портовой деятельности и снижают ее конкурентную способность на рассматриваемом этапе. К таким факторам можно отнести отсутствие эффективного взаимодействия государства с частным бизнесом в вопросах развития портовой инфраструктуры.

Необходимо развитие портовых мощностей в пропорциональной симметрии с провозными и пропускными способностями автомобильных и железнодорожных подходов к портам. При этом очень важна согласованность сроков, объемов и направлений частных инвестиций и инвестиций по государственным программам.

Важным фактором влияния на транспортно-логистические аспекты функционирования современных отечественных портов является несоответствие мировой практике режима и процедур работы пунктов пропуска, таможни и др., отсутствие принятых в мировой практике налоговых и таможенных преференций, в том числе для создания портовых особых экономических зон.

Следует отметить и такой фактор государственного влияния на все аспекты деятельности и развития портовой инфраструктуры, как состояние, количественный и качественный состав отечественного транспортного флота.

Морской флот как основной вид транспорта при распаде Советского Союза пострадал больше других видов транспорта. Все крупные европейские порты вместе с судовым составом на Украине, в Грузии, прибалтийских республиках были потеряны для России.



После распада СССР Россия осталась без танкеров ледового класса и рефрижераторных судов, морских паромов и лихтеровозов, пассажирских судов, большинства специализированных перегрузочных комплексов, обеспечивающих перевалку зерна, руды, угля, химгрузов, наливных грузов, контейнеров, паромных комплексов на Балтике и Черном море. Около 60 % российских портов не в состоянии принимать крупнотоннажные суда из-за недостаточных глубин.

Состояние, в котором оказался морской транспорт России после раздела между бывшими союзными республиками, сказалось на объеме грузовых перевозок и грузообороте.

Средний возраст судов под российским флагом 22,9 лет – это много. Для сравнения: средний возраст мирового флота – 18 лет. Средний возраст наших судов под иностранными флагами – 7,5 лет. Это означает, что под российским флагом плавают самые неконкурентный старый флот. Второй очень большой недостаток – почти 90 % наших морских судов строится на зарубежных верфях, в основном это южнокорейские верфи. Следующая проблема: наш флот перевозит грузы в основном иностранных фрахтователей, он вытеснен из перевозки российских грузов. Если брать суда под российским флагом, то в их работе российские грузы занимают не более 5 %, все остальное – грузы иностранных фрахтователей. Если брать весь флот, контролируемый Россией: и под иностранным флагом, и под российским флагом, то нашим флотом перевозится 21 % российских грузов, а остальные 79 % перевозят грузы иностранных фрахтователей. И на этом мы несем существенные потери. Необходимо вернуть наш флот на перевозку, прежде всего, российских грузов [1].

В России транспортный флот практически полностью приватизирован. В государственной собственности находятся ледоколы, аварийно-спасательные, учебные, гидрографические суда, атомные ледоколы, обеспечивающие устойчивые перевозки по трассе Северного морского пути, а именно: доставку грузов в районы Крайнего Севера, экспорт леса и руд цветных металлов, а также освоение перспективных нефтяных и газовых месторождений Арктической зоны.

Рост морских перевозок зависит не только от численности флота, но и от количества портов, их пропускной способности. Из 92 портов СССР в России оставалось только 39. Сейчас в реестре России прописано 63 морских порта, из которых до 45 % мелководны и не могут принимать большие суда. Потребность России в портовых мощностях составляет около 1 млрд т в год, наряду с этим отечественные порты переработать все предъявляемые к перевозке морем грузы не могут. По-прежнему около 20 % российских внешнеторговых грузов перерабатывается в портах сопредельных государств – Украины, Финляндии и стран Балтии. Аренда зарубежных портов очень дорога.

В завершение вышесказанного необходимо отметить, что морской транспорт является наиболее востребованным в настоящее время видом транспорта, на плечи которого в мире ложится почти 90 % объема всех грузоперевозок на международных линиях. При этом отечественные суда остаются в стороне от международных транзитных перевозок, в которых доля России составляет менее 9 % от общего транзитного грузопотока, в дополнение к этому на современном этапе мы сегодня обеспечиваем не более 80 % объема перевозок собственных грузов, а 20 % грузов по-прежнему перевозятся зарубежными компаниями.

Ввиду вышесказанного можно сделать вывод, что необходимы строительство новых портовых мощностей и реконструкция уже действующих с учетом рассмотренных выше факторов влияния и повышения конкурентной способности отечественных портов в новых условиях.

Эти проблемные факторы предопределяют поиск различных путей и организационных решений в развитии морских отечественных портов.

### **Библиографический список**

1. Бологов А.В., Изотов О.А., Кириченко А.В., Соляков О.В. Морские порты России: современное состояние и перспективы развития: монография. М.: МОРКНИГА, 2014. 321 с.

2. Кузнецов А.Л., Галин А.В. Генезис моделей развития портов в современной транспортной науке // Вестник Госуд. ун-та морского и речного флота им. адм. С. О. Макарова. 2015. № 2 (30). С. 141–154.

3. Вербило О.М. Тенденции в логистике, влияющие на конкурентоспособность портов // Логистика и управление цепями поставок. – 2012. № 4 (51).

S.S. Valkova  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## **THE DEVELOPMENT OF PORT INFRASTRUCTURE IN THE NEW ECONOMIC CONDITIONS**

*The main factors and problems affecting the development of port infrastructure in the new economic conditions are considered.*

УДК 378.145

В.В. Ганнесен  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **О СИСТЕМНЫХ ПРОБЛЕМАХ В ОРГАНИЗАЦИИ ПОДГОТОВКИ МОРСКИХ СПЕЦИАЛИСТОВ**

*Рассматриваются элементы учебного процесса, не урегулированные системой управления качеством, которые тем не менее являются неотъемлемой составной частью любого учебного процесса. Отсутствие описанного документально алгоритма действий в рассматриваемых процессах ведет к нарушению прав либо студентов, либо преподавателей, либо тех и других одновременно, что в конечном итоге влияет на качество образования.*

Целью системы менеджмента качества (СМК) любого производства является построение такого процесса, на выходе из которого не может быть некачественной продукции. Достижение такой цели реализуется через организацию ряда процессов, в которых создаются условия, не допускающие выпуска некачественной продукции. Создание условий, когда производственный процесс не может выпускать некачественный продукт, требует детального описания всех циклов производства, инструментов и методов, анализа и корректирующих действий. С этой точки зрения учебный процесс в ВУЗе ничем принципиально не отличается от любого другого производства. Однако если обратиться к пакету документов СМК [1], то именно производственный процесс в ряде аспектов описан поверхностно, скорее, декларативно: указаны основные инструменты учебного процесса (источники и способы получения знаний, а также способы проверки знаний), но не всегда описаны алгоритмы действий в зависимости от результатов оценки, и почти нигде не указаны источники финансирования сверхплановых работ.

В любом цикле производства предполагается текущий контроль качества, который предусматривает анализ состояния объекта воздействия для оценки соответствия требуемым результатам. Если по результатам текущего анализа имеются отклонения от нормативов, то либо объект выбраковывается и выводится из производства, либо вносятся коррективы. В учебном процессе происходит всё то же самое: контролируется текущее освоение компетенций и делаются выводы о целесообразности дальнейшего обучения. При этом нужно говорить, в первую очередь, о необходимости контроля и корректировки текущей успеваемости в процессе изучения какой-либо дисциплины, а не после окончания её изу-

чения, поскольку многие профессиональные дисциплины имеют зависимую последовательность изучаемого материала, когда невозможно что-то изучать дальше, не освоив предшествующие знания. И этот механизм должен быть обязательно предусмотрен и документально описан.

Текущий контроль успеваемости описывается двумя документами СМК: «Положение о текущей и промежуточной аттестации» [2] и «Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов (курсантов), магистрантов» [3]. Но есть целый ряд неопределенностей в текущем процессе, которые не управляются ни одним документом:

1) Что делать со студентом, который не посещает занятия по отдельным дисциплинам?

2) Что делать со студентом, который занятия посещает, но не показывает достаточный уровень знаний?

3) Что делать со студентом, который в целом успешно учится, но в процессе обучения по какой-либо причине не защитил в плановом порядке одну-две профессиональные компетенции (не защитил тему, лабораторную работу и т.п.)?

Все три ситуации в разной степени констатируют одно: студент не выполняет учебный план и не обладает компетентностью, требуемой стандартом данной специальности.

Процедуры ликвидации академической задолженности, предусмотренные в «Положении о текущей и промежуточной аттестации» и «Положении о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов (курсантов), магистрантов», рассматривают только неудовлетворительные результаты промежуточной аттестации и устанавливают возможность повторной сдачи зачета/экзамена либо организацию дополнительных занятий, после того как студент трижды получит неудовлетворительную оценку. Процедура же работы со студентом, который не был допущен к экзамену/зачету, не предусмотрена вообще. Здравый смысл подсказывает, что для таких студентов необходимо проводить дополнительные занятия как минимум для проверки компетенций, формирующихся в «незачтенных» темах, а возможно, и с проведением повторного обучения. Причем эти занятия должны быть своевременными, поскольку, как уже говорилось, многие профессиональные дисциплины имеют зависимую последовательность изучаемого материала и маленькая проблема в начале семестра закладывает базу для невозможности освоения дисциплины в целом.

Упоминание в СМК возможности проведения дополнительных занятий для ликвидации академических задолженностей является только декларацией до тех пор, пока процедура не описана документально. В «Положении о порядке оказания платных образовательных услуг» [4] устанавливается, что дополнительные образовательные услуги в рамках общеобразовательной программы могут быть платными для ликвидации академической задолженности, образовавшейся по неуважительной причине. Но что делать с теми, у кого академическая задолженность образовалась по уважительной причине? Кто и когда должен с ними дополнительно работать и за чей счёт? И что вообще является уважительной причиной? Поскольку главным вопросом, который нужно решить для проведения дополнительных занятий, является источник финансирования, то необходимо четко сформулировать перечень уважительных причин, по которым финансирование принимает на себя учебное заведение: не преподаватель должен бесплатно работать, как это происходит в настоящее время, а учебное заведение должно принять на себя обязанность финансового обеспечения. Источником финансирования в данном случае мог бы являться стипендиальный фонд, в котором имеются свободные средства за счет студентов, лишенных стипендии. В настоящее время образующиеся свободные средства тратятся на поощрение успешных студентов. Но почему бы эти средства не потратить и на поддержку студентов, у которых образовались академические задолженности по уважительным причинам?

Особо остро вопрос ликвидации академических задолженностей встает в процессе подготовки студентов морских специальностей заочного обучения. Для всех студентов-

заочников организуется одна сессия в году, на которую прибывают 15–20 % студентов, работающих на судах. Оставшиеся 80–85 % студентов появляются индивидуально в ВУЗе в течение года для ликвидации академических задолженностей. Уже на этом этапе можно говорить о невыполнении программы обучения, поскольку они не обучаются в соответствии с учебным планом: с ними не проводятся плановые аудиторские занятия (лекции, практические и лабораторные работы). Из десятков часов, предусмотренных учебным планом для подготовки по конкретной дисциплине, у студента формально остается 12 мин на сдачу зачета или 23 мин на сдачу экзамена, но не предусмотрено ни минуты на обучение преподавателем. К тому же принимать у такого студента зачет/экзамен формально нельзя, так как согласно ПЛ-2.5/10-2015 [2] «студенты заочной формы обучения допускаются к промежуточной аттестации по дисциплине при выполнении всех мероприятий текущего контроля успеваемости в соответствии с рабочей программой дисциплины».

Даже если отбросить формальности и принимать только зачеты/экзамены у студентов, появившихся в ВУЗе в индивидуальном порядке, без проведения учебных занятий, то следует обратить внимание на то, что значительная часть спецдисциплин морских специалистов закрывается решением аттестационной задачи с использованием тренажерного оборудования. Время выполнения такой задачи может в несколько раз превышать предусмотренный норматив. А если учесть, что этого студента предварительно еще нужно проинструктировать относительно работы с данным оборудованием и дать ему время на освоение, то говорить о достаточности нормативного времени вообще не приходится. Кроме того, когда проверка компетентности проводится с использованием учебно-тренажерного оборудования и подготовиться самостоятельно при заочном обучении студенту просто негде, периодически возникает потребность в проведении обучающих занятий. Тут защитники существующей системы могут вспомнить о существовании такого вида обучения, как консультации. Однако достаточно обратиться к количеству времени, отведенному на консультации, как становится ясно, что консультации – это декларативная составляющая учебного плана, где несколько минут отведенного времени не дают ни малейшей возможности что-либо исправить [5, 6].

Для того чтобы показать масштабы проблемы, можно привести статистику по дополнительным занятиям за 2016–2017 учебный год, во время которых автором принимались отработки академических задолженностей. За рассматриваемый период у автора в нагрузку было четыре дисциплины. Общее количество принятых работ было 581, из которых 426 работ – это лабораторные и практические работы студентов и курсантов дневного обучения, 129 работ – промежуточная аттестация студентов заочного обучения. Работа проводилась еженедельно по расписанию консультаций, но вместо 12–15 мин в неделю согласно «учебному поручению» занимала по 2–2,5 ч. Работы принимались в форме компьютерного тестирования и выполнения задач на тренажерном оборудовании по заранее известным критериям, что исключало предвзятое отношение преподавателя. При этом многие студенты (курсанты) по несколько раз пытались защитить одну и ту же работу, приходя на «консультации» либо без должной теоретической подготовки, либо без достаточной практики решения задач.

Создается ситуация, когда необходимость работы есть, а источника финансирования нет. И до тех пор пока вопросы финансовых взаимоотношений не урегулированы, в СМК имеется системное несоответствие, влияющее на качество: нельзя рассчитывать на то, что бесплатно работающий преподаватель будет добросовестно выполнять свои обязанности. Высока вероятность того, что преподаватель будет либо брать деньги за работу напрямую со студентов, либо аттестовывать всех, чтобы не работать потом бесплатно.

Для дополнительной работы со студентами, у которых образовалась академическая задолженность, автору видятся два варианта:

- 1) организация дополнительных занятий по дополнительному трудовому договору;

2) включение в аудиторную нагрузку преподавателя статьи «индивидуальная работа со студентами».

В первом случае, чтобы избежать злоупотреблений преподавателей, которые могут необоснованно завышать необходимый объем предстоящей работы, можно предоставить студенту право выбора: нужны ли ему дополнительные учебные занятия или ему нужно только время на защиту текущей работы/темы, сдачу зачета/экзамена (при условии, что студент имеет допуск) и т.п. Сам же норматив времени на дополнительную работу может браться по данным рабочей программы дисциплины.

Во втором случае статья «индивидуальная работа со студентами» не должна быть привязана к конкретной группе, а должна предусматривать работу в течение года с любым студентом, пришедшим в установленное расписанием время. И эта нагрузка должна быть не меньше одного часа в неделю. Недостатком данного варианта является отсутствие финансовой заинтересованности в качественной подготовке нерадивых студентов. Кроме того, такое решение не будет точно отражать реальное количество труда преподавателя, но это будет механизм реализации прав студента на дополнительные занятия и прав преподавателя на получение вознаграждения за работу.

В любом случае должна быть разработана и включена в СМК «процедура ликвидации академической задолженности» во всех её проявлениях, в которой должны быть тщательно прописаны механизмы взаимоотношений «студент – преподаватель», «студент – администрация» и «администрация – преподаватель». Отсутствие подобной процедуры говорит об отсутствии документированного контроля над существенной частью учебного процесса – анализом текущей успеваемости и принятием корректирующих действий, чем создаются благоприятные условия для коррупции.

### Библиографический список

1. Руководство по качеству ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз». РК-03-2017. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. 80 с.
2. Положение о текущей и промежуточной аттестации. ПЛ-2.5/10-2015. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. 23 с.
3. Положение о балльно-рейтинговой системе оценки успеваемости студентов (курсантов), магистрантов. ПЛ-2.5/06-2014. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. 20 с.
4. Положение о порядке оказания платных образовательных услуг. ПЛ-1.7/02-2017. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. 16 с.
5. Ганнесен В.В. Консультации как инструмент обучения морских специалистов // Вестник Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. Вып. 7. С. 61–64.
6. О примерных нормах времени для расчета объема учебной работы и основных видов учебно-методической и других работ, выполняемых профессорско-преподавательским составом образовательных учреждений высшего и дополнительного профессионального образования. Письмо Минобрнауки РФ от 26.06.2003 № 14-55-784 ин/15. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=97410>

V.V. Gannesen  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### SYSTEM WEAKNESS OF SEAFARERS EDUCATION PROCESS

*The article considers the elements of the education process, are not regulated by the quality management system, which, however, are an integral component of any learning process. The lack of documents described algorithm of actions in researched processes leads to the violation of the rights of either students or teachers or both at the same time.*

О.Н. Ибрагимова<sup>1</sup>, И.П. Турищев<sup>2</sup>, М.В. Гомзяков<sup>2</sup>, О.В. Москаленко<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,

<sup>2</sup>ДВУ Госморнадзора, Владивосток, Россия

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ НАДЗОРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДВУ ГОСМОРНАДЗОРА И ИНСПЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ КАПИТАНАМИ МОРСКИХ ПОРТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО БАССЕЙНА**

*Проведен сравнительный анализ задержаний судов, и результаты контрольно-надзорной деятельности рассмотрены в зоне ответственности Дальневосточного управления государственного морского надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта в период с 2015 по 2017гг. Приведены показатели аварийности в период с 2014 по 2016 гг.*

Динамично изменяющиеся условия современного морского судоходства, внедрение принципиально новых методов навигации и судовых технических средств требуют совершенствования подходов к осуществлению контрольно-надзорной деятельности (КНД) судовладельцев и эксплуатантов морских объектов, таких как морское судно или портовое гидротехническое сооружение (ГТС). В данный перечень отдельной группой следует включить образовательные учреждения начального, среднего и высшего морского профессионального образования, поскольку качество эксплуатации указанных объектов напрямую зависит от знаний, умений и навыков (компетенций), полученных и усвоенных будущими специалистами на этапе подготовки.

Речь идет об уходе от «поголовного» надзора, при котором формально к каждому юридическому лицу применяется единообразный формальный подход, в основе которого лежит отсчет с момента проведения последней плановой проверки. Новым, но уже зарекомендовавшим себя подходом является риск-ориентированный подход, утвержденный Постановлением Правительства РФ от 17 февраля 2018 г. N 173 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации по вопросам осуществления федерального государственного транспортного надзора и федерального государственного контроля (надзора) в области обеспечения транспортной безопасности».

Таковым является надзор (контроль), при котором «плотность» проверок юридических лиц зависит от уровня опасности, уровня возможного ущерба, нанесенного жизни и здоровью граждан, окружающей морской среде, имуществу, национальной безопасности в результате нарушения поднадзорным субъектом обязательных требований.

Анализ риск-ориентированного правоприменения в области безопасности мореплавания [1] свидетельствует о необходимости четкого определения критериев отнесения подконтрольных объектов к тому или иному классу опасности, четкого описания процедуры присвоения класса опасности подконтрольным субъектам.

Дальневосточное управление государственного морского надзора (ДВУ Госморнадзора) в рамках перехода на риск-ориентированное планирование проверок осуществило во втором полугодии 2017 г. предварительное категорирование поднадзорных субъектов. Статистическое распределение, проведенное с применением собственных информационных разработок [8] по методикам Ространснадзора, подтверждает гипотезу о том, что большинство поднадзорных лиц (более 95 % субъектов в зоне ответственности ДВУ Госморнадзора) относятся к категории среднего или низкого уровня опасности. Изменение фокуса усилий в сторону конкретных нарушителей нормативных требований позволит контролирующим органам (КО) эффективно использовать рабочий ресурс без потери качества надзора.

При категорировании было отмечено, что первично установленные критерии присвоения класса опасности не всегда объективно отражают риск причинения вреда независимо от вида системы оценки риска (статической или динамической) [1].

В настоящее время под надзором ДВУ Госморнадзора находится 1674 действующих субъекта (юридических лиц и индивидуальных предпринимателей), осуществляющих свою деятельность в транспортном комплексе Российской Федерации [8].

Из них 240 имеют лицензии, 185 – эксплуатанты более чем 700 гидротехнических сооружений, 716 являются собственниками или владельцами 1500 морских судов.

1. Количество проверок, проведенных в отношении субъектов транспортного комплекса (юридические лица и индивидуальные предприниматели), – 241.

2. Предлицензионных проверок проведено – 135.

В абсолютных цифрах это составляет 520 проверок в 2015 г. и по 376 – в 2016 и 2017 гг. В процентном отношении, если принять 2015 г. за 100 %, можно отметить снижение общего количества проверок до 72,3 % в 2016 и 2017 гг. Стабильный уровень проверок 2016–2017 гг. объясняется тем, что при одновременном снижении числа плановых и внеплановых проверок происходили рост заявлений на получение лицензий и, соответственно, увеличение числа предлицензионных проверок.

Таблица 1

**Динамика числа проверок в 2015–2017 гг.**

Типы проверок по годам	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Всего проверок	100,0	72,3	72,3
Плановых и внеплановых	80,0	72,6	64,1
Лицензионных	19,4	27,4	35,9
Документарных	29,6	39,2	49,4

Инспекторами ДВУ Госморнадзора принимается во внимание, что при проведении проверок следует минимально отвлекать работников компаний от прямой производственной деятельности. За последние три года доля документарных проверок возросла с 29,6 % в 2015 г. до 49,4 % в 2017 г. (табл. 1).

Проведенный анализ нарушений в области безопасности мореплавания показал, что переход на новые формы контрольно-надзорной деятельности позволит ДВУ Госморнадзора в перспективе снизить нагрузку на бизнес.

Позиция ДВУ Госморнадзора заключается в том, что корректировка распределения объектов по классам опасности должна осуществляться на основании мониторинга объективных данных из независимых источников, категорирование должно быть максимально четким, прозрачным и полным. Такими источниками могут служить информационные ресурсы государственного портового контроля в Российской Федерации [3–5]. Риск-ориентированный подход при инспектировании судов внедрен Росморречфлотом в 2013 г. Данные о результатах ежегодно публикуются на официальном сайте Росморречфлота в виде таблиц, в которых сведено количество судозаходов, инспекций, оформлений судов на выход, замечаний (нарушений) и задержаний. Под задержанием в инспекции государственного контроля порта (ИГКП) понимается отказ в выходе судна из морского порта в случае выявленных значительных нарушений морского законодательства. Все указанные сведения приводятся раздельно по каждому порту (портопункту) в зоне Токийского меморандума о взаимопонимании по контролю судов государством порта в Азиатско-Тихоокеанском регионе (ТМ).

Как показывает практика, в основе большинства нарушений (замечаний), выявленных при инспектировании, а также задержаний судов (отказах в выходе судна из порта) лежит «человеческий фактор». Существующий механизм обратной связи не предусматривает принятие мер к конкретному источнику нарушения. Так, за большинство нарушений, вы-

явленных при инспектировании или задержании, несут ответственность капитан судна, реже – старший помощник или старший механик. Для изменения ситуации в сторону повышения качества эксплуатации флота необходим многоуровневый риск-ориентированный подход с обязательным выявлением конкретного источника риска.

Количество замечаний и задержаний может служить как индикатором качества работы ИГКП, так и показателем систем управления безопасности (СУБ) в компаниях, подконтрольных ДВУ Госморнадзора.

Мониторинг задержанных судов (код 30 по Токийскому меморандуму) позволяет надзорному органу осуществлять сравнительный анализ с официальными данными по аварийности по ТМ и выявлять степень риска компаний, эксплуатирующих морские объекты с нарушениями.

При интеграции отдельных информационных ресурсов (или отдельных модулей) Росморречфлота и Ространснадзора становится возможным создать межведомственную информационную систему (МИС), динамично и объективно измеряющую уровень риска в зависимости от истории взаимодействия подконтрольного субъекта с контрольными органами, применяемых предпринимателем методов снижения риска.

Целесообразно включить в МИС информационные модули морского образования в части усвоения курсантами морских образовательных учреждений отдельных компетенций, прохождения плавательной практики, аттестации и пр. Создание подобной системы позволит обнаружить уязвимости в морском транспортном процессе, начиная с курсантской скамьи, а также прогнозировать риски эксплуатации флота.

Таблица 2

**Показатели аварийности в зоне ответственности ДВУ Госморнадзора**

Показатель	2014 г.	2015 г.	2016 г.
<b>Всего АС</b>	<b>45</b>	<b>61</b>	<b>51</b>
с судами торгового флота	25	31	28
с рыбопромысловыми судами	20	30	23
<b>Очень серьёзные аварии</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>1</b>
с судами торгового флота	0	1	1
с рыбопромысловыми судами	0	2	0
<b>Аварии</b>	<b>13</b>	<b>31</b>	<b>25</b>
с судами торгового флота	8	18	6
с рыбопромысловыми судами	5	13	19
<b>Инциденты</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>25</b>
с судами торгового флота	17	12	21
с рыбопромысловыми судами	15	15	4

В настоящее время под контролем Ространснадзора находится более 319 тыс. юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих свою деятельность в транспортном комплексе Российской Федерации. Контроль над таким количеством субъектов требует эффективной и современной системы управления рисками.

Ключевым показателем безопасности является состояние аварийности на морском транспорте. По официальным данным [2] 2016 г. характеризуется увеличением на 11,4 % количества аварий (в 2016 г. произошло 88 аварий, в 2015 г. – 79). Рост числа аварий произошел за счёт значительного, в 1,5 раза, увеличения аварийности судов рыбопромыслового флота. Главной причиной аварий продолжает оставаться так называемый человеческий фактор: нарушение правил технической эксплуатации судов, неудовлетворительное обеспечение безопасности мореплавания и судоходства, несоблюдение общепринятых приёмов и способов управления судном.



По информации от системы мониторинга «Виктория» и обращениям ФГКУ «Администрация Северного морского пути» по поводу имеющихся нарушений были проведены расследования с привлечением к административной ответственности 28 должностных лиц 26 судоходных компаний [2].

Таким образом, отработан и существует эффективный механизм дистанционного контроля и реагирования на нарушения.

Однако анализ задержаний, проведенный ДВУ Госморнадзора, показывает, что механизм взаимодействия между службами капитанов морских портов и надзорными органами нуждается в совершенствовании. Так, из 95 задержаний судов, произведенных в 2016 г., только 15 сопровождалась протоколом об административном правонарушении. В соответствии с Распоряжением Ространснадзора N АК-281-р(фс), Росморречфлота N АД-238-р от 20.06.2014 «О взаимодействии капитанов морских портов, Администраций бассейнов внутренних водных путей, находящихся в ведении Федерального агентства морского и речного транспорта, и территориальных управлений государственного морского и речного надзора Федеральной службы по надзору в сфере транспорта при выявлении административных правонарушений в ходе проверок судов и иных плавучих объектов» капитаны морских портов в случае выявления правонарушения составляют протокол и направляют его в ДВУ Госморнадзора на рассмотрение и вынесение постановления. Каждое задержание по коду «30» ТМ основано на каком-либо нарушении нормативных требований морского законодательства. Отсутствие административных рычагов воздействия на нарушителей лишает риск-ориентированный механизм важнейшего звена – обратной связи. Следует добавить, что ДВУ Госморнадзора не имеет доступа к необходимым информационным ресурсам Росморречфлота.

В Ространснадзоре идет интенсивная информатизация. Мониторинг качества эксплуатации морских объектов невозможен без надлежащих информационно-аналитических систем с высокой автоматизацией.

Практически каждый сотрудник службы сегодня работает в Единой информационно-аналитической системе, взаимодействующей с АСУ ТК, Минтранса России, продолжается развитие информационной системы АС «Мониторинг» – основного источника отчетности Ространснадзора. Однако, как показывает практика, этого недостаточно. Необходимо объединить системы, относящиеся к безопасности мореплавания, и дать к ним доступ ДВУ Госморнадзора, а также другим участникам морского транспортного процесса.

### **Библиографический список**

1. Контрольно-надзорная деятельность в Российской Федерации: аналитический доклад. 2014. М.: МАКС Пресс, 2015. 120 с.
2. Доклад руководителя Федеральной службы по надзору в сфере транспорта на расширенном заседании Коллегии 28 марта 2017 года «О результатах контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы по надзору в сфере транспорта и ее территориальных управлений в 2016 году и задачах на 2017 год».
3. Государственный портовый контроль в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Морсвязьспутник. 2014. URL: [http://www.morflot.ru/files/docslst/1860-3342-otchet\\_gpk\\_2014.pdf](http://www.morflot.ru/files/docslst/1860-3342-otchet_gpk_2014.pdf) (дата обращения: 29.12.2017).
4. Государственный портовый контроль в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Морсвязьспутник. 2015. URL: [http://www.morflot.ru/files/docslst/1859-9793-otchet\\_gpk\\_2015.pdf](http://www.morflot.ru/files/docslst/1859-9793-otchet_gpk_2015.pdf) (дата обращения: 29.12.2017).
5. Государственный портовый контроль в Российской Федерации [Электронный ресурс]: Морсвязьспутник. 2016. URL: [http://www.morflot.ru/files/docslst/1859-9793-otchet\\_gpk\\_2016.pdf](http://www.morflot.ru/files/docslst/1859-9793-otchet_gpk_2016.pdf) (дата обращения: 29.12.2017).
6. Состояние аварийности: сайт Госморречнадзора [Электронный ресурс]: URL:<http://sea.rostransnadzor.ru/funktsii/rassledovanie-transportny-h-proisshes/analiz-i-sostoyanie-avarijnosti/> (дата обращения: 22.12.2017).

7. Турищев И.П., Гомзяков М.В., Москаленко О.В. и др. Повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности Дальневосточного управления государственного морского надзора с применением риск-ориентированного подхода за счет использования информационных технологий // Морские интеллектуальные технологии. 2017. № 3 (37). Т. 2. С. 178–184.

8. Правоприменительная практика ДВУ Госморнадзора по состоянию на 30 ноября 2017 года: публичные слушания. Владивосток, 2017. 16 с.

O.N. Ibragimova<sup>1</sup>, I.P. Turistchev<sup>2</sup>, M.V. Gomzyakov<sup>2</sup>, O.V. Moskalenko<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>The Far East Directorate for State of Maritime Supervision, Vladivostok, Russia

## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF SUPERVISORY ACTIVITIES OF THE FAR EAST DIRECTORATE FOR STATE OF MARITIME SUPERVISION AND SHIP INSPECTION BY THE CAPTAINS OF THE SEAPORTS OF THE FAR EASTERN

*A comparative analysis of the detentions of ships and the results of control and surveillance activities were considered in the area of responsibility of the Far East Directorate for State of Maritime Supervision in the period from 2015 to 2017. Accident rates for the period from 2014 to 2016 are given.*

УДК 656.61

О.Н. Ибрагимова<sup>1</sup>, М.В. Гомзяков<sup>2</sup>, А.Л. Оловянников<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

<sup>2</sup>ДВУ Госморнадзора, Владивосток, Россия

<sup>3</sup>ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

## О КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТОВ МОРСКОГО ФЛОТА

*Профессиональные компетенции специалистов морского флота рассмотрены с точки зрения ПДНВ-78. Представлены основные функции программных комплексов, позволяющих повысить качество подготовки моряков.*

Особенность российского морского образования состоит в том, что, с одной стороны, оно должно отвечать национальным требованиям об образовании, а с другой стороны, оно встроено в международную систему подготовки кадров плавсостава морских судов через Международную конвенцию по подготовке, дипломированию и правилам несения вахты – ПДНВ-1978 года. Россия является участником этой конвенции и обязана выполнять ее требования [7].

Проблема заключается в том, что в последнее десятилетие отмечается снижение качества подготовки морских кадров. Данный факт отмечается многими практиками и подтверждается ростом аварийности на море. [7]. Постановка диагноза и выбор верного средства для устранения проблемы являются актуальными задачами современного морского образования.

Российскому морскому образованию всегда были присущи достаточно высокие нормы качества. В настоящее время в основе подготовки морских специалистов лежит компетентностный подход, который нашел свое отражение в Федеральном государственном образовательном стандарте 3-го поколения, в котором к конечным результатам процесса образования относят следующие компетенции:

- ценностно-смысловые; учебно-познавательные; информационные; коммуникативные; социально-правовые; личностного самосовершенствования; профессиональные;

- освоение способов физического, духовного и интеллектуального саморазвития, эмоциональной саморегуляции и самоподдержки.

Идея компетентного подхода в педагогике зародилась в конце прошлого века. При этом компетентность в самом широком смысле понималась как «углубленное знание предмета или освоенное умение». В Россию понятие компетентности пришло из англосаксонской традиции образования [1].

Центральное место в содержании современного морского образования теперь занимает новая структурная единица – модуль, органично интегрирующая прохождение практики с усвоением теоретического материала. Поскольку требования к результатам обучения формулируются как перечень видов профессиональной деятельности и соответствующих профессиональных компетенций, выпускник в ходе обучения должен, прежде всего, приобрести практический опыт, который опирается на комплексно осваиваемые умения и знания. Каждый модуль может осваиваться независимо, а их совокупность позволяет достичь итоговой компетентности в профессиональной сфере. Этим модульно-компетентный подход отличается от традиционно используемого в российских учебных заведениях блочно-модульного подхода, ориентированного, прежде всего, на усвоение знаний и лишь потом – на выработку умений.

В отличие от экзаменационных испытаний, ориентированных на выявление объема и качества усвоенных знаний, компетентный подход предполагает приоритетное использование объективных методов диагностики деятельности. Описание компетенции обязательно включает нормативную модель диагностических процедур, позволяющих практически организовать аттестационные процедуры [13].

В Федеральных государственных образовательных стандартах высшего образования компетенции делятся на две основные группы: общекультурные и профессиональные, объем и содержание этих компетенций полностью определяют образовательные стандарты.

В свою очередь компетенции для подготовки специалистов морского флота еще и регламентированы международным соглашением Российской Федерации – Международной конвенцией о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты (ПДНВ-78 с поправками 1995 г., а затем 2010 г., далее – Конвенция).

Данный документ содержит минимальные стандарты компетентности для соискателей или владельцев морских дипломов, условия выдачи сертификатов, контролирует условия несения вахты. Положения Конвенции относятся не только к морякам, но и к судовладельцам, учебным организациям и национальным морским властям.

Таблица минимальных стандартов содержит четыре колонки: сфера компетентности; знание, понимание и профессиональные навыки; методы демонстрации компетентности; критерии для оценки компетентности. По мере внесения поправок в Конвенцию таблицы пополняются в соответствии с требованиями времени.

Так, в 2010 г. в Кодекс ПДНВ-78 внесены минимальные стандарты для судовых электромехаников (гл. III «Машинная команда», табл. А-III/6 «Спецификация минимальных стандартов компетентности для электромехаников»). Каждый кандидат на получение диплома электромеханика должен продемонстрировать способность принять на себя задачи, обязанности и ответственность, перечисленные в колонке 1 табл. А-III/6 (сфера компетентности). Согласно поправкам судовой электромеханик обеспечивает следующие функции: управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации; электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления на уровне эксплуатации; техническое обслуживание и ремонт на уровне эксплуатации.

Оценивание усвоения модуля осуществляется путем экзамена и оценки результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм: 1) одобренный опыт работы; 2) одобренный опыт подготовки на учебном судне; 3) одобренная подготовка на тренажере, где это применимо; 4) одобренная подготовка с использованием лабораторного оборудования. Выпускники учебных заведений в течение одного года с момента выпуска освобождены от экзамена, что не всегда идет им на пользу. Повторный визит в морскую

квалификационную комиссию (МКК) через несколько лет сталкивает их с реалиями жизни в виде квалификационных испытаний по поводу обмена диплома или продления срока его действия.

Оценка компетентности и выдача дипломов в РФ регламентируются Положением о дипломировании членов экипажей морских судов, утвержденным Приказом Минтранса от 15.03.2012 № 62 с изменениями 2015 г. В соответствии с п. 16 Положения квалификационные испытания проводятся методом письменного или компьютерного тестирования по компьютерным программам и базам данных или перечню вопросов, согласованных Росморречфлотом, и устного собеседования по результатам тестирования. Оценка результатов квалификационных испытаний производится по двухбалльной системе: сдал, не сдал. Наличие тестирования как первого этапа квалификационных испытаний обусловлено намерением Росморречфлота преодолеть субъективность оценки экзаменатором. Тем же пунктом оговорено, что программы и базы данных должны быть согласованы с Росморречфлотом. В настоящее время таковых программ две: комплекс «Дельта» и комплекс программированного контроля судоводителей и механиков на аттестации, сокращенно – ПроКСиМА [2, 5, 6].

Комплекс «Дельта» является коммерческим проектом и выпускается в виде отдельных версий по конкретным специальностям (судоводитель, механик, матрос и т.д.).

ПК «ПроКСиМА» изначально разработан для использования в стенах морского учебного заведения с учетом требований Конвенции. Структурно база тестовых заданий (ТЗ) и экзаменационных вопросов (ЭВ) соответствует функциям ПДНВ-78, к которым, на наш взгляд, должны стремиться профессиональные компетенции специалистов флота.

Функция означает группу задач, обязанностей и ответственности, указанных в Кодексе ПДНВ, необходимых для эксплуатации судна, обеспечения охраны человеческой жизни на море или защиты морской среды. Всего их семь: судовождение; обработка и размещение грузов; управление операциями судна и забота о людях на судне; судовые механические установки; электрооборудование, электронная аппаратура и системы управления; техническое обслуживание и ремонт; радиосвязь. Судовой персонал может выполнять указанные функции на трех уровнях: управления, эксплуатации и вспомогательном.

В ПК «ПроКСиМА» набор функций и уровней реализуется в виде сценария для всех видов дипломов и квалификационных свидетельств, а также для каждой судовой должности. Кроме того, в базе данных прописаны сценарии для береговых специалистов, например лиц, ответственных в компании за безопасность мореплавания. Основная часть ТЗ и ЭВ интегрирована из контрольно-измерительных материалов (КИМ) [8, 10], применяемых в учебном процессе, а также компилирована из морских тестов первого поколения: Virtual Test и Компас-3.

Начиная с момента создания в 2002 г. комплекс обновлялся и совершенствовался. В 2007 г. после прохождения опытной эксплуатации и экспертизы был рекомендован для применения в рамках единой комплексной системы для квалификационных испытаний членов экипажей морских судов (письмо Росморречфлота от 10.04.2007 № ЕТ-27/2403).

Внедрение комплекса в квалификационный процесс произошло в середине первого цикла обмена дипломов с 2000 по 2005 г. Россия находилась в «черном списке» по относительному количеству задержаний судов под российским флагом. К концу 2004 г. благодаря принятым морской администрацией мерам, в том числе и внедрению инновационных на тот момент аттестационных процедур посредством ПК «ПроКСиМА», относительное количество задержаний снизилось вдвое.

В тот же период был разработан и внедрен модуль компьютеризированной выдачи аттестационных билетов КРАБ, позднее интегрированный в ПК «ПроКСиМА» [5]. Данное усовершенствование позволило минимизировать субъективизм экзаменаторов при квалификационных испытаниях, а также максимально документировать процесс. На первом этапе моряк проходил компьютерный тест, по результатам которого формировался аттестационный билет. Направление и количество экзаменационных вопросов в билете зависело

от качества первого этапа. Данная схема показала свою эффективность: сократилось общее время испытаний и время устного собеседования, стали более прозрачными требования, включая перечни ТЗ и ЭВ. Следует отметить, что именно такую схему принял за основу Росморречфлот при разработке в 2012 г. Положения о дипломировании. Как результат аудиторы ИМО признали систему подготовки и дипломирования в России удовлетворительной [9].

Одной из особенностей ПК «ПроКСиМА» является наличие прямой обратной связи во время тестирования [12]. Нажатием одной кнопки при выполнении любого ТЗ тестируемый может вызвать окно для комментария для отметки некорректного, по его мнению, задания. Данная функция позволила произвести выбраковку устаревших или некорректно поставленных заданий. Существует также возможность выделять 5 % самых легких и столько же самых трудных заданий для дальнейшей ежегодной их переработки. В результате постоянного совершенствования базы ТЗ точность оценки посредством комплекса находится в пределах 9 %, т.е. случайно угадать ответы можно не более чем в 9 % случаях. Выставляя проходной рубеж в 70 %, можно быть уверенным, что моряк ответил правильно на 61 % вопросов и более.

Интеграция ПК «ПроКСиМА» с системой регистрации и учета специалистов (СИРИУС), разработанной той же группой авторов, позволила сохранять историю каждого моряка начиная с его первого появления в МКК. Такая совокупность систем позволяет прогнозировать компетентность специалиста не только по результатам тестирования (ПроКСиМА), но и по месту и уровню обучения, стажу работы, тоннажу судна, мощности главной силовой установки, должности, времени работы, тренажерной подготовки (СИРИУС) [6].

Совокупность этих двух систем позволяет оценить, насколько освоены профессиональные компетенции и в каком состоянии они поддерживаются. Внедрение ПК «ПроКСиМА» и «СИРИУС» в учебный процесс морского образовательного учреждения позволит получить на выходе максимально подготовленного по профессиональным компетенциям выпускника. Кроме того, ПК «ПроКСиМА» позволяет использовать КИМ для общих компетенций, причем в широком спектре типов ТЗ: вычислить по формуле, указать на рисунке, ввести точный ответ, установить последовательность, выбрать вариант(ы) ответа(ов) [11].

Упомянутые комплексы могут быть полезны серьезным судоходным и рыболовным компаниям, заинтересованным в квалифицированных надежных кадрах. Дополнив минимальные стандарты компетентности расширенным перечнем вопросов по внутренним нормативным (политика компании), техническим требованиям (по конкретному типу судна или силовой установки) или виду деятельности (рыболовство, перевозка грузов), руководство компании сможет выбирать для эксплуатации собственного флота наиболее подготовленных специалистов [3, 4]. Судовые версии комплекса позволяют оценивать уровень подготовки экипажа на борту судна непосредственно в рейсе.

Таким образом, следует признать, что профессиональные компетенции на море являются общим делом всех участников торгового мореплавания. Подготовка компетентного специалиста, в том числе посредством вышеупомянутых комплексов, является важным элементом безопасности мореплавания. Векторы интересов образовательных заведений, судоходных и рыболовных компаний, морских администраций и самих моряков разнонаправлены. Однако все участники солидарны в одном – судно и экипаж должны после работы вернуться невредимыми в родной порт.

### **Библиографический список**

1. Байденко В.И. Компетентностный подход к проектированию государственных образовательных стандартов высшего профессионального образования (методологические и методические вопросы): метод. пособие. М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2005. 114 с.

2. Бершадский В.М., Гомзяков М.В., Оловянников А.Л. От традиционных экзаменов к квалификационным измерениям [текст] // Транспортное дело России. 2006. Спец. вып. № 11. Ч. II. С. 38–40.
3. Гомзяков М.В. Некоторые вопросы дипломирования членов экипажей морских судов РФ [текст] // Выездное совещание комиссии Совета Федерации РФ по национальной морской политике на тему «Проблемы законодательного обеспечения морской деятельности (на опыте Калининградской области)». Калининград, 2007. 6 с.
4. Гомзяков м.в. эвристическое прогнозирование качества эксплуатации флота по данным о компетентности специалистов [текст] // проблемы открытого образования: материалы v междунар. Науч.-практ. Конф. Владивосток, 2005. С. 37–42.
5. Гомзяков М.В., Оловянников А.Л., Оловянников В.Л. Автоматизированное распределение экзаменационных вопросов при традиционном способе контроля знаний [текст] // Применение новых технологий в образовании: материалы XIV Междунар. конф. Троицк: МОО Фонд новых технологий в образовании «Байтик», 2006. С. 300–302.
6. Ильина С.С., Гомзяков М.В. Использование методов математического моделирования информационных потоков в экспертной системе «ПроКСИМА – МИНУС» // Материалы V Междунар. науч. конф. «Инновации в науке и образовании-2007». Калининград: Изд. КГТУ, 2007. Ч. 2. С. 86–88.
7. Климов Е.Р. Образование для плавсостава морских судов // Морские вести России. 2017. № 2.
8. Лобастов В.М., Назаров А.В., Гомзяков М.В. Процедуры аттестации судоводителей морского флота: учеб. пособие. Владивосток: Мор. гос. ун-т им. адм. Г.И. Невельского, 2004. 152 с.
9. Отраслевая конференция «Подготовка и дипломирование моряков» прошла 30 ноября в Москве в рамках 10-го Междунар. форума «Транспорт России» // Морские вести России. 2016. № 17.
10. Саяпин Ю.Л., Чуркин А.П., Гомзяков М.В. Рабочая программа оценки компетентности судовых электромехаников [текст]. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2003. 24 с.
11. Сидоренко А.Н., Гомзяков М.В., Оловянников А.Л., Ильина С.С. Непрерывный мониторинг морской подготовки как один из путей повышения безопасности мореплавания [текст] // Сб. докл. науч.-практ. конф. «Безопасность судоходства в Дальневосточном бассейне». Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2007. С. 108–110.
12. Слесаренко В.Н., Гомзяков М.В. Виды обратных связей при оценке качества технической подготовки судовых специалистов дальневосточного региона // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2004. № 1. С. 104–109.
13. Татур Ю.Г. Компетентностный подход в описании результатов и проектировании стандартов высшего профессионального образования. М., 2004.

O.N. Ibragimova<sup>1</sup>, M.V. Gomzyakov<sup>2</sup>, A.L. Olovyannikov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>The Far East Directorate for State of Maritime Supervision, Vladivostok, Russia

<sup>3</sup>Maritime State University, Vladivostok, Russia

## **ABOUT THE COMPETENCE OF THE SPECIALISTS OF THE MARITIME FLEET**

*The professional competence of the specialists of the marine fleet is considered from the point of view of the STCW-78. The main functions of testing software that improve the quality of training for seamen are considered.*

В.В. Карасев, С.А. Бахарев, В.А. Карасев  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ СУДОВ С МОРСКИМИ МЛЕКОПИТАЮЩИМИ

*Приводится теоретическое обоснование возможности предотвращения столкновения судов с морскими млекопитающими. Рассматриваются преимущества использования разных видов антенн в составе гидроакустической станции.*

Обоснуем, к примеру, принципиальную возможность дальнего обнаружения крупных морских млекопитающих по их первичному акустическому полю: звуки вдоха и выдоха, а также моментов всплытия и погружения, коммуникационные и навигационные акустические сигналы и др.

Для начала проиллюстрируем преимущества, получаемые за счет использования адаптивной параметрической приемной антенны (АППА), разработанной с участием авторов данной работы, в составе «зверелокатора» (по аналогии с общепринятым термином – «рыболокатор»). При этом в качестве основного показателя эффективности выберем его дальность действия (ДД), а уравнение пассивной гидролокации представим в виде

$$УИ - ПР = УП - ПН + ПО, \quad (1)$$

где УИ – уровень излучения; ПР – потери акустической энергии; УП – уровень собственных помех; ПН – показатель направленности антенны; ПО – порог обнаружения.

Как видно из выражения (1), ДД шумящего ПО является функцией параметров, стоящих в правой части уравнения (1), важнейшими из которых являются ПН и УП. Задача повышения ПН связана с увеличением коэффициента концентрации (КК) антенны, который представляет собой отношение функций направленности сигнала и помехи при условии, что когерентный сигнал принимается на фоне изотропной помехи, а главный максимум характеристики направленности (ХН) антенны ориентирован в направлении прихода сигнала.

Известно, что для антенн простых форм КК зависит от отношения волновых размеров антенны  $L$  к длине волны сигнала  $\lambda_c$ . Если антенна реализована в виде распределенных элементов с интервалом  $d$  между ними, то при условии  $d < \frac{\lambda_c}{4}$  указанная зависимость может быть представлена как

$$ПН = 10 \lg \frac{2L}{\lambda_c}. \quad (2)$$

Рассмотрим изменения, вносимые в уравнение дальности действия пассивной гидроакустической станции (ГАС) при использовании в его составе АППА, имеющей те же волновые размеры, что и у линейной приемной антенны.

В процессе работы АППА обеспечивается пространственная фильтрация низкочастотного (НЧ) сигнала на фоне суммарной помехи в диапазоне частот огибающей высокочастотного (ВЧ) сигнала накачки с коэффициентом помехоустойчивости, близким к КК антенны на частоте ВЧ сигнала накачки. При этом используется информация, содержащаяся только в модуляционных составляющих ВЧ сигнала накачки, а прямой НЧ сигнал подвергается частотной фильтрации уже на входе АППА.

С учетом вышеизложенного амплитуду звукового давления, преобразованного НЧ сигнала  $P_c$ , можно представить в виде

$$P_c = \frac{P_{cu} \cdot A_f \cdot G_c}{r} \cdot 10^{-0,05\beta r}, \quad (3)$$

где  $P_{cu}$  – амплитуда звукового давления НЧ сигнала в точке излучения;  $A_f$  – аномалия распространения сигнала;  $G_c$  – коэффициент преобразования по сигналу;  $\beta$  – коэффициент пространственного затухания;  $r$  – расстояние до точки приема.

Коэффициент  $G_c$  характеризует эффективность АППА и зависит от многих факторов: параметра нелинейности среды, уровней звукового давления и частот НЧ сигнала и ВЧ накачки и др. При этом уровень звукового давления суммарных помех в АППА можно представить в виде

$$P_n = \sqrt{(G_n P_{n_H})^2 + P_{n_g}^2 + P_{n_{эл}}^2}, \quad (4)$$

где  $G_n P_{n_H}$  – уровень звукового давления преобразованных НЧ помех в ВЧ диапазоне сигнала накачки;  $P_{n_{ВЧ}}$  – уровень ВЧ помех;  $P_{n_{эл}}$  – уровень ВЧ электрических помех, эквивалентных акустическим (сделать как в формуле).

Тогда дальность действия пассивного ГАС с АППА может быть определена с помощью следующего выражения

$$\frac{m_{-ц} A_f G_c}{r} \cdot 10^{-0,05\beta r} = \delta \frac{\sqrt{(G \cdot m_{нч})^2 + m_{\%}^2 + m_{\%'}^2}}{\sqrt{\gamma_{ннА}}}, \quad (5)$$

где  $\delta$  – коэффициент распознавания;  $\gamma_{ннА}$  – КК<sub>АППА</sub>.

Определенный интерес представляет собой оценка потенциального выигрыша в энергетической ДД пассивного ГАС с АППА, который может быть определен с помощью выражения

$$\Delta D = \sqrt{\frac{\gamma_{АППА}}{\gamma_{ЛА}} \cdot \frac{\beta_{лр}}{\beta_{лр}} \cdot n}, \quad (6)$$

где  $\gamma_{АППА}$ ,  $\gamma_{ЛА}$  – КК для АППА и линейной антенны (ЛА);  $\beta_{лр}$ ,  $\beta_{лр}$  – соответствующие коэффициенты затухания ( $\beta_{лр} < \beta_{лр}$ );  $n$  – коэффициент потерь, определяемый как

$$n = \frac{G_c \cdot P_c}{\sqrt{(G_n m_{нч})^2 + m_{n_e}^2 + m_{n_{Эо}}^2}}, \quad (7)$$

где  $G_c$ ,  $G_n$  – коэффициенты преобразования для сигнала и помехи.

Как видно из выражения (6), выигрыш в энергетической дальности действия пассивного ГАС с АППА, по сравнению с линейным сонаром с аналогичными весогабаритными характеристиками, может достигать разов. При этом следует заметить, что приведенные



выше рассуждения касались только одноканальной обработки сигналов. Применение же специальных мер повышения помехоустойчивости АППА позволит дополнительно повысить дальность действия пассивного ГАС с АППА.

Многолетние испытания АППА в составе различных типов пассивных ГАС показали, что их ДД по обнаружению первичных акустических полей подводных объектов (в том числе морских млекопитающих и др.) в 1,5...2,5 раза превосходит ДД ГАС с линейными антеннами, обладающими теми же волновыми размерами.

Кратко проанализируем преимущества, получаемые за счет использования адаптивной параметрической излучающей антенны (АПИА) в составе активного ГАС. При этом в качестве частного показателя эффективности выберем по аналогии с предыдущими рассуждениями его ДД.

Выигрыш в дальности действия активного ГАС при переводе его в параметрический режим излучения НЧ сигналов может быть получен за счет гораздо меньших потерь при распространении НЧ волны разностной частоты (ВРЧ) в неблагоприятных гидролого-акустических и помехо-сигнальных условиях (мелкое море, развитое волнение моря и др.). Для проведения оценок воспользуемся стандартным уравнением активной гидролокации

$$\text{УИ} - 2 \text{ПР} + \text{СЦ} = \text{ПО} + \text{УП}, \quad (8)$$

где УИ – уровень излучения; ПР – потери при распространении; ПО – порог обнаружения; СЦ – сила цели; УП – уровень помех.

В условиях континентального шельфа основным источником реверберационной помехи для активного ГАС являются границы волновода. При этом уровень помехи (УП) можно представить в виде [12]

$$\text{УП} = \text{УИ} - 2\text{ПР} + 10 \lg \left( r \frac{c \cdot \tau_u}{2} \cdot S_s \cdot \frac{1}{K_{\text{экв}}} \right), \quad (9)$$

где  $\tau_u$  – длительность импульса;  $S_s$  – коэффициент рассеяния;  $K_{\text{экв}}$  – эквивалентный коэффициент концентрации антенны.

Тогда можно получить следующее выражение для предельной дальности обнаружения, ограниченной реверберационной помехой:

$$R_{\text{пред}} = \frac{2 K_{\text{экв}}}{S_s \gamma c \tau_u} \cdot 10^{\left( \frac{\text{СЦ} - \text{ПО}}{10} \right)}. \quad (10)$$

Для АПИА с апертурой  $\sim 2,5$  м, рабочей частотой ВЧ сигнала накачки 7 кГц, разностной частотой НЧ сигнала  $\sim 0,6$  кГц, электрической мощностью  $P_{\text{эл}} \sim 150$  кВт, ширине основного максимума ХН  $\theta \sim 4^\circ$ , полосе частот  $\Delta f \sim 20$  Гц, длительностью импульса  $\tau_u \sim 0,05$  с, коэффициенте обратного рассеяния  $S_s \sim 10^{-3}$ , пороге обнаружения ПО  $\sim 10$  дБ, при минимальном ( $\sim 12$  дБ) и максимальном ( $\sim 30$  дБ) значениях силы цели имеем следующие значения для предельной дальности действия  $R_{\text{пред}}$  активного сонара с АПИА:

$$R_{\text{пред}} = \begin{cases} 5 \text{ км}, & \text{при СЦ} = 12 \text{ дБ} \\ 25 \text{ км}, & \text{при СЦ} = 30 \text{ дБ} \end{cases}. \quad (11)$$

Сравнение значений, указанных в (11), с типовыми значениями, приведенными в (10), позволяет сделать вывод о 2–3-кратном преимуществе параметрического активного сонара по сравнению с линейным сонаром с аналогичными весогабаритными характеристиками.

В случае же использования АППА для высоконаправленного приема отраженного сигнала реверберационная помеха для АППА перестает быть главным ограничивающим фактором, и предельная дальность действия активно-пассивного параметрического сонара будет определяться шумовой помехой, уровень которой можно оценить с помощью выражения:

$$УП = УШ = 10 \lg \frac{I_u}{I_o \tau_u} + 10 \lg \gamma + 10 \lg K_n, \quad (12)$$

где  $I_u$  – интенсивность шумов в полосе 1 Гц;  $I_o$  – интенсивность, соответствующая звуковому давлению 1 мкПа;  $\tau_u$  – длительность импульса;  $K_n$  – коэффициент концентрации АППА.

Тогда при  $I_u = 60$  дБ и ПО = 10 дБ имеем

$$R_{пред} \begin{cases} 30 \text{ км,} & \text{при СЦ} = 12 \text{ дБ} \\ 45 \text{ км,} & \text{при СЦ} = 30 \text{ дБ} \end{cases} \quad (13)$$

Как видно из выражений (11) и (13), за счет совместного использования АППА и АППА в составе ГАС удастся дополнительно повысить дальность действия на 25 км при СЦ = 12 дБ и на 20 км при СЦ = 30 дБ.

Проведенные модельные и экспериментальные исследования показали, что в случае применения эффектов резонансного переотражения или резонансного поглощения НЧ зондирующих сигналов ДД активно-пассивного параметрического ГАС может быть дополнительно к значениям, указанным в (13), увеличена еще на 10...15 км.

В связи с вышеизложенным предлагается использовать комплексную, использующую различные физические поля, быстроразворачиваемую и многоэшелонированную с несколькими рубежами подводного наблюдения антенну.

### Библиографический список

1. Бахарев С.А., Карасев А.В., Карасев В.В. Основы промышленной гидроакустики: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2000. 68 с.
2. Бахарев С.А., Карасев В.В. Использование методов и средств нелинейной гидроакустики в рыбопоисковой технике: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. 104 с.
3. Бахарев С.А. Конфликтная ситуации в цепочке «человек-морские млекопитающие-рыба» // Вестник Междунар. ун-та «Дубна». 2003. Вып. 2. С. 17–25.
4. Бахарев С.А., Карасев А.В., Карасев В.В. Морские млекопитающие и промышленное рыболовство: монография. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. 104 с.
5. Вопросы промышленной гидроакустики: сборник научных трудов / под ред. В.Д. Теслера. М.: ГК по рыболовству, ВНИРО, 1999. 119 с.
6. Кузнецов Ю.А. Обоснование и разработка методов и средств промышленной биоакустики: монография. Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2004. 464 с.

V.V. Karasev, S.A. Bakharev, A.V. Karasev  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### THEORETICAL JUSTIFICATION OF PREVENTION OPPORTUNITIES COLLISIONS OF SHIPS WITH MARINE MAMMALS

*The theoretical substantiation of the possibility of preventing ships with marine mammals is given. The advantages of using different types of antennas in a hydroacoustic station are considered.*

В.В. Карасев, Н.Г. Манич  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ДОКУМЕНТООБОРОТА НА СУДНЕ**

*Рассматриваются методы оптимизации работы при подготовке судовых документов, приемы быстрого изменения выписок при составлении судовых расписаний, использование возможностей табличных редакторов в работе судоводителя.*

Делопроизводство на судне осуществляется:

- в соответствии с международными документами: СОЛАС [1], ПДНВ [2], МАРПОЛ [3], КТМС [4], Международным кодексом по управлению безопасностью (МКУБ), Конвенцией по облегчению международного морского судоходства, Резолюцией ИМО А.1052(27) «Процедуры контроля судов государством порта»;
- национальными документами: Кодексом торгового мореплавания, федеральными законами [5–10], Общими правилами плавания [11];
- отраслевыми документами: НШСР [12], уставом [13], уставом о дисциплине [14], обязательными постановлениями [15];
- правилами Регистра [16];
- руководящими документами судовладельца: системой управления безопасностью (СУБ); правилами технической эксплуатации; инструкциями и др.

В последние годы отмечается увеличение времени на работу с документами на судне. Это оформление прихода и отхода судов, подготовка судовых расписаний, оформление судовой роли, ведение судового журнала. Например, согласно Общим правилам плавания перечень документов, необходимых для оформления захода судна в морской порт, состоит из 29 пунктов.

Несмотря на работу морского сообщества в целях облегчения труда моряков в части подготовки документов, а также принятия поправок к Конвенции по облегчению международного морского судоходства, вступающих в силу с 1 января 2018 г. и определяющих переход на электронное предоставление документов, в настоящее время отмечается наличие большого количества рутинных операций при подготовке документов на судне.

Внедрение технологии единого окна в системе «Портал морской порт», призванной сократить время на подготовку документов прихода и отхода, напротив, создало дополнительные затраты времени и ресурсов, так как прибавилась необходимость предоставлять не только бумажные варианты документов, но и электронные. Причем ввод информации в электронном виде пока ещё представляет трудности, так как не позволяет использовать имеющиеся формы документов из-за несоответствия кодировок.

Кроме того, в разных портах, особенно европейских, могут предъявляться разные требования к представлению документов в электронном виде.

В то же время на судне жизненно важно неукоснительно соблюдать требования конвенции ПДНВ, КТМС в части соблюдения пределов времени труда и отдыха, что в условиях коротких переходов непросто. Например, несоблюдение требований КТМС может привести не только к финансовым потерям со стороны судовладельца, но и создать риски возникновения аварийных ситуаций в результате усталости вахтенного помощника капитана.

Таким образом, в настоящее время проблемы сокращения времени и количества рутинных операций при подготовке судовой документации являются актуальными.

На кафедре «Судовождение» в рамках темы № 599/2014-2018 «Совершенствование методов подготовки судоводителей для обеспечения безопасности мореплавания и ведения промысла» была поставлена задача найти, отработать и внедрить в учебный процесс простые приемы, позволяющие сократить время и нагрузку на вахтенного помощника капитана при подготовке судовой документации. Известно, что долгое пребывание у монитора компьютера также является источником перегрузок.

В результате проделанной работы был рекомендован к освоению ряд приемов, позволяющих оптимизировать работу судоводителя при подготовке документов.

Учитывая большой объем навыков и умений, необходимых для освоения судоводителем, были внедрены в учебный процесс в рамках дисциплины «Нормативные документы по безопасности мореплавания» простые приёмы, позволяющие сократить время на подготовку документов. Например, помимо освоения навыков печати слепым десятипальцевым методом при составлении судовых расписаний рекомендованы несложные в освоении формулы ИНДЕКС и ВПР, используемые в электронных таблицах Excel. Судовое расписание по тревогам составляется старшим помощником капитана совместно со старшим механиком и утверждается капитаном до выхода в рейс. В расписании указываются обязанности членов экипажа по тревогам, пути эвакуации из судовых помещений к спасательным средствам. Весь экипаж и пассажиры расписаны по спасательным средствам с указанием номера борта. Расписание по тревогам должно регулярно корректироваться. Экземпляры расписания должны быть вывешены на видных местах. Выписки из судового расписания по тревогам с индивидуальными обязанностями по тревогам на каждого члена экипажа и пассажира оформляются в виде каютной карточки. На стоянку судна в порту составляется стояночное расписание по тревогам. Оно ежедневно корректируется старшим помощником капитана совместно со старшим механиком с учётом наличия членов экипажа на борту судна [17].

Рекомендованные формулы позволяют оперативно вносить изменения в судовое расписание и в выписки.

Внедрение разработанных приемов и отобранных формул позволило значительно сократить время на подготовку судовых документов, а также сократить число ошибок и избавиться от повторяющихся рутинных операций, а именно многократного копирования, перехода с листа на лист, возвращения к основному листу для проверок. Использование возможностей табличных редакторов требует более высокой квалификации, наличия определенных навыков, но позволяет сократить время на подготовку необходимых документов. В то же время отсутствие знаний и навыков в области информационных технологий может стать причиной ошибок.

Практика показывает, что, несмотря на простоту формул, иногда на самостоятельный поиск приёмов оптимизации работы с документами уходят годы, что связано также с загруженностью вахтенного помощника капитана.

В результате проведенной работы были сделаны выводы о целесообразности освоения студентами и курсантами специальности «Судовождение» приемов, облегчающих и оптимизирующих работу с документами, таких как использование фильтров, условного форматирования, формул для работы с текстом. Также разработаны и внедрены в учебный процесс практические работы, позволяющие освоить навыки поиска нормативных документов и работы с ними.

### **Библиографический список**

1. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море 1974 года с поправками. СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. 992 с.

2. Международная конвенция о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года с поправками. СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. 806 с.
3. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов. СПб.: ЗАО «ЦНИИМФ», 2010. 336 с.
4. Конвенция о труде в морском судоходстве. Режим доступа: <http://www.ilo.org/>
5. Федеральный закон от 08.11.2007 N 261-ФЗ «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/>
6. Федеральный закон от 20.12.2004 N 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/>
7. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 21 октября 2013 г. N 385 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/#/document/70578854/paragraph/1:1>
8. Приказ Минтранса России от 15.03.2012 N 62 «Об утверждении Положения о дипломировании членов экипажей морских судов» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/>
9. Приказ Минтранса РФ от 10 мая 2011 г. N 133 «Об утверждении правил ведения журналов судов» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/>
10. Приказ Минтранса России от 02.05.2012 N 122 «Об утверждении Правил ведения судовой роли» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/>
11. Приказ Минтранса РФ от 20.08.2009 № 140 «Об утверждении Общих правил плавания и стоянки судов в морских портах Российской Федерации и на подходах к ним» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru>
12. Наставление по организации штурманской службы на морских судах флота рыбной промышленности СССР (утв. приказом Минрыбхоза СССР от 11 июля 1986 г № 380). Л.: Транспорт, 1987. 136 с.
13. Устав службы на судах рыбопромыслового флота Российской Федерации (утв. приказом Роскомрыболовства от 30 августа 1995 г. N 140 // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/2108728/1/>
14. Устав о дисциплине работников рыбопромыслового флота Российской Федерации (утв. постановлением Правительства РФ от 21 сентября 2000 г. N 708) // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://base.garant.ru/182526/>
15. Приказ Минтранса России от 02.07.2013 N 229 «Об утверждении Обязательных постановлений в морском порту Владивосток» // Система ГАРАНТ. Режим доступа: <http://ivo.garant.ru>
16. Издания Российского морского регистра судоходства <http://www.rs-class.org/>
17. Аксенов А.А. Организация службы и делопроизводство на судах морского флота: учеб. пособие. М.: Альтаир МГАВТ, 2013. 102 с. Режим доступа: [biblioclub.ru](http://biblioclub.ru)

V.V. Karasev, N.G. Manich  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## **USE OF INFORMATION TECHNOLOGIES TO OPTIMIZE THE DOCUMENT TURN ON A BOARD**

*Methods of optimization of work in the preparation of ship documents, techniques for the rapid change of statements in the compilation of ship schedules, the use of the capabilities of table editors in the navigator work are considered.*

И.С. Карпушин, Е.Е. Соловьева  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИБРЕЖНОГО РЫБОЛОВСТВА

*Дальний Восток имеет множество особенностей, касающихся географии и климата, социальных устоев региона, без учета которых развитие прибрежное рыболовство до должного уровня невозможно. Для его успешного развития необходимо разработать концепции логистических систем, целью работы которых будет являться успешное функционирование данной отрасли.*

Наибольшие запасы водных биологических ресурсов сосредоточены в прибрежной зоне морей Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Прибрежный промысел ежегодно составляет около 400 тыс. т, или около 14 % от установленного общего допустимого улова (ОДУ) в бассейне. Кроме того, промысел дальневосточных лососей, осуществляемый в режимах как прибрежного, так и промышленного рыболовства, обеспечивает дополнительно ежегодный вылов от 250 до 500 тыс. т. Крупным резервом прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке может стать тихоокеанский кальмар, запасы которого позволяют ежегодно добывать в Приморье и Татарском проливе Японского моря дополнительно порядка 80–120 тыс. т. Таким образом, суммарный ресурсный потенциал прибрежного рыболовства на Дальнем Востоке составляет 750–1000 тыс. т, при этом фактический прибрежный вылов в последние годы не превышает 620 тыс. т [1].

При наличии значительного потенциала для развития прибрежного рыболовства необходимы коренные перестройки в целях устранения целого комплекса проблем для их реализации. Все эти проблемы и ранее выделялись во многих научных работах, в различных проектах концепций развития прибрежного рыболовства. В настоящее время они также указаны и закреплены в концепции развития отрасли до 2020 г. [1]

Необходимо сначала выявить все проблемы, а затем подбирать технологии и технические решения для их устранения. Проведенный анализ современного состояния прибрежного рыболовства в различных рыбохозяйственных бассейнах Российской Федерации позволяет определить основные проблемы, препятствующие эффективному развитию рыбохозяйственного комплекса в приморских регионах России. Среди всех проблем можно выделить как основные:

- отсутствие всесезонного промысла;
- техническое несовершенство флота;
- отдаленность районов промысла от пунктов сдачи улова;
- несовершенная законодательная база.

Учитывая географические, климатические, этнографические особенности Дальневосточного региона, считаем целесообразным рассматривать два основных направления развития прибрежного рыболовства.

1. Организация прибрежного рыболовства с целью освоения побережья.
2. Организация прибрежного рыболовства с автономным освоением биоресурсов шельфовой зоны.

Организация прибрежного рыболовства с целью освоения побережья дальневосточных морей сталкивается со всем перечнем вышеуказанных проблем, но еще требует огромных капиталовложений в создание береговой инфраструктуры для обслуживания флота, хранения и переработки улова, комфортного проживания людей [2]. С учетом слабой изрезанности побережья дальневосточных морей, отсутствия удобных бухт строительство гидротехнических сооружений связано с большими трудностями, а суровые зимы и льдообразование делают невозможной их эксплуатацию в зимний период. Строительство гидротехнических сооружений можно заменить внедрением новых транспортных средств в качестве судов прибрежного рыболовства, например мореходных вездеходов.

Мореходные вездеходы способны работать без строительства портовых гидротехнических сооружений и выгружать улов на необорудованном берегу. В итоге мы имеем возможность базировать подобные суда почти в любой точке на всём протяжении береговой линии. Данные принципы были описаны в статье «Прибрежное рыболовство на Дальнем Востоке Российской Федерации» [3].

Что касается второго направления развития прибрежного рыболовства (организации прибрежного рыболовства с автономным освоением биоресурсов шельфовой зоны), в данном случае имеет место применение концепции логистической системы, основанной на опыте стран Северной Европы.

Она заключается в использовании специальных траулеров, оборудованных танками для приёма рыбы и дальнейшего хранения в охлаждающей жидкости<sup>1</sup>.

Подобные суда способны длительное время находиться на промысле без ущерба для качества гидробионтов. Кроме того, применение пелагических судов позволяет доставлять сырец на значительное удаление от районов промысла, к портам, где он далее будет сортирован и отправлен на переработку или хранение. Применение таких схем логистики имеет ряд значительных плюсов:

- применение пелагических судов устраняет привязку флота к ближайшему промысловому району относительно порта базирования. Подобные суда способны работать автономно в течение длительного времени, это даёт им определённую мобильность в поиске промысловых скоплений и доставке улова на берег;

- вопросу потребительского спроса также принадлежит особое место. Страны Северной Европы имеют значительную культуру потребления свежей или охлажденной рыбопродукции, при этом объёмы добычи превышают общий национальный спрос, в результате чего появляется возможность экспортировать часть объёмов гидробионтов в другие страны;

- одним из важнейших плюсов данной системы является возможность освоения значительных объёмов биоресурсной базы. Подобные суда имеют возможность работать как на значительном удалении от берега, так и в широких пределах вдоль него. Таким образом, имеется возможность организовывать добычу разного ассортимента гидробионтов, представленных в том или ином регионе.

В условиях Дальнего Востока Российской Федерации подобная концепция логистической системы может быть вполне успешно реализована. Предпосылками тому являются общие черты и схожесть в условиях социального быта и общего развития инфраструктуры между рассматриваемыми регионами. Для разработки логистической системы подобного типа, способной адаптироваться к условиям нашего региона, необходимо произвести научный поиск технических и технологических средств и методов, позволяющих справиться с данными проблемами. В частности, необходимо решить вопрос отдалённости промысловых районов от мест сдачи улова и рынков сбыта. Для этого необходимо осуществить подбор технических средств, подходящих для длительного хранения и транспортировки улова во время осуществления промысла. Это позволит осваивать отдалённые промысловые районы и доставлять гидробионты в нужные порты. К примеру, мы сможем организовывать добычу сайры или кальмара в районе о. Сахалин и сдавать улов в порту Владивосток.

В свою очередь, подобная система промысла должна позволить оставить базы флота, которые уже развиты, или создавать новые, но в пределах существующей портовой и транспортной инфраструктуры. При этом радиус прибрежного промысла должен возрасти, а значит, мы сможем работать с большим разнообразием промысловых скоплений и более интенсивно осваивать биоресурсную базу Дальнего Востока.

---

<sup>1</sup> Далее – пелагические суда.

Нельзя забывать и о вопросе ограничений в прибрежном рыболовстве. Так как суда будут находиться длительное время на промысле, соответственно, они должны обладать большей грузоподъемностью, а значит, и определёнными линейными размерами. Желательно вывести их из предела 24 м, т.е. маломерного флота, что позволит дать им ледовый класс. В то же время они не должны превышать в длину 35 м, чтобы не попасть под класс среднепромысловых судов. В конечном счете ограничения должны способствовать более щадящему режиму добычи, а также повышению численности флота и конкуренции между рыбопромышленниками.

После доставки улова на берег встает вопрос о его транспортировке до потребителя и промежуточном хранении. Решением, как и в предыдущем варианте логистической системы, может стать применение льдосодержащих смесей.

При этом очевидным плюсом является тот факт, что технологически гидробионты будут погружаться ЛСС непосредственно после добычи и при необходимости находиться в ней на всем протяжении пути до потребителя.

### **Библиографический список**

1. Концепция развития прибрежного рыболовства в приморских регионах Российской Федерации до 2020 года. Редакция от 2012 года.
2. Курмазов А.А. Прибрежное рыболовство Приморья: особенности развития // Изв. ТИНРО. 2000. Т. 127, № 1.
3. Прибрежное рыболовство на Дальнем Востоке Российской Федерации // Рыбное хозяйство. 2014. № 3.

I.S. Karpushin, E.E. Solov'eva  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **THE MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF COASTAL FISHERIES**

*The Far East has many features relating to geography and climate, the social fabric of the region, without which to develop coastal fisheries, to the proper level – it is impossible. For its successful development, it is necessary to develop the concept of logistics systems, the aim of which will be to the successful functioning of the industry.*

УДК 629.12.066-52

В.В. Кирюха<sup>1</sup>, Ю.М. Горбенко<sup>2</sup>, В.С. Яблокова<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,  
<sup>2</sup>ФГАОУ «ДВФУ», Владивосток, Россия

### **МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ И ИЗМЕРЕНИЯ СКРУЧИВАНИЯ ВАЛА**

*Рассматриваются методы контроля и измерения скручивания вала при передаче вращения от двигателя к механизму.*

При передаче вращения от двигателя к механизму с использованием длинных валов возникают явления скручивания вала. Для контроля и измерения величины скручивания можно использовать различные методы. Применение различного типа датчиков позволяет создать устройство, оптимально отвечающее техническим задачам контроля.

Иллюстрация явления скручивания показана на рис. 1.



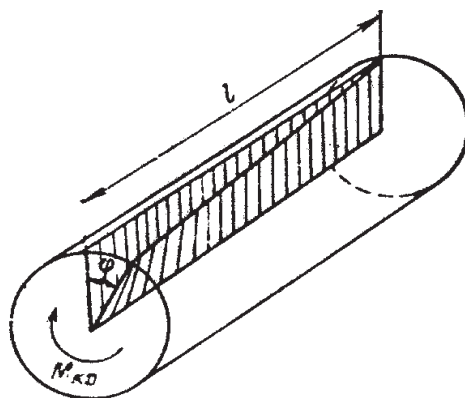


Рис. 1. Иллюстрация явления скручивания вала

Величина угла скручивания  $\varphi$  между сечениями вала, расположенными на расстоянии  $l$  друг от друга, пропорциональна крутящему моменту:

$$\varphi = \frac{l}{EJ} \cdot M_{кр.},$$

где  $E$  – модуль упругости материала, из которого изготовлен вал;  $J = \pi r^2/8$  – полярный момент инерции сечения круглого вала.

В свою очередь, крутящий момент связан с мощностью, передаваемой крутящим валом и частотой, соотношением

$$N = M \cdot n,$$

где  $n$  – частота вращения, об/мин;  $N$  – мощность.

Измерение крутящего момента можно производить непосредственным измерением напряжения в материале вала или путем преобразования напряжения в перемещение, которое замеряется индуктивным, индукционным, емкостным, резистивным, фотоэлектрическим или иным преобразователем.

Непосредственное измерение напряжений в материале вала можно производить с помощью тензорезисторов. Тензорезисторы наклеиваются на вал, как показано на рис. 2.

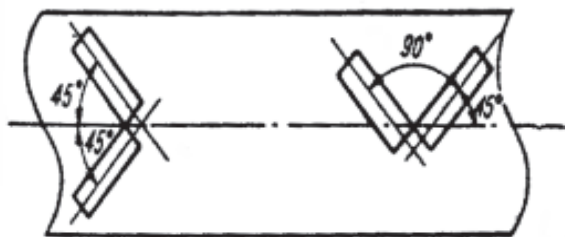


Рис. 2. Расположение тензодатчиков на валу

Крутящий момент выражается через измеренное напряжение  $\tau$  как

$$M_{кр.} = \tau \cdot w_p,$$

где  $w_p = \frac{\pi r^3}{2}$  – полярный момент сопротивления сплошного круглого вала.

Для исключения влияния деформаций изгиба на результат измерения тензорезисторы включаются в мостовую схему. При изгибе деформации обоих преобразователей одинаковы как по величине, так и по знаку, поэтому влияние изгиба практически исключается.

Схема наклейки терморезисторов, показанная справа на рис. 2, предпочтительнее, так как при ней напряжения от изгиба, воспринимаемые преобразователями, равны по величине в каждый момент времени.

Погрешность измерения крутящего момента с помощью тензометрических датчиков лежит в пределах от 0 до 10 %. Для снижения погрешности измерений необходима предварительная градуировка датчиков.

Для измерения больших крутящих моментов ( $\tau$  до  $-3 \cdot 10^7$  Па) используются магнитоупругие датчики с магнитным снятием информационного сигнала.

Магнитное поле возбуждается неподвижными статорными катушками с магнитопроводами, а изменяется за счет магнитной анизотропии скручиваемого стального вала. Такие датчики применяются в системах контроля на буровых плавучих платформах.

Для измерения крутящего момента путем его предварительного преобразования в перемещение могут служить все виды датчиков, пригодных для контроля малых перемещений и удобных для построения датчиков крутящего момента.

Если на контролируемом валу на некотором расстоянии друг от друга установить два диска с прорезями и поместить с разных сторон дисков источник света и фотоэлемент (рис. 3), то мы получим фотоэлектрический датчик крутящего момента.

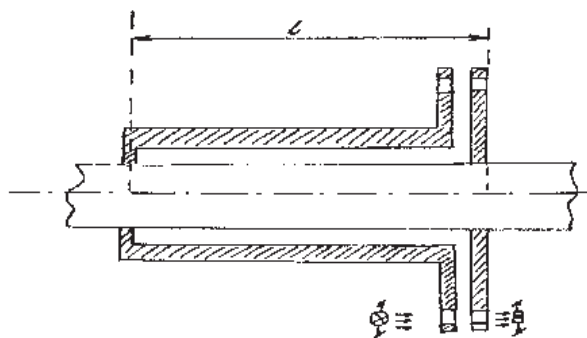


Рис. 3. Фотоэлектрический датчик торсиометра

При скручивании вала прорези будут смещаться друг относительно друга и менять световой поток, попадаемый на фотоэлемент. Чувствительность такого датчика будет увеличиваться с увеличением базового расстояния между креплениями дисков  $l$ .

Наибольшее распространение имеют индуктивные торсиометры (рис. 4).

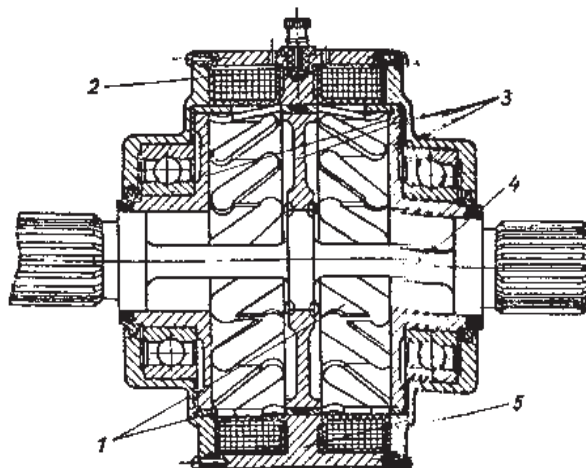


Рис. 4. Конструкция индуктивного датчика торсиометра

Чувствительным элементом такого датчика является стальной вал 4. Соединение вала с агрегатами производится при помощи шлицевых муфт. В трех сечениях вала приварены диски 3 из немагнитной стали, к которым приварен цилиндр ротора 1, выполненный из мягкой стали. Ротор после фрезеровки в нем зубцов оказывается состоящим из трех колец. Воздушные зазоры между зубцами ротора при скручивании изменяются. Статор датчика 5 выполнен также из мягкой стали и представляет собой цилиндр, в котором укреплены две охватывающие ротор катушки. Магнитный поток каждой из катушек замыкается через зубцы и воздушные зазоры соответствующей части ротора и через ярмо статора.

При изменении зазоров изменяется магнитное сопротивление, что приводит к изменению полного электрического сопротивления катушек, которое и характеризует измеряемую величину крутящего момента.

В настоящее время начинают использоваться датчики крутящего момента с использованием лазерного луча. При скручивании вала изменяется положение нанесенных на вал меток, что фиксируется считывающим лазерным устройством. Применение таких устройств позволяет значительно повысить точность контроля, однако требует достаточно жестких условий по установке лазерного приемопередатчика.

### **Библиографический список**

1. Кирюха В.В. Измерительные преобразователи в системах автоматики. Теория, устройство, применение: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2007. 216 с.
2. Кирюха В.В. Датчики в системах автоматики: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. 149 с.
3. Кирюха В.В. Применение измерительных преобразователей и датчиков: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2000. 86 с.
4. Кирюха В.В. Измерительные преобразователи и датчики: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 1999. 53 с.
5. Кирюха В.В., Горбенко Ю.М, Яблокова В.С. Анализ преобразователей неэлектрических величин и рекомендации по их использованию в судовых автоматических системах // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2015. Т. 34. С. 69–74.

V.V. Kiryuha<sup>1</sup>, Yu.M. Gorbenko<sup>2</sup>, V.S. Yablokova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

<sup>2</sup>FEFU, Vladivostok, Russia

### **METHODS OF MONITORING AND MEASURING THE TWISTING SHAFT**

*The methods of monitoring and measuring the twisting shaft in the transmission from the motor to the rotation mechanism.*

УДК 639.2.081.7

Г.Г. Котов, Т.Н. Цветкова, Е.Г. Булах  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### **ОСОБЕННОСТИ ОБРАБОТКИ ПРОМЫСЛОВОЙ ИНФОРМАЦИИ В ГИДРОАКУСТИЧЕСКИХ ПРИЁМНИКАХ**

*Задачи обработки и анализа гидроакустической информации формулируются как задачи разработки и реализации определенных алгоритмов и позволяют провести оптимизацию алгоритмов обработки по выбранным критериям оптимальности.*

Эффективность процессов поиска, обнаружения, определения координат и элементов движения объектов промысла зависит от методов и способов обработки информации, используемых в гидроакустических рыбопоисковых приборах (ГАРПП).

Используемые методы и способы обработки необходимой информации влияют на конечный результат обнаружения морских объектов, определение их вида, координат и элементов движения. Без анализа информации, полученной с помощью средств подводного наблюдения, немыслимо решение задач распознавания. В настоящее время на основе имеющейся априорной информации можно разрабатывать достаточно обоснованные модели сигналов, помех, условий подводного наблюдения. В таких моделях случайность проявляется в функциях, описывающих как модели сигналов и помех, так и условия подводного наблюдения. В связи с этим целесообразно сначала разрабатывать модели сигналов и помех применительно к некоторым фиксированным условиям подводного наблюдения, а затем изучать влияние условий подводного наблюдения, что дает возможность синтезировать более адекватные вероятностные модели. Задачи обработки и анализа позволяют с допустимой погрешностью оценить апостериорные характеристики гидроакустических сигналов по имеющимся или определяемым в процессе функционирования ГАРПП априорным характеристикам и принять по ним соответствующие решения. Данные задачи предусматривают учет специфических свойств гидроакустических сигналов и помех, технических параметров средств анализа, оптимизацию алгоритмов обработки по выбранным критериям оптимальности.

Основными задачами при анализе гидроакустической информации с целью создания систем распознавания являются следующие:

- определение множества характеристик (параметров) гидроакустических сигналов, несущих определенную полезную информацию об объектах подводного наблюдения;
- формирование на основе этих характеристик (параметров) описаний сигналов;
- выбор наиболее информативных характеристик (параметров) с точки зрения решаемых задач;
- построение эффективных решающих правил для обнаружения и распознавания морских объектов.

Кроме того, к задачам анализа гидроакустической информации можно отнести получение адекватных математических моделей сигналов, помех и условий наблюдения, позволяющих синтезировать эффективные распознающие системы для данного класса сигналов, указанные выше задачи полностью соответствуют общим целям обработки гидроакустических сигналов. Достижение этих целей предполагает решение ряда оригинальных задач, основными из которых являются: разработка систем регистрации гидроакустических сигналов; разработка и реализация автоматизированных измерительных комплексов, оптимальных алгоритмов обработки гидроакустической информации; разработка и реализация адекватных средств наглядного отображения результатов обработки и анализа сигналов.

Практическое решение перечисленных задач возможно только при объективном учете специфики обработки сигналов и анализа различных видов информации, предъявляемой оператору (слуховые и зрительные образы), в процессе распознавания объектов наблюдения в гидроакустике.

В гидроакустических информационных системах (ГАИС) передача информации на расстояние, а также получение информации о различных объектах в водной среде осуществляются с помощью ГАРПП, которые формируют и излучают сигналы с заданными характеристиками, изменяют в зависимости от решаемых задач параметры излучающих и приемных антенн, а также алгоритмы обработки информации.

Сигналом в ГАРПП называют изменяющуюся во времени и пространстве акустическую волну, отображающую сообщением совокупностью своих параметров.

В настоящее время в связи с развитием методов пространственно-временной обработки говорят о пространственно-временных сигналах, физическим носителем которых явля-

ется акустическое поле, что соответствует структурной схеме ГАРПП. Здесь поле на выходе передающей антенны является временным (сосредоточенным в пространстве), а на входе приемной антенны сигнал является пространственно-временным:

$$z(t, r) = s(t, r) + n(t, r),$$

где  $r(x, y, z)$  – радиус-вектор точки поля на приемной антенне;  $s(t, r)$  – сигнальное поле на приемной антенне;  $n(t, r)$  – поле помех.

В воде сдвиговые напряжения малы, что позволяет описывать поле скалярной функцией, называемой потенциалом колебательной скорости  $\phi(t, r)$ . Эта функция позволяет вычислить векторное поле колебательных скоростей  $\xi(t, r) = -\text{grad } \phi(t, r)$  и скалярное поле давлений  $p(t, r) = \rho \partial[\phi(t, r)] / \partial t$ . В твердых средах (сейсмические, акустико-сейсмические поля) поле необходимо описывать векторной функцией.

Гидроакустические сигналы классифицируют по ряду признаков. По виду источника, формирующего сигнал, различают электроакустические, механические, взрывные, электрогидравлические, биологические сигналы. В соответствии с целевым предназначением (видом переносимой информации) сигналы могут принадлежать гидролокаторам, средствам связи и управления, отраженным полям от подводных объектов, первичным полям объектов.

Различают дискретные и непрерывные сигналы, которые могут быть детерминированными и случайными. Сигнал называют детерминированным или регулярным, если его математическим представлением является заданная функция пространства и времени. Случайным называют сигнал, математическое описание которого представляет собой случайную функцию пространства и времени.

Описание гидроакустического сигнала в водной среде представляет собой функцию, зависящую от временных и пространственных координат. После пространственной обработки в приемной антенне или в случае, если приемная антенна имеет малые размеры по сравнению с длиной волны принимаемого колебания, сигнал представляет собой лишь функцию времени.

При временном представлении определяют несколько типов колебаний. Периодическим называют колебание, любое значение которого повторяется через интервалы времени, равные периоду  $T$ :  $s(t) = s(t + T)$ . Финитное – колебание, локализованное во времени, т.е. тождественно равно нулю вне некоторого ограниченного интервала времени. Непрерывное – колебание, которое существует в каждой точке оси времени. Дискретным называют колебание, существующее только в фиксированные моменты времени, т.е. заданное на счетном множестве временных точек. Значения, которые принимает сигнал, называют отсчетами.

Для описания сигналов используют вероятностные модели, отражающие динамические свойства объектов исследования. В гидроакустике используют физическое и электронное моделирование.

При физическом моделировании воспроизведение реальных объектов исследования, гидроакустических условий их наблюдения и физических явлений осуществляют в малом масштабе. Оно может воспроизводиться в искусственно создаваемых условиях (бассейн, гидроакустический полигон) или контролируемых (прибрежный район моря).

При электронном моделировании используют математическое подобие описания явлений, происходящих в натуральных условиях. При этом возможны вычисление характеристик гидроакустических процессов и полей (численные методы решения задач), воспроизведение выборочных ансамблей реализаций гидроакустических процессов и полей, моделирование систем обработки гидроакустической информации. В последние годы широко распространены методы имитационного машинного моделирования, являющегося по существу разновидностью электронного.

Имитационное моделирование представляет собой экспериментальные исследования с математическими моделями гидроакустических явлений и процессов. Существенными

достоинствами такого моделирования являются хорошая воспроизводимость условий совокупностью модельных ситуаций, возможность оперативного управления условиями проведения эксперимента, наглядность и интерпретируемость результатов.

Вероятностной моделью гидроакустического процесса называют его математическое представление, позволяющее вычислить (или постулировать) вероятностные характеристики процесса, которые интересуют исследователя в конкретной задаче. Она является идеализированным образом реального объекта и строится на основе представления:

$$x(t, r) = m \{ \xi(t, r) \}, \quad i = \{1, N\},$$

где  $x(t, r)$  – исследуемый процесс;  $m$  – оператор формирования;  $\xi(t, r)$  – элементарные случайные процессы, вероятностные характеристики которых заданы или могут быть физически интерпретированы. Разработанная модель процесса реализуется соответствующим алгоритмом (аналоговым либо цифровым), с помощью которого в соответствии с выражением из заданных вероятностных характеристик элементарных процессов  $\xi(t, r), i = \{1, N\}$  заданным оператором преобразования  $m$  формируется модель процесса  $x(t, r)$ . Для построения моделей гидроакустических сигналов, представленных в виде набора элементарных процессов, используют операторы формирования. Операторы формирования соответствуют физическим преобразованиям процессов при излучении, распространении, рассеянии и отражении акустических волн в водной среде. В настоящее время существуют два подхода к разработке динамических моделей гидроакустических процессов и полей: феноменологический и волновой.

При феноменологическом подходе модель разрабатывают на основе данных опыта при упрощении представлений для применения известных методов измерения отдельных характеристик сигналов. Построение вероятностной модели исследуемого процесса в этом случае состоит в расчете вероятностных характеристик сигналов по соответствующим характеристикам элементарных процессов.

При волновом подходе модель разрабатывают на основе решения волнового уравнения при заданных характеристиках источника, граничных условиях и распределения скорости звука по глубине, а также на трассе распространения. Используя волновые модели, можно найти прямые соотношения, связывающие параметры среды, границ и источников с параметрами гидроакустических сигналов на входе приемных антенн.

### **Библиографический список**

1. Букатый В.М. Промысловая гидроакустика и рыболокация. М.: Мир, 2003.
2. Евтютов А.П. Справочник по гидроакустике. Л.: Судостроение, 1988.
3. Казанцев Г.И. Распространение акустических колебаний в поле уединённой волны. В-К, 2001.
4. Простаков А.Л. Гидроакустика в иностранных флотах. Л.: Судостроение, 1964.
5. Простаков А.Л. Гидроакустика и корабль. Л.: Судостроение, 1967.
6. Юданов К.И. Расшифровка эхограмм гидроакустических рыбопоисковых приборов. М.: Пищевая промышленность, 1967.
7. Деев В.В. Анализ информации оператором-гидроакустиком. Л.: Судостроение, 1989.
8. Лоуренс Л. Электроника в океанографии. М., 1969.

G.G. Kotov, T.N. Zvetkova, E.G. Bylakh  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **FEATURES OF PROCESSING OF FISHERIES INFORMATION IN SONAR RECEIVERS**

*The problems of processing and analysis of hydroacoustic information are formulated as problems of development and implementation of certain algorithms and allow to optimize processing algorithms according to the selected criteria of optimality.*

А.А. Крюков  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ANSYS CFX ДЛЯ МОДЕЛИ МАЛОРАСХОДНОЙ ТУРБИНЫ С ЧАСТИЧНЫМ ОБЛОПАЧИВАНИЕМ РАБОЧЕГО КОЛЕСА**

*Повышение эффективности современного судового двигателя является важной задачей, особенно в условиях роста цен на природные ресурсы. Эта проблема связана с турбомашинами небольшой мощности. Исследование газодинамических характеристик возможно с использованием программного комплекса ANSYS CFX для моделирования процессов в проточной части микротурбин. Это позволит сделать выводы по усовершенствованию турбины.*

На сегодняшний день турбомашин малой мощности находят своё применение на судах рыболовного флота в качестве привода генераторов, насосных и компрессорных агрегатов, в агрегатах наддува ДВС, турбокомпрессорных холодильных машинах и системах кондиционирования воздуха. Также они используются в качестве главных двигателей глубоководных аппаратов.

Внедрение микротурбин в область морской энергетики предъявляет возрастающие требования к их экономичности. Низкий коэффициент полезного действия в сравнении с «большими» турбинами при широком спектре конструкции малорасходных турбин является актуальной проблемой совершенствования проточной части МРТ [5].

Особенностью МРТ являются малые размеры, что существенно затрудняет экспериментальное изучение структуры потока в проточной части турбин. Это препятствует математическому описанию физических процессов в этих турбинах [8].

Все большее применение для решения подобных проблем находят программные средства, позволяющие смоделировать физический эксперимент, а также изучить структуру потока в малорасходных турбинах. Одним из таких средств является универсальный программный комплекс ANSYS CFX, основанный на решении уравнений Навье–Стокса. С его помощью можно изучать физические процессы в МРТ, опираясь на интегральные результаты ранее проведенных экспериментальных исследований с малорасходной турбиной с частичным облопачиванием рабочего колеса.

В настоящее время вместо малоразмерного газотурбинного двигателя – осевой турбины применяют центробежные турбины, которые удовлетворяют требованиям при сравнении: простота в изготовлении, надежность в эксплуатации.

Одним из коэффициентов эффективности таких турбин является коэффициент скорости в сопловом аппарате. Коэффициент скорости газа в сопловом аппарате может быть определен только опытным путем, т.е. в ходе эксперимента. Использование программного комплекса ANSYS позволило бы смоделировать необходимую турбину без создания ее физической модели [5].

Сформированная модель малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса в среде ANSYS CFX базируется на основе основных уравнений газодинамики. Эта модель турбины реактивной одноступенчатой безвентиляционного типа.

При математическом моделировании принимались некоторые допущения:

- расчет параметров потока производится на основе одномерной и квазиодномерной теории;
- используются уравнения движения идеального газа;
- реальный физический процесс производится с помощью обобщенных экспериментальных коэффициентов потерь кинетической энергии в отдельных элементах турбины;
- экспериментальные данные независимых авторов обобщены в диапазоне по числу Маха.

Рабочее тело подводится по всей окружности соплового аппарата. При этом в работе ступени участвуют только сопла, которые находятся в активной дуге, определяемой протяженностью облопачиваемого сектора рабочего колеса (РК). Через остальные сопла рабочее тело вытекает в зазоры между РК и сопловым аппаратом (СА), РК и корпусом.

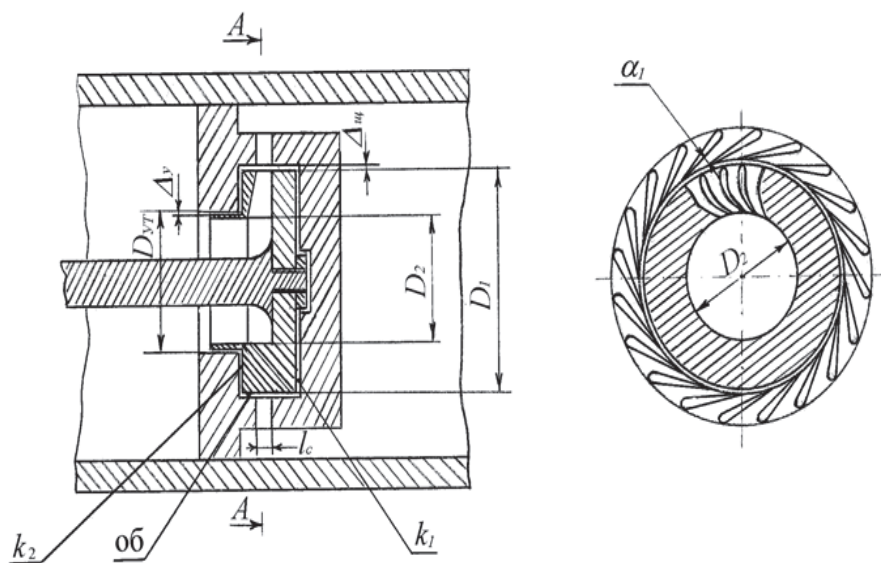


Рис. 1. Конструктивная схема одноступенчатой центробежной малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса

Модели исследовались в режимном диапазоне степени расширения  $\pi_T$  от 1,5 до 2,5. Геометрический угол наклона сопел  $\alpha_{1Г}$  изменялся от 12,5 до 20,8°. Изменение высоты сопел  $l_c$  от 2 до 3,3 мм. Диаметр рабочего колеса  $D_1 = 50$  мм,  $D_2 = 27,5$  мм. Математические модели строились на основе решения прямой задачи турбинной ступени, поэтому считались известными параметры рабочего тела на входе:  $T_0^*$ ,  $P_0^*$ ; свойства рабочего тела:  $k$ ,  $R$ ; давление среды за турбинной ступенью в пространстве  $P_2$ ; геометрические параметры ступени. Подтверждение моделей производилось по опытным характеристикам при различных значениях  $\alpha_{1Г}$ ,  $\pi_T$  и  $\epsilon$  (эквивалентной степени парциальности) [9].

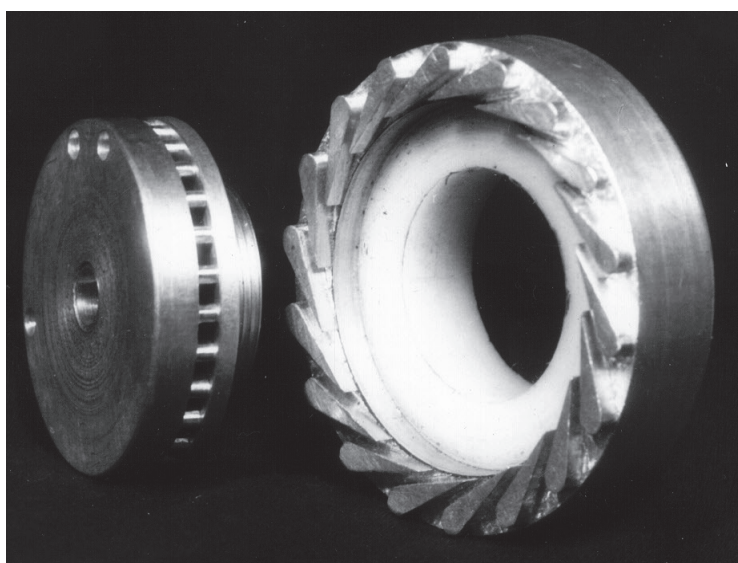


Рис. 2. Вариант экспериментальной центробежной малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса



Применение программного комплекса ANSYS CFX позволило бы смоделировать процессы, протекающие в турбине данного типа, опираясь на интегральные результаты проведенных ранее исследований.

Числовое моделирование начинается с построения геометрической модели турбины. ANSYS Academic является бесплатным комплексом моделирования, распространяющимся среди обучающихся высших учебных заведений. Его применение позволяет создать геометрическую модель такого же качества, что и полная версия.

Создание геометрических моделей может производиться с использованием ANSYS BladeModeler, ANSYS Design Modeler, а также в сторонних CAD-системах. Создаются три модели: рабочее колесо, сопловой аппарат, зазор между сопловым аппаратом и рабочим колесом. Это программное обеспечение позволяет в полной мере создать геометрию лопаток, а также проточную часть соплового аппарата и рабочего колеса [1].



Рис. 3. Модель, выполненная в ANSYS BladeModeler

Каждая модель может в отдельности управляться в сеткогенератор: ANSYS Meshing или TurboGrid. В силу ограниченности возможности ANSYS Academic невозможно получить высококачественную расчетную сетку. Каждый элемент модели должен быть иметь название границы, в противном случае невозможно создать расчетную модель.

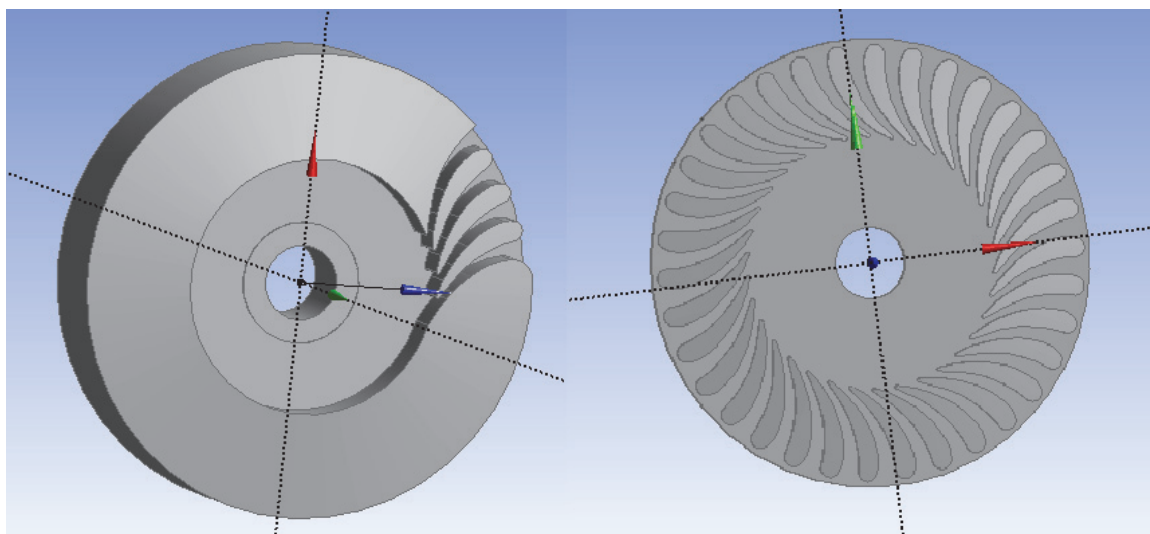


Рис. 4. Модель, выполненная в ANSYS Design Modeler

Объединение конструкции турбины и наложение на нее граничных условий производится с использованием ANSYS CFX-Pre. На этом этапе задаются параметры рабочего тела, направление движение потока, количество итераций, метод сопряжения течения. Архитектура CFX-Pre позволяет пользователю создать собственные панели графического пользовательского интерфейса. Это позволяет стандартизировать ввод для выбранных приложений.

ANSYS CFX-Solver является перспективным аналитическим многосеточным сопряженным решателем. Это ключ к получению точных результатов в короткие сроки. Параметры решателя, граничные условия могут быть откорректированы в течение выполнения расчета.

Результат расчета представляется в виде полей параметров (скоростей, давления, температуры и т.д.), линий тока и интегральных значений. Эти процедуры выполняются в ANSYS CFD-Post.

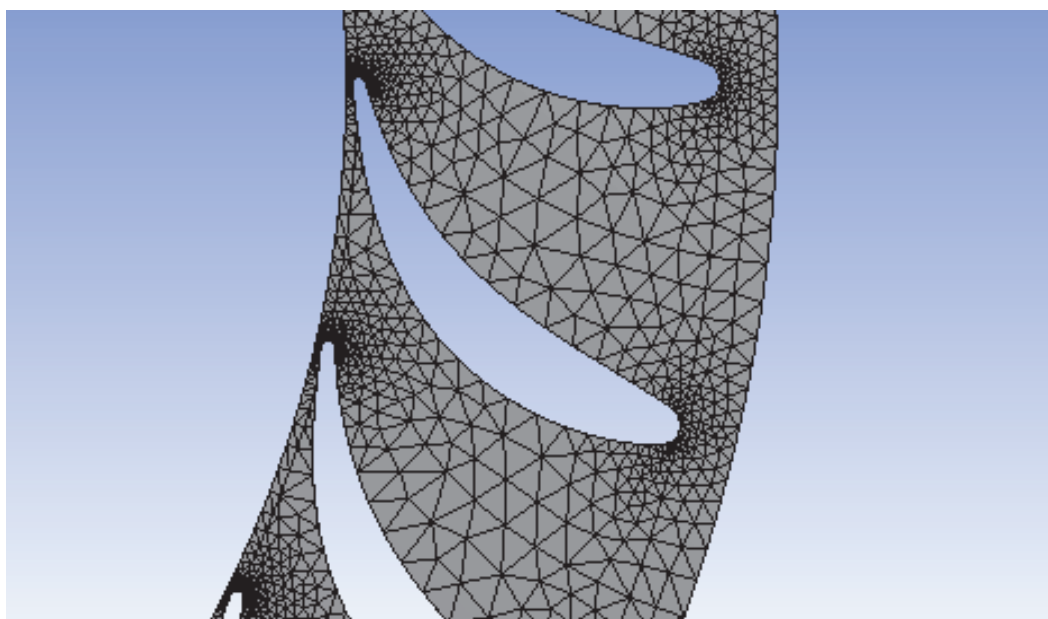


Рис. 5. Сеточная модель участка проточной части СА, выполненная в ANSYS Meshing

Проанализировав научные работы А.А. Епифанова, М.В. Себелева и других исследователей, можно составить список основных рекомендаций для численного моделирования, которое невозможно выполнить в рамках ANSYS Academic. Такими рекомендациями могут быть следующие.

1. Проведение большого количества итераций для лучшего сведения расчёта. Количество итераций может составлять 100 и более. От количества итераций и производительности вычислительной машины зависит время исследования. Оно составляет от нескольких часов до нескольких суток.

2. Увеличение качества сетки. При настройке размеров элементов должен использоваться размер Fine, а не Medium. Создание дополнительного сгущения сетки и пристеночных слоев в областях вокруг лопаток и неподвижных стенок турбины [7].

3. Применение более точной модели турбулентности, например SST вместо k-epsilon. SST-модель представляет собой комбинацию k-ε и k-ω моделей турбулентности. При расчете свободного потока применяются уравнения k-ε модели, а при течении вблизи стенок – уравнения k-ω модели.

4. Задание более точных параметров рабочего тела.

5. Применение Transient Rotor Stator – нестационарного течения. В программном комплексе ANSYS CFX реализованы три способа сопряжения течения. Способ Stage сопряжения поверхности выполняет осреднение в окружном направлении параметров потока, определяющих входные граничные условия. Метод Stage является наиболее быстрым мето-

дом. При сопряжении методом Frozen Rotor поток проходит поверхность сопряжения без осреднения в окружном направлении. Методы Frozen Rotor и Stage относятся к расчету стационарного течения [4].

Применяя методику численного моделирования, возможно найти потери кинетической энергии в проточной части данной микротурбины и усовершенствовать инженерные методики расчета малорасходных центробежных турбин.

### Библиографический список

1. Батулин О.В. Исследование рабочего процесса центробежного компрессора с помощью численных методов газовой динамики: учеб. пособие. Самара: Самар. госуд. аэрокосмический ун-т, 2013. 160 с.
2. Исследование рабочего процесса в ступени осевого компрессора с помощью универсального программного комплекса Ansys CFX / О.В. Батулин, В.Н. Матвеев, Л.С. Шаблей, Г.М. Попов, Д.А. Колмакова. Самара: Самар. госуд. аэрокосмический ун-т, 2011. 112 с.
3. Опыт численного моделирования обтекания решеток малорасходных турбин ЛПИ / Епифанов А.А., Рассохин В.А., Кириллов А.И. // XL неделя науки СПбГПУ: материалы междунар. науч.-практ. конф. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. Ч. III. С. 45–46.
4. Епифанов А.А., Кириллов А.И., Рассохин В.А. Расчет трехмерного течения в ступенях малорасходных турбин // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2012. № 1 (142). С. 65–70.
5. Крюков А.А. Применение программного комплекса ANSYS CFX для модели малорасходной турбины // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации. IX Междунар. науч.-практ. конф. Пенза: Наука и просвещение, 2018. С. 134–136.
6. Исследование особенностей течения в малорасходных турбинных ступенях конструкции ЛПИ / Н.А. Забелин, Г.Л. Раков, В.А. Рассохин, А.А. Себелев, М.В. Смирнов // Научно-технические ведомости СПбГПУ. 2013. № 1 (166). С. 45–53.
7. Сулинов А.В., Шаблей Л.С. CFD-моделирование автономных осевых турбин турбонасосных агрегатов ЖРД в ANSYS CFX: метод. указ. Самара: Самар. госуд. аэрокосмический ун-т, 2012. 47 с.
8. Чехранов С.В. Особенности использования малорасходных турбин в судовой энергетике // Проблемы транспорта Дальнего Востока: материалы XI Междунар. науч.-практ. конф. Владивосток: ДВО РАН, 2015. С. 189–192.
9. Чехранов С.В. Экспериментальные исследования двухступенчатых малорасходных турбин с частичным облопачиванием рабочего колеса // Вестник Тихоокеан. госуд. ун-та. 2013. № 3 (30). С. 73–80.
10. Чехранов С.В., Симашов Р.Р. Математическая модель радиальной малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса // Транспортное дело России. 2015. № 6. С. 160–164.

A.A. Kriukov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### ANALYSIS OF THE APPLICATION OF SOFTWARE ANSYS CFX TO MODEL OF LOW-COST TURBINE HAVING PARTIALLY BLADED WHEEL ROTOR

*Improving the efficiency of the modern marine engine is an important task, especially in the context of rising prices for natural resources. This is a problem with turbines of small capacity. The study of gas-dynamic characteristics is possible using the ANSYS CFX software package for modeling processes in the flow of microturbines. This will make it possible to draw conclusions on the improvement of the turbine.*

С.Н. Малясев  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### **МОНИТОРИНГ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК. ТОНКОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ОСОБЫХ ГРУЗОВ**

*Освещаются вопросы мониторинга грузоперевозок и тонкостей перевозки особых грузов, скоропортящихся грузов, использования GPS-маркера с функцией реакции на разрыв и тревожной кнопки, контроля грузов с помощью GPS.*

К особым (специальным) относятся грузы, при хранении, транспортировке и перегрузке которых необходимо соблюдать дополнительные меры предосторожности.

**Они подразделяются:**

- на опасные, которые при неосторожном обращении могут вызвать пожар, взрыв, отравление, травмы и заболевания людей и животных, нанести вред экологии;
- скоропортящиеся, требующие поддержания определенного температурного режима;
- особо ценные, нуждающиеся в защите от хищения;
- хрупкие: стекло, керамика, бытовая и компьютерная техника;
- живой груз: домашние и дрессированные животные, скот.

Предметы искусства, музейные экспонаты и дипломатическая почта выделяются в отдельные категории, хотя их можно отнести к ценным грузам. К скоропортящимся грузам помимо продуктов питания относятся вакцины, консервированная (донорская) кровь, живые растения и живой рыбопосадочный материал. В категорию особых входит и срочный груз – свежая пресса.

Для перевозки опасных грузов используют транспорт, оснащенный средствами пожаротушения и индивидуальной защиты, эффективной системой торможения, устройством ограничения скорости. Водители должны пройти специальную подготовку и получить допуск.

Безопасность перевозок контролируется уполномоченным лицом. На всем протяжении перевозки, включая остановки, за транспортным средством осуществляется надзор, а для особо опасных грузов выделяется автомобиль сопровождения. Процедуру дистанционного надзора облегчает GPS контроль – мониторинг опасных грузов.

**В процессе перевозки необходимо соблюдать ряд требований:**

- не отклоняться от согласованного с подразделениями автоинспекции маршрута, если к этому не вынуждают чрезвычайные обстоятельства;
- соблюдать установленные ограничения скорости (конкретные цифры зависят от рельефа местности, видимости);
- совершать остановки только на охраняемых стоянках, при их отсутствии – в открытых местах вдали от жилья и людных мест;
- во время стоянки использовать стояночные тормоза, а на уклоне – противооткатные упоры;
- заправляться топливом с таким расчетом, чтобы обеспечить запас хода без дозаправки более чем на 500 км;
- в случае ДТП или вынужденной остановки незамедлительно уведомлять об этом ближайшие подразделения автоинспекции.

**Перевозка скоропортящихся грузов**

Перевозка животных и живых срезанных цветов осуществляется только прямыми рейсами, без перегрузок.

Запрещены перевозки скота по центральным улицам городов. Как и при перевозке опасных грузов, необходимо соблюдать ограничение скорости и принимать все меры к предотвращению аварийных ситуаций.

При транспортировке хрупких грузов необходимо избегать толчков, вибраций, резких торможений и набора скорости, агрессивная манера вождения в этом случае недопустима.

При перевозке скоропортящихся продуктов крайне важно контролировать температурный режим.



Рис. 1. Перевозка скоропортящихся грузов

При отсутствии контроля даже водитель с допуском, прошедший обучение, может нарушить правила – превысить скорость, отклониться от маршрута, совершить остановку в недопустимом месте.

В случае перевозки скоропортящихся грузов может выйти из строя оборудование, ответственное за поддержание нужной температуры, а водитель этого не заметит.

Транспорт, перевозящий ценный груз, может подвергнуться нападению. Иногда в результате товар похищают, несмотря на все меры предосторожности.

При перевозке особых грузов крайне важно, чтобы люди и инстанции, осуществляющие контроль, оперативно узнавали о возникновении любых внештатных ситуаций (авария, внеплановая остановка, нападение).

**GPS-трекер для мониторинга, объединенный с рядом датчиков, решает ряд задач:**

- отслеживает маршрут и фиксирует любые отклонения от него;
- определяет скорость движения и оценивает манеру вождения;
- фиксирует места остановок и их продолжительность;
- передает сообщение о внештатной ситуации с помощью тревожной кнопки;
- контролирует вес груза и отмечает его изменения;
- фиксирует попытки несанкционированного вскрытия грузового отсека;
- контролирует запас топлива;
- получает данные от температурных датчиков, установленных в кузове.

А если с помощью GPS контролируют ценный груз, маячок можно поместить непосредственно в контейнер/упаковку. Это поможет отследить его даже в случае хищения.

**Процесс мониторинга**

Отслеживание особых грузов осуществляется по тому же принципу, что GPS-мониторинг вообще. Транспортное средство оснащают трекером, набором датчиков и приемопередатчиком. Дополнительно непосредственно на ТС можно установить центральный блок для сбора и временного хранения информации, который выполняет функции «черного ящика».

Установленная аппаратура принимает сигналы от GPS/ГЛОНАСС спутников для определения координат и скорости движения транспорта.

Посредством системы датчиков отслеживают:

- уровень и расход топлива;
- важные параметры груза: вес, температуру;
- состояние устройств;
- запирающий грузовой отсек.

Все эти данные по каналам связи (Wi-Fi, GSM/SMS, GSM/GPRS) поступают на сервер, а оттуда – диспетчеру, контролирующему грузоперевозки.



Рис. 2. Мониторинг грузоперевозок фургонами



Рис. 3. Мониторинг грузоперевозок самосвалами

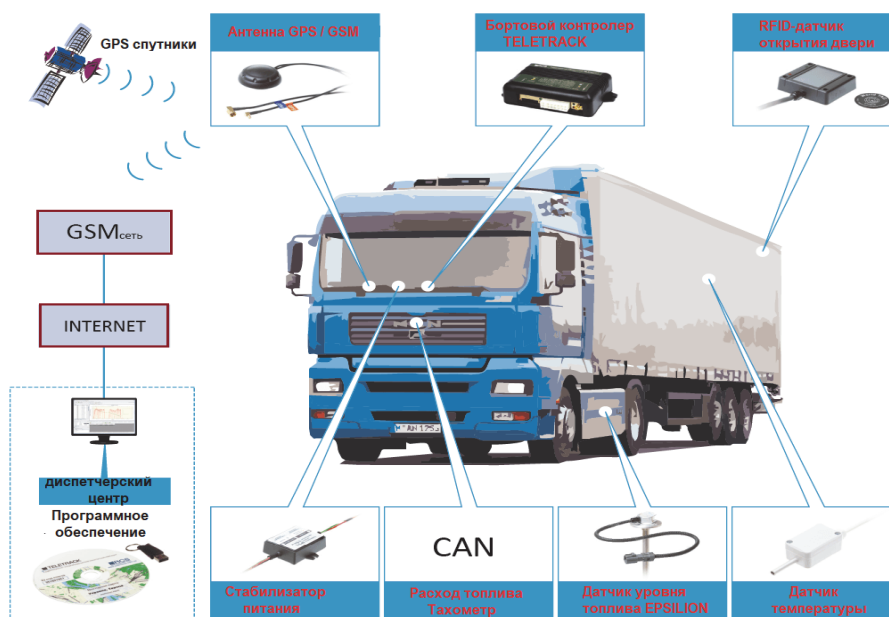


Рис. 4. Работа GPS/ГЛОНАСС системы мониторинга грузоперевозок

На экране компьютера или иного устройства отображается масштабированная карта, где прокладывается маршрут движения транспортного средства с указанием скорости движения, мест и продолжительности остановок.

В случае возникновения любых ситуаций, которые могут повредить грузу, при срабатывании датчиков удара, поворота диспетчер незамедлительно получает оповещение. Контроль грузов с помощью GPS упрощает оперативное реагирование на любые нарушения правил транспортировки и принятие мер при возникновении внештатных ситуаций.

#### **Устройства для мониторинга особых грузов**

Для отслеживания грузов по GPS-сигналу лучше всего подойдет трекер, выстраивающий на карте маршрут движения транспорта в виде непрерывной линии. Такое устройство контролирует то, насколько точно водитель придерживается маршрута, что важно при перевозке опасных и живых грузов.

**При выборе конкретного решения нужно обратить внимание на возможности системы:**

- если транспортируется опасный груз и нужно обеспечить запас хода без дозаправок, лучше выбрать трекер с датчиками топлива;
- при перевозке опасных, живых, хрупких грузов обязательно наличие датчиков удара и поворота;
- для скоропортящихся продуктов выбирайте систему GPS-мониторинга, объединенную с температурными датчиками.

**При перевозке ценных грузов рекомендуется использовать GPS-маркер с функцией реакции на разрыв и тревожной кнопкой:**

- реакция на разрыв заключается в отправке тревожного уведомления в случае вскрытия дверей или нарушения целостности контейнера;
- тревожную кнопку обычно монтируют на приборной панели, но возможна и скрытая установка; нажав кнопку, водитель сообщает диспетчеру и службам экстренного реагирования о возникновении внештатной ситуации.

Если есть риск хищения груза, устройствами слежения лучше оснастить и транспортное средство, и контейнер. Вместо GPS-трекера для груза выбирайте маячок или простейший маркер с режимом поиска украденного имущества.

Это компактное устройство, которое можно спрятать внутри контейнера, упаковки. Оно может длительное время работать в автономном режиме без подзарядки. Маяк активизируется на короткое время для передачи координат своего местонахождения, поэтому засечь его сканером нельзя.

Если злоумышленники угоняют транспорт вместе с грузом, то при обнаружении трекера используют глушилки. А если контейнер с грузом украдут, переместят в другое транспортное средство, его можно будет отследить с помощью маяка, сигнал которого не подавляют.

При транспортировке особых грузов – опасных, ценных, живых, скоропортящихся – необходимо соблюдать определенные правила.

Для каждой категории существует свой перечень. Контроль соблюдения этих правил лучше всего осуществлять с помощью системы GPS-мониторинга. Оснастив грузовой автомобиль GPS-трекером с системой датчиков, можно оперативно реагировать на ситуации, угрожающие сохранности груза, отслеживать его местонахождение и выявлять нарушения. А скрытая установка маячка (маркера) на контейнер с ценным грузом поможет отыскать его.

Организация качественных грузоперевозок – процесс сложный, требующий приложения больших усилий. Конкуренция в данной сфере высока, поэтому необходимо идти в ногу со временем, внедрять новейшие технологии в процесс, чтобы привлечь нового, и сохранить постоянного клиента.

В процессе грузоперевозки основную роль играет, само собой, транспортное средство, а любое транспортное средство требует контроля. Даже при безусловном доверии водителю клиенту важно знать, где в данный момент находится его груз, чтобы быть уверенным в его сохранности и своевременности доставки. Именно в этих целях и производится внедрение системы, осуществляющей постоянный мониторинг грузоперевозок.

Система «Геострон» позволяет диспетчеру службы грузоперевозок постоянно контролировать текущее местонахождение машины с грузом, что особенно важно, когда требуется доставить груз срочно.

Система мониторинга опасных грузов обеспечивает непрерывный контроль местоположения, режима транспортировки и состояния груза. На транспортном средстве (контейнер, цистерна, рефрижератор) могут быть установлены дополнительные датчики для контроля требуемых условий (температура, давление и т.п.).

Мониторинг грузов полезен не только непосредственно грузоперевозчику, но и клиенту компании, а это весомое преимущество. Все данные хранятся на сервере системы, а значит, в любое время можно их проанализировать и сделать соответствующие выводы о работе службы.

Мониторинг грузоперевозок осуществляется при помощи установленного в автомобиле Глонасс/GSM трекера, осуществляющего связь со спутником и передающего информацию, зафиксированную датчиками, на основной сервер, где ей могут пользоваться операторы службы. А операторы контролируют отклонения от маршрута, расход топлива, выдержку временных интервалов между контрольными точками и другую информацию, вплоть до оборотов двигателя и температуры в салоне и кузове транспортного средства.

### **Библиографический список**

1. Альбеков А.У., Федько В.П., Митько О.А. Логистика коммерции. Ростов н/Д: Феникс, 2001. Серия «Учебники, учебные пособия». 512 с.
2. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика. Интегрированная цепь поставок. М.: Олимп-Бизнес, 2006. 640 с.
3. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика: учеб.-практ. пособие. – М.: Проспект, 2005. 176 с.
4. Дэниел Л. Вордлоу, Дональд Ф. Вуд, Джеймс Джонсон, Поль Р. Мерфи. Современная логистика. М.: Вильямс, 2005. 624 с.
5. Миротин Л.Б. и др. Эффективность логистического управления: учебник для вузов. М.: Экзамен, 2004. 448 с.

S.N. Malyasov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### **MONITORING OF CARGO TRANSPORTATION. THE INTRICACIES OF THE TRANSPORT OF SPECIAL CARGOES**

*The article deals with the issue of monitoring of cargo transportation and the intricacies of transportation of special cargoes. Transportation of perishable goods. Use a GPS marker with a burst response function and an alarm button. Cargo control using GPS.*

УДК 551.513.2:551.577.3

Л.И. Мезенцева  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### **КЛИМАТИЧЕСКИЕ ТЕНДЕНЦИИ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕТРА НА ПОБЕРЕЖЬЕ ОХОТСКОГО МОРЯ**

*В конце прошлого века и начале нынешнего тысячелетия на побережье Охотского моря сложились устойчивые тенденции к ослаблению ветра во все сезоны года, исключая апрель–май. Ослабевают ветры характерных сезонных направлений: в холодный период – материковых направлений, в теплый – морских.*



Климатические изменения атмосферной циркуляции можно наблюдать по тенденциям, которые прослеживаются в режиме ветра. В рамках данной работы исследуются климатические тенденции характеристик ветра на прибрежных станциях Охотского моря за методически однородный период наблюдений за ветром, период анемометрических наблюдений. Выявленные тенденции некоторых характеристик ветра позволяют делать заключения, в том числе о современных изменениях элементов региональной атмосферной циркуляции. Масштабные работы на шельфе Сахалина и севере Охотского моря, навигационные задачи, строительные предпроектные изыскания требуют осведомленности в поставленных вопросах.

В работе используются многолетние данные анемометрических наблюдений за ветром, что позволило избежать методической неоднородности ряда наблюдений (на более раннем этапе для наблюдений за ветром использовались флюгеры). Используются данные прибрежных метеорологических станций Охотского моря: Оха, Ноглики, Комрво, Корсаков – восточное побережье Сахалина, Магадан – северное побережье моря, Ича и Усть-Хайрюзово – западное побережье Камчатки, Курильск – Курильская гряда (рис. 1). Начало периода для каждой станции определено временем установки анеморумбометра, окончание периода обобщений – 2015 г.

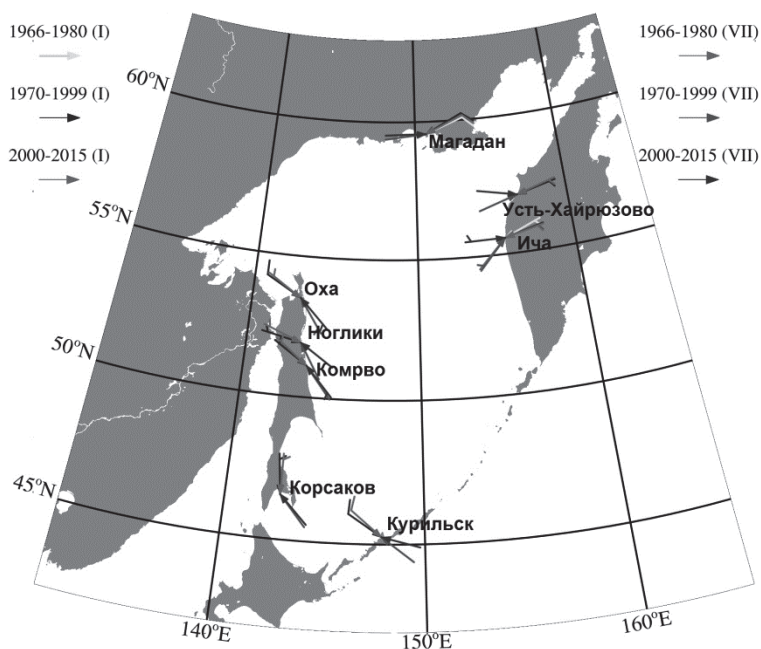


Рис. 1. Метеорологические станции на побережье Охотского моря, данные которых использованы для анализа характеристик ветра, и результирующий ветер за разные периоды усреднения в январе (I) и июле (VII)

На первом этапе оценивались изменения средних многолетних значений скоростей ветра по указанным станциям. В табл. 1 приведены средние скорости ветра по месяцам и за год за период с момента установления анеморумбометров (1966–1977 гг. в зависимости от станции) по 2015 г. В скобках указана разница рассчитанных средних значений скорости с данными Научно-прикладных справочников 1990 г. [1–3].

Анализ изменений скорости ветра относительно более ранних обобщений однозначно указывает на значимое ослабление ветра в прибрежных районах Охотского моря. Для половины выбранных станций средние годовые значения скорости ветра уменьшились на 1 м/с и более, на остальных станциях – несколько меньше. В годовом ходе наиболее заметное ослабление ветра характерно для месяцев холодной половины года. Изменения средних многолетних значений скорости ветра не значимы на уровне 5 % (оценивались с помощью критерия Стьюдента) лишь на станциях Ноглики (северо-восточное побережье Сахалина) и Ича (северо-западное побережье Камчатки) для большинства месяцев года.

Таблица 1

**Средние многолетние значения скорости ветра (м/с) на прибрежных станциях  
Охотского моря и разница (значение в скобках в м/с) между рассчитанными  
значениями скорости и данными Научно-прикладных справочников 1990 г.**

Название станции	Время замены флюгера на анемоморумбо-метр	Месяц												Год
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Оха	XII 1972	5,4 (-0,9)	4,8 (-2,0)	4,5 (-1,3)	4,6 (-1,2)	4,5 (-0,7)	4,1 (-0,8)	4,0 (-0,9)	3,8 (-0,8)	4,0 (-1,2)	4,7 (-1,1)	5,4 (-0,9)	5,6 (-1,6)	4,6 (-1,1)
Ноглики	IX 1971	4,1 (-0,4)	3,9 (-0,5)	3,9 (-0,5)	4,0 (-0,3)	3,9 (-0,1)	3,5 (-0,2)	3,2 (-0,2)	3,2 (+0,1)	3,5 (-0,1)	3,9 (0,0)	4,1 (-0,4)	4,2 (-0,4)	3,8 (-0,2)
Комрво	VII 1977	4,3	4,0	3,9	3,7	3,4	3,0	2,7	2,8	3,2	3,8	3,8	4,1	3,6
Корсаков	X 1972	3,4 (-1,1)	3,1 (-1,5)	3,5 (-1,2)	3,5 (-1,2)	3,5 (-1,2)	2,9 (-1,0)	2,6 (-0,9)	2,7 (-0,7)	3,0 (-1,3)	3,7 (-1,0)	4,0 (-1,4)	3,5 (-1,7)	3,3 (-1,2)
Курильск	XII 1972	7,1 (-1,2)	6,0 (-0,9)	5,2 (-1,1)	4,3 (-1,0)	3,9 (-0,9)	2,8 (-0,6)	2,5 (-0,5)	2,9 (-0,4)	3,9 (-0,9)	5,4 (-0,8)	6,9 (-1,0)	7,3 (-1,2)	4,8 (-0,9)
Магадан (бухта Нагаева)	V 1966	4,4 (-1,6)	4,1 (-1,9)	3,9 (-1,4)	3,6 (-1,2)	3,3 (-0,9)	3,3 (-0,7)	3,1 (-0,8)	3,0 (-0,8)	3,2 (-1,1)	3,8 (-1,1)	4,4 (-1,7)	4,5 (-2,3)	3,7 (-1,3)
Ича	XI 1974	4,3 (-0,4)	4,2 (-0,3)	4,2 (-0,5)	4,7 (-0,4)	4,6 (-0,2)	4,3 (-0,2)	3,9 (-0,4)	4,5 (+0,3)	4,5 (0,0)	5,1 (-0,5)	5,6 (-0,3)	4,7 (-0,6)	4,5 (-0,3)
Усть-Хай- рюзово	VIII 1972	3,9 (-1,2)	4,0 (-1,0)	4,0 (-1,1)	4,4 (-0,7)	4,3 (-0,5)	4,3 (-0,4)	3,8 (-0,6)	4,0 (-0,3)	4,0 (-0,3)	4,1 (-0,8)	4,5 (-0,5)	4,0 (-1,0)	4,1 (-0,7)

На следующем этапе по выбранным станциям прослеживались изменения скорости ветра по преобладающим направлениям каждого месяца. Это позволило выявить, какие направления ветра «ответственны» за ослабление ветра. Следует отметить, что для выбранного района имеет место ярко выраженный годовой ход как скорости ветра, так и его направления.

В табл. 2 для каждой станции приведены преобладающие направления ветра в январе и июле и параметры линейного тренда для скорости ветра выделенного направления. В таблице за  $\lambda$  принят коэффициент линейного тренда (м/с \*10 лет),  $R^2$  – коэффициент детерминации.

Таблица 2

**Преобладающие сезонные направления ветра и параметры линейного тренда за период анемометрических наблюдений на прибрежных станциях Охотского моря**

Название станции	Повторяемость преобладающих направлений ветра в январе и параметры линейного тренда скоростей ветра этих направлений			Повторяемость преобладающих направлений ветра в июле и параметры линейного тренда скоростей ветра этих направлений		
	2			3		
Оха	W 43 % $\lambda = -0,44$ $R^2 = 0,15$	NW 35 % $\lambda = -0,9$ $R^2 = 0,28$	N 7 % $\lambda = -0,86$ $R^2 = 0,12$	SE 34 % $\lambda = -0,08$ $R^2 = 0,02$	S 18 % $\lambda = -0,24$ $R^2 = 0,10$	E 14 % $\lambda = -0,14$ $R^2 = 0,07$
Ноглики	W 38% $\lambda = -0,21$ $R^2 = 0,27$	SW 24% $\lambda = -0,34$ $R^2 = 0,56$	NW 18 % $\lambda = -0,19$ $R^2 = 0,06$	SE 26 % $\lambda = -0,24$ $R^2 = 0,26$	E 20 % $\lambda = -0,22$ $R^2 = 0,17$	S 11 % $\lambda = -0,24$ $R^2 = 0,31$

1	2			3		
Комрво	NW 40 %	W 39 %	N 11 %	SE 36 %	S 22 %	N 16 %
	$\lambda = +0,12$ $R^2 = 0,04$	$\lambda = -0,14$ $R^2 = 0,05$	$\lambda = +0,24$ $R^2 = 0,05$	$\lambda = +0,27$ $R^2 = 0,24$	$\lambda = -0,06$ $R^2 = 0,01$	$\lambda = -0,01$ $R^2 = 0,00$
Корсаков	N 34 %	NE 21 %	NW 16 %	S 27 %	E 23 %	SW 14 %
	$\Lambda = -0,39$ $R^2 = 0,47$	$\Lambda = -0,85$ $R^2 = 0,55$	$\lambda = -0,48$ $R^2 = 0,25$	$\lambda = -0,37$ $R^2 = 0,55$	$\lambda = -0,30$ $R^2 = 0,30$	$\lambda = -0,25$ $R^2 = 0,36$
Курильск	NW 38 %	W 27 %	N 10 %	E 34 %	W 23 %	S10 %
	$\lambda = -0,72$ $R^2 = 0,32$	$\lambda = -0,95$ $R^2 = 0,39$	$\lambda = -0,27$ $R^2 = 0,02$	$\lambda = -0,29$ $R^2 = 0,10$	$\lambda = -0,28$ $R^2 = 0,19$	$\lambda = -0,56$ $R^2 = 0,31$
Магадан (бухта Нагаева)	NE 53 %	E 38 %	N 5 %	W 49 %	E 22 %	SW 10 %
	$\lambda = -0,16$ $R^2 = 0,09$	$\lambda = -0,24$ $R^2 = 0,07$	$\lambda = -0,91$ $R^2 = 0,42$	$\lambda = -0,04$ $R^2 = 0,02$	$\lambda = -0,21$ $R^2 = 0,19$	$\lambda = -0,17$ $R^2 = 0,12$
Ича	E 29 %	NE 27 %	N 13 %	S 24 %	N 21 %	SW 21 %
	$\lambda = -0,14$ $R^2 = 0,04$	$\lambda = -0,26$ $R^2 = 0,11$	$\lambda = -0,62$ $R^2 = 0,25$	$\lambda = -1,00$ $R^2 = 0,50$	$\lambda = -0,24$ $R^2 = 0,11$	$\lambda = -0,13$ $R^2 = 0,01$
Усть-Хайрюзово	SE 31 %	NE 21 %	N 18 %	N 28 %	S 24 %	SW 14 %
	$\lambda = -0,17$ $R^2 = 0,14$	$\lambda = -0,26$ $R^2 = 0,06$	$\lambda = -0,61$ $R^2 = 0,20$	$\lambda = -0,41$ $R^2 = 0,30$	$\lambda = -0,64$ $R^2 = 0,43$	$\lambda = -0,70$ $R^2 = 0,39$

Для станций восточного побережья Сахалина и Курильской гряды ветры материковых направлений W, NW и N, преобладающие в холодную половину года, ослабевают в зимние месяцы на 0,2–0,9 м/с за 10 лет (пример на рис. 2). Коэффициенты детерминации линейных трендов для рядов скорости ветра этих направлений в большинстве случаев преодолевают критическое значение 0,12–0,09 (в зависимости от длины ряда), т.е. 5 % уровня значимости. Исключением является станция Комрво, для которой значимых климатических тенденций для рядов скорости ветра не выявлено.

Для северного и северо-восточного побережья моря (станции Магадан, Ича и Усть-Хайрюзово) прослеживаются те же, но более слабые тенденции. На этих станциях зимние ветры (E, NE и N) также ослабевают со скоростью 0,1–0,6 м/с за 10 лет, коэффициенты детерминации чаще всего находятся в пределах 0,1–0,2.

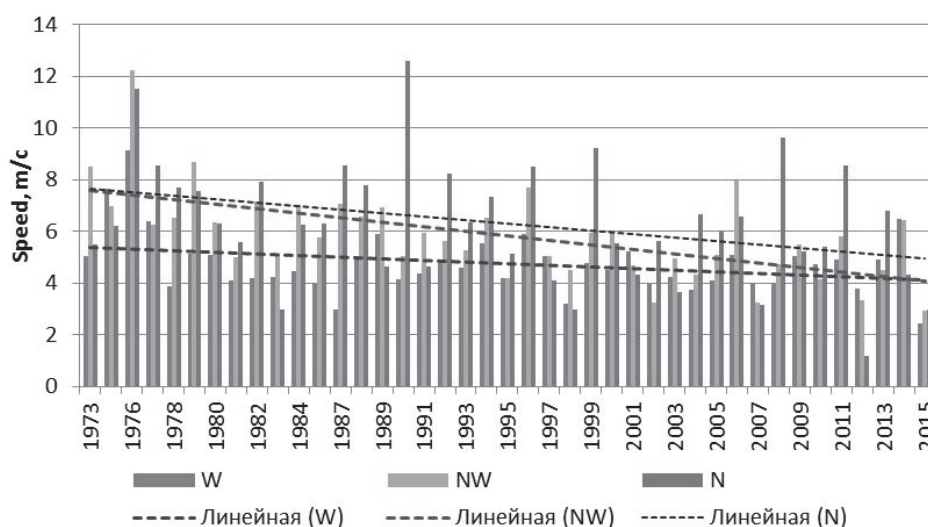


Рис. 2. Многолетний ход средней месячной скорости ветра W, NW и N направлений на станции Оха в феврале (направления указаны в порядке убывания повторяемости)

Для летних месяцев ослабление ветра преобладающих направлений также имеет место, для станций Ноглики, Корсаков, Курильск и Ича значимое на уровне 5 %. На других станциях тенденции к ослаблению ветра преобладают для большинства характерных сезонных направлений ветра, но на более низком уровне значимости. На рис. 3 приведен пример многолетнего хода скорости ветра преобладающих направлений в июне для станции Корсаков, коэффициенты детерминации линейных трендов для выделенных направлений ветра находятся в пределах 0,3–0,6.

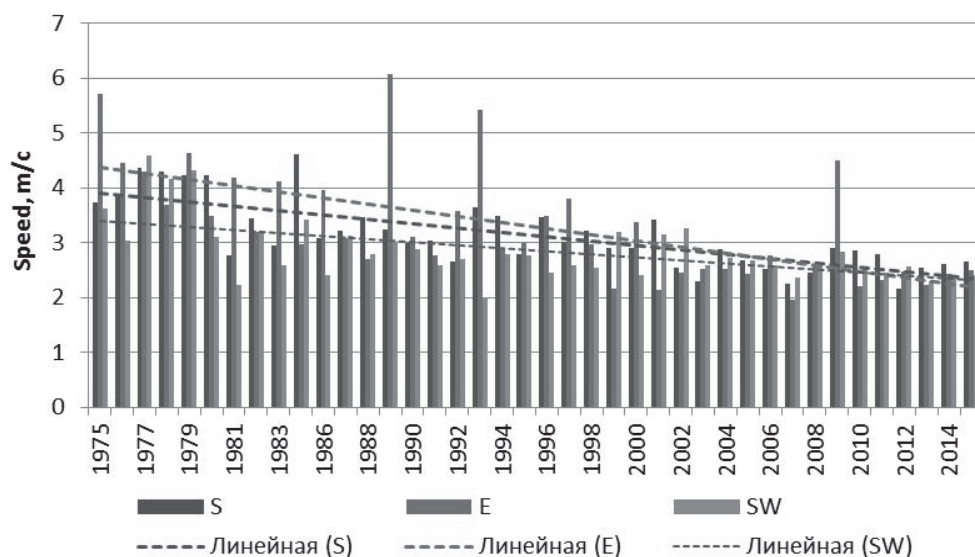


Рис. 3. Многолетний ход средней месячной скорости ветра S, E и SW направлений на станции Корсаков в июне (направления указаны в порядке убывания повторяемости)

Обобщая анализ климатических тенденций характеристик ветра на прибрежных станциях Охотского моря за период от начала 70-х годов прошлого столетия до настоящего времени (период анемометрических наблюдений), можно сделать следующее заключение. На побережье Охотского моря имеют место устойчивые тенденции к ослаблению ветра во все сезоны года, в том числе ослабевают ветры характерных сезонных направлений: в холодный период – это ветры материковых направлений ветра, в теплый – морских. Примерный период сдвига рядов скорости ветра – конец 80-х годов прошлого века. При этом циркуляционная система остается стабильной, поскольку генеральное направление воздушных течений над Охотским морем меняется слабо, с незначительными вариациями, к которым следует отнести ослабление зональной составляющей ветра на ряде станций в зимний период в конце прошлого века и начале нынешнего, в летние месяцы на большинстве станций имеет место незначительная деградация меридиональной (южной) составляющей ветра.

### Библиографический список

1. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 27. Камчатская область. СПб.: Гидрометеиздат, 2001. 597 с.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 33. Магаданская область. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 566 с.
3. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1–6. Вып. 34. Сахалинская область. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 351 с.

L.I. Mezentseva  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## CLIMATIC TRENDS OF WIND CHARACTERISTICS ON THE COAST OF THE SEA OF OKHOTSK

*There are consistent trends of wind decrease during the year except April and May at the seaside of the Sea of Okhotsk at the end of the previous century and the beginning of the current century. The winds of the seasonal directions are decreasing as well including inland winds during the cold period and sea-side winds during the warm period.*

УДК 639.2.081.7:681.883.4

А.А. Недоступ, А.О. Ражев  
ФГБОУ ВО «КГТУ», Калининград, Россия

## АНАЛИЗ СТАНДАРТОВ НА НАВИГАЦИОННО-ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЗАДАЧ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ЛОВА

*Проведен обзор стандарта ЭКНИС, применяемого для систем хранения и отображения электронных навигационных карт, ведения и хранения различных журналов и информации о работе таких существующих на рынке и применяемых в эксплуатации навигационных приборов, как гидролокатор и радиолокатор. Рассмотрены спецификации S-52 на представление карт и дисплея ЭКНИС и S-57 на основной формат навигационных карт.*

В конце прошлого столетия в связи с бурным развитием электроники, средств связи, вычислительной техники и программного обеспечения в технологии морской навигации и радиолокации произошла очередная революция. В промышленном рыболовстве, с одной стороны, толчком к развитию навигации послужили необходимость повышения уровня безопасности жизнедеятельности, оборудования, орудий и объектов лова, а с другой – охраны окружающей среды. Потеснив бумажные носители и инструменты работы с ними (штурманский циркуль, транспортир, линейка и др.), электронная навигация уверенно прокладывает себе дорогу.

Одним из результатов развития электронных морских навигационных технологий с применением вычислительной техники является электронный справочник, названный электронной картографической навигационной информационной системой ЭКНИС (Электронная картографическая навигационно-информационная система) [1, 2]. Целью ЭКНИС является эффективное информирование, позволяющее оптимизировать нагрузку на судоводителя и палубную команду и уменьшающее влияние человеческого фактора. Ее использование позволяет уделять максимум времени наблюдению за текущей обстановкой, выработке продуманных решений по управлению судном, орудиями рыболовства и промысловыми механизмами в процессе лова. Задачами ЭКНИС являются отображение карт районов промысла с объектами лова и путей подхода к ним, вычисление и отображение безопасных маршрутов движения к месту лова и в процессе лова, контроль отклонений от заданного маршрута, предупреждение судоводителя и промысловой команды об опасности, ведение судового и промыслового журналов, управление судном и промысловыми механизмами, и т.д.

Компьютерная электронная картографическая навигационная информационная система ЭКНИС соответствует требованиям Международной морской организации по обеспечению безопасности судоходства и может служить альтернативой традиционным бу-

мажным носителям. ЭКНИС отображает информацию на экране дисплея из баз данных (файлов) электронных навигационных карт, синхронизируя ее с другими источниками, такими как система глобального позиционирования (GPS, ГЛОНАСС и др.) [7], радары, траповые зонды, сонары, эхолоты, системы автоматической идентификации и др.

Все электронные навигационные информационные системы можно разделить на три основных типа:

1) ЭКНИС (ECDIS) – морская, удовлетворяющая национальным и международным требованиям согласно «Правилам по оборудованию морских судов» и IEC-61174 Ed.3.0–2008;

2) СОЭНКИ – речная, удовлетворяющая национальным требованиям согласно «Правилам классификации и постройки судов внутреннего плавания ч.4 п. 25.10» и РД 52-013-01 «Системы отображения электронных навигационных карт и информации для внутренних водных путей». Если система предназначена для судов смешанного плавания, то, помимо указанных, она должна также удовлетворять требованиям, предъявляемым к ЭКНИС;

3) ЭКС (ECS) – для использования на судах каботажного и внутреннего плавания, удовлетворяющая требованиям стандарта IEC-62376(2010). Существует три класса ЭКС: «А», «В» и «С». Согласно стандарту, первые два класса допускают использование системы с неофициальными навигационными картами в качестве основного навигационного средства. Системы класса «С» могут использоваться только в качестве вспомогательной.

Далее рассмотрим только первый, официально признанный Международной морской организацией тип систем – ЭКНИС, так как с юридической точки зрения в рамках требований Правила V/20 Конвенции SOLAS он является эквивалентом бумажных носителей. Если в системе установлены официальные карты и система удовлетворяет требованиям, указанным в п. 1 (система первого типа) и предъявляемым Международной гидрографической организацией ИНО (см. ниже), то ее можно использовать при официальном судовождении и в процессе рыболовства.

Международная гидрографическая организация предъявляет следующие требования к представлению информации, ее содержанию и формату баз данных электронных карт:

- S-52 – спецификация на представление, структуру и содержание карты и дисплея ЭКНИС [3];

- S-57 – стандарт на основной формат данных навигационных электронных карт для взаимодействия между различными службами, потребителями и производителями картографической продукции и систем [4-6];

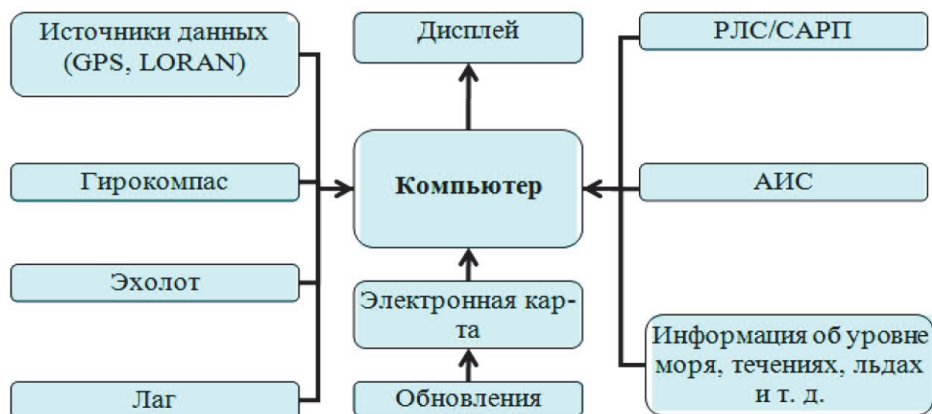
- S-63 – стандарт на электронные навигационные карты для разработчиков оборудования и программного обеспечения [8], включающий правила и алгоритмы шифрования данных формата S-57;

- резолюции ИМО А.694(17), ИМО А.817(19) «Эксплуатационные требования к электронным картографическим навигационным информационным системам (ЭКНИС)», ИМО MSC.232(82) «Принятие пересмотренных эксплуатационных требований к электронным картографическим навигационным системам (ЭКНИС)».

Согласно требованиям, ЭКНИС должна отображать на экране дисплея в реальном времени точные картографические данные морской карты, текущее положение судна, полученное от одной или нескольких систем глобального позиционирования, положение объекта лова, полученное от сонара, эхолота и/или гидролокатора, а также положение орудия лова, полученное от устройств зондирования. Система также может представлять информацию от других навигационных и зондирующих устройств (гирокомпаса, лага, РЛС, САРП и др.). На рисунке показана структура ЭКНИС.

Функционально ЭКНИС должна быть способна предоставлять по запросу судоводителя и палубной команды в процессе лова характеристики ориентиров (контрольные точки), опасностей (например, опасных изобат, запрещенных районов), данных об условиях и т.д.

Задачи, решаемые ЭКНИС, можно разделить на традиционные, реализуемые посредством бумажных карт, и новые. К новым задачам можно отнести различные оценки безопасности, автоматизацию прокладки маршрутов, корректировку карт и маршрутов, заблаговременную подачу сигнализации и т.д.



Основные элементы ЭКНИС

Ниже приведен список задач, решаемых системой ЭКНИС:

- вывод информации на карту о координатах судна и орудия рыболовства, трассировка в реальном времени, информации лага, гирокомпаса, гидролокатора, сонара, эхолота, тралового зонда и других приборов;
- хранение траекторий движения судна, объекта лова и орудия рыболовства;
- ведение и хранение электронного судового и промыслового журнала и вывод их данных на печать;
- отображение сохраненных ранее траекторий движения и записей журналов;
- предварительная трассировка маршрута и расчеты таких параметров, как скорость, расстояние, время и т. д.;
- управление представлением отображаемой информации;
- слежение за трассировкой и характеристиками судна, орудия лова и объекта лова;
- измерение и расчет дистанций, координат и пеленгов объектов;
- сигнализация о приближении и достижении контрольных точек, отклонениях в движении судна, орудия лова и неисправностях системы;
- масштабирование, врезка электронной карты;
- поддержка режимов «Север вверху» и «Курс вверху»;
- получение из справочной базы данных информации (подсказок) о работе навигационных приборов, об объектах наблюдения, гидрографических сведений и др.;
- слежение за указанными неподвижными объектами;
- поддержка и отображение различных форматов навигационных карт, предусмотренных стандартом ЭКНИС;
- корректировка карт в автоматическом, полуавтоматическом и ручном режимах;
- изменение интенсивности свечения и раскраски элементов на дисплее в зависимости от внешней освещенности;
- поддержка функции «человек за бортом» с записью текущих координат судна;
- отображение захваченных САРП/РЛС целей;
- хранение с привязкой ко времени и возможностью копирования на внешний носитель информации траекторий движения целей, судна, орудия рыболовства, объектов лова, журналов.

Спецификация S-52 [3] определяет стандарт представления информации в ЭКНИС (содержание, корректура, выпуск карт, аспекты отображения). В S-52 для каждого класса с учетом атрибутов отображаемых объектов указываются типы и начертания символов и

цветовые схемы. Описываются требования к дисплею, таблицы и правила. В приложении к спецификации имеется библиотека презентации (Presentation Library). Также в спецификации описываются необходимые единицы измерений отображаемых числовых значений:

- координаты (широта, долгота) в системе координат WGS84 (градусы, минуты);
- глубина в метрах и дециметрах;
- высота в метрах;
- расстояние в морских милях или в метрах;
- скорость в узлах.

Рассмотрим официальный международный стандарт по обмену данными, описанный в спецификации S-57 [4–6]. Согласно спецификации, для обмена применяется векторный формат данных. Определяется модель и структура данных, каталог классов объектов (Object Catalogue) и их атрибутов с полным перечнем их значений (классом именуется группа эквивалентных по установленным признакам объектов).

Формат данных электронных карт, описанный в S-57, гибок, компактен, масштабируем, функционален, совместим с другими средствами обмена данными и не ориентирован на определенную разграфку и проекцию карт.

В S-57 реализованы:

- поддержка многоуровневого обмена данными;
- поддержка как полярной, так и декартовой систем координат;
- поддержка многослойности с различными масштабами и уровнями детализации;
- поддержка нескольких проекций;
- хранение вместе с графической информацией метаданных (описательной информации) с возможностью их редактирования.

• Согласно спецификации S-57, все данные хранятся в виде отдельных объектов с указанием их положения, ориентации в пространстве, масштаба, уровня детализации и атрибутов (свойств и признаков).

• объекты из разных файлов перед визуализацией могут быстро выбираться и компоноваться, что позволяет любой выбранный район, включающий данные одной или нескольких ячеек на карте, отображать как единую карту, что называется бесшовным отображением карт;

• простота корректировки и обновления карты с возможностью поэлементной корректировки, быстрый поиск корректируемого элемента из-за наличия у каждого элемента (объекта, атрибута и других компонентов) уникального идентификатора;

• корректировка, удаление и добавление объектов без изменения остальных объектов карты.

В Российской Федерации производством и распространением оборудования и тренажеров, соответствующих спецификации ЭКНИС, занимаются такие производители, как «Транзас» (формат TX-97), «С-МАР» (формат CM-93) и «Абрис» (формат mp6).

### **Библиографический список**

1. IMO resolution A.817(19) adopted on 23 November 1995. Performance standards for electronic chart display and information systems (ECDIS). 15 p.

2. IEC International Standard 61174. «Maritime navigation and Radiocommunication Equipment systems – Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS). Operational and performance requirements, methods of testing and required results», 1998.

3. IHO Special Publication S52: Specification for Chart Content and Display of ECDIS, Edition 5, Dec 1996.

4. IHO Special Publication S57: IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, edition 3.1, Nov. 2000.

5. Schulze, Jana. 1999. Proposed Object Classes and Attributes for Weather. SevenCs GmbH, Hamburg, Germany. 41pp.



6. Pacheco, Miguel. 2000. Product Specifications for Marine Information Objects. Technical Report №. 206 (a Masters Thesis), University of New Brunswick, Fredericton, Canada. 101pp.
7. Гофман, Велингоф, Лихтенегер. Глобальная система определения местоположения GPS. Теория и практика. Киев: Наукова думка, 1996.
8. IHO Special Publication S63: IHO Data Protection Scheme, Dec. 2002.

A.A. Nedostup, A.O. Razhev  
Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

## **ANALYSIS OF STANDARDS FOR NAVIGATION-INFORMATION SYSTEMS FOR PROBLEMS OF IMITATION MODELING OF CATCH**

*This article reviews the ECDIS standard, used by storage and visualization of electronic navigation maps systems, maintenance and storage of various logs and working information of such devices as the sonar and radar. Specification S-52 for the contents of ECDIS maps and displays and S-57 for the main format of navigation charts is considered.*

УДК 620.952

А.В. Прокопов  
ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

## **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА БИОДИЗЕЛЯ НА ОСНОВЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ВИДА ТОПЛИВА**

*Рассмотрен вариант производства биодизеля из микроводорослей как альтернативного вида топлива. Проведен анализ различного вида сырья для производства биотоплива, химического состава биодизеля, выявлены преимущества и недостатки данного биотоплива.*

Увеличение содержания вредных веществ в отработанных газах машинного бензина и рост потребления топлива на нефтяной основе подтолкнули к поиску альтернативных видов топлива. Среди нескольких доступных вариантов биодизель на данный момент является очень перспективным и масштабируемым. Биодизель предпочтительнее нефтяного дизеля, поскольку он может быть получен из доступных растительных источников. Более того, выбросы от сжигания биодизеля являются относительно чистыми – нетоксичными и неканцерогенными.

Ученые проанализировали нефтяные запасы России и определили, что их хватит на 20 лет без учёта ежегодного увеличения потребностей. Такая печальная картина в скором времени будет наблюдаться по всему миру, что, конечно же, приведет к острой нехватке энергоресурсов.

Данный источник энергии относится к возобновляемым природным источникам, также важен тот факт, что при сжигании биотоплива выделяется столько же парниковых газов, сколько поглощается при росте самих водорослей. Успешным внедрением биотоплива можно считать Индию, Южную Азию и Бразилию. Последней с помощью замены нефти на возобновляемые источники топлива удалось сократить потребление нефтепродуктов на 40 %. В настоящее время в производстве биотоплива из водорослей в мире доля США составляет 78 %, Европы – 23 %, все остальные страны производят 9 %.

Биотопливо классифицируется на два вида – твердое и жидкое. К твердым относится древесина, солома и так далее. Жидкое биотопливо – спирты (метанол, этанол, бутанол), эфиры, биодизель и биомазут.

Биотопливо делят на три поколения. Биотопливо первого поколения – это топливо, изготавливаемое из пищевого сырья и растительных масел. Это зерновые культуры, кукуруза, свекла, рапс, пальмовое масло.

Ко второму поколению топлива относится топливо, получаемое из непродовольственного сырья, биологических отходов – из них получают биогаз.

Третье поколение биотоплива – это топливо из водорослей. Ценность такой технологии сложно преувеличить. На планете огромное количество земли, которая не пригодна для выращивания пищевых растений. Именно на ней отлично приживаются водоросли. Эти микроорганизмы можно культивировать в фотобиореакторах, которые позволяют контролировать физико-химические параметры, или в наружных бассейнах. Более того, биомасса водорослей характеризуется лучшей производительностью, чем биомасса растений. Водоросли отличаются повышенной скоростью фотосинтеза, то есть скоростью преобразования солнечной энергии в химическую, при фотосинтезе расходуется большее количество CO<sub>2</sub>. Однако потенциал водорослей остается относительно неиспользованным.

В таблице приведены данные содержания масла из различного сырья на гектар площади. Как видно, микроводоросли содержат наибольшее количество масла на гектар.

В качестве основного сырья для производства машинного топлива взамен бензиновому рассматривается применение технологии получения биодизеля из морских микроводорослей Хлорелла (*Chlorella vulgaris*).

### Сравнение содержания масла из различного сырья на гектар площади [1].

Сырье	кг масла/га	л масла/га
Кукуруза	145	172
Кешью	148	176
Овес	183	217
Люпин	195	232
Календула	256	305
Хлопок	273	325
Конопля	305	363
Соя	375	446
Кофе	386	459
Лен	402	478
Лесной орех	405	482
Семена тыквы	449	534
Кориандр	450	536
Семена горчицы	481	572
Семена рыжика	490	583
Кунжут	585	696
Сафлор красильный	655	779
Рис	696	828
Подсолнечник	800	952
Какао	863	1 026
Арахис	890	1 059
Мак	978	1 163
Рапс	1 000	1 190
Олива	1 019	1 212
Пекан	1 505	1 791
Жожоба	1 528	1 818
Ятрофа	1 590	1 892
Авокадо	2 217	2 638
Кокос	2 260	2 689
Масличная пальма	5 000	5 950
Микроводоросли (Хлорелла)	6 894	7 660

Хлорелла является одним из самых старых видов водорослей во всем мире с биологическими и фармакологическими свойствами, важными для здоровья человека. В основном распространена на Дальнем Востоке, особенно в Японии и на Тайване. *Chlorella* – это разновидность водорослей, которая растет в пресной воде, имеет долгую историю использования в качестве источника пищи и содержит уникальный и разнообразный состав функциональных макро- и микроэлементов, включая белки, омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, витамины и минералы [5].

Существуют два способа выращивания водорослей для дальнейшего синтеза в топливо: открытая система и закрытая система.

Открытая система – это открытые емкости, естественные водоемы, пруды, искусственные бассейны, в которых выращиваются микроводоросли. Водоросли неприхотливы к качеству воды, быстро растут, их можно выращивать на землях, не пригодных для посева продовольственных культур. Но такая система применима не везде, так как водоросли чувствительны к падению температур. Открытую систему применяют в местах, где средняя температура не падает ниже 15–18 °С.

Закрытая система выращивания сильно отличается от открытой и используется в странах с холодным климатом. Замкнутая система представляет собой систему труб с водой. По трубам пускается воздух, содержащий большую концентрацию CO<sub>2</sub>. Это способствует циркуляции жидкости в трубах и равномерному росту водорослей. Данный метод не требует чистых водных источников, а также масштабных участков земли для реализации производства. Раз в 10–14 дней урожай созревает, его вынимают с помощью центрифуги.

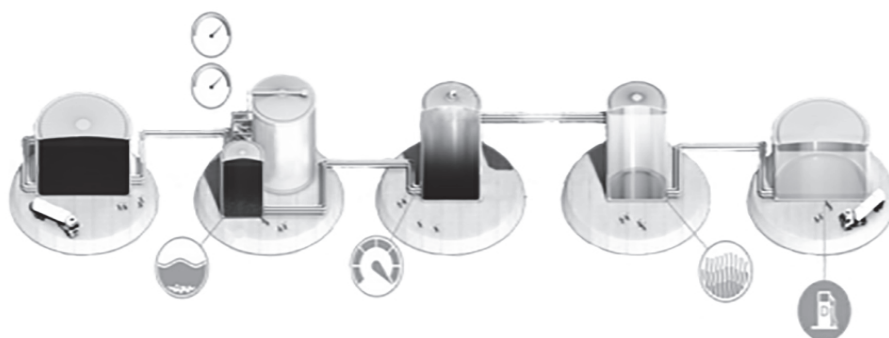


Рис. 1. Процесс получения биодизеля

Процесс получения биотоплива на основе микроводорослей содержит многоступенчатую обработку сырья, полученного как в закрытой, так и в открытой системе выращивания. В общей сложности производство биодизеля состоит из пяти этапов. Система может применяться в различных вариациях, но основная идея лежит в обработке хлореллы с помощью давления и температуры. К первому этапу относится загрузка сырого сырья в резервуар промежуточного хранения. После сбора водорослей биомасса обычно обрабатывается в несколько этапов, которые могут различаться в зависимости от вида и желаемого состава биодизеля [4].

На втором этапе собранные водоросли отправляют в реактор, где водорослевую массу нагревают до 300 °С, одновременно сжимая при высоком давлении. Эта биомасса трансформируется в жидкое состояние – в так называемые водорослевые масла. При высокой температуре пары биодизеля испаряются (третий этап) из масел и идут по трубке в охлаждающую камеру, где снова переходят в жидкое состояние (четвёртый этап). На пятом этапе биодизель направляют на место распределения. Оставшиеся излишки водорослей используются в качестве удобрений в сельскохозяйственной сфере. Схема получения биодизеля представлена на рис. 1 [4].

Основной отличительной способностью микроводорослей является активное поглощение углекислого газа, что значительно уменьшает создание парникового эффекта. Таким образом, микроводоросли являются источником для изготовления биодизельного топлива, которое имеет огромные перспективы и потенциально является основной заменой бензину.

Ключевое преимущество биодизеля – это его экологичность по сравнению с дизельным и бензиновым топливом. Из года в год увеличение автомобильного парка влечет за собой загрязнение воздушного бассейна продуктами сгорания. Двигатели внутреннего сгорания во время эксплуатации выпускают в окружающую среду выхлопные газы.

Попадая в атмосферу, выхлопные газы несут колоссальную опасность для здоровья людей. Оксид углерода приводит к нарушению нервной и сердечной систем, а также к развитию атеросклероза (хронического заболевания артерий эластического и мышечно-эластического типа). Вдыхание токсичных веществ также влечёт за собой воспаление легких и дыхательных путей. Оксиды азота понижают кровяное давление, вызывают головокружение, сонливость, расстройство дыхания и кровяной системы человека.

Двигатели, работающие на биодизельном топливе, имеют более низкий уровень выбросов окиси углерода, несгоревших углеводородов, твердых частиц и сажи, чем при работе на бензине, дизельном топливе.

Биодизель превосходит дизельное топливо, с точки зрения выбросов отработавших газов, более высоким активным числом, температурой воспламенения и содержанием различного вида масел, без значительной разницы в теплоте сгорания топлива. Также стоит отметить, что биодизель может быть смешан с обычным дизелем в некоторых пропорциях, этот процесс поможет управлять автолюбителю любым автосредством, работающим на дизельном топливе, без какой-либо модернизации двигателя.

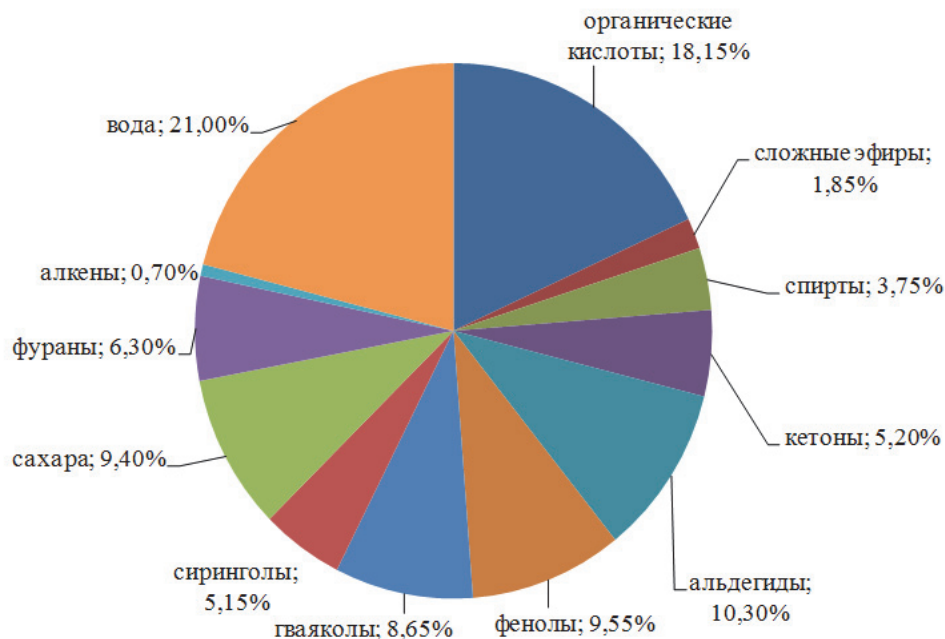


Рис. 2. Химический состав биодизеля

Биодизель горит чище, чем традиционный дизель, производя меньше серы и меньше частиц. Химический состав биодизеля представлен на рис. 2.

Молекулы биодизеля, полученные из растительных масел и животных жиров, представляют собой сложные эфиры длинноцепочечных жирных кислот, содержащих отдельные цепи с 12–24 атомами углерода. Эфиры содержат спирт и карбоновую кислоту. Карбоновая кислота содержит COOH (карбоксил), и спирт содержит OH (гидроксид).

Второе преимущество биотоплива из водорослей – это быстрый рост самих водорослей и их неприхотливость. В отличие от биотоплива первого поколения, водоросли выращивают на землях, не подходящих для посева продовольственных культур.

Несомненный плюс этого источника энергии – это то, что он считается возобновляемым. Как известно, запасов нефти, газа и угля в мире хватит на пару сотен лет, но в итоге они закончатся, и возникнет острая проблема нехватки энергоресурсов.

Не все государства имеют запасы нефти. Во многих странах существуют проблемы в экономике из-за импорта нефти. С ростом производства и использования биотоплива экономика этих стран должна улучшить свое положение.

Стоит отметить, что топливо, синтезированное из водорослей, наиболее экономично. Биотопливо предлагает потребителю более надежную защиту от повреждения элементов двигателя, нежели бензиновая система. Тем самым существенно продлевается время эксплуатации автомобиля.

К недостаткам биотоплива из водорослей можно отнести ограничения региональной пригодности. Как и любое другое сырье, для роста микроводоросли нуждаются в определенных условиях. Данный факт поясняется рядом причин, основные из которых – климат, нехватка солнечного света, избыток чистой или пресной воды. Из этого можно сделать вывод, что для производства и выращивания микроводорослей в качестве основного сырья для изготовления биотоплива подходят не все регионы. Но даже данный недостаток можно устранить путём замены естественных источников на искусственные, создав специальный микроклимат в закрытой системе.

Еще одним недостатком является затратность на производство такого топлива. А значит, цена за литр биодизеля будет примерно такая же, как за топливо из нефти. Но если наладить производство в промышленных масштабах, то цена за литр снизится, а экологичность привлечёт людей, ведь главная задача человека – обеспечить будущее.

Итак, подведем итог. Биотопливо является отличной альтернативой стандартному топливу, однако работа в этом направлении только набирает обороты, и нужно время, чтобы полностью ввести его в производство. Изготавливать биодизель можно везде, нужен лишь солнечный свет, углекислый газ, питательные вещества и место, чтобы это осуществить. Однако есть и одно существенное но – его производство крайне недешево.

Кроме того, водорослей можно изготавливать не только дизельное горючее, продукты и лекарства, но и использовать для генерации различного вида энергии.

### **Библиографический список**

1. Василев Р.Г. Перспективы развития производства биотоплива в России / Р.Г. Василев // Вестник биотехнологии и физико-химической биологии им. Ю.А. Овчинникова. 2007. Т. 3. № 1.
2. Габитов Ф.Р. Экспериментальное исследование сверхкритической экстракции водорослей / Ф.Р. Габитов, Р.А. Усманов, Л.Ю. Яруллин, Ш.А. Бикташев, Р.Р. Гайфуллина, А.В. Маряшев // Вестник Казан. технол. ун-та. 2012. Т. 9. С. 67.
3. РИА Новости: [сайт]. URL: <https://ria.ru/science/20170620/1496902301.html>
4. The Global Petroleum Club
5. Саликеева С.Н. Обзор методов получения альтернативной энергии / С.Н. Саликеева, Ф.Т. Галеева // Вестник Казан. технол. ун-та. 2012. Т. 8. С.57.
6. MicrobeWiki. Biodiesel from Algae Oil (<https://microbewiki.kenyon.edu.....>)

A.V. Prokopov

The Maritime state University adm. G.I. Nevelskoy, Vladivostok, Russia

### **THE EFFICIENCY OF BIODIESEL PRODUCTION BY MICROALGAE TO CREATE ALTERNATIVE FUEL**

*The article considers the variant of the production of biodiesel from microalgae as alternative fuel, analysis of various types of raw materials for biofuel production, the analysis of the chemical composition of biodiesel, advantages and disadvantages of this bitopia.*

Л.А. Семенюк  
ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

## **МЕТОДЫ РАСЧЁТА ПРОЦЕССА СТАРЕНИЯ И ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ**

*Приводится обзор современных способов расчета старения и очистки моторного масла в двигателях внутреннего сгорания. Оцениваются прогрессивные модели фильтрования моторного масла.*

При имеющейся возможности составления прогноза состояния моторного масла (далее – ММ), можно осуществить и оценку влияния масла на изнашивание и нагарообразование дизеля. Загрязнение нерастворимыми продуктами (далее – НРП) и срабатывание присадок являются основными направлениями его старения, влияющими на двигатель. При определении эффективности маслоиспользования они также преобладают, в виду того что от износа и нагарообразования двигателя зависит срок использования масла и угар, формирующие его расход. Однако при проведении расчёта кинетики старения ММ по указанным направлениям крайне важно не забывать, что увеличение концентрации присадок и объёма нерастворимых примесей в используемом масле зависят от ряда факторов, таких как: тип и качество используемых нефтепродуктов, эксплуатационные режимы работы двигателя, форсировка, характеристики маслоочистителя (далее – МО).

В достаточно сложной зависимости от времени работы масла находится концентрация многофункциональных присадок и НРП в масле. Анализируя баланс компонентов, можно определить эти показатели. От текущей концентрации НРП и присадок, интенсивности очистки масла от анализируемых продуктов, скорости загрязнения НРП, срабатывания присадки и его угара зависит каждая из статей расхода и прихода.

Большая часть кинетических зависимостей по срабатыванию присадок и концентрации нерастворимых примесей в масле были рассчитаны при условии работы двигателя без долива масла или при непрерывном доливе масла с целью компенсации его угара [1]. При отсутствии заданной интенсивности старения ММ по исследуемым направлениям невозможно будет выполнить расчет кинетики процесса старения масла с произвольным режимом маслоиспользования. Предположить возможную эффективность эксплуатации комплекса «дизель–эксплуатация–топливо–масло–очистка» (далее – ДЭТМО) в период разработки дизеля и при проектировании новых ММ достаточно затруднительно, в виду того что эти показатели определяются экспериментально [2, 3]. При таком положении вещей достаточно сложно провести оценку состояния масла при использовании горючесмазочных материалов (далее – ГСМ), отличных от товарных образцов, имеющих статистические характеристики.

Необходимость учета статьи баланса, вызванной угаром масла, усложняет получение кинетических уровней, адекватно описывающих старение масла по основным направлениям. До сих пор не разработан процесс уноса компонентов из масляной пленки. Большая часть исследователей, занимающихся данным вопросом, считают ее пропорциональной концентрации присадок или НРП и величине скорости угара либо игнорируют эту составляющую [1]. Проблематично согласиться с тем и другим утверждением, если считать, что часть масла выгорает при попадании в камеру сгорания, а часть углеводородной основы испаряется с зеркала цилиндра.

Маслообменные процессы от действия маслосъёмных колец сопровождаются карбонизацией масла и сложной циркуляцией загрязнений в них, это оказывает влияние на прохождение диффундирования частиц неполного сгорания топлива в образующуюся на цилиндре масляную пленку. Этот продукт масла вместе с загрязнителем поступает в камеру сгорания,

сопровождая процесс масляного уплотнения цилиндра. Там с выхлопными газами выгорают и выносятся углеводороды. Процесс загрязнения масла в цилиндро-поршневой группе (далее – ЦПГ) требует пристального рассмотрения и изучения. Варианты рассмотрения этого процесса затрагивались в исследованиях Э.М. Мохнаткина, Г.П. Кичи, О.Н. Лебедева и др. ученых. Увы, полная картина прохождения процесса с позиций учета достаточно большой статьи расхода компонентов старения ММ пока не получена.

Есть мнение, что от скорости угара масла не зависит ни скорость срабатывания присадок, ни скорость загрязнения масла. Тогда понижению уровня концентрации нерастворимых примесей в масле и увеличению концентрации присадок в нем по сравнению с режимами эксплуатации с небольшим доливом свежего масла должна содействовать интенсификация маслообмена. Увы, это происходит нечасто, видимо, срабатывание присадок и скорость поступления НРП не всегда зависят от угара масла. Об этом явлении сообщается в статьях [3, 4]. Пока объяснения физики этого явления и предложений, связанных с корректировкой скорости старения масла в зависимости от его угара, нет. Так как данная статья баланса продуктов старения ММ превышает все остальные, возникает необходимость создания модели, в которой будет рассмотрена интенсивность основных направлений его старения и влияние угара. Была попытка учесть унос присадок и нерастворимых загрязнений из ММ с выгорающим маслом [1]. Однако процесс выгорания различных продуктов старения оказался более сложным, чем это представлено в упомянутой работе.

По мере накопления отложений в роторе интенсивность очистки у центрифуги падает. Однако при принятии решений на основании анализа многие специалисты, несмотря на наблюдение этого явления, применяли достаточно грубые допущения, что создаёт существенные погрешности при расчете срока службы масла. При этом также не брали во внимание конструктивные особенности центробежного очистителя (далее – ЦО), вызываемый смывом отложений дрейф зависимости общего коэффициента очистки центрифуги, а также не учитывали стохастичность процесса центрифугирования.

Эффективность фильтра в исследовании [4] принята как переменная величина. Однако она не может быть рассмотрена применительно ко всем фильтрующим материалам (далее – ФМ), в виду принятия её как эмпирической зависимости, имеющей частное значение. Требуемая экспериментальной калибровки – а иначе ей пользоваться невозможно – эмпирическая зависимость полноты отсева применима к большинству моделей.

Кинетика загрязнения масла при комбинированной его очистке усложняется, в виду зависимости разделительной характеристики МО от многих условий. Увы, преобладают решения исследователей, рассматривавших изменение интенсивности очистки фильтром только одного МО [1]. Сейчас невозможно осуществить аппаратное оформление МО в соответствии с современными требованиями, по причине создавшихся особенностей функционирования современных комплексов ДЭТМО, а также в виду недостаточного развития теории очистки ГСМ и отсутствия специфики загрязнения ММ. Невозможность разработки комбинированного маслоочистительного комплекса (далее – КМОК), сочетающего преимущества центрифугирования и фильтрования, обусловлена отсутствием теоретических разработок с единым подходом к обоим способам очистки

При проектировании комбинированной системы тонкой очистки масла (далее – КСТОМ), полностью удовлетворяющей требованиям дизелестроения, возникает необходимость уточнения стохастической теории фильтрования и центрифугирования ГСМ. Характеристики дисперсной фазы и дисперсионной среды, специфика загрязнения масла должны учитываться в теории очистки. Увы, используемые методики не учитывают химотологический аспект фильтрования,

Однако только применительно к транспортным двигателям внутреннего сгорания (далее – ДВС), работающим на дизельном топливе [1, 3, 5] рассмотрены взаимозависимость, качества масла, режимов работы двигателя и эффективности маслоочистительного комплекса (далее – МОК). Неполно исследовано влияние на результативность СДЭУ низко- и среднетемпературных видов топлива, свойств загрязнителя, параметров СТМ, форсировки и техниче-

ского состояния двигателя. Одна из главных задач в повышении эффективности процесса маслоиспользования – это выявление влияния маслоочистки на систему ДЭТМО и взаимодействие КМОК с ее элементами.

В оценке эффективности фильтрования широкое распространение имеет эмпирический подход [1, 3, 7]. Но полученные результаты невозможно применить к другим дисперсным средам. При соответствии свойств ФМ и дисперсной фазы, на которых получены экспериментальные данные, он дает хорошую сходимость. Однако этот метод оценки эффективности очистки ГСМ непригоден для разработки и проектирования фильтрующих элементов (далее – ФЭ), ФМ и МО нового поколения.

Более эффективные модели проведения очистки масел и топлива центрифугированием и фильтрованием изложены в научных работах М.А. Григорьева и Г.П. Кичи [5, 6, 7]. Последний впервые рассмотрел все задерживающие механизмы применительно к разделению дизельных гетерогенных дисперсных сред во взаимодействии. Он учел диффузионные явления (броуновское движение) при процессе фильтрования и доказал необходимость учета стохастичности при проведении идентификации эффективности очистки сложных коллоидных систем, к которым относится работающее в двигателе, загрязненное продуктами старения, смазочное масло. На основе теории марковских случайных процессов этот ученый сумел объединить механизмы отсева с ярко выраженной детерминированной природой и стохастического характера. Подходы Г.П. Кичи [4, 8] дают возможность создания наиболее эффективных МО для обеспечения высокой результативности КМОК, и как итог – вывести теорию управления разделительными процессами.

Однако в его трудах имеются необходимые к устранению пробелы. Во-первых, разработанная им ячеистая стохастическая модель фильтрования применительна только к гранулированным ФМ. Рационально было бы её трансформировать для проведения расчета по эффективности волоконных структур, наиболее часто используемых при проведении полнопоточной тонкой очистки ММ в современных поверхностных ФЭ.

Во-вторых, показав пути учета гидродинамической обстановки и вязкостных эффектов при движении частиц около гранулы, он заложил хороший фундамент для теории фильтрования. Эти процессы необходимо рассмотреть при обтекании суспензией цилиндрического коллектора (фильтровального волокна). Возникает необходимость уточнения влияния соседних волокон, формирующих фильтровальную пору, для учета пристенных эффектов. Обтекание одиночной сферы жидкостью с частицами загрязнения в форме шара рассмотрено в работе [4]. В реальности обтекание происходит полидисперсной суспензией с ансамблем частиц ДФ, которые при отсеве взаимодействуют и имеют нешаровую форму.

Следует отметить необходимость оценки отсева крупных частиц при процессе перехода от ячеистой модели к волоконно-решетчатой, что важно, когда начинает действовать ситовый механизм задержания. На переводе двухмерных поровых структур в одномерные базируются подходы в исследованиях [8]. Требуется проведение идентификации очистительной способности фильтровальных материалов, обладающих нерегулярной поровой структурой, двумерным расположением пор по размерам. Для моделей, представленных в работе [8], возникает необходимость уточнения.

В третьих, очень важно показать, как в условиях накопления отложений в фильтровальных структурах работают эти модели [9]. Данное направление является неразработанным. Модели, уточненные на предлагаемом подходе, крайне необходимы для проведения расчетов эффективности полнопоточного фильтра тонкой очистки масла. Расчет фракционного коэффициента очистки центрифуги и фильтра затруднителен в виду того что стохастические ячеистые модели могут быть реализованы только численными методами. Производя оценку наиболее перспективных моделей фильтрования [3, 4], можно заметить имеющиеся в их недостатки:

- недопустимость применения существующих моделей фильтрования для проведения расчета отсева крупных частиц;
- игнорирование стохастичностью процесса очистки, вызванного диффузией частиц, за счет внешних гидродинамических возмущений, а также стесненного движения;



- отсутствие проработки вопроса формирования фильтровальной ячейки для многослойных волоконных ФМ;
- пренебрежение влиянием на отсев отложившихся частиц и учётом вторичного уноса ДФ;
- отсутствие единообразия в граничных условиях отсева и учета стохастичности зацепления и отрыва частиц.

В виду перспективности комбинированной очистки ММ, необходимо применять универсальные методы описания эффективности разделительных процессов. Упрощенная модель очистки, полученная на сочетании строгих законов движения ДФ с эмпирическим уточнением отдельных его составляющих, будет иметь практическую ценность.

Формирование единого стохастического подхода к идентификации центрифугирования и фильтрации разрешит осуществлять разработку перспективных КМОК и создаст возможность проводить оценку эффективности их работы в составе системы ДЭТМО. В перспективе необходимо создание моделей, позволяющих трансформировать их для расчета не только эффективности очистки, но и показателей эксплуатационного характера, например, периодичности обслуживания МО, срока службы ФЭ и т.д. Необходимость исследования разделительных процессов в КМОК, функционирующих в составе системы ДЭТМО, создаёт новый подход к центрифугированию и фильтрации ММ в ДВС.

### **Библиографический список**

1. Кича Г.П. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях: монография / Г.П. Кича, Б.Н. Перминов, А. В. Надежкин. – Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2011. 372 с.
2. Кича Г.П. Эффективная очистка моторного масла – основа экономичной ресурсосберегающей эксплуатации судовых ДВС // Двигателестроение. 1985. № 7. С. 6–10.
3. Кича Г.П. Новые инженерные решения в конструкциях саморегенерирующихся фильтров для очистки топлив и смазочных материалов на судах / Г.П. Кича, Н.К. Пак // Морские интеллектуальные технологии. – 2013. – № 31(19). – С. 54–59.
4. Кича Г.П. Агрегаты систем маслоочистки судовых среднеоборотных ДВС: анализ конструкций, результаты испытаний и перспективы развития // Современное состояние и перспективы развития СЭУ. – М.: Мортехинформреклама, 1983. С. 3–12.
5. Кича Г.П. Эксплуатационная эффективность новых маслоочистительных комплексов в форсированных дизелях // Двигателестроение. 1987. № 6. С. 25–29.
6. Кича Г.П. Повышение эффективности тонкой очистки моторного масла в судовых тронковых дизелях комбинированным фильтрованием / Г.П. Кича, Н.Н. Таращан // Эксплуатация морского транспорта. 2015. №2 (75). С. 66–79.
7. Кича Г.П. Стохастическое моделирование разделения сложных гетерогенных систем судовых устройств на основе представлений и аппарата случайных марковских процессов / Г.П. Кича, Б.Н. Воробьёв, А.В. Надёжкин // Морские интеллектуальные технологии. – 2017. – № 3(37) Т.2. С. 112–121.
8. Кича Г.П. Повышение эффективности тонкой очистки моторного масла в судовых тронковых дизелях комбинированным фильтрованием: моногр. / Г.П. Кича, Н.Н. Таращан, А.В. Надежкин. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2015. 174 с.

L.A. Semeniuk

MSU named after admiral G.I. Nevelskoy, Vladivostok, Russia

### **THE MAIN DIRECTIONS AND METHODS OF CALCULATION OF AGING AND CLEANING OF MOTOR OIL IN INTERNAL COMBUSTION ENGINES**

*Provides an overview of modern methods of calculation of aging and cleaning of motor oil in internal combustion engines. Are estimated progressive model of filtration of the engine oil.*

А.Н. Соболенко  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЁТНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ КОНВЕРТИРОВАНИЯ ЧЕТЫРЁХТАКТНОГО ДИЗЕЛЯ НА ГАЗОМОТОРНОЕ ТОПЛИВО

*Рассмотрены системы смесеобразования двигателей, работающих на газомоторном топливе, с внешним смесеобразованием и внутренним смесеобразованием. Внешнее смесеобразование можно применять преимущественно в четырёхтактных дизелях. Процесс сгорания дизеля при такой конвертации будет изохорным. Чтобы не превысить допустимое значение  $p_z$ , в этом случае необходимо снизить степень сжатия  $\varepsilon$ . Для ограничения по максимальной температуре сгорания  $T_z$  следует повысить коэффициент избытка воздуха  $\alpha$ . Всё это приведёт к снижению мощности дизеля до 22,8 %.*

**Ключевые слова:** дизель, газомоторное топливо, конвертирование, внешнее смесеобразование.

При конвертировании судовых дизелей на газомоторное топливо необходимо выбрать способ образования рабочей смеси в цилиндре дизеля.

Известны системы с внешним смесеобразованием, которые применялись в дизелях ещё с середины прошлого века.

В этих системах сжиженный природный газ при подаче к двигателю вначале преобразовывался в газообразное состояние, а затем смешивался с воздухом в газозоодушном миксере, установленном во впускном трубопроводе. Таким образом, происходило внешнее смесеобразование. Внешнее смесеобразование осуществлялось в специальных смесительных устройствах – миксерах, обеспечивающих необходимый состав смеси на всех режимах. При этом были разработаны системы топливоподачи с количественным, качественным и смешанным регулированием газовых двигателей.

Воспламенение газообразного топлива в камере сгорания дизеля возможно от дополнительной свечи зажигания (форкамерно-факельное зажигание), за счёт теплоты сжатия газозоодушной смеси и от запальной дозы дизельного топлива.

Газовые двигатели с форкамерно-факельным зажиганием являются значительно более сложными, чем двигатели с внешним смесеобразованием, поэтому они не нашли широкого применения. И вряд ли их использование целесообразно для судовых дизелей, которые изначально работают на жидком топливе. Этот способ приемлем, скорее всего, для четырёхтактных бензиновых двигателей, поскольку уже имеется готовая система зажигания и остаётся только дооборудовать дизель системой подачи газового топлива во внешнее смесительное устройство.

Непосредственное использование газообразного топлива в дизелях без дополнительной свечи зажигания возможно только при степени сжатия  $\varepsilon = 22,0$  и выше, что обусловлено высокой температурой самовоспламенения природного газа. Учитывая, что сгорание газового топлива происходит мгновенно, т.е. осуществляется изохорный цикл, это может привести к недопустимому росту величины максимального давления сгорания. Недопустимый рост возникает также в случае, если не ввести ограничение  $p_z$ . Ограничение по  $p_z$  возможно двумя путями: снижением степени сжатия или снижением количества сжигаемого топлива. В обоих случаях мы получим понижение мощности, и встаёт вопрос, насколько это приемлемо.

Поэтому преимущественное распространение получили газодизели, в которых у конце такта сжатия газозоодушной смеси осуществляется впрыскивание запальной дозы дизельного топлива. Причём величина запальной дозы зависит от особенностей газодизеля (его размерности, уровня форсирования, свойств газообразного топлива) и может колебаться в широких пределах (от 1 до 50 %) [1, 2].

При конвертировании обычного дизеля в газодизель требуется минимальное переоборудование двигателя. Наиболее простой является установка газоздушного смесителя во впускной трубопровод с системой регулирования подачи газа при изменении нагрузочного режима (качественное регулирование) и некоторой конструктивной модернизации регулятора подачи запальной дозы дизельного топлива.

Этот способ имеет ограниченное применение только для четырёхтактных дизелей.

Для двухтактных дизелей, имеющих большое значение коэффициента продувки (1,3 ÷ 1,6), при таком способе возникнут серьезные потери газа и создастся взрывоопасная смесь на выпуске [3]. В настоящее время разработаны двухтопливные форсунки и системы подачи газового топлива и дизельного топлива на один дизель. Двухтопливная форсунка – это, по сути, две форсунки, объединённые в общем корпусе. Одна игла служит для подачи запального жидкого топлива, другая – для подачи основного газообразного топлива. Как правило, для магистрали подачи запального жидкого топлива служит система Common Rail. Управление подачей как запального жидкого топлива, так и основного газового топлива осуществляется электронным блоком. Использование подачи газа через форсунку в конце такта сжатия позволяет растянуть процесс его подачи на линию расширения и осуществить смешанный процесс сгорания: сначала по изохоре, затем – по изобаре. Это позволяет не уменьшать степень сжатия дизеля, тем самым предохраняя его термический КПД от снижения.

Нами было проведено расчётное исследование рабочего цикла дизеля при двух способах образования газоздушной смеси для дизеля 6ЧН30/38.

Результаты расчёта приведены в таблице.

### Параметры рабочего цикла

Исходный вариант	1-й вариант	2-й вариант
Рабочий цикл на дизельном топливе	Рабочий цикл на газомоторном топливе с двухтопливной форсункой	Рабочий цикл на газомоторном топливе с подачей газа на впуск
Рабочий цикл – со смешанным подводом теплоты	Рабочий цикл – со смешанным подводом теплоты	Рабочий цикл – с изохорным подводом теплоты
$p_k = 0,225$ МПа	$p_k = 0,225$ МПа	$p_k = 0,2$ МПа
$\varepsilon = 14,5$	$\varepsilon = 14,5$	$\varepsilon = 12,5$
$\alpha = 2,16$	$\alpha = 2,16$	$\alpha = 2,4$
$\lambda = 1,45$	$\lambda = 1,45$	$\lambda = 1,985$
$\rho = 1,336$	$\rho = 1,319$	$\rho = 1,0$
$p_z = 12,46$ МПа	$p_z = 12,48$ МПа	$p_z = 12,48$ МПа
$T_z = 1857$ К	$T_z = 1909$ К	$T_z = 1862$ К
$T_b = 985$ К	$T_b = 1012$ К	$T_b = 936$ К
$p_e = 1,118$ МПа	$p_e = 1,092$ МПа	$p_e = 0,863$ МПа
$g_e = 0,217$ кг/(кВт·ч)	$g_e = 0,021$ кг/(кВт·ч)	$g_e = 0,0219$ кг/(кВт·ч)
$v_e = 0$	$v_e = 0,218$ м <sup>3</sup> /(кВт·ч)	$v_e = 0,227$ м <sup>3</sup> /(кВт·ч)
$\Delta p_e = 0$	$\Delta p_e = -2,3$ %	$\Delta p_e = -22,8$ %

Как следует из таблицы, перевод дизеля на работу с двухтопливной форсункой позволяет сохранить параметры рабочего цикла дизеля практически неизменными. Немного снижается мощность дизеля (на 2,3 %) и увеличивается максимальная температура цикла (на 2,8 %).

Необходимость разработки и изготовления принципиально новых двухтопливных форсунок может существенно осложнить процесс конвертирования существующих дизелей на газомоторное топливо.

С точки зрения конструктивных изменений наиболее просто осуществить конвертирование по второму варианту – подачей газа на впуск.

При работе по второму варианту изменения рабочего цикла заметны. Во-первых, необходимо понизить степень сжатия. Обычно это выполняется установкой прокладки под крышку цилиндра. Изменение условий смесеобразования не играет никакой роли, так как основное топливо перемешивается с воздухом до поступления в рабочий цилиндр. Поскольку в цилиндр будет поступать готовая смесь воздуха с газом, то после впрыска и самовоспламенения запальной дозы жидкого топлива процесс сгорания осуществится мгновенно, т.е. он будет идти по изохорному циклу. Следует оговориться, что скорость сгорания газозвоздушной смеси меньше, чем смеси паров жидкого топлива с воздухом. Поэтому в реальном двигателе, возможно, что какая-то малая часть процесса будет проходить по изобаре.

Чтобы ограничить величину максимального давления сгорания не выше изначального, степень сжатия уменьшена на 13,8 %, до значения  $\epsilon = 12,5$ . Чтобы величина максимальной температуры не превысила существенно изначальное значение, коэффициент избытка воздуха для сгорания увеличен на 11,1 %, до значения 2,4. Среднее эффективное давление, а следовательно, и номинальная мощность дизеля, упали на 22,8 %. Это явилось следствием роста  $\alpha$ , снижения экономичности цикла из-за снижения  $\epsilon$  и более низким значением теплотворной способности газового топлива. Снижение степени сжатия привело к некоторому росту удельного расхода газового топлива – на 4,1 %.

Конвертирование судовых дизелей на газомоторное топливо рекомендуется начинать с судов портового флота [4]. В этом случае при отсутствии портовой инфраструктуры по заправке газомоторным топливом судов возможна заправка с использованием автомобилей-метановозов. Учитывая, что эксплуатационная мощность рейдовых и разъездных судов находится в пределах 65–70 % от номинальной мощности [5], снижение мощности до 77 % вполне приемлемо.

**Вывод.** Конвертирование четырёхтактных дизелей на существующих судах наиболее технически просто осуществить посредством установки газосмесительного устройства на впуске в цилиндры. Получаемое при этом снижение мощности вполне приемлемо.

Система хранения и подачи газа на судне должна отвечать нормам безопасности [6].

### Библиографический список

1. Белоусов Е.В. Топливные системы современных судовых дизелей: учеб. пособие. СПб.-М.- Краснодар: Лань, 2016. 256 с.
2. Епифанов В.С. Эксплуатация судовых энергетических установок на природном газе. М.: Транслит, 2010. 214 с.
3. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей / изд. 3-е, перераб. и дополн. ; под ред. А.С. Орлина, М.Г. Круглова. – М.: Машиностроение, 1980. 288 с.
4. Соболенко А.Н., Воробьев Б.Н. Проблемы внедрения газомоторного топлива в судовых дизелях // Науч. труды Дальрыбвтуза. № 1 (т. 44). Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 73–78.
5. Соболенко А.Н. Эксплуатация судовых дизелей. Курс лекций: учеб. пособие / реком. ДВ РОУМО в области эксплуатации водного транспорта в качестве учеб. пособия для курсантов морских специальностей вузов региона. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2011. 103 с.
6. Пипченко А.Н., Пономаренко В.В., Шевченко В.А., Табулинский И.Н. Техническая эксплуатация одно- и двухтопливных двигателей Wartsila-Sulzer: учеб. пособие. Одесса: ТЭС, 2017. 338 с.

A.N. Sobolenko  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## SOME RESULTS OF CALCULATE RESEARCH OF CONVERTING FOUR-STROKE DIESEL TO GAS MODE

*The mixture formation of engines operating in gas mode with external mixture formation and internal mixture formation are considered. The external mixture formation can be used predominantly in four-stroke diesel engines. The combustion process of a diesel engine with such conversion will be isochoric. In order not to exceed the permissible value  $p_z$  in this case it is necessary to reduce the compression ratio  $\epsilon$ . To limit the maximum combustion temperature  $T_z$  the excess air factor  $\alpha$  should be increased. All this will lead to a diesel power decrease to 22.8 %.*

УДК 656.073(075.8)

С.В. Старков  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ ТЕРМИНАЛА ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИТОРСКОЙ КОМПАНИИ

*Освещается организация работы терминала транспортно-экспедиторской компании, описываются основные операции универсальных терминалов, технологический процесс терминальной транспортировки, технологии международных терминальных перевозок.*

Ключевая роль транспортировки в логистике объясняется не только большим удельным весом транспортных расходов в общем составе логистических издержек, но и тем, что без транспортировки невозможно само существование материального потока. Зачастую транспортный сервис, дополненный операциями грузопереработки, например, на грузовых терминалах, включает подавляющее большинство логистических активностей для внешних и интегрированных ЛС.

Роль транспортировки настолько велика, что круг вопросов, относящихся к этой ключевой комплексной логистической активности, выделен в предмет изучения специальной дисциплины – транспортной. Согласно классификации ЛС, можно выделить внешнюю (в логистических каналах снабжения – сбыта) и внутреннюю (внутрипроизводственную, технологическую) транспортировку.

Современное понятие транспортировки грузов в нашей стране существенно изменилось с развитием рыночных отношений от отрасли, приравненной к промышленным отраслям экономики, до сферы услуг – транспортного сервиса. С позиций потребителя транспортный сервис должен обеспечить доставку груза (МР, ГП) обусловленного качества в заданное место и время с минимальными затратами.

Поэтому потребители транспортных услуг выбирают такие виды транспорта и способы транспортировки, которые обеспечивали бы наилучшее качество логистического сервиса.

**Терминальные перевозки.** Перевозка грузов, организуемая и осуществляемая через терминалы, называется терминальной перевозкой. Значение этого вида транспортировки в современных микро- и макрологистических системах чрезвычайно возросло, что предопределено, прежде всего, интегрированием в нем большого числа логистических активностей (рис. 1).



Рис. 1. Терминальная технология транспортировки

Терминальные перевозки возникли за рубежом, прежде всего в смешанных системах доставки грузов в междугородном и международном сообщениях: в крупных морских портах, транспортных узлах, а затем в грузообразующих сухопутных районах Западной Европы и Северной Америки. В роли организаторов терминальных перевозок выступают, как правило, транспортно-экспедиционные фирмы или операторы различных видов транспорта, использующие универсальные или специализированные терминалы и терминальные комплексы для различных способов перевозок.

**Основными операциями универсальных терминалов являются:**

- маркетинговые исследования рынка транспортно-логистического сервиса;
- сбор и развоз грузов;
- краткосрочное хранение;
- консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки;
- межтерминальная перевозка и доставка грузов конечному потребителю;
- оформление договоров с клиентами, прием и обработка заявок;
- консолидация, разукрупнение, сортировка, комплектация и другие операции грузопереработки;
- информационно-компьютерная поддержка сервисных услуг терминала;
- расчеты за транспортно-логистические услуги.

Обычно крупный универсальный терминал имеет административное помещение, склад сортировки мелких отправок, склад длительного хранения грузов, склад для международных перевозок грузов с таможенным досмотром, склад для переработки скоропортящихся грузов, площадки для тяжеловесных, длинномерных грузов и контейнеров, комнаты отдыха водителей и площадку для стоянки автопоездов.

Специализированные терминалы осуществляют операции транспортно-логистического сервиса для определенного вида или ассортимента грузов, например, скоропортящихся, продовольственных, медикаментов, бумаги и т.п.

Специализация грузовых терминалов позволяет лучше учесть требования клиентов к перевозке, хранению и переработке грузов, повысить эффективность логистического менеджмента и качество сервиса, снизить логистические издержки.

Большой опыт специализации грузовых терминалов накоплен в Японии и Франции.

Например, в Японии насчитывается около 2 000 специализированных терминалов.

**Технологический процесс терминальной транспортировки состоит из трех основных этапов:**

- завоза грузов на терминал и развоз их с терминала;
- грузопереработка на терминале;
- линейная перевозка грузов между терминалами отправления и назначения (рис. 2).

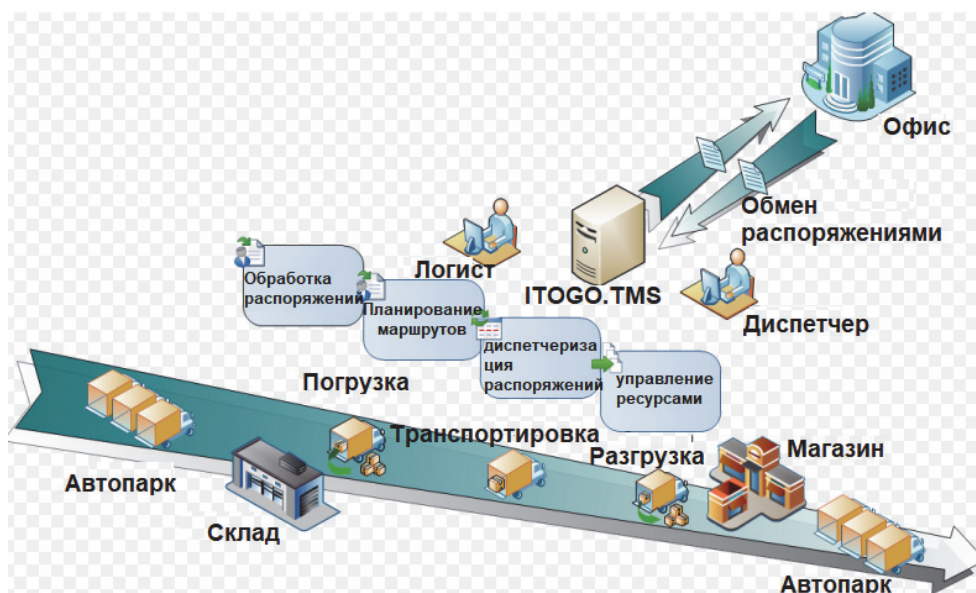


Рис. 2. Экспедирование грузов

При размещении грузов на складах необходимо выбрать схемы расположения проездов, определить их ширину, установить систему расположения штабелей, стеллажей и порядок укладки грузов (рис. 3).

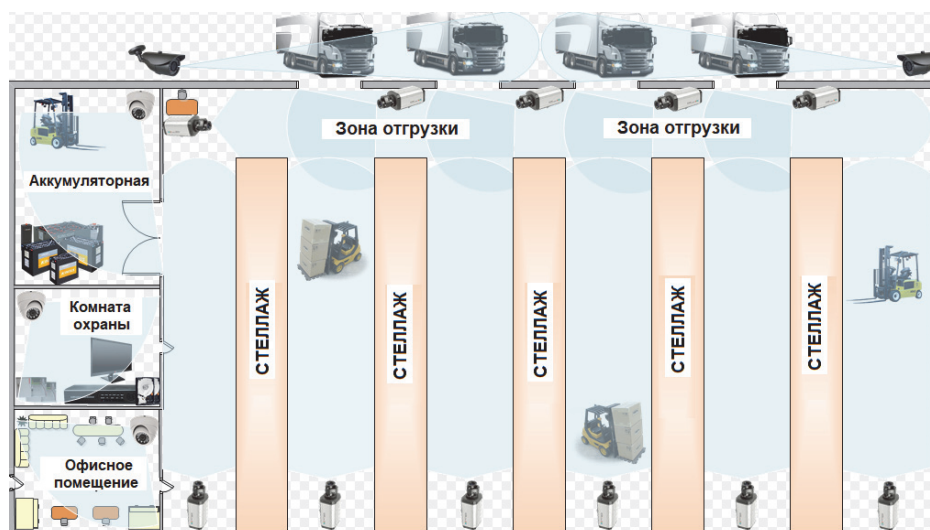


Рис. 3. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов

Правильное решение этих вопросов определяет оптимальное размещение грузов на складе, т.е. рациональное использование площадей склада, обеспечение необходимых условий производства приемочно-отпускных операций.

Размещение грузов на складе зависит от конкретных условий: номенклатуры грузов, их габаритных размеров, способов штабелирования или складирования и характеристик склада.

**При размещении грузов на складе необходимо обеспечить:**

- раздельное хранение грузов различной номенклатуры;
- каждый типоразмер должен иметь отдельную ячейку, стеллаж, штабель;
- удобство эксплуатации склада и свободное перемещение грузов в соответствии с технологическим процессом;
- максимально возможное использование площади и кубатуры склада;
- возможность приема, хранения и отпуска грузов.

Грузы на складе терминала размещаются с учетом обеспечения полной их сохранности во время хранения (рисунки 4, 5), рационального использования емкости и площади склада, максимальных устройств выполнения операций по приему, выдаче, группировке и учету грузов, максимального использования погрузочно-разгрузочных механизмов и сокращения подвижного состава под погрузкой и разгрузкой (рис. 6).



Рис. 4. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов

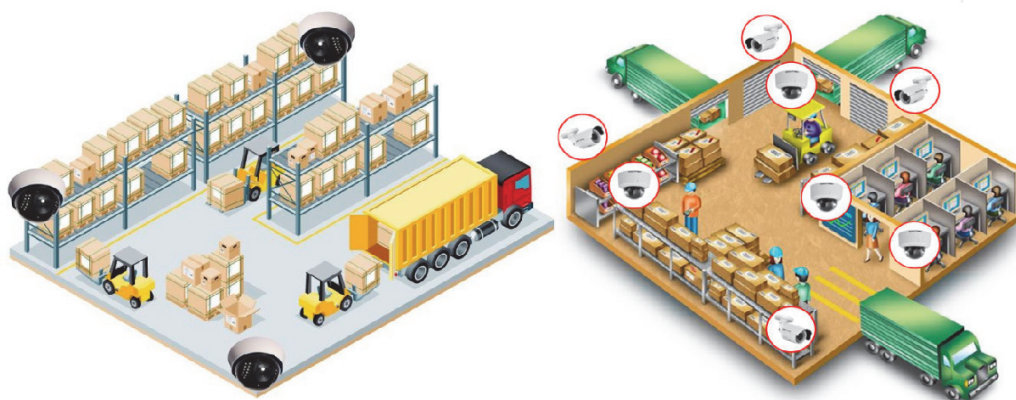


Рис. 5. Схема видеонаблюдения и отгрузки грузов на базах и складах терминалов



Рис. 6. Схема работы отделения склада терминала



Для своевременной доставки мелких отправок и рационального использования складских помещений завезенные мелкопартионные грузы должны быть в кратчайший срок отправлены грузополучателю.

**Международные терминальные перевозки включают следующие технологии:**

- завоз, вывоз и переработку грузов на терминалах (погрузки, разгрузка, подсортировка, хранение и др.);
- таможенную обработку груза;
- магистральную перевозку.

На терминал, предназначенный для международных перевозок, могут приниматься любые грузы, не запрещенные к ввозу либо вывозу (рисунки 7, 8, 9).

До передачи грузов и транспортных средств на терминал всю ответственность за эти грузы и транспортные средства, включая уплату таможенных платежей, несет перевозчик.

Грузы и транспортные средства, находящиеся на терминале, подлежат обязательному учету.



Рис. 7. Схема размещения на контейнерной площадке универсальных автомобильных и специализированных контейнеров



Рис. 8. Крупный универсальный терминал

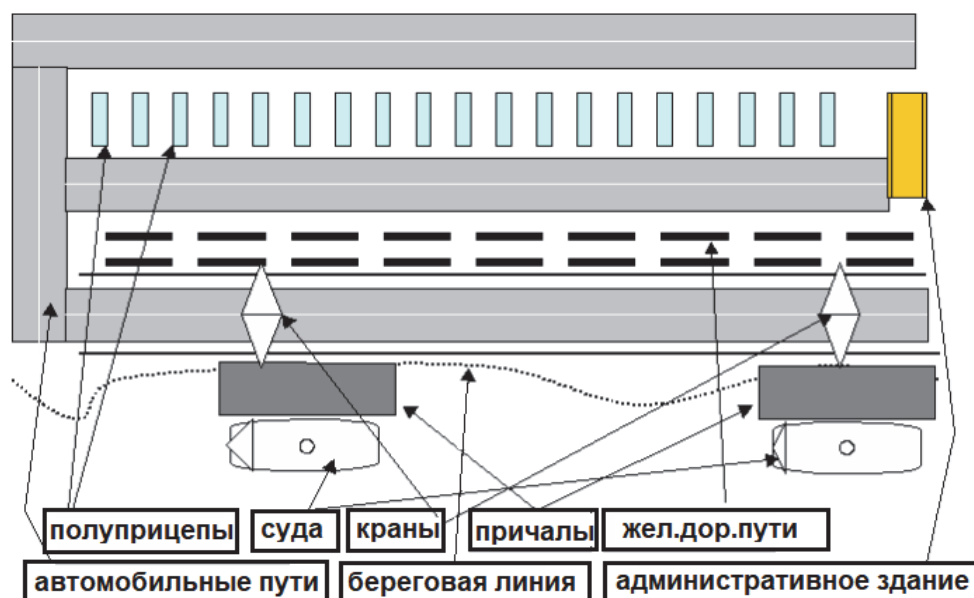


Рис. 9. Схема морского терминала

### Библиографический список

1. Волгин В.В. Логистика приемки и отгрузки товаров: практич. пособие. М.: Дашков и К°, 2009. 457 с.
2. Гаджинский А.М. Логистика: учеб. для высш. учеб. заведений. М.: Дашков и К°, 2011. 481 с.
3. Голубчик А.М. Транспортно-экспедиторский бизнес: создание, становление, управление. М.: ТрансЛит, 2011. 317 с.
4. Иванов Д.А. Управление цепями поставок. СПб.: Изд-во Политехнического университета, 2010. 659 с.

S.V. Starkov  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

### ORGANIZATION OF WORK OF THE TERMINAL OF THE FREIGHT FORWARDING COMPANY

*In the article the organization of work of the terminal of the forwarding company is consecrated. Basic operations of universal terminals. The technological process of transportation terminal. Technologies of international terminal transportation.*

УДК 78.36

Г.П. Старкова  
ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

### ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИ ВНЕДРЕНИИ ГЛОНАСС-МОНИТОРИНГА НА ТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

*Раскрыт вопрос повышения эффективности при внедрении ГЛОНАСС-мониторинга на транспортном предприятии. Эффективность использования автопарка при применении систем спутникового мониторинга повышается за счет более рационального составления маршрутов с учётом пробок и прочих факторов, мешающих движению транспорта.*

Следует отметить, что эффективность внедрения систем спутникового мониторинга на транспортном предприятии обуславливается комплексным подходом, включающим технические и административные меры (рис. 1).



Рис. 1. Расширение возможностей эффективного контроля транспорта с помощью систем спутникового мониторинга

То есть важен не только правильный выбор спутникового трекера, ДУТ или еще каких-то систем, относящихся к мониторингу, и их правильная инсталляция, но и организация процесса мониторинга, документирования, а также интеграция системы в общий эксплуатационный процесс предприятия.

При правильном подходе к использованию систем спутникового мониторинга достигается существенная экономия расходов компании за счет повышения безопасности перевозок, оптимизации маршрутов, снижения расхода топлива, предотвращения злоупотреблений и т.д. [1].

**Эффективность использования автопарка при применении систем спутникового мониторинга повышается за счет:**

- более рационального составления маршрутов с учётом пробок и прочих мешающих факторов;
- возможности информирования водителя о проблемах на дороге, пробках и маршрутах объездов;
- снижения вероятности «левых» рейсов и других факторов нецелевого использования транспорта;
- контроля расхода топлива, исключения его слива;
- контроля над состоянием груза.

Жесткий контроль над передвижением транспортного средства позволяет не только достичь экономии топлива и горюче-смазочных материалов, но и оптимизации работы узлов и механизмов автомобиля, что, в свою очередь, позволяет снизить количество ремонтов и увеличить сроки проведения ТО.

По имеющимся данным, контроль скоростного режима, а также стиля вождения позволяют снизить расход топлива до 20 %.

Движение на повышенной скорости, интенсивные разгоны и торможения, помимо повышенного расхода топлива, приводят и к дополнительному износу резины, трансмиссии, двигателя и тормозной системы автомобиля.

Каждый случай отклонения от заданных параметров должен фиксироваться системой мониторинга. Затем по совокупности случаев делаются организационные выводы по поводу водителя [2].

**Факторы, влияющие на повышение качества услуг и объем перевозок, включают в себя:**

- рациональное составление маршрута;
- мониторинг текущего местоположения транспорта в реальном времени;
- оперативную реакцию как на рабочие, так и на нештатные ситуации;
- повышение дисциплинированности персонала.

Для решения упомянутых выше задач следует применять системы мониторинга транспорта с графическим отображением ситуации, обеспечивающие наглядное восприятие как совокупности маршрутов, так и обстановки вокруг них (рис. 2). Что, в свою очередь, дает возможность оперативного реагирования на любую внештатную ситуацию.

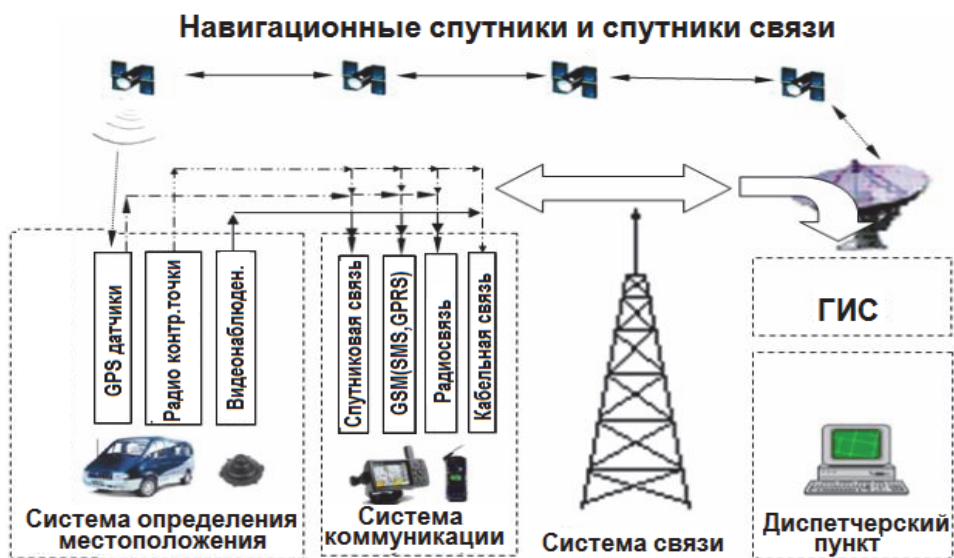


Рис. 2. Структуры систем мониторинга автотранспорта

Достаточно важным моментом в системе мониторинга транспорта является возможность обмена в реальном времени информацией между водителем и диспетчером, что повышает безопасность водителя и груза, а также оперативность решения возникающих задач. С этой целью могут применяться как голосовые сообщения, так и СМС [3] (рисунки 3, 4, 5).

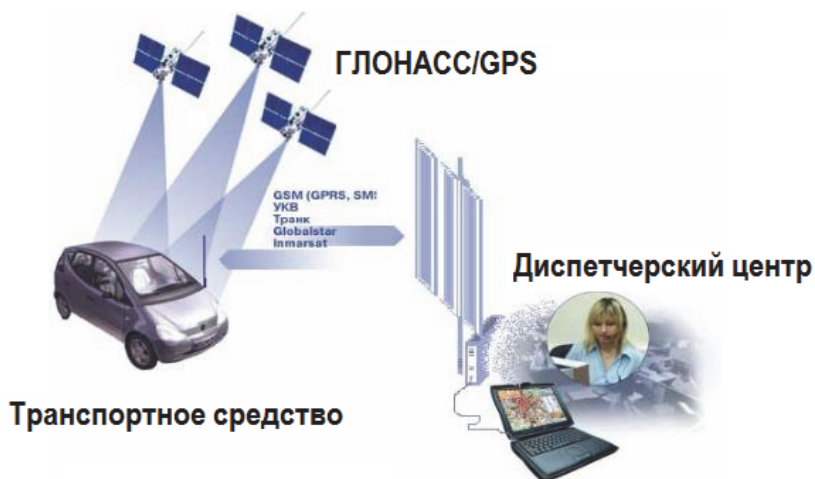


Рис. 3. Система мониторинга АТ с прямой связью

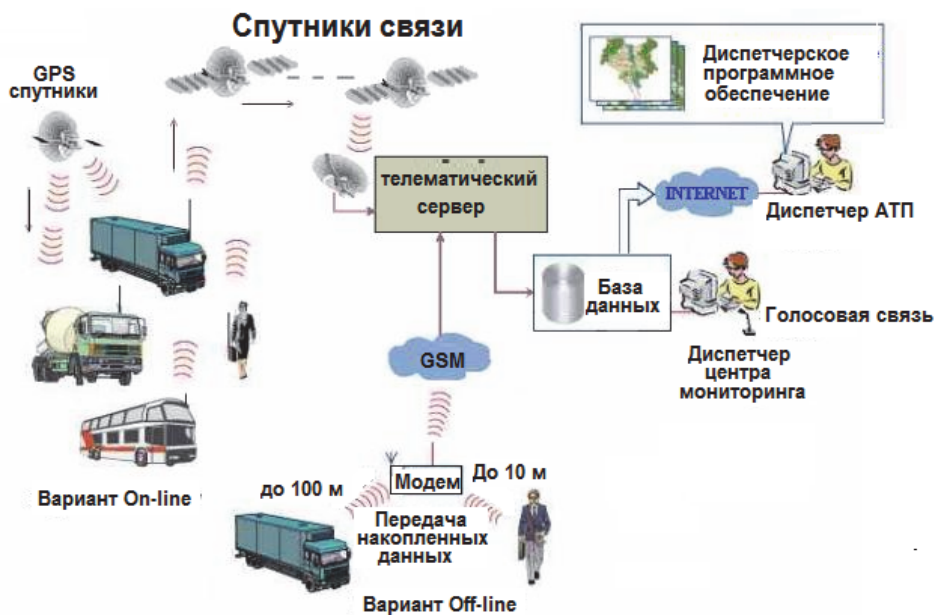


Рис. 4. Система мониторинга АТ с центральным оператором

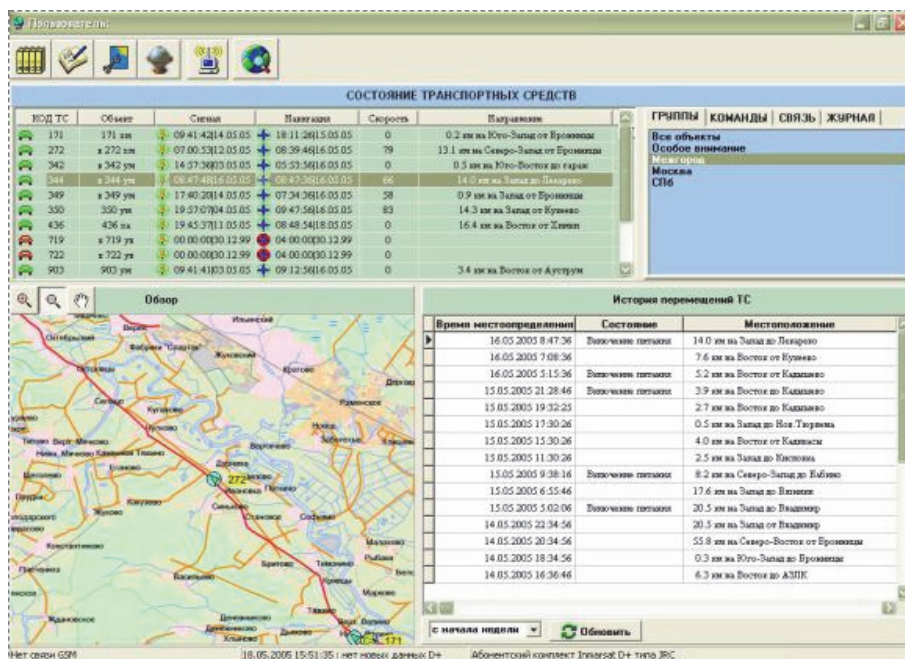


Рис. 5. Рабочее окно диспетчерской программы

**Факторы обеспечения безопасности перевозок включают в себя:**

- возможность оперативного контроля отклонения автомобиля или другого транспортного средства от маршрута;
- контроль параметров движения и остановок;
- использование трекеров с достаточным количеством дополнительных датчиков, что позволяет отслеживать состояние и режимы работы систем транспортного средства;
- установку необходимых геозон и контроль входа и выхода из них транспортного средства;
- наличие у системы мониторинга кнопки SOS, позволяющей водителю в случае необходимости отправить тревожное сообщение;
- наличие двусторонней связи с водителем;
- контроль рабочего времени водителя, с учетом нахождения его за рулем.

Безопасность транспортного средства во многом зависит от соблюдения установленных правил перевозок и дисциплинированности персонала. Очень важны такие требования, как заправки только на определенных АЗС, остановка на ночлег на охраняемых территориях и т.д. И все это позволяют контролировать системы ГЛОНАСС/GPS-мониторинга [4].

При установке дополнительных датчиков можно контролировать температурный режим грузов в холодильном отделении, что снижает риск его порчи, моменты открытия или закрытия дверей, багажника, открытие заправочных и сливных горловин, опрокидывания кузова и т.д.

Контроль времени вождения и недопущение предельной усталости водителя многократно уменьшает возможность ДТП и, тем самым, снижает риск потери как самого транспортного средства, так и утрату груза. О жизни и здоровье самого водителя мы намеренно не говорим, поскольку данные параметры не измерить в денежном эквиваленте [5].

Существенно повышает безопасность наличие в ГЛОНАСС/GPS-трекере кнопки SOS.

При нажатии тревожной кнопки SOS сообщение немедленно передается в систему мониторинга транспорта, и к разрешению внештатной ситуации сразу же подключается диспетчер, способный принять необходимые меры, включая выезд на место служб экстренной помощи, сотрудников правоохранительных органов и представителей компании.

Определяемая с учетом вышесказанного экономическая эффективность использования систем ГЛОНАСС мониторинга транспорта индивидуальна для каждого предприятия.

Однако анализ всего одного критерия – «снижение затрат на топливо» – позволяет говорить о том, что система мониторинга позволяет снизить расходы на 25–30 %.

С учетом же средней стоимости ГЛОНАСС/GPS-трекеров, датчиков уровня топлива и другого оборудования, затраты на установку системы мониторинга окупаются в среднем в течение одного-двух месяцев.

Автомобильный транспорт является одним из элементов транспортно-дорожного комплекса страны и связующим звеном, обеспечивающим функционирование всех звеньев народного хозяйства.

В современном мире информационные технологии давно заняли ведущие позиции в планировании, организации и контроле транспортно-технологической деятельности.

В транспортном обслуживании участвуют предприятия с различными формами собственности и видами деятельности: автотранспортные (общего пользования, ведомственные и частные), экспедиционные, терминальные предприятия, станции технического обслуживания и автосервиса, снабжения запчастями и материалами и пр. Эффективность их функционирования в условиях рыночной экономики зависит от оперативности и точности учета доходов и расходов, от быстроты реагирования на изменяющиеся условия, конъюнктуру и цены.

Эффективность работы предприятий определяется правильностью принимаемых решений, которые базируются на достоверной информации. Условия конкуренции диктуют снижение сроков принятия решений при постоянно возрастающем объеме анализируемых информационных массивов.

### **Библиографический список**

1. Гаджинский А.М. Современный склад. Организация, технологии, управление и логистика: учеб.-практ. пособие. М.: Проспект, 2005. 176 с.
2. Дэниел Л. Вордлоу, Дональд Ф. Вуд, Джеймс Джонсон, Поль Р. Мерфи. Современная логистика. М.: Вильямс, 2005. 624 с.
3. Миротин Л.Б. и др. Эффективность логистического управления: учебник для вузов. М.: Экзамен, 2004. 448 с.

4. Миротин Л.Б. Интегрированная логистика накопительно-распределительных комплексов (склады, транспортные узлы, терминалы): учебник для транспортных вузов. М.: Экзамен, 2003. 445 с.

5. Панкратов Ф.Г., Серегина Т.К. Коммерческая деятельность: учебник для вузов / 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Маркетинг, 2000. 580 с.

G.P. Starkova  
Dalrybvtuz, Vladivostok, Russia

## IMPROVING THE EFFICIENCY IN THE IMPLEMENTATION OF GLONASS MONITORING OF TRANSPORT COMPANY

*In the article the question of increase of efficiency with the introduction of GLONASS monitoring to the transport company. The efficiency of the fleet in the application of satellite monitoring systems is increased by more efficient routing, taking into account traffic jams and other obstacles.*

УДК 584.17

П.А. Стародубцев<sup>1,2</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>2</sup>, Н.Л. Халаев<sup>1</sup>, Э.В. Москаленко<sup>1</sup>  
<sup>1</sup> Тихоокеанское высшее военно-морское училище им. С.О. Макарова,  
<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»,  
Владивосток, Россия

## КРАТКО О ТОМОГРАФИРОВАНИИ ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКОЙ СРЕДЫ

*Представлен подход к решению проблемы томографирования процесса восстановления характеристик морской среды путем применения разноплановых, технологически разносторонних методов пространственного мониторинга морской среды. Объект исследования – акустическая томография океана как быстроразвивающееся научное направление, включающее в себя достижения современной волновой физики, математики и инженерии. Суть ее состоит в восстановлении внутренней структуры океана по данным акустического зондирования обширных (порядка сотен и тысяч километров) регионов акустическими волнами.*

**Введение.** По характеру распространения, отражения, рассеяния акустических волн можно получать информацию о свойствах среды, решая так называемые обратные задачи. Средства такого рода уже давно используются на ограниченных дистанциях, например, эхолоты, устанавливаемые практически на всех судах и позволяющие не только измерять глубину океана, но и с помощью более совершенных моделей изучать строение дна океана [1, 2, 3, 5].

Но все эти средства обладают одним недостатком: отсутствие широкомасштабности при изучении на больших дистанциях, с высокой достоверностью, данных о морской среде и присутствующих в ней объектов искусственного и естественного происхождения, в том числе и биологического.

**Основная часть.** Для устранения данных недостатков на рубеже XX–XXI вв. были проведены большие исследования состояния морской среды в рамках акустической томографии океана (далее – АТО). АТО как быстроразвивающееся научное направление включило в себя достижения современной волновой физики, математики и инженерии. Суть его состояла в восстановлении внутренней структуры океана по данным акустического зондирования обширных (порядка сотен и тысяч километров) регионов океана акустическими волнами.

Основная технологическая идея АТО заключалась в использовании данных дальнего распространения звука для получения информации о состоянии океанской среды. На практике эта общая концепция АТО реализуется в виде широкого спектра томографических подходов [6, 9, 11–16], различающихся:

- по организации натуральных измерений;
- по типу используемых акустических сигналов;
- по исследуемым океанографическим параметрам и применяемому методу инверсии.

Структурно АТО осуществлялось раньше и осуществляется в настоящее время с помощью систем вертикальных приемных антенн, расположенных по периметру изучаемого региона. Расположенные на вертикальных антеннах гидрофоны принимают сигналы от источников, расположенных также по периметру акватории (рис. 1).

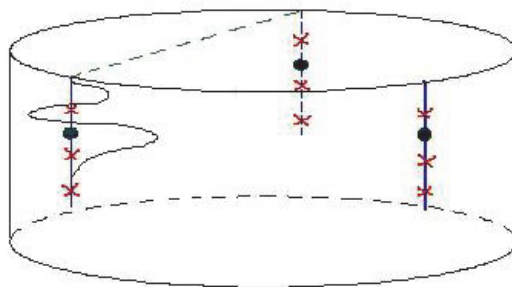


Рис. 1. Система вертикальных приемных антенн, расположенных по периметру изучаемого региона (• – излучатели, x – приемники)

В традиционной АТО разрешение вертикальной структуры поля скорости звука  $C$  достигается главным образом за счет множественных собственных лучей в каждой вертикальной плоскости, в то время как горизонтальное разрешение является результатом комбинации данных, полученных для взаимно пересекающихся трасс распространения между различными трансиверами (приемниками). Хотя число пересекающихся трасс растет пропорционально квадрату числа точек измерений, оно может оказаться недостаточным для адекватного разрешения мезомасштабной изменчивости структуры океанской среды.

Ввиду сложности реализации такого АТО при большом количестве приемных и излучающих элементов при решении задачи томографирования, авторы предлагают использовать динамическую томографию, реконструируя в дальнейшем ее в новые виды томографических подходов. Численное моделирование, проведенное авторами, показало [17], что томография с движущихся судов (динамическая томография) может значительно превзойти традиционную АТО. При совместном использовании мобильного источника звука и заякоренной томографической сети создаются многочисленные акустические трассы в дополнение к существующим стационарным. В результате горизонтальное разрешение поля измеряемых параметров среды значительно улучшается.

В целом динамическая томография подходит для длительных наблюдений сезонной и межгодовой временной изменчивости океанографических характеристик, осредненных по большой акватории, и обладает преимуществами при зондировании мезомасштабных неоднородностей. Взаимодополняющие свойства двух таких томографий предполагают, что они могут эффективно комбинироваться в рамках единой системы наблюдений за морской обстановкой.

Наметившаяся тенденция исследования океана с помощью относительно дешёвых дрейфующих и «ныряющих» зондов-датчиков температуры, солёности, давления, которые позволили осуществить картирование многих частей Мирового океана, не может дать необходимую развивающуюся во времени картину в тех случаях, когда необходим динамический мониторинг океана в реальном времени. Также динамическая томография остаётся привлекательной в локальных областях, например, в шельфовой зоне.



Поэтому можно предположить, что «ниша» акустической томографии океана не сможет быть полностью закрыта данными исследованиями и будет расширена, как только это позволят новые схемы, выводящие исследования из стадии эксперимента и делающие их применение экономически целесообразными.

Однако многолетние исследования различных групп, как в России, так и за рубежом, в первую очередь в США, Франции, Японии [13–16], выявили ряд принципиальных трудностей как фундаментального, так и технического характера, присущих АТО и динамической томографии.

Эти трудности связаны с тем, что исчерпывающая информация получается только при многоракурсном облучении исследуемой акватории. Вследствие этого чрезвычайно трудоёмкого и затратного процесса, несмотря на очевидную научную, прикладную и экономическую ценность предложенных подходов, её использование не вышло за рамки отдельных экспериментов и не получило необходимого развития.

И только в настоящее время, в связи с повышенной периодичностью проявления разрушительных землетрясений, цунами, мощными дождевыми и снежными тайфунами с ураганскими ветрами в Охотском море, на Камчатке, Курильских островах, в Беринговом море и морях Юго-Восточной Азии, вызывающими прибрежные наводнения, ученые снова обратились к АТО и ее модификациям (лучевой акустической томографии Манка и Вунша, модовой, интерференционной, дифракционной, квазидифракционной) и стали искать наиболее эффективный и простой инструментальный ее реализации. Дополнительно необходимо отметить, что квазидифракционная томография как вариант динамической томографии и новое понятие в исследовании океана было разработано и экспериментально проверено авторами статьи. Она также является интеллектуальной собственностью профессора П.А. Стародубцева

Идея томографии заключается в том, чтобы, расположив в пределах исследуемой акватории требуемое количество источников и приемников звука (рис. 2), восстановить пространственно-временную структуру неоднородностей морской среды по измеряемым вариациям времен распространения, прошедших через среду просветных звуковых сигналов.

Измеренным параметром является звуковое поле, полученное на приемниках пространственно развитой антенны. С помощью согласованной фильтрации эти измерения пересчитываются во времена распространения или задержки (в зависимости от того, есть или нет синхронизация излучения и приема). Ядром преобразования является система нелинейных уравнений, связывающих эти времена и поле скорости звука

$$t_i = \int_{z_i} \frac{ds}{c(x_i(s))}, \quad (1)$$

где  $t_i$  – время распространения,  $z_i$  и  $x_i$  – траектория  $i$ -го луча,  $c = c_0 + \delta c$  – поле скорости звука ( $c_0$  – априорно известное распределение скорости звука,  $\delta c$  – возмущение, вызванное: а) естественными изменениями водной среды –  $\delta c_0$  и б) опасными или катастрофическими природными явлениями –  $\delta c_1$ ).

Под восстановлением параметров среды понимается определение поля скорости звука. Поэтому реконструированным параметром является  $\delta c_1$ , а изучаемой морской неоднородностью могут быть синоптические возмущения, подводные течения или внутренние волны как результат извержения вулкана. В квазидифракционной томографии повторяется все то же самое, но реконструированным параметром является разность фаз спектральных характеристик сигналов, принятых на те же самые приемники.

Выбор в качестве носителя информации о среде разности фаз просветных сигналов оправдан тем, что, во-первых, для них существуют простые аналитические выражения, даже в случае трехмерно-неоднородной среды, во-вторых, это технически реализовать очень просто, и измеряемый параметр определяется с минимальными погрешностями относительно АТО.

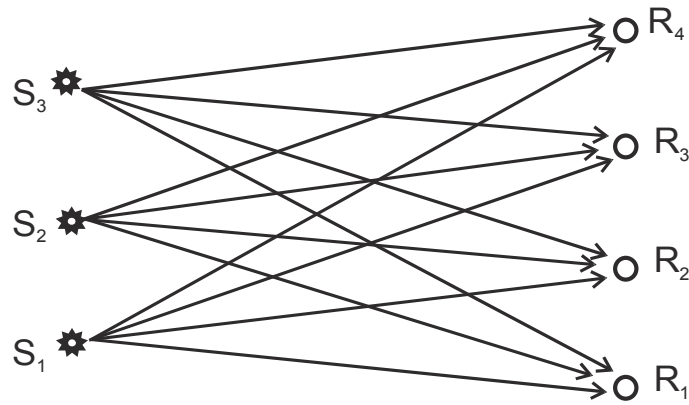


Рис. 2. Традиционная схема акустической томографии океана:  $S_1, S_2, S_3$  – источники,  $R_1, R_2, R_3, R_4$  – приёмники

Все прочие характеристики звукового поля (интенсивность, модовый состав, угловой спектр и т.п.) либо трудноизмеримы, либо, в случае неоднородных сред, описываются только приближенными выражениями, возможность использования которых на больших дистанциях проблематична.

Поэтому как в предложенной Манком и Вуншем схеме лучевой акустической томографии, так и во всех последующих томографических схемах, используется, как правило, линейное приближение для связи рассчитываемых времен распространения сигналов с параметрами дискретизации и расчета разности фаз. Это позволяет свести задачу к решению линейной алгебраической системы уравнений типа

$$\sum_{n=1}^N \alpha_{mn} \Delta c_n = \Delta t_m, m=1, 2, \dots, M, \quad (2)$$

или к минимизации квадратичного функционала. Именно такая методика и была реализована в первых натуральных экспериментах [4, 9, 11, 13].

Для иллюстрации вышесказанного на рис. 3 приведен ринг Гольфстрима радиусом около 200 км с холодным ядром, вариации скорости в котором достигали 30 м/с, а  $\Delta c / c_0 \approx -2 \cdot 10^{-2}$ . Его поперечный разрез взят из работы [13]. Источник и приемник звука располагались в модели на глубине 1 175 м. Дистанция между ними – 200 км.

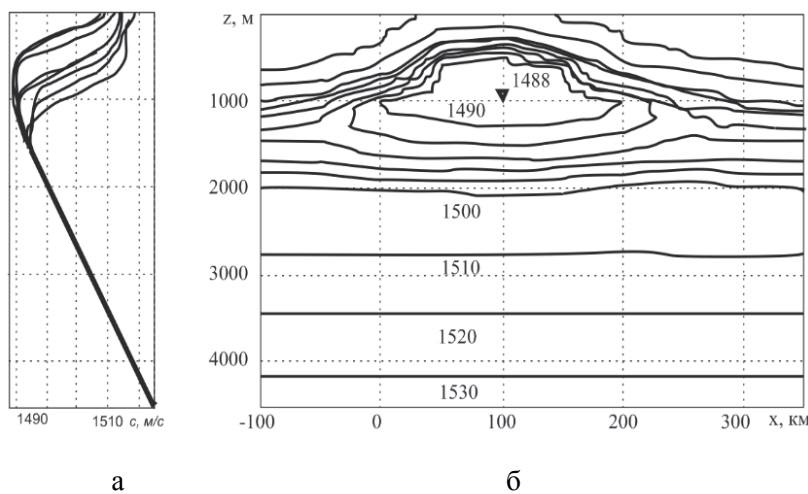


Рис. 3. Структура мощного ринга Гольфстрима: а – характерные профили скорости звука; б – изолинии поля скорости звука в вертикальной плоскости

На рис. 4 изображена рассчитанная временная диаграмма, по оси абсцисс которой отложено время (в сутках) с начала наблюдений, а по оси ординат – время распространения  $t_m$  звукового сигнала. Кривые 1–3 на рисунке соответствуют различным лучам. В момент  $t = 0$  вихрь, надвигаясь на звуковую трассу, коснулся источника своей внешней границей, в момент  $t = 75$  сут. его ядро располагалось посередине трассы, и при  $t = 150$  сут. он ее покинул. Шкала  $X_c$  введена, чтобы обозначить положение центра вихря относительно звуковой трассы в различные моменты времени. Временная диаграмма при  $t < 0$  и  $t > 150$  сут. соответствует опорному (в данном случае слоистому) распределению  $c_0(z)$  (при этом  $t_m = t_m^0$ ).

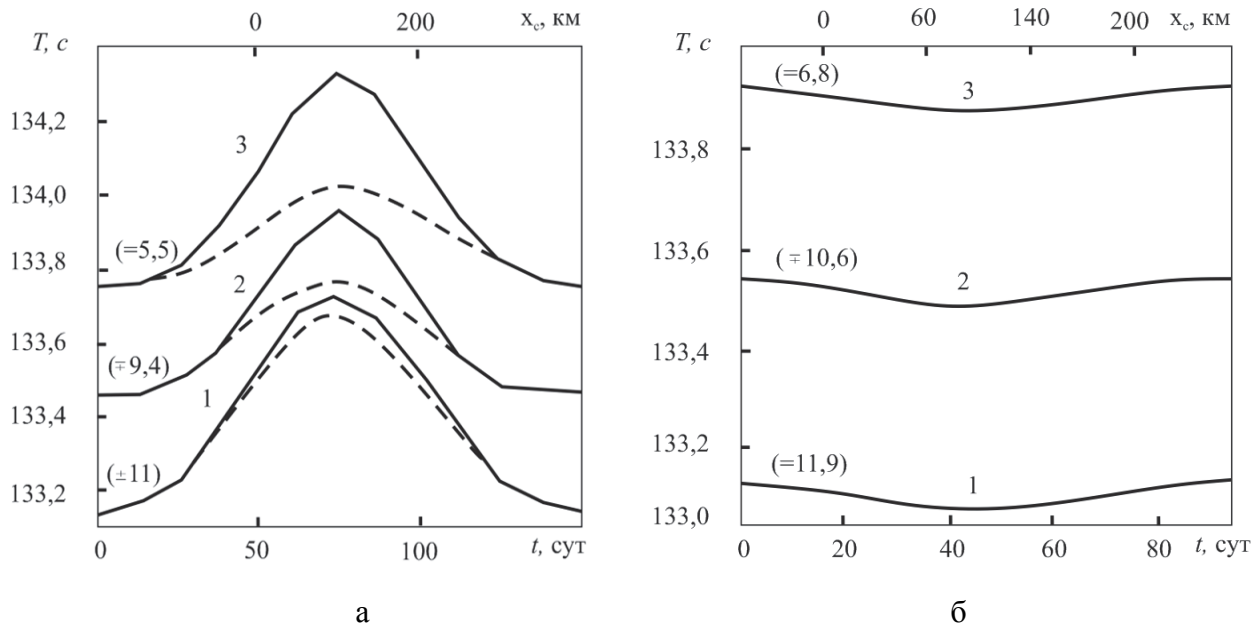


Рис. 4. Временные диаграммы при перемещении центра вихря вдоль звуковой трассы: а – для ринга Гольфстрима; б – для вихря Саргассова моря

В скобках над кривыми цифра указывает направление выхода луча из источника (в градусах). Знак «+» соответствует выходу/приходу луча в направлении снизу вверх, знак «-» – сверху вниз. Как и следовало ожидать, по мере продвижения холодного вихря время распространения сигналов по всем лучам увеличивается. Максимальные флуктуации времен  $\Delta t_m = t_m - t_m^{(0)}$  для пришедшего первым звукового сигнала по 1-му лучу составляют 593 мс, по 2-му – 488 мс, по 3-му – 570 мс. Эти максимумы достигаются, когда центр вихря расположен посередине звуковой трассы. Пунктиром на том же рисунке нанесены времена пробега сигналов  $t_m = \int_{\Gamma_m^{(0)}} (c_0 + \Delta c)^{-1} ds$ , рассчитанные по лучам слоистой среды  $\Gamma_m^{(0)}$ , но с учетом встретившихся по пути связанных с вихрем неоднородностей. Расхождение кривых, соответствующих лучам одного номера, есть ошибка линеаризации. Как видно, максимальное значение ошибки для 1-го луча составляет 44 мс, для 2-го – 185 мс и для 3-го – 310 мс, что достаточно велико при решении частных задач обнаружения. На радиолокационном изображении, выполненном со спутника «ERS-1» (англ. *European Remote-Sensing Satellite* – спутник Европейского космического агентства дистанционного зондирования Земли, используемого для высокоточных измерений при наблюдении за поверхностью Земли и её атмосферой) представлены вихревые дорожки за островами Ратманова в Беринговом проливе (рис. 5).

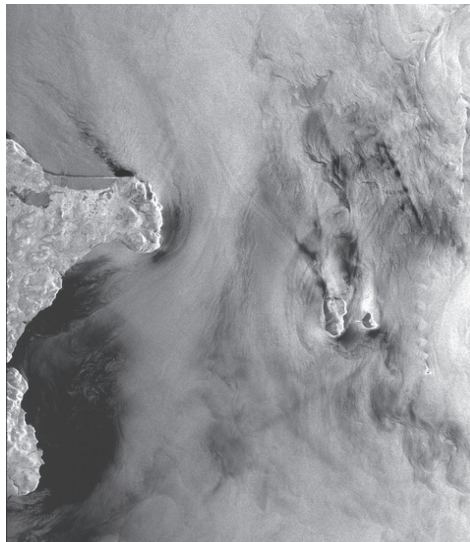


Рис. 5. Вихревые дорожки за о-вами Ратманова в Беринговом проливе на радиолокационном изображении спутника ERS-1

**Заключение.** Необходимо отметить, что при всех видах томографии вычислительная часть задачи остается весьма трудоемкой и связана с трехмерностью ее общей постановки, что приводит как к большой размерности плохо обусловленных систем линейных уравнений, так и к необходимости расчета элементов матрицы этой системы с учетом трехмерности звуковых лучей. Поэтому, в случае неконкретности и некорректности получения данных, авторами и предлагается использовать квазидифракционную томографию.

Далее, воспользовавшись одним из способов дискретизации разности фаз звука для исследуемой акватории, можно рассчитать и времена прихода просветных звуковых сигналов численно как функции параметров дискретизации среды, что является дополнительной информацией. В сопоставлении измеренных времен и разности фаз для различных сред с целью нахождения наилучшего соответствия и заключается процесс восстановления поля характеристик морской среды, что в полной мере говорит о решении частной прикладной задачи, поставленной в данной научной статье.

Такой процесс рассуждений и технологических решений пригоден к реализации любых схем, связанных с томографированием данных об объектах искусственного и естественного происхождения, в том числе и биологического.

### Библиографический список

1. Стародубцев П.А., Мироненко М.В. Исторический процесс теоретического становления метода гидролокации на просвет на Дальнем Востоке // История науки и техники. 2003. № 5. С. 9–14.
2. Munk W., Worcester P., Wunsch C. Ocean Acoustic Tomography. Cambridge University Press, 1995. P. 433.
3. Гончаров В.В., Зайцев В.Ю., Куртепов В.М., Нечаев А.Г., Хилько А.И. Акустическая томография океана. Нижний Новгород: ИПФ РАН, 1997. 254 с.
4. Двусторонний «просветный» метод гидролокации в решении задач томографии морских акваторий / П.А. Стародубцев и др. // Сб. докл. IX Научной школы-семинара академика Л.М. Бреховских «Акустика океана», совмещенной с XII сессией РАО. М.: ГЕОС, 2002. С. 370–378.
5. Стародубцев П.А., Стародубцев Е.П. Теоретические основы влияния океанского волновода на условия распространения низкочастотного просветного сигнала // Исследовано в России: электронный журнал. М., 2003. № 97. С. 1104–1113. Эл. адрес: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2003/097.pdf>.

6. Стародубцев П.А. Распознавание морских объектов в низкочастотной гидроакустической томографии // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки (RU). Южно-Российский государственный технический университет. Электроника, автоматика и техническая кибернетика. Новочеркасск, 2003. № 4. С. 23–31.
7. Баранов Ф.И. Избранные труды. Т. 1. М., 1969 ; Т. 2. М., 1970 ; Т. 3. М., 1971.
8. Т. Дж. Мюир. Нелинейная акустика и ее роль в геофизике морских осадков // Акустика морских осадков; под ред. Ю.Ю. Житковского. М.: Мир, 1977. С. 227–273.
9. Бахарев С.А. О возможности поиска скоплений беспозвоночных по их шумовым полям / С.А. Бахарев, Ю.А. Кузнецов, В.В. Поленьюк // Сб. научн. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток, 2000. Вып. 13. С. 16–21.
10. Бархатов А.Н. Моделирование распространения звука в море. Л.: Гидрометеоздат, 1969. 56 с.
11. Физический энциклопедический словарь / гл. ред. А.М. Прохоров ; ред. кол.: Д.М. Алексеев, А.М. Бонч-Бруевич, А.С. Боровик-Романов и др. М.: Сов. энциклопедия, 1984. 944 с.
12. Стародубцев П.А. Пичугин К.А. Обоснование оптимальной структуры и параметров просветного акустического сигнала для освещения подводной обстановки в ограниченных морских акваториях / П.А. Стародубцев, К.А. Пичугин // Научно-технические проблемы. М., 2004. № 2, 3. Т. 5. С. 21–30.
13. Воронович А.Г., Гончаров В.В., Никольцев А.Ю., Чепурин Ю.А. Сравнительный анализ методов разложения акустического поля по нормальным волнам в волноводе: численное моделирование и натурный эксперимент // Акустич. журнал. 1992. Т. 38. № 4. С. 661–670.
14. Годин О.А., Буренков С.В., Михин Д.Ю., Молчанов С.Я., Селиванов В.Г., Чепурин Ю.А., Алейник Д.Л. Эксперимент по динамической томографии в западной части Средиземного моря // ДАН. 1996. Т. 349. № 3. С. 398–403.
15. Гончаров В.В., Куртепов В.М. Численные эксперименты по томографии океана // Акустика океанской среды ; под ред. Л.М. Бреховских, И.Б. Андреевой. М.: Наука, 1989. С. 107–115.
16. Чепурин Ю.А. Эксперименты по подводной акустической томографии // Акустич. журнал. 2007. Т.53. № 3. С. 451–476.
17. Стародубцев П.А. Метод дальнего параметрического приема акустических волн низкочастотного и инфранизкочастотного диапазонов // Проблемы транспорта Дальнего Востока: сб. пленарных докладов V Междунар. науч.-практ. конф. 1–3 октября 2003. Владивосток: ДВО Российской академии транспорта ; Администрация Приморского края; МГУ им. Г.И. Невельского, 2003. С. 94–99.

P.A. Starodubtcev<sup>1,2</sup>, E.N. Baklanov,<sup>2</sup> N.L. Khalaev<sup>1</sup>, E.V. Moskalenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Pacific Higher Naval School named after S.O. Makarova,

<sup>2</sup> Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

## **BRIEFLY ABOUT THE TOMOGRAPHING OF THE RESTORATION CHARACTERISTICS OF THE MARINE ENVIRONMENT PROCESS**

*An approach is presented to the solution of the problem of restoration of marine environment characteristics by applying diverse, technologically versatile methods of spatial monitoring of the marine environment. The object of research is the acoustic tomography of the ocean, as a rapidly developing scientific direction, which includes the achievements of modern wave physics, mathematics and engineering. Its essence is to restore the internal structure of the ocean according to acoustic sounding of vast (of the order of hundreds and thousands of kilometers) regions by acoustic waves. The subject of the study is dynamic tomography with long-term observations of seasonal and interannual temporal variability of oceanographic characteristics averaged over a large water area, which has advantages in probing mesoscale non-homogeneities. Complementary properties of acoustic tomography of the ocean and dynamic tomography are effectively combined within the framework of a unified system of observations of the marine situation.*

М.И. Тарасов  
ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского», Владивосток, Россия

## ПУТИ СОКРАЩЕНИЯ РАСХОДА МОТОРНОГО МАСЛА В СУДОВЫХ ТРОНКОВЫХ ДИЗЕЛЯХ

*Приведены разработки, направленные на сокращение расхода моторного масла в тронковых дизелях вследствие подбора унифицированного моторного масла и комбинированной его очистке, а также модернизирование конструкции деталей цилиндро-поршневой группы. Приведены способы снижения угара моторного масла в судовых двигателях внутреннего сгорания.*

Одним из путей решения проблемы экономии топливно-энергетических ресурсов на морском транспорте следует считать сокращение в судовых двигателях внутреннего сгорания (далее – ДВС) расхода при эксплуатации моторного масла (далее – ММ). Расход масла на угар составляет от 50 до 90 % от общего расхода ММ, следовательно, снижение угара является первостепенным направлением в увеличении показателя экономичности по расходу масла [1]. Значительное влияние на угар в судовых ДВС оказывают эксплуатационные, конструктивные, технологические факторы: величина зазоров в сопряжениях деталей, входящих в цилиндро-поршневую группу (далее – ЦПГ), а также в конструкцию поршня и поршневых колец, параметры режима работы системы смазки (далее – СС), материалы, из которых изготовлены детали движения и степень их приработки, а также конструкция уплотнений турбо-компрессора и клапанного механизма.

В решении задач экономичности дизелей физико-химические свойства масел имеют не последнее значение. Непосредственно сказывающиеся на угаре ММ показатели: групповой и фракционный составы, испаряемость, вязкость и индекс вязкости. Влияние таких свойств, как антиокислительные, антиизносные и моюще-диспергирующие, проявляются иначе (рис. 1), и их действие сказывается в течение продолжительного времени использования моторного масла [1, 2].



Рис. 1. Физико-химические свойства масел и механизм их влияния на угар

К интенсивному росту угара моторного масла приводят моюще-диспергирующие свойства ММ, которые уменьшают, в свою очередь, забивку углеродистыми отложениями спускных (дренажных) отверстий, а также пригорание поршневых колец. Из этого вытекает, что в значительной мере угар зависит от наработки дизеля. Происходит увеличение угара, в зависимости от чистоты деталей двигателя и изменения их износа.

Основными мероприятиями, направленными на сокращение расхода моторного масла в судовых тронковых дизелях [1, 2, 5], являются:

- использование унифицированных ММ масел с повышенными антикоррозионными, антиизносными, моюще-диспергирующими свойствами, при оптимальном соотношении щелочности к зольности (8 к 12), а также низкой эмульгируемостью, высокой водо- и термостойкостью;
- особенно важно при низком угаре масла использовать полнопоточную тонкую очистку масла фильтрованием с дополнительным центрифугированием для торможения его старения;
- использование масел с низкой испаряемостью, повышенной вязкостью и индексом вязкости;
- подбор оптимальной концентрации присадок в масле, учитывая форсировку дизеля и качество топлива.

Приведены пути снижения расхода ММ в судовых тронковых дизелях (рис. 2). Конструктивные мероприятия в основном коснулись оптимизации конструкции и деталей, входящих в ЦПГ. Помимо этого, совершенствовалась СС двигателя путем подбора моторного масла оптимального уровня с использованием комбинированной его очистки. Данная система смазки была обозначена как система смазки повышенной эффективности [3].



Рис. 2. Пути снижения расхода моторного масла в ДВС

От толщины масляной пленки в большой степени зависит расход масла на испарение, это во многом определяется конструкцией, числом маслясьёмных колец и их упругостью. Подбором оптимального набора поршневых колец, увеличения маслясьёмного действия и уменьшения их количества достигли наилучшего результата в снижении расхода моторно-

го масла на угар. Были проведены исследования свойств коробчатых с эспандером колец, минутных (с конической боковой поверхностью), а также торсионных (скручивающихся) (см. рис. 3).

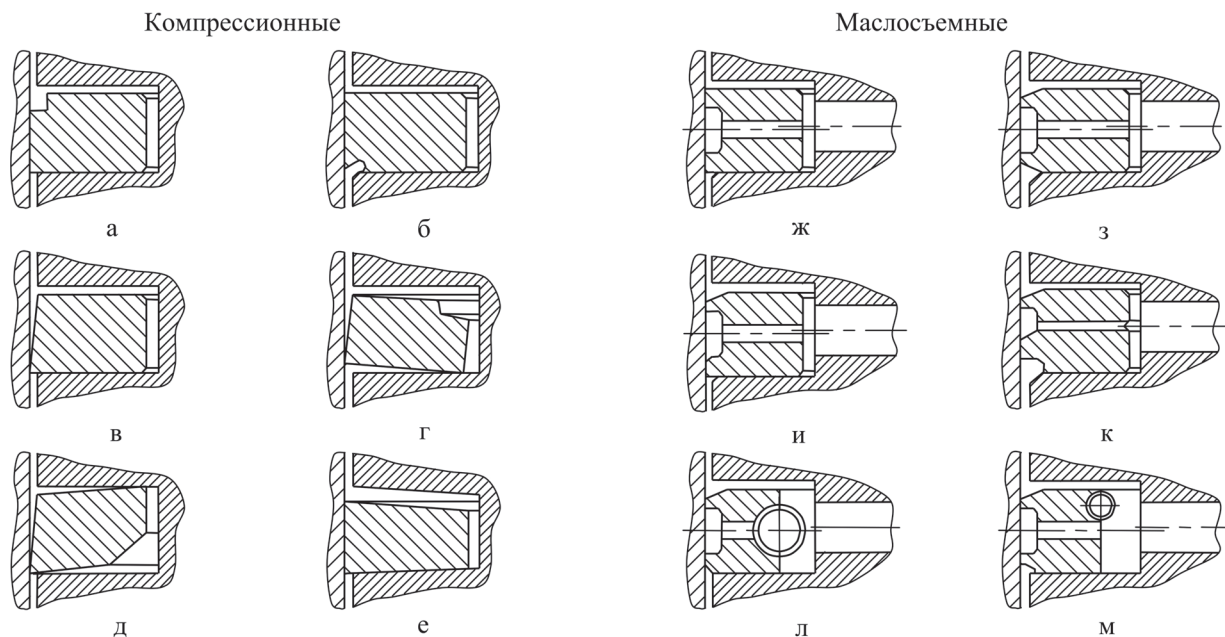


Рис. 3. Виды поршневых колец увеличенной эффективности:

а – прямоугольное с выточкой; б – скребковое; в – минутное; г – торсионное; д – торсионное со скошенной торцевой поверхностью; е – трапециевидное; ж – коробчатого сечения; з – то же, с двусторонними скосами; и – то же, с односторонними скосами; к – сдвоенные скребковые; л – с центральным эспандером; м – с односторонним эспандером

Посредством улучшения данных деталей можно добиться хороших результатов, что отражено в ряде работ [1, 2, 4].

В процессе проведения исследований были испытаны следующие варианты маслосъёмных колец: коробчатого типа с пластинчатым расширителем, коробчатого типа с пружинным расширителем, коробчатого типа без расширителя (исходный вариант), коробчатого типа с пружинным расширителем, по два кольца скребкового типа, устанавливаемые в одну канавку без расширителя, также с пластинчатым расширителем.

В табл. 1 сведены результаты сравнительных испытаний колец с расширителем и без него.

Таблица 1

**Результаты испытаний маслосъёмных колец**

Параметры	Показатели	
	с расширителем (800 ч)	без расширителя (500 ч)
Коэффициент очистки, %:		
- фильтра тонкой очистки;	7,5	10,5
- центрифуги;	22,7	39,5
- общий	30,6	50
Отложения на средствах для очистки, кг:		
- а фильтре тонкой очистки;	0,090	0,180
- на центрифуге;	0,100	0,240
- общее	0,190	0,420
Скорость поступления загрязнения, г/(кВт·ч)	0,0408	0,299



Были испытаны поршневые кольца скребкового и коробчатого типов с пластинчатыми и пружинными расширителями. В данном случае определялся только расход ММ на угар (табл. 2). Минимальный угар был достигнут при работе дизеля с маслосъёмными кольцами с пружинными расширителями, а также коробчатого типа (1,1 г/(кВт·ч)). При использовании колец с пластинчатым расширителем вместо пружинного угар возрастает с 1,1 до 2,3 г/(кВт·ч). Замена одного маслосъёмного кольца коробчатого типа двумя скребковыми в одной поршневой канавке невыгоден (угар соответственно 5,3 и 6 г/(кВт·ч)).

Таблица 2

**Усреднённое значение расхода масла на угар при различных типах маслосъёмных поршневых колец**

Исследуемые варианты маслосъёмных колец	За 10 ч работы, усредненный расход масла на угар, г/(кВт·ч)	Продолжительность этапа, ч
Коробчатого типа без расширителей	5,7	500
Коробчатого типа с пружинными расширителями	1,1	800
Коробчатого типа с пластинчатыми расширителями	2,3	100
Два кольца скребкового типа (установленных в одну поршневую канавку) с пластинчатым расширителем	5,3	100
Два кольца скребкового типа (установленных в одну поршневую канавку) без расширителя	6	100

Метод уменьшения угара ММ с помощью уменьшения толщины масляной пленки имеют существенные ограничения. Так как при достижении минимальных значений очень сильно ухудшается работа трибосопряжений, что усиливает износ деталей, входящих в ЦПГ, а так же приводит к падению мощности двигателя. При ширине кромок маслосъёмных колец коробчатого типа от 0,5 до 1,2 мм следует лимитировать величину удельного давления колец на значениях от 0,8 до 1,5 МПа. Применяются модификаторы трения (МТ) для уменьшения изнашивания поршневых колец с высоким удельным давлением на стенку цилиндра. Следовательно, для работы тронкового дизеля с низким угаром (до 1 г/(кВт·ч)) и высоким удельным давлением маслосъёмных колец использование МТ приветствуется. Это способствует стабилизации угара моторного масла в течение длительного срока эксплуатации на низком уровне, а также уменьшает скорость изнашивания маслосъёмных колец в 2–3 раза.

**Выводы**

При реализации следующих мероприятий в судовых тронковых дизелях можно достигнуть сокращения расхода моторного масла:

- применение маслосъёмных колец с заданной эпюрой радиальных давлений, минутных, торсионных, с экспандерами и др.;
- применение антиизносных покрытий, а также новых материалов при изготовлении колец;
- модернизация конструкций деталей, входящих в цилиндро-поршневую группу;
- применение моторных масел с низкой испаряемостью, а также с повышенной вязкостью и индексом вязкости;
- использование полнопоточной тонкой очистки масла фильтрованием с дополнительным центрифугированием для торможения его старения;
- снижать угар масла по средствам варьированием маслосъёмного действия поршневых колец, а так же снижения попадания его в камеру сгорания двигателя.

## Библиографический список

1. Кича Г.П. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях : моногр. / Г.П. Кича, Б.Н. Перминов, А.В. Надежкин. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2011. 372 с.
2. Кича Г.П. Конструктивные и эксплуатационные методы снижения угара моторного масла в судовых дизелях / Г.П. Кича, М.И. Тарасов // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2017. № 3–4. С. 138–143.
3. Кича Г.П. Повышение эффективности тонкой очистки моторного масла в судовых тронковых дизелях комбинированным фильтрованием : моногр. / Г.П. Кича, Н.Н. Таращан, А.В. Надежкин. Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2015. 175 с.
4. Кича Г.П. Комплексное системное решение проблемы ресурсосберегающего маслоиспользования в судовых дизелях / Г.П. Кича, А.В. Надежкин, С.В. Глушков // Морские интеллектуальные технологии. 2016. №3 (33). Т. 1. С. 118–126.
5. Тарасов М.И. Исследование влияния угара масла на его старение и состояние мало-размерного дизеля / М.И. Тарасов, Г.П. Кича // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. 2017. № 3–4. С. 143–147.

M.I. Tarasov

Maritime State University named after adm. GI Nevelskogo, Vladivostok

### WAYS OF MOTOR OIL CONSUMPTION IN SHIP TRINK DIESELS

*There are presented the development aimed at ways to reduce the consumption of motor oil in trunk diesel engines due to the selection of unified motor oil and its combined cleaning, as well as the modernization of the design of parts of the cylinder-piston group. The ways of reducing the engine oil fumes in ship internal combustion engines are given.*

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ..... 5

*Азовцев А.И., Карпушин И.С., Москаленко О.В.* Мореходные вездеходы на воздухоопорных гусеницах для повышения эффективности освоения биоресурсов с баз на открытом побережье ..... 5

*Гаврилова Г.С.* Инновационные проекты рыбохозяйственной науки и результаты развития одного из марикультурных районов Приморья ..... 7

*Токранов А.М.* Нетрадиционные потенциальные объекты прибрежного рыболовства прикамчатских вод Охотского моря ..... 9

*Шелехов В.А.* Новый взгляд на потенциал развития марикультуры в Приморском крае ..... 13

*Wei Li, Yang Shi, Chaoqun Lu, Changqing Tong.* Cryogenic refrigeration technology and its application for freshwater crayfish ..... 19

### Секция 1. ВОДНЫЕ БИОРЕСУРСЫ, РЫБОЛОВСТВО, ЭКОЛОГИЯ И АКВАКУЛЬТУРА ..... 23

*Александрова М.Б.* Особенности роста леща (*Abramis brama* (L.) Куршского залива Балтийского моря ..... 23

*Бауло Е.Н., Ионова А.В.* Мониторинг как система контроля качества водных объектов ..... 28

*Богатыренко Е.А., Дункай Т.И., Бузолева Л.С., Юнусова И.О., Ким А.В.* Межмикробные взаимодействия кишечной микрофлоры дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* и условно патогенных бактерий ..... 31

*Богатыренко Е.А., Бузолева Л.С., Дункай Т.И., Юнусова И.О., Ким А.В.* Влияние симбионтной микрофлоры дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* на бактерии вида *Vibrio alginolyticus* ..... 33

*Богачев А.Н., Белоусов В.Н., Афанасьев Д.Ф., Кульба С.Н.* Комплексный анализ состояния водных экосистем и их моделирование как основа экосистемного подхода к управлению биологическими ресурсами ..... 36

*Боркин И.В., Пожинская И.А., Кузнецов А.Ф.* Промысел и распределение шпроты (кильки) в российских водах Финского залива в 2017 г. .... 40

*Бусарова О.Ю., Коваль М.В.* Паразиты обыкновенного валька *Prosopium cylindraceum* реки Пенжина, Камчатка ..... 46

*Буторина Т.Е.* Оценка паразитологического состояния нижнего течения реки Пенжина ..... 48

*Вялова О.Ю.* Некоторые результаты выращивания устрицы *Crassostrea gigas*, завезенной из Приморья в Черное море (озеро Донузлав, Крым) ..... 52

*Габрюк В.И., Бойцов А.Н., Осипов Е.В.* Методика определения горизонтального и вертикального раскрытия разноглубинных тралов ..... 55

*Геворгян Т.А., Масленников С.И.* Исследования влияния плотности посадки малька камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* при выращивании в контролируемых условиях ..... 65

Голозубова Ю.С., Бузолева Л.С., Ким А.В., Богатыренко Е.А. Нефтеокисляющие свойства бактерий рода <i>Micgococcus</i> , выделенных из воды бухты Находка Японского моря.....	68
Горбачева Е.А. Экотоксикологические исследования донных отложений Баренцева моря.....	70
Гущеров П.С., Тюпелев П.А., Самонов В.И., Миясита Т. Современные материалы о встречаемости и распределении финвала ( <i>Balaenoptera Physalus</i> , Linnaeus, 1758) в Охотском море.....	75
Дронова Н.В. Результаты адаптации сеголетков пеляди к искусственным условиям выращивания.....	79
Дубина В.А., Плотников В.В., Карташова А.П., Бессонов Р.С. Поступление загрязняющих веществ в залив Петра Великого из открытой части Японского моря.....	82
Живоглядова Л.А., Стрельченко О.В., Лужняк О.Л., Шляхова Н.А. Гидробиологическая характеристика пойменного озера в нижнем течении реки Дон (остров Большой).....	84
Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф., Зимовейскова Т.А. Накопление хлорированных углеводов в камчатском крабе Баренцева моря.....	87
Жильцова Л.В., Новожилов А.А. Динамика локального скопления молоди дальневосточного трепанга в пласте анфельдии бухты Баклан (залив Петра Великого, Японское море).....	92
Загрийчук В.П., Фоменко В.И. Измерение размера ячеи в сетных орудиях лова.....	96
Истомина А.А. Активность антиоксидантных ферментов и содержание глутатиона в пищеварительных органах морских беспозвоночных залива Посъет Японского моря.....	100
Казаченко В.Н., Nguyen Vu Thanh, Матросова И.В. Новые находки паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб дальневосточных морей и Чукотского моря.....	105
Ким А.Ч., Гон Р.Т. Пространственное распределение спизулы сахалинской <i>Spisula sachalinensis</i> в бухте Лососей (залив Анива) по данным 1966–2012 гг. ....	110
Кудакаев В.В. Энергосберегающие технологии на промысле сайры.....	114
Кулепанов В.Н. Особенности распределения массовых видов макрофитов в Приморье в зависимости от глубины и степени открытости побережья.....	119
Лантева А.М. Микроэлементарный состав камчатского краба ( <i>Paralithodes camtschaticus</i> ) Баренцева моря.....	123
Лисиенко С.В., Вальков В.Е., Валькова С.С., Бойцов А.Н. Исследование количественных и качественных показателей рыболовства в многовидовой промысловой системе «Западно-Беринговоморская зона» Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2013–2016 гг.....	128
Мазур Е.Е., Кудакаев В.В. Использование современных материалов и технологий в практике приморского сетевязального производства.....	133
Машинин А.А., Кравец П.П. Особенности роста мидии <i>Mytilus edulis</i> L. Баренцева и Норвежского морей.....	136
Мурашева М.Ю. Рост бурого морского петушка <i>Alectrias alectrolophus</i> (Stichaeidae) из Авачинской губы (юго-восточная Камчатка).....	139
Насенков П.В. Экспериментальное исследование физико-механических свойств нитевидно-веревочных изделий.....	144
Недоступ А.А., Ражев А.О. Определение глубины водоема в заданной точке по электронным картам ЭКНИС для задач имитации навигационных систем.....	148
Недоступ А.А., Ражев А.О. Обзор современных рыбопоисковых приборов для задач компьютерной имитации.....	151

<i>Осинов Е.В., Пилипчук Д.А.</i> Исследование поведения кеты при движении в реке Амур при ее промысле .....	157
<i>Осинов Е.В.</i> Методика принятия управленческих решений для работы комиссии по анадромным видам рыб на промысле в реке Амур .....	163
<i>Плотников В.В., Дубина В.А., Круглик И.А.</i> Характеристики ледяного покрова залива Петра Великого в экстремально суровые зимы XXI века по спутниковым данным .....	169
<i>Раков В.А., Еловская О.А., Косьяненко А.А., Федорец Ю.В., Уколова Е.С.</i> Результаты мониторинга морской биоты бухты Козьмина .....	171
<i>Раков В.А.</i> Социально-экологические проблемы рыбного хозяйства в заливе Петра Великого .....	175
<i>Рыжкина Т.А.</i> Тестирование регрессионной модели потребления некоторого биоресурса .....	180
<i>Седова Л.Г., Соколенко Д.А.</i> Распределение и ресурсы мидии Грея и модиолуса курильского в Амурском заливе (залив Петра Великого, Японское море) .....	184
<i>Смирнова Е.В.</i> Распределение мейофауны прибрежных морских песков бухт Патрокл и Пограничная (залив Петра Великого, Японское море) .....	189
<i>Пряжевская Т.С., Черкашин С.А.</i> Многолетняя экспериментальная биодиагностика состояния компонентов экосистем в прибрежных водах Амурского залива .....	193
<i>Туранов С.В., Картавцев Ю.Ф., Недунури А.</i> Идентификация рыбных продуктов на Дальнем Востоке России с помощью методов ДНК штрихкодирования .....	198
<i>Фукс Г.В.</i> Результаты отолитометрии полярной камбалы Карской губы Карского моря .....	201
<i>Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю.</i> Основные продукционные характеристики приморского гребешка на ранних этапах его жизненного цикла .....	206
<i>Шебанова М.А., Кузнецова Н.А., Пуцина О.И.</i> Состояние планктонных сообществ в прикурильских водах в 2015–2017 гг. ....	211
<i>Щербакова Н.В., Картукова Ю.А.</i> Личинки японского мохнаторукого краба в Амурском заливе .....	215
<i>Нгуен Динь Ты, Нгуен Тхань Хиен, В.Г. Гагарин, Нгуен Ву Тхань.</i> Состояние изучения морских нематод рода <i>Daptonema</i> Cobb, 1920 (Nematoda, Monhysterida) в эстуариях и мангровых лесах побережья Вьетнама .....	220
<b>Секция 2. МОРСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ</b> .....	228
<i>Бураковский Е.П., Бураковский П.Е.</i> Некоторые проблемы повышения безопасности мореплавания в штормовых условиях .....	228
<i>Валькова С.С.</i> Развитие портовой инфраструктуры в новых экономических условиях .....	231
<i>Ганнесен В.В.</i> О системных проблемах в организации подготовки морских специалистов .....	234
<i>Ибрагимова О.Н., Турищев И.П., Гомзяков М.В., Москаленко О.В.</i> Сравнительный анализ результатов надзорной деятельности ДВУ Госморнадзора и инспектирования судов капитанами морских портов Дальневосточного бассейна .....	238
<i>Ибрагимова О.Н., Гомзяков М.В., Оловянников А.Л.</i> О компетентности специалистов морского флота .....	242
<i>Карасев В.В., Бахарев С.А., Карасев В.А.</i> Теоретическое обоснование возможности предотвращения столкновений судов с морскими млекопитающими .....	247
<i>Карасев В.В., Манич Н.Г.</i> Использование информационных технологий для оптимизации документооборота на судне .....	251

<i>Карпушин И.С., Соловьева Е.Е.</i> Основные направления развития прибрежного рыболовства.....	254
<i>Кирюха В.В., Горбенко Ю.М., Яблокова В.С.</i> Методы контроля и измерения скручивания вала.....	256
<i>Котов Г.Г., Цветкова Т.Н., Булах Е.Г.</i> Особенности обработки промысловой информации в гидроакустических приёмниках.....	259
<i>Крюков А.А.</i> Анализ применения программного комплекса ANSYS CFX для модели малорасходной турбины с частичным облопачиванием рабочего колеса.....	263
<i>Малясев С.Н.</i> Мониторинг грузоперевозок. Тонкости перевозки особых грузов.....	268
<i>Мезенцева Л.И.</i> Климатические тенденции характеристик ветра на побережье Охотского моря.....	272
<i>Недоступ А.А., Ражев А.О.</i> Анализ стандартов на навигационно-информационные системы для задач имитационного моделирования процессов лова.....	277
<i>Прокопов А.В.</i> Эффективность производства биодизеля на основе микродорослей для создания альтернативного вида топлива.....	281
<i>Семенюк Л.А.</i> Методы расчёта процесса старения и очистки моторного масла в двигателях внутреннего сгорания.....	286
<i>Соболенко А.Н.</i> Некоторые результаты расчётных исследований конвертирования четырёхтактного дизеля на газомоторное топливо.....	290
<i>Старков С.В.</i> Организация работы терминала транспортно-экспедиторской компании.....	293
<i>Старкова Г.П.</i> Повышение эффективности при внедрении ГЛОНАСС-мониторинга на транспортном предприятии.....	298
<i>Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Халаев Н.Л., Москаленко Э.В.</i> Кратко о томографировании процесса восстановления характеристик морской среды.....	303
<i>Тарасов М.И.</i> Пути сокращения расхода моторного масла в судовых тронковых дизелях.....	310

*Научное издание*

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МИРОВОГО ОКЕАНА**

**Материалы V Международной  
научно-технической конференции**

Часть I

Технический редактор И.Н. Горланова  
Макет О.В. Нечипорук

ISBN 978-5-88871-711-0



Подписано в печать 10.05.2018. Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 37,20. Уч.-изд. л. 32,50. Заказ 0689. Тираж 75 экз.

Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс  
Дальневосточного государственного технического  
рыбохозяйственного университета  
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 27