

ISSN 2222-4661



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 53

Том

53

3 • 2020



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
Дальневосточный государственный технический
рыбохозяйственный университет
The Far Eastern State Technical Fisheries University

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 53

Том

53

Адрес редакции:
Россия, 690087, Владивосток,
ул. Луговая, 526
телефон: (423) 244-21-91
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

3 · 2020

Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. № 3 (т. 53)

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук
Научный редактор – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор
Ответственный секретарь – Л.Н. Зуева

Редакционная коллегия:

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);
Г.С. Гаврилова, доктор биологических наук, главный научный сотрудник ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
О.А. Иванов, доктор биологических наук, зав. лабораторией прикладной биоценологии ФГБНУ «ТИНРО-Центр»;
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Мурманский ГТУ»;
С.А. Бредихин, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»;
Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет;
П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, ТОВВМУ им. С.О. Макарова;
А.М. Попов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кемеровский технологический институт пищевой промышленности»;
С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»;
М.М. Розенштейн, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский ГТУ».

СОДЕРЖАНИЕ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ	5
<i>Казаченко В.Н., Матросова И.В., Калинина Г.Г.</i> Регистрация новых хозяев паразитической копеподы <i>Dioscus gobinus</i> (Müller, 1776) (Copepoda: Chondracanthidae).....	5
<i>Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Матросова И.В.</i> Ракообразные (Crustacea) – паразиты рыб (pisces) Вьетнама	10
ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА	25
<i>Грибова К.А., Лисиенко С.В.</i> Анализ освоения командорского кальмара в Восточно-Камчатской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2014–2018 гг.	25
<i>Халаев Н.Л., Стародубцев П.А., Эм А.А., Стародубцев Е.П., Бакланов Е.Н., Москаленко Э.В.</i> Реконструктивная акустическая томография и ее теоретические основы.....	30
РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА	41
<i>Бровкина Е.П., Костина Е.А.</i> Характер протекания эпизоотий при садковом выращивании гребешка в Приморье. Перкинсус – вероятная причина возникновения данных заболеваний.....	41
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ	53
<i>Коришунова Т.Е., Скубеев М.С.</i> Оптимизация ремонта жидкостных трубопроводов на предприятиях по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств.....	53
ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ	58
<i>Дементьева Н.В.</i> Обоснование сроков хранения и оценка качества и безопасности кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга	58
<i>Дементьева Н.В.</i> Исследование функционально-технологических свойств комбинированных фаршей, предназначенных для производства рыбных чипсов	66
ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ	71
<i>Иванко Н.С.</i> О формировании комплекса организационно-управленческих задач в области процессов и систем промышленного рыболовства на основе инфокоммуникационных технологий.....	71

CONTENTS

ICHTHYOLOGY. ECOLOGY	5
<i>Kazachenko V.N., Matrosova I.V., Kalinina G.G.</i> Registration of new hosts for parasitic copepod <i>Diocus gobinus</i> (Müller, 1776) (Copepoda: Chondracanthidae)	5
<i>Kazachenko V.N., Kovaleva N.N., Matrosova I.V.</i> Crustacea (Crustacea) are Vietnamese parasites of fish (pisces).....	10
INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS	25
<i>Gribova K.A., Lisienko S.V.</i> Analysis of the development of berryteuthis magister in the East Kamchatka zone of the Far Eastern fisheries basin in the period 2014–2018	25
<i>Khalaev N.L., Starodubtcev P.A., Em A.A., Starodubtcev E.P., Baklanov E.N., Moskalenko E.V.</i> Reconstructive acoustic tomography and its theoretical bases	30
FISHERIES AND AQUACULTURE	41
<i>Brovkina E.P., Kostina E.A.</i> The nature of the coats of epizootics during cage rearing of scallops in Primorye. Perkinsus is the likely cause of these diseases.....	41
TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES	53
<i>Korshunova T.E., Skubeev M.S.</i> Optimization of repair of liquid pipelines on the enterprises for repair and technical to service of vehicles	53
TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS	58
<i>Dementeva N.V.</i> Ustification of storage life and assessment of quality and safety of culinary semi-finished products from macker and terbug	58
<i>Dementeva N.V.</i> Research of functional and technological properties of combined staff designed for fish chips production.....	66
ECONOMY OF FISHING INDUSTRY	71
<i>Ivanko N.S.</i> On the formation of a complex of organizational and managerial tasks in field of industrial fishing processes and systems based on infocommunication technologies	71

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 591.69-7

Василий Никитич Казаченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доктор биологических наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», SPIN-код: 9290-5116, AuthorID: 334718, Россия, Владивосток, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

Инга Владимировна Матросова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные ресурсы и аквакультура», SPIN-код: 9383-3015, AuthorID: 198023, Россия, Владивосток, e-mail: ingavladm@mail.ru

Галина Георгиевна Калинина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные ресурсы и аквакультура», Россия, Владивосток

Регистрация новых хозяев паразитической копеподы *Diocus gobinus* (Müller, 1776) (Copepoda: Chondracanthidae)

Аннотация. Приведено описание и рисунки вида *Diocus gobinus*, зарегистрированного на *Gymnocanthus tricuspis*, *G. galeatus*, *Leptocottus armatus*, *Hemilepidotus jordani* в дальневосточных морях и Чукотском море. Новые хозяева для *Diocus gobinus* – *G. galeatus*, *L. armatus* и *H. jordani*. Название семейства *Lernaeosoleidae* сведено в синоним семейства *Chondracanthidae*.

Ключевые слова: копеподы, новые хозяева, *Diocus gobinus*, *Medesicastinae*, *Lernaeosoleidae*, *Chondracanthidae*.

Vasilii N. Kazachenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, doctor of biology sciences, professor of the department of water bioresources and aquaculture, SPIN-cod: 9290-5116, AuthorID: 334718, Russia, Vladivostok, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

Inga V. Matrosova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in biology, associate professor of the department of water bioresources and aquaculture, SPIN-cod: 9383-3015, AuthorID: 198023, Russia, Vladivostok, e-mail: ingavladm@mail.ru

Galina G. Kalinina

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in biology, associate professor of the department of water bioresources and aquaculture, Russia, Vladivostok

**Registration of new hosts for parasitic copepod
Diocus gobinus (Müller, 1776) (Copepoda: Chondracanthidae)**

Abstract. Description and figures of the *Diocus gobinus*, registered at *Gymnocanthus tricuspis*, *G. galeatus*, *Leptocottus armatus*, *Hemilepidotus jordani* in the Far-Eastern seas and the Chukchi Sea. New hosts for *Diocus gobinus* are *G. galeatus*, *L. armatus* and *H. jordani*. The name of the family *Lernaeosoleidae* is synonymous with the *Chondracanthidae*.

Keywords: copepods, new hosts, *Diocus gobinus* Medesicastinae, *Lernaeosoleidae*, *Chondracanthidae*.

В течение комплексной экспедиции ТИНРО (ныне Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО») по Японскому–Чукотскому морям в 1973 г. на судне НПС «Академик Берг» впервые в Чукотском море и в северной части Тихого океана были обнаружены паразитические копеподы, относящиеся к виду *Diocus gobinus* (Müller, 1776). Сообщение об этом было опубликовано в тезисах [1, 2]. При обработке коллекции паразитических копепод ТИНРО-Центра были обнаружены копеподы *Diocus gobinus* на других видах рыб. Первый автор принимал участие в сборе материала. Сбор и обработка материала производилась по общепринятым методикам [3].

Тип Arthropoda Siebold, 1848

Подтип Crustacea Brünnich, 1772

Класс Maxillopoda Dahl, 1956

Подкласс Copepoda Milne-Edwards, 1840

Отряд Pöcilocostomatoida Thorell, 1859

Семейство Chondracanthidae Milne Edwards, 1840

Самка. Форма тела хондракантоидная или сфириоидная, шея выражена или нет. Отростки головы, шеи, туловища присутствуют или отсутствуют. Вторая антенна – фиксаторный орган в виде мощного когтя, хитинизирована. Ротовые конечности расположены на голове или базальной части шеи. Мандибула серповидная, несет зубчики. Плавательные ноги видоизменены.

Самец карликовый, форма тела циклопоидная, крепится к самке при помощи видоизменной второй антенны.

Паразиты морских рыб.

Типовой род – *Chondracanthus* Delaröche, 1811.

Род *Diocus* Kröyer, 1863

Самка. Форма тела соответствует диагнозу семейства. Первая антенна нитевидная, членистая. Вторая антенна Т-образной формы на терминальном конце. Конечности соответствуют описанию Хоу [5]. Яйцевые мешки цилиндрические, извитые, яйца многорядные.

Самец карликовый, изогнут на вентральную сторону. Члениковость первой антенны хорошо выражена. Вторая антенна крючковидная, с добавочной антеннулой. Ротовые конечности как у самки, диморфизм мандибулы выражен. Имеются рудиментарные ноги первой-третьей пар.

Типовой вид – *Diocus gobinus* (Müller, 1776)

Diocus gobinus (Müller, 1776) (рис. 1–4)

Син.: *Lernaea gobina* Müller, 1776; *Anops gobina* (Müller, 1776); *Chondracanthus gobinus* (Müller, 1776); *Entomoda gobina* (Müller, 1776); *Lernentoma gobina* (Müller, 1776).

Хозяева, место и время обнаружения, экстенсивность и интенсивность инвазии:

Gymnocanthus tricuspis (Reinhardt, 1830) (Scorpaeniformes: Cottidae), Чукотское море (68° 00' N, 169° 22' W), глубина 50 м, 12 сентября 1973 г., 1 экземпляр в жаберной полости;

G. galeatus Bean, 1881, Японское море (у поселка Антоново, о. Сахалин), 5 июля 1973 г., 2 экземпляра в жаберной полости;

G. galeatus, Парамушир 49°52' N 155°31' E, 13 августа 1973 г., внутренняя поверхность жаберной крышки, интенсивность инвазии 1 самка и 1 самец; обследован 1 экз. рыбы.

Leptocottus armatus Girard, 1854 (Scorpaeniformes: Cottidae), Берингово море: 57°00' N 169°35' W, 23 марта 1983 г., обследован 1 экз., глубина 60 м, интенсивность инвазии 1 экз. на внутренней поверхности жаберной крышки;

Hemilepidotus jordani Bean, 1881 (Scorpaeniformes: Cottidae), Берингово море: 57°40' N 168°26' W, глубина 73 м, 3 августа 1983 г., обследовано 3, заражено 3 экз., интенсивность инвазии 1 экз.

Диагноз вида соответствует диагнозу рода.

Измерения приведены в таблице.

Измерения *D. Gobinus*, мм Measurements of *D. gobinus*, mm

Признаки	Экземпляры		
	1-й	2-й	3-й
Головогрудь	1,3 x 1,2	1,3 x 1,6	1,6 x 1,7
Длина с задними отростками туловища	5,3	4,4	5,9
Длина без задних отростков туловища	4,1	2,9	4,1
Ширина на уровне 1-х туловищных отростков	2,6	3,4	3,4
Ширина на уровне 2-х туловищных отростков	4,1	5,6	7,0
Ширина на уровне 3-х туловищных отростков	4,1	4,6	5,7
Яйца	–	0,15–0,18	0,15–0,18

D. gobinus был известен от *Cottus gobio* и *Gymnocanthus tricuspis* (Scorpaeniformes: Cottidae) из северной части Атлантики [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11].

D. gobinus впервые был зарегистрирован на *Gymnocanthus detrisus* и *G. tricuspis* в Чукотском море и Тихом океане: в Японском море (у поселка Антоново, о. Сахалин), у Курильских островов (о-ва Уруп, Парамушир), у Камчатки (Кроноцкий залив, о. Карагинский), с тихоокеанской стороны о. Хоккайдо [1, 2]. В северо-восточной части Тихого океана этот вид упоминается в ряде статей, но его хозяева не указаны [12, 13, 14, 15].

Новые хозяева для *Diocus gobinus* – *Gymnocanthus galeatus*, *Leptocottus armatus* и *Hemilepidotus jordani*.

Diocus gobinus – специфичный паразит рыб семейства Cottidae.

Определительные таблицы подсемейств семейства Chondracanthidae [4].

Валидность семейства Lernaesoleidae Hogans et Benz, 1990.

Хоганс и Бенз [16] обосновали новое семейство Lernaesoleidae Hogans et Benz, 1990, содержащее два рода: *Lernaesolea* Wilson, 1944 и *Bobkabata* Hogans et Benz, 1990. Основанием для выделения нового семейства послужили особенности строения тела, второй антенны, отсутствие ротовых конечностей, плавательных ног, наличие шеи и способ фиксации паразитов. Все эти признаки не являются диагностическими на уровне семейств Chondracanthidae и Lernaesoleidae, так как встречаются у представителей разных родов семейства Chondracanthidae. Например, туловище с аналогичными отростками имеется у представителей рода *Parapharodes*; вторая антенна и место ее прикрепления типично хондракантоидного строения копепод; длинная шея имеется у представителей родов *Medesicaste*, *Immanthe*, *Strabax*,

Markevitchielinus, *Scheherazade*, *Lementoma*; плавательные ноги отсутствуют у представителей родов *Immanthe*, *Strabax*, *Brachiochondria* и *Markevitchielinus*; ротовые конечности претерпевают сильную редукцию вплоть до слабо различимых у *Markevitchielinus*; такой способ фиксации характерен для родов *Lernentoma*, *Markevitchielinus* и других, имеющих длинную шею (мезопаразиты). Таким образом, изложенное выше позволяет считать невалидным семейство Lemaeosoleidae и поместить роды *Lernaeosolea* и *Bobkabata* в состав семейства Chondracanthidae подсемейства Medesicastinae.

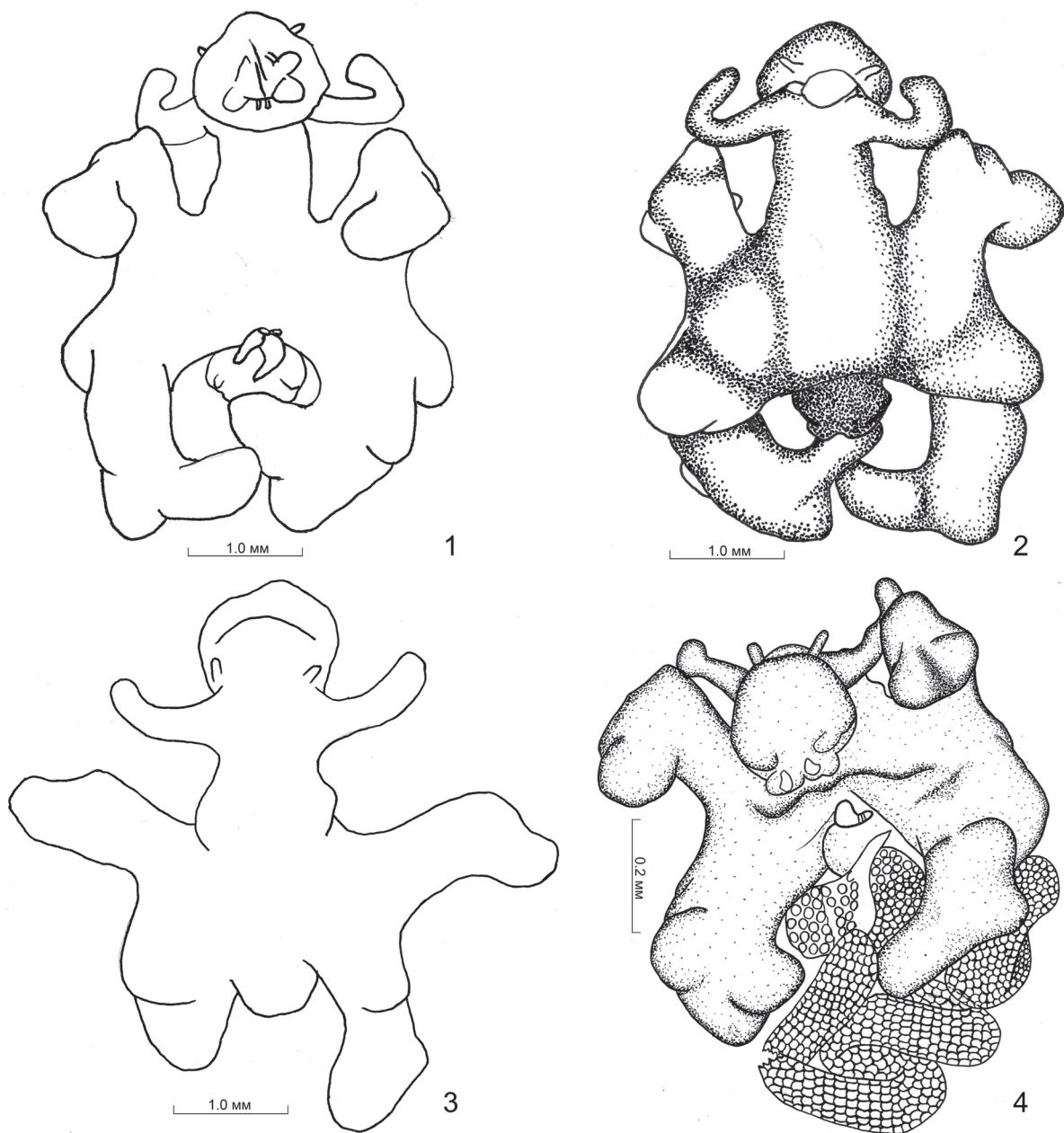


Рис. 1–4. *Diocus gobinus*: 1 – молодая самка с двумя самцом, прикрепившимися на границе туловища и генитоабдомена, вентрально; 2 и 3 – вариации отростков туловища молодых самок, дорсально; 4 – взрослая самка с яйцевыми мешками, вентрально

Fig. 1–4. *Diocus gobinus*: 1 – young female with two males, attached to the border of the trunk and genito-abdomen, ventrally; 2 and 3 – variations processes of the trunk at young females, dorsally; 4 – adult female with egg sacs, ventrally

Список литературы

1. Титар В.М., Казаченко В.Н. Нахождение *Diocus gobinus* (Müller, 1776) (Crustacea: Copepoda) в Тихом океане и Чукотском море // II Всесоюз. симпозиум по паразитам и болезням морских животных. Калининград, 1976. С. 64–65.
2. Титар В.М., Казаченко В.Н. Паразитические веслоногие ракообразные некоторых рыб Чукотского моря // II Всесоюз. конф. молодых ученых по вопросам сравнительной морфологии и экологии животных. М.: Наука, 1976. С. 50–51.
3. Быховская-Павловская И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению. Л.: Наука, 1985. 121 с.
4. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы рыб: справочник. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. 443 с.
5. Ho J.-s. Revision of the genus Chondracanthidae, a copepod family parasitic on marine fishes // Beaufortia. 1970. Vol. 17. P. 105–218.
6. Steenstrup J.J.S., Lutken C.F. Bidrag til kundskab om det aabne havs snyltekrebs og lernaer samt om nogle andre nye eller hidtil kun ufulstaendigt kjendte parasitiske copepoder // K. danske Vidensk. Selsk. Skr. 1861. Ser. 5(5). P. 341–432.
7. Krøyer H. Bidrag til kundskab om snyltekrebsene // Natur. Tidsskr. 1863. Ser. 3. Vol. 2. P. 75–320.
8. Neresheimer E. Copepoda, Ruderfubkrebse. 2. Teil. Die parasitischen Copepoden // Die Süswasserfauna Deutschlands, 1909. Heft 11: Copepoda, Ostracoda, Malacostraca. S. 70–84.
9. Wilson C.B. Report on the parasitic Copepoda collected during the Canadian Arctic Expedition, 1913–18 // Rept. Canadian Arctic Expedition, 1913–18, 1920. Vol. 7, pt. 50. P. 1–16.
10. Маркевич А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР. Киев: Изд-во АН УССР, 1956. 246 с.
11. 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.
12. Markevitch A.P., Titar V.M. Copepod parasites of marine fishes from the Soviet Far East // 4 Int. Congr. Parasitol. 1978. P. 38–39.
13. Титар В.М. Паразитические веслоногие рыб залива Петра Великого (Японское море) // Эколого-морфологические особенности животных и среда их обитания. Киев: Наукова думка, 1981. С. 150–153.
14. Казаченко В.Н. К фауне паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) // IX Всесоюзное совещание по паразитам и болезням рыб, Петрозаводск, март 1991. – Ленинград, 1990. С. 54–55.
15. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) // ТИПРО-Центр, 1995. 60 с. Деп. в ВНИЭРХ 07.08.95. N. 1281-рх95.
16. Hogans W.E., Benz G.W. A new family of parasitic copepods, the Lernaesoleidae (Poecilostomatoida), from demersal fishes in the Northwest Atlantic, with a description of *Bobkabata kabatabobbus* n. gen., n. sp. and a redescription of *Lernaesolea lycodis* Wilson, 1944 // Can. J. Zool. 1990. Vol. 68, N 12. P. 2483–2488.

© Казаченко В.Н., Матросова И.В., Калинина Г.Г., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 5–9.

Статья поступила в редакцию 04.09.2020; принята к публикации 21.09.2020.

УДК 591.69-7

Василий Никитич Казаченко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доктор биологических наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», SPIN-код: 9290-5116, AuthorID: 334718, Россия, Владивосток, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

Нина Николаевна Ковалева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, аспирант, Россия, Владивосток, e-mail: samotnina@gmail.com

Инга Владимировна Матросова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Водные ресурсы и аквакультура», SPIN-код: 9383-3015, AuthorID: 198023, Россия, Владивосток, e-mail: ingavladm@mail.ru

Ракообразные (Crustacea) – паразиты рыб (pisces) Вьетнама

Аннотация. Приведены сведения о ракообразных, паразитирующих на пресноводных, эстуарных и морских рыбах Вьетнама. Всего обнаружен 101 вид паразитических ракообразных, зарегистрированных на 210 хозяевах.

Ключевые слова: паразитические ракообразные, рыбы, Вьетнам.

Vasilii N. Kazachenko

Far Eastern State Technical Fisheries University, doctor of biology sciences, professor of the department of water bioresources and aquaculture, SPIN-cod: 9290-5116, AuthorID: 334718, Russia, Vladivostok, e-mail: prof.kazachenko@gmail.com

Nina N. Kovaleva

Far Eastern State Technical Fisheries University, postgraduate student, Russia, Vladivostok, e-mail: samotnina@gmail.com

Inga V. Matrosova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in biology, associate professor of the department of water bioresources and aquaculture, SPIN-cod: 9383-3015, AuthorID: 198023, Russia, Vladivostok, e-mail: ingavladm@mail.ru

Crustacea (Crustasea) are Vietnamese parasites of fish (pisces)

Abstract. The article provides information about crustaceans parasitizing on freshwater, estuary and marine fish in Vietnam. A total of 101 species of parasitic crustaceans were found, registered on 210 hosts.

Keywords: parasitic crustaceans, fishe, Vietnam.

По прогнозам ученых, вылов рыб при искусственном разведении вскоре превысит вылов рыб в естественных водоемах (реках, озёрах и морях).

При искусственном разведении рыб плотность их посадок, по сравнению с естественной средой, увеличена. Это создает предпосылки возникновения и быстрого распространения болезней, особенно для паразитов, имеющих прямой цикл развития. Многие паразитические ракообразные имеют прямой цикл развития. В этой связи рыбоведам важно знать, какие паразиты обитают на рыбах, чтобы быть готовыми к применению средств борьбы с инфекционными и инвазионными болезнями.

В статье обобщены результаты собственных [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 20, 21, 22, 24, 25] и зарубежных [17, 18, 19, 23] исследователей паразитических ракообразных рыб Вьетнама. Синонимы хозяев из наших статей приведены в скобках после валидных названий рыб. Всего нами во Вьетнаме обнаружен 101 вид паразитических ракообразных, зарегистрированных на 210 хозяевах. При этом впервые зарегистрировано 66 видов паразитических ракообразных, обследовано на предмет их обнаружения 72 вида рыб, из них 47 – новые хозяева. Исследовательские работы во Вьетнаме проводились в рамках многолетнего международного сотрудничества в области ихтиопатологии (сотрудничество с Институтом экологии и биоресурсов (Institute of Ecology and Biological Resources) Вьетнамской академии наук и технологий (Vietnamese Academy of Science and Technology)).

Carcharhiniformes Compagno, 1977

Carcharhinidae (Jordan et Evermann, 1896)

Carcharhinus sorrah (Müller et Henle, 1839)

Kroyeriidae Kabata, 1979

Kroyeria spatulata Pearse, 1948 [11, 24].

Myliobatiformes Compagno, 1973

Dasyatidae Jordan, 1888

Taeniura meyeri (Müller et Henle, 1841)

Trebiidae Wilson, 1905

Trebius elongatus Capart, 1953 [11, 13, 24].

Acipenseriformes Berg, 1940

Acipenseridae Bonaparte, 1831

Acipenser sp.

Arguillidae Müller, 1785

Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].

Clupeiformes Bleeker, 1959

Clupeidae Cuvier, 1817

Alosa sp.

Arguillidae Müller, 1785

Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].

Amblygaster sirm (Walbaum, 1792)

Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840

Clavellisa dussumieriae Gnanamuthu, 1947 [24, 25].

Gnathiidae Leach, 1814

Gnathia sp. Larvae [24, 25].

Dussumieria elopsoides Bleeker, 1849

Caligidae Burmeister, 1835

Sinocaligus formicoides (Redkar, Rangnekar et Murti, 1949) [1, 3, 8, 9, 11, 13, 24].

Tenualosa toli (Valenciennes, 1847)

- Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840
Clavellisa hilsae Tripathi, 1962 [13, 24, 25].
- Pristigasteridae** Grande, 1985
Ilisha elongata (Bennett, 1830)
- Bomolochidae** Sumpf, 1871
Nothobomolochus vervoorti Avdeev, 1986 [13, 20, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus opisthopteri Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
Ilisha filigera (Valenciennes, 1847)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropinus decapteri (Pillai, 1964) [8, 11, 13, 24].
- Engraulidae** Gill, 1861
Thryssa mystax (Bloch et Schneider, 1801)
- Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840
Clavellisa obchordata Rangnekar, 1957 [24, 25].
- Aulopiformes** Rosen, 1973
- Synodontidae** Gill, 1862
Saurida tumbil (Bloch, 1795)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Abasia platyrostris Pillai, 1963 [3, 13, 24].
Abasia sp. [3, 9, 11, 13, 24].
Parapetalus occidentalis Wilson, 1908 [3, 8, 9, 11, 13, 24].
Parapetalus sp. [1, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropinus gibbosus (Pillai, 1964) [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
- Gnathiidae** Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24, 25].
- Salmoniformes** Bleeker, 1859
- Salmonidae** Cuvier, 1816
Coregonus sp.
- Arguillidae** Müller, 1785
Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].
Salvelinus sp.
- Arguillidae** Müller, 1785
Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].
- Chirocentridae** Cuvier et Valenciennes, 1846
Chirocentrus dorab (Forsskål, 1775)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus chirocentrosus Tripathi, 1959 [8, 10, 11, 13, 24].
Lernanthropus sp. [6, 8, 13, 24].
- Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840
Clavellopsis trichiuri Gnanamuthu, 1951 [11, 13, 24].
- Osteoglossiformes** Berg, 1940
- Notopteridae** Bleeker, 1859
Notopterus notopterus (Pallas, 1769)
- Ergasilidae** Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Corallanidae** Hansen, 1890
Corallana grandiventra Ho et Tonguthai, 1992 [13, 18, 24].

Cypriniformes Bleeker, 1859**Cyprinidae Fleming, 1822***Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849)**Ergasilidae** Burmeister, 1835*Ergasilus* sp. [13, 18, 19, 24].*Carassius auratus auratus* (Linnaeus, 1758)**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 [13, 18, 24].*Chanodichthys erythropterus* (Basilewsky, 1855) (= *Culter tientsinensis*)**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lamproglena carassii* Sproston, Yin et Hu, 1950 [1, 3, 11, 13, 24].*L. pulchella* Nordmann, 1832 [1, 3, 11, 13, 24].*Cirrhinus* sp.**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lernaea* sp. [13, 18, 24].*Ctenopharyngodon idella* (Valenciennes, 1844)*Lernaea* sp. [13, 18, 24].*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 [13, 18, 24].*Lernaea* sp. [13, 18, 24].**Ergasilidae** Burmeister, 1835*Paraergasilus brevidigitus* Yin, 1954 [13, 18, 24].*P. medius* Yin, 1956 [13, 18, 24].*Paraergasilus* sp. [13, 18, 24].**Arguillidae** Müller, 1785*Argulus stizostethii* Kellicott, 1880 [13, 24].*Hypophthalmichthys harmandi* Sauvage, 1884**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 [13, 18, 24].*Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)**Ergasilidae** Burmeister, 1835*Sinergasilus major* (Markewitsch, 1940) [8, 11, 13, 24].*Hypophthalmichthys nobilis* (Richardson, 1845) (= *Aristichthys nobilis*)**Lernaeidae** Cobbold, 1879*Lernaea cyprinacea* Linnaeus, 1758 [13, 24].*Lernaea* sp. [13, 18, 24]**Ergasilidae** Burmeister, 1835*Sinergasilus major* (Markewitsch, 1940) [8, 11, 13, 20, 24].*Notropis* sp.**Arguillidae** Müller, 1785*Argulus stizostethii* Kellicott, 1880 [24].**Anguilliformes Berg, 1943****Muraenidae** Rafinesque, 1810*Echidna nocturna* (Cope, 1872)**Corallanidae** Hansen, 1890*Alcirona krebsii* Hansen, 1890 [24].**Muraenesocidae** Bleeker, 1864*Muraenoesox cinereus* (Forsskål, 1775)

- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Pseudocongericola chefoonensis Yü, 1933 [24, 25].
Congresox talabonoides (Bleeker, 1853)
Pseudocongericola sp. [11, 13, 24].
- Ophichthidae** Günther, 1870
Pisodonophis cancrivorus (Richardson, 1848)
- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Pseudocongericola chefoonensis Yü, 1933 [24, 25].
- Anabantiformes** Britz, 1995
- Channidae** Fowler, 1934
Channa argus (Cantor, 1842)
- Argulidae** Leach, 1819
Argulus chinensis Ku et Yang, 1955 [24].
Channa micropeltes (Cuvier, 1831)
- Lernaeidae** Cobbold, 1879
Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758 [13, 18, 24].
Channa striata (Bloch, 1793)
- Lernaeidae** Cobbold, 1879
Lernaea cyprinacea Linnaeus, 1758 [13, 18, 24].
L. lophiara Harding, 1950 [13, 18].
- Ergasilidae** Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Channa* sp.
- Lernaeidae** Cobbold, 1879
Lamproglena chinensis Yü, 1937 [2, 3, 11, 13, 24].
Taurocheros sp. [11, 13].
- Caligidae** Burmeister, 1835
Parapetalus longipennatus Rangnekar, 1956 [1, 3, 9, 11, 13, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus carangis Pillai, 1964 [8, 9, 11, 13, 24].
- Siluriformes** Cuvier, 1817
- Ariidae** Berg, 1958
Arius maculatus (Thunberg 1792)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
L. lappaceus Wilson, 1912 [4, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Arius* sp.
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus arii Bassett-Smith, 1898 [3, 5, 9, 11, 13, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [8, 9, 10, 11, 13, 24].
- Netuma thalassina* (Rüppell, 1837)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Hermilius longicaudus Ho et Kim, 2000 [24, 25].
- Ariidae** gen. sp.
- Caligidae** Burmeister, 1835
Arrama sp. [1, 24].
Hermilius s sp. [1, 24].

- Badridae** Bleeker, 1858
Hemibagrus nemurus (Valenciennes, in Cuvier et Valenciennes, 1840)
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Clariidae** Bonaparte, 1846
Clarias gariiepinus x *C. macrocephalus*
Lernaeidae Cobbold, 1879
Lernaea sp. [13, 18, 24].
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
Clarias macrocephalus Günther, 1864
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Pangasiidae** Bleeker, 1858
Pangasianodon hypophthalmus (Sauvage, 1878) (= *Pangasius hypophthalmus*)
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
Pangasius larnaudii Bocourt, 1866
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Plotosidae** Bleeker, 1858
Plotosus canis Hamilton, 1822
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus thailandensis Capart, 1943 [13, 18, 24, 25].
- Beloniformes** Berg, 1937
Belonidae Bonaparte, 1832
Ablennes hians (Valenciennes, 1846)
Bomolochidae Sumpf, 1871
Nothobomolochus gibber (Shiino, 1957) [8, 11, 13, 15, 16, 24].
Caligidae Burmeister, 1835
Caligodes laciniatus (Kroyer, 1863) [9, 11, 13, 24].
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropus cornutus Kirtisinghe, 1937 [4, 8, 11, 24].
Tylosurus acus melanotus (Lacepède, 1803)
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropus cornutus Kirtisinghe, 1937 [24, 25].
Hemiramphidae Gill, 1859
Hemirhamphus far (Forsskål, 1775)
Bomolochidae Sumpf, 1871
Nothobomolochus denticulatus (Bassett-Smith, 1898) [13, 20, 24].
- Gasterosteiformes** Johnson et Patterson, 1993
Gasterosteidae Bonaparte, 1831
Gasterosteus sp.
Arguillidae Müller, 1785
Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].
- Mugiliformes** Berg, 1940
Mugilidae Jarocki, 1822
Osteomugil engeli (Bleeker, 1858) (= *Valamugii engeli*)
Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840
Neobrachiella sp. [11, 14, 24].

Perciformes Bleeker, 1863

Helostomatidae Gill, 1872

Helostoma temminckii Cuvier, 1829

Ergasilidae Burmeister, 1835

Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].

Polynemidae Rafinesque, 1815

Eleutheronema tetradactylum (Shaw, 1804)

Caligidae Burmeister, 1835

Caligus eleutheronemi Shen, 1957 [9, 13, 24].

Parapetalus hirsutus (Bassett-Smith, 1898) [9, 11, 13, 24].

Lernanthropidae Kabata, 1979

Lernanthropus lappaceus Wilson, 1912 [4, 8, 9, 10, 11, 13, 24].

L. polynemi Richiardi, 1881 [9, 10, 11, 13, 24].

Galeoides decadactylus (Bloch, 1795)

Lernanthropidae Kabata, 1979

Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [8, 9, 10, 11, 13, 24].

Polydactylus sextarius (Bloch & Schneider, 1801)

Lernanthropidae Kabata, 1979

Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [8, 9, 10, 11, 24].

Polynemus polydactylus Vahl, 1798

Lernanthropidae Kabata, 1979

Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [6, 24].

Sphyraenidae Rafinesque, 1815

Sphyraena jello Cuvier, 1829

Bomolochidae Sumpf, 1871

Nothobomolochus denticulatus (Bassett-Smith, 1898) [13, 20, 24].

Caligidae Burmeister, 1835

Caligus pelamydis Kroyer, 1863 [1, 3, 9, 11, 13, 24].

Parapetalus occidentalis Wilson, 1908 [3, 8, 9, 11, 13, 24].

Pseudocycnidae Wilson, 1922

Cybicola armatus (Bassett-Smith, 1898) [3, 11, 13, 24].

Latidae Jordan, 1888

Lates calcarifer (Bloch, 1790)

Lernanthropidae Kabata, 1979

Lernanthropus latis Yamaguti, 1954 [13, 18, 24].

Serranidae Swainson, 1839

Epinephelus bleekeri (Vaillant, 1878)

Caligidae Burmeister, 1835

Caligus epidemicus Hewitt, 1971 [9, 17, 24].

Gnathiidae Leach, 1814

Gnathia sp. Larvae [13, 18, 24].

Epinephelus coioides (Hamilton, 1822)

Ergasilidae Burmeister, 1835

Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].

Caligidae Burmeister, 1835

Caligus epidemicus Hewitt, 1971 [9, 13, 17, 24].

Gnathiidae Leach, 1814

Gnathia sp. Larvae [13, 18, 24].

Cymothoidae Leach, 1818

- Ceratothoa verrucosa* (Schioedte et Meinert, 1883) [13, 18, 24].
Epinephelus malabaricus (Bloch et Schneider, 1801)
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
Epinephelus polyphkadion (Bleeker, 1849)
Corallanidae Hansen, 1890
Alcirona krebsii Hansen, 1890 [24].
Epinephelus tauvina (Forsskål, 1775)
Corallanidae Hansen, 1890
Alcirona krebsii Hansen, 1890 [24].
Notopterus notopterus (Forsskål, 1775)
Caligidae Burmeister, 1835
Lepeophtheirus sp. [9, 13, 18, 24].
Pennellidae Burmeister, 1835
Lernaeocera branchialis (Linnaeus, 1767) [13, 18, 24].
Corallanidae Hansen, 1890
Corallana grandiventra Ho et Tonguthai, 1992 [24].
Alcirona krebsii Hansen, 1890 [13, 22, 24].
Corallana sp. [13, 22, 24].
Terapontidae Richardson, 1842
Terapon sp.
Gnathiidae Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24].
Carangidae Rafinesque, 1815
Alepes melanoptera (Swainson, 1839) (= *Selar malam* (Swainson, 1839)
Lernanthropidae Kabata, 1979
Chauvanium chauvani Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017 [21, 24].
Lernanthropus alatus Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
Lernanthropodes sp. [6, 8, 13, 24].
Caranx sp.
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropus alatus Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
Decapterus maruadsi (Temminck et Schlegel, 1843)
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropinus decapteri (Pillai, 1964) [4, 8, 11, 13, 24, 25].
Decapterus sp.
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus confusus Piliai, 1961 [9, 11, 12, 13, 24].
C. constrictus Heller, 1865 [9, 11, 12, 13, 24].
C. robustus Bassett-Smith, 1898 [9, 11, 12, 13].
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropus alatus Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
Parastromateus niger (Bloch, 1795)
Caligidae Burmeister, 1835
Synestius caliginus Steenstrup et Lutken, 1861 [1, 3, 9, 11, 13, 24, 25].
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
Lernanthropidae Kabata, 1979
Lernanthropus carangis Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].

- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Hatschekia foliolata Redkar, Rangnekar, Murti, 1950 [3, 11, 13, 24].
Selar crumenophthalmus (Bloch, 1793)
- Bomolochidae** Sumpf, 1871
Nothobomolochus denticulatus (Bassett-Smith, 1898) [13, 20, 24].
- Menidae** Fitzinger, 1873
Mene maculata (Bloch et Schneider, 1801)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropinus sphyraenae (Yamaguti et Yamasu, 1959) [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
- Lutjanidae** Gill, 1861
Lutjanus erythropterus Bloch, 1790
- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Hatschekia hanguyenvani Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017 [13, 21, 24].
Lutjanus johnii (Bloch, 1792)
- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Hatschekia albirubra Wilson, 1913 [7, 24].
H. conifera Yamaguti, 1939 [7, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Sagum sanguineus (Song, 1976) [4, 11, 13, 24, 25].
- Gnathiidae** Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24, 25].
- Nemipteridae** Regan, 1913
Nemipterus hexodon (Quoy et Gaimard, 1824)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropinus nemipteri Jayasree et Pillai, 1976 [24, 25].
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus epinepheli Yamaguti 1936 [13, 24].
- Gnathiidae** Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24, 25].
- Nemipterus marginatus* (Valenciennes, 1830)
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropinus nemipteri Jayasree et Pillai, 1976 [24, 25].
- Nemipterus nematophorus* (Bleeker, 1854)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus epinepheli Yamaguti 1936 [13, 24].
- Nemipterus nemurus* (Bleeker, 1857)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus epinepheli Yamaguti 1936 [13, 24].
- Nemipterus peronii* (Valenciennes, 1830)
- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Hatschekia foliolata Redkar, Rangnekar, Murti, 1950 [3, 11, 13, 24].
- Gnathiidae** Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24, 25].
- Leiognathidae** Gill, 1893
Leiognathus equulus (Forsskål, 1775)
- Gnathiidae** Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [24, 25].

Gerreidae (Huxley, 1880)*Gerres filamentosus* Cuvier, 1829**Bomolochidae** Sumpf, 1871*Nothobomolochus multispinosus* (Gnanamuthu, 1947) [24, 25].**Caligidae** Burmeister, 1835*Caligus* spp. [1, 2, 13, 18, 24].**Lernanthropidae** Kabata, 1979*Lernanthropus triangularis* Pillai, 1963 [24, 25].*L. villiersi* Delamare-Deboutteville et Nunes-Ruivo, 1954 [10, 11, 13, 24].**Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840*Naobranchia* sp. [3, 11, 13, 24].**Haemulidae** Gill, 1885*Pomadasys guoraca* (Cuvier, 1829)**Caligidae** Burmeister, 1835*Parapetalus orientalis* Steenstrup et Lutken, 1861 [1, 3, 9, 11, 13, 24].**Sciaenidae** Cuvier, 1829*Johnius carouna* (Cuvier, 1830)**Lernanthropidae** Kabata, 1979*Lernanthropus otolithi* Pillai, 1963 [4, 8, 11, 13, 24].*Larimichthys crocea* (Richardson, 1846)**Lernanthropidae** Kabata, 1979*Lernanthropus francai* Nimes-Ruivo, 1962 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].*Pennahia argentata* (Houttuyn, 1782)**Gnathiidae** Leach, 1814*Gnathia* sp. Larvae [24, 25].**Scaridae** Rafinesque, 1810*Pseudoscarus* sp.**Corallanidae** Hansen, 1890*Alcirona krebsii* Hansen, 1890 [24].*Scarus* sp.**Corallanidae** Hansen, 1890*Alcirona krebsii* Hansen, 1890 [24].**Sparidae** Rafinesque, 1818*Acanthopagrus berda* (Forsskål, 1775)**Caligidae** Burmeister, 1835*Caligus epinepheli* Yamaguti 1936 [13, 24].**Lernanthropidae** Kabata, 1979*Lernanthropus chrysophrys* Shishido, 1898 [13, 24].**Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840*Clavellopsis trichiuri* Gnanamuthu, 1951 [11, 13, 24].**Gnathiidae** Leach, 1814*Gnathia* sp. Larvae [24, 25].*Argyrops spinifer* (Forsskål, 1775)**Caligidae** Burmeister, 1835*Caligus* spp. [1, 2, 13, 18, 24].*Pagrus major* (Temminck et Schlegel, 1843)**Caligidae** Burmeister, 1835*Caligus epinepheli* Yamaguti 1936 [13, 24].**Mullidae** Rafinesque, 1815*Upeneus sulphureus* Cuvier, 1829

- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus carangis Pillai, 1964 [6, 8, 9, 10, 11, 13, 24].
- Ephippidae** Bleeker, 1859
Platax teira (Forsskål, 1775)
Caligidae Burmeister, 1835
Anuretes branchialis Rangnekar, 1953 [1, 3, 9, 11, 13, 24].
Mappates plataxus Rangnekar, 1958 [1, 3, 9, 11, 13, 24].
Ephippus orbis (Bloch, 1787)
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Drepaneidae** Gill, 1872
Drepane punctata (Linnaeus, 1758)
Gnathiidae Leach, 1814
Gnathia sp. Larvae [13, 18, 24].
- Scatophagidae** Gill, 1883
Scatophagus argus (Linnaeus, 1766)
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus rotundigenitalis Yü, 1936 [24,25].
- Cichlidae** Heckel, 1840
Oreochromis niloticus niloticus (Linnaeus, 1758)
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus lacustris Steenstrup et Liitken, 1861 [9, 13, 18, 24].
Caligus spp. [2, 13, 18, 24].
- Siganidae** Richardson, 1837
Siganus fuscescens (Houttuyn, 1782)
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus laticaudus Shiino 1960 [13, 24].
Lepeophtheirus atypicus Lin, Ho et Chen, 1996 [9, 11, 13, 24].
- Trichiuridae** Rafinesque, 1810
Lepturacanthus savala (Cuvier, 1829)
Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840
Clavellopsis trichiuri Gnanamuthu, 1951 [11, 24].
Trichiurus lepturus Linnaeus, 1758
Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840
Clavellopsis trichiuri Gnanamuthu, 1951 [11, 24].
- Stromateidae** Rafinesque, 1810
Pampus argenteus (Euphrasen, 1788)
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus multispinosus Shen, 1957 [9, 11, 13, 24].
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Anabantidae** Bonaparte, 1831
Anabas testudineus (Bloch, 1792)
Ergasilidae Burmeister, 1835
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
Caligidae Burmeister, 1835
Parapetalus orientalis Steenstrup et Lutken, 1861 [1, 3, 9, 11, 13, 24].
Arguillidae Müller, 1785
Argulus chinensis Ku et Yang, 1955 [13, 24].
- Eleotridae** Rafinesque, 1810
Oxyeleotris marmorata (Bleeker, 1852)

- Ergasilidae** Burmeister, 1835
Ergasilus philippinensis Velasquez, 1951 [13, 18, 24].
Ergasilus sp. [13, 18, 19, 24].
- Lernaeidae** Cobbold, 1879
Lernaea lophiara Harding, 1950 [13, 18, 24].
L. oryzophila Monod, 1932 [13, 18, 24].
Lernaea sp. [13, 18, 24].
- Gobiidae** Cuvier, 1816
Glossogobius giuris (Hamilton, 1822)
- Ergasilidae** Burmeister, 1835
Ergasilus philippinensis Velasquez, 1951 [13, 18, 24].
- Scombridae** Rafinesque, 1815
Auxis thazard (Lacepède, 1800)
- Pseudocycnidae** Wilson, 1922
Pseudocycnus appendiculatus Heller, 1865 [6, 8, 11, 24].
Euthynnus affinis (Cantor, 1849)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus bonito Wilson, 1905 [3, 9, 11, 13, 24].
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Pseudocycnidae** Wilson, 1922
Pseudocycnus appendiculatus Heller, 1865 [6, 8, 11, 24].
Euthynnus alleteratus (Rafinesque, 1810)
- Pseudocycnidae** Wilson, 1922
Cybicola armatus (Bassett-Smith, 1898) [3, 6, 11, 13, 24].
Pseudocycnus appendiculatus Heller, 1865 [6, 8, 11, 24].
- Sarda* sp.
- Caligidae** Burmeister, 1835
Anuretes branchialis Rangnekar, 1953 [3, 9, 11, 13, 24].
Mappates plataxus Rangnekar, 1958 [1, 3, 9, 11, 13, 24].
- Scomberoides lysan* (Forsskål, 1775)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus epinepheli Yamaguti, 1936 [24, 25].
- Lernaeopodidae** Milne Edwards, 1840
Charopinopsis quaternia (Wilson, 1935) [8, 11, 13, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropodes chorinemi Pillai, 1962 [13, 24, 25].
- Scomberomorus commerson* (Lacepède, 1800)
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Pseudocycnidae** Wilson, 1922
Cybicola armatus (Bassett-Smith, 1898) [3, 11, 13, 24].
- Esociformes** Bleeker, 1859
- Esocidae** Cuvier, 1816
Esox sp.
- Arguillidae** Müller, 1785
Argulus stizostethii Kellicott, 1880 [24].
- Tetraodontiformes** Berg, 1940
- Balistidae** Risso, 1810
Abalistes stellatus (Anonymous, 1798)

- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus confusus Piliai, 1961 [9, 11, 13, 24].
C. fortis Kabata, 1965 [9, 11, 24].
Caligus spp. [1, 2, 13, 18, 24].
- Tetraodontidae** Bonaparte, 1832
Lagocephalus lunaris (Bloch et Schneider, 1801)
Taeniacanthidae Wilson, 1911
Taeniacanthus lagocephali Pearse, 1952 [8, 11, 13, 24, 25].
- Caligidae** Burmeister, 1835
Caligus lagocephali Pillai, 1961 [24, 25].
Pseudocaligus laminatus Rangnekar, 1955 [24, 25].
- Tetraodon* sp.
Taeniacanthidae Wilson, 1911
Taeniacanthus lagocephali Pearse, 1952 [8, 11, 13, 24].
- Серая акула
Pandaridae Milne Edwards, 1840
Pandarus satyrus Dana, 1852 [3, 13, 24].
- Морской сом
Caligidae Burmeister, 1835
Hermilius pyriventris Heller, 1865 [3, 9, 11, 13, 24].
Lepeophtheirus longipalpus Bassett-Smith, 1898 [9, 11, 13, 20, 24].
- неопределённая до вида рыба
Caligidae Burmeister, 1835
Caligus confusus Piliai, 1961 [9, 24].
Caligus constrictus Heller, 1865 [9, 24].
- Lernaeidae** Cobbold, 1879
Lernaea elegans Leigh-Sharpe, 1925 [13, 18, 24].
- Ergasilidae** Burmeister, 1835
Ergasilus anchoratus Markewitchsh, 1946 [13, 18, 24].
- Hatschekiidae** Kabata, 1979
Hatschekia rotundigenitalis Yamaguti, 1939 [3, 11, 13, 24].
- Lernanthropidae** Kabata, 1979
Lernanthropus carangis Pillai, 1964 [8, 9, 11, 13, 24].
Lernanthropinus gibbosus Pillai, 1964 [6, 9, 10, 13, 24].
Lernanthropus lappaceus Wilson, 1912 [4, 8, 9, 11, 10, 13, 24].
Lernanthropus trifolius Bassett-Smith, 1898 [6, 8, 10, 24].
Sagum vietnamiensis Kazatchenko, Kovaleva, Nguen et Ngo, 2017 [13, 21, 24].
Sagum sp. [4, 6, 8, 13, 24].
- Aegidae** White, 1850
Alitropus typus Milne Edwards, 1840 [13, 23, 24].

Список литературы

1. Самотылова Н.Н. Паразитические копеподы семейства Caligidae (Crustacea, Copepoda, Siphonostomatoida) рыб Вьетнама // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-практ. конф., 2010. С. 98–99.

2. Самотылова Н.Н. Паразитические копеподы пресноводных рыб Вьетнама. Род *Lamproglena* Nordmann, 1832 (Crustacea: Copepoda: Cyclopoidea: Lamproglenidae) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2010. Вып. 22, ч. 1. С. 92–102.
3. Самотылова Н.Н. Представители Cyclopoidea и Siphonostomatoida (Crustacea: Copepoda) в фауне Вьетнама // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. Т. 13, № 1(5). С. 1146–1148.
4. Самотылова Н.Н., Ngo H.D., Казаченко В.Н., Nguyen V.T. Паразитические копеподы рыб Вьетнама. Семейство Lernanthropidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) // Материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 100-летию со дня рождения лауреата Государственной премии В.С. Калиновского. 6–7 декабря 2011 г. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. С. 57–62.
5. Samotylova N.N., Kazachenko V.N., Ngo H.D., Nguyen V.T. Parasitic copepod *Caligus arii* Bassett-Smith, 1898 (Crustacea: Siphonostomatoida: Caligidae) in Vietnam marine fishes // V Hoi nghi Khoa hoc va Cong nghe bien toan quoc lan thu (V Национальный съезд по морской науке и технологии Вьетнама), 2011. Vol. 4. Биология и биоресурсы моря. Р. 205–210 (на вьетнамском языке, англ. рез.).
6. Самотылова Н.Н. Изученность паразитических копепод рыб Вьетнама // Материалы V Всерос. конф. с международным участием по теоретической и морской паразитологии. Калининград, 2012. С. 193–196.
7. Самотылова Н.Н., Казаченко В.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Представители рода *Hatschekia* (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida, Hatschekiidae) в фауне Вьетнама // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 2012. С. 136–138.
8. Самотылова Н.Н., Казаченко В.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Новые виды паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб для фауны Вьетнама // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 2012. С. 138–143.
9. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Ngo H.D., Nguyen V.T. Паразитические ракообразные рыб Вьетнама – Caligidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы II Междунар. науч.-практ. конф. 23–24 октября 2013 г. Владивосток, 2013. С. 238–250.
10. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Nguyen V.T., Ngo H.D. Новые находки паразитических ракообразных семейства Lernanthropidae (Crustacea: Copepoda: Siphonostomatoida) во Вьетнаме // Научные труды Дальрыбвтуза. 2013. Т. 30. С. 28–42.
11. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Nguyen V.T., Ngo H.D. Таксономический обзор паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб Вьетнама // Научные труды Дальрыбвтуза. 2014. Т. 31. С. 20–30.
12. Kazachenko V.N., Kovaleva N. N., Ngo H.D., Ha N.V., Nguyen V.T. Redescription of three caligid species of the genus *Caligus* Müller, 1785 (Copepoda: Caligidae), parasites of marine fish *Decapterus* sp. (Perciformes: Carangidae) from tonkin gulf, Vietnam // Tap Chi Sinh Hoc. 2014. Vol. 36(1). P. 1–11.
13. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н. Паразитические ракообразные (Crustacea) рыб Вьетнама // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф., 18–19 мая. Владивосток, 2017. С. 152–159.
14. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Матросова И.В., Калинина Г.Г. Новые находки паразитических ракообразных (Crustacea) рыб Вьетнама // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы нац. очно-заочной науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 31–38.

15. Авдеев Г.В. Новые и некоторые известные виды копепод рода *Nothobomolochus* Vervoort – паразиты морских рыб из Тихого и Индийского океанов // Биол. моря (Владивосток). 1977. № 6. С. 12–30.

16. Авдеев Г.В. Копеподы рода *Nothobomolochus* – паразиты морских рыб. III. Состав, диагноз, определительная таблица и географическое распространение // Биол. моря (Владивосток). 1978. № 3. С. 39–45.

17. Vo D.T., Bristow G.A., Nguyen D.H., Vo D.T. Parasitism of two species of *Caligus* (Copepoda: Caligidae) on wild and cultured grouper in Viet Nam // J. Fish. Soc. Taiwan. 2008. 35(1). P. 1–9.

18. Arthur J.R., Te B.Q. Checklist of parasites of fishes of Viet Nam. FAO Fisheries Technical Paper. 2006. № 369/2. Rome, FAO. 133 p.

19. Vo T.D., Bristow G.A., Nguyen H.D., Nguyen N.T.N. The Parasites of Grouper and Sea Bass in Vietnam. Ho Chi Minh City: Agricultural Publishing House, 2012. 178 p.

20. Авдеев Г.В. Три новых и один известный виды паразитических копепод рода *Nothobomolochus* (Bomolochidae, Poecilostomatoida) рыб Тихого океана // Зоологический журн. 1986. Т. 65, вып. 1. С. 55–65.

21. Kazachenko V.N., Kovaleva N. N., Nguyen V.T., Ngo H.D. Three new species and one new genus of parasitic copepods (Crustacea: Copepoda) from fishes of the South China Sea // Russian Journal of Marine Biology. 2017. Vol. 43, № 4. P. 264–269.

22. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Фещенко Н.В., На N.V. *Alcirona krebsii* Hansen, 1890 (Crustacea: Isopoda: Corollanidae) – новая для фауны Вьетнама паразитическая изопода // Научные труды Дальрыбвтуза. 2014. Т. 32. С. 11–13.

23. Te B.Q. Crustacean parasites of freshwater fish in the Mekong River delta, prevention and treatment methods // Fisheries Review. 1995. № 3 (May-June). P. 6, 22 (на вьетнамском языке).

24. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Ngo H.D., На N.V., Nguyen V.T. Паразитические ракообразные (Crustacea) рыб Вьетнама. 2019 (на вьетнамском языке).

25. Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н. Матросова И.В., Калинина Г.Г. Новые находки паразитических ракообразных (Crustacea) рыб Вьетнама // Новации в рыбной отрасли – импульс эффективного использования и сохранения биоресурсов Мирового океана: материалы нац. очно-заочной науч.-практ. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. С. 31–38.

© Казаченко В.Н., Ковалева Н.Н., Матросова И.В., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 10–24.

Статья поступила в редакцию 13.03.2020; принята к публикации 23.09.2020.

ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

УДК 639.2.081+639.2.081.9(571.6)

Ксения Александровна Грибова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, студент гр. ПРа-212, Россия, Владивосток, e-mail: belova_1394@mail.ru

Светлана Владимировна Лисиенко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат экономических наук, доцент, зав. кафедрой «Промышленное рыболовство», SPIN-код: 6437-6364, AuthorID: 371990, Россия, Владивосток, e-mail: lisenkosv@mail.ru

Анализ освоения командорского кальмара в Восточно-Камчатской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна в период 2014–2018 гг.

Аннотация. Анализ современного состояния промысла командорского кальмара в Восточно-Камчатской зоне в период 2014–2018 гг. произведен на основании данных объемов ОДУ, объемов выловов, степени освоения и мониторинга работы флота.

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

Ksenia A. Gribova

Far Eastern State Technical Fisheries University, student PРа-212, Russia, Vladivostok, e-mail: belova_1394@mail.ru

Svetlana V. Lisienko

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in economics, associate professor, head of the department of industrial fisheries, SPIN-cod: 6437-6364, AuthorID: 371990, Russia, Vladivostok, e-mail: lisenkosv@mail.ru

Analysis of the development of berryteuthis magister in the East Kamchatka zone of the FarEastern fisheries basin in the period 2014–2018

Abstract. Analysis of the current state of the fishing for berryteuthis magister in the East Kamchatka zone in the period 2014–2018 made on the basis of data on the volumes of the ODE, the volumes of catches, the degree of development and monitoring of the fleet.

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

Многофакторный системный анализ ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы направлен на исследование количественных и качественных показателей промысловой деятельности судов. Эффективность функционирования многовидовой промысловой

системы напрямую зависит от степени освоения ресурсного потенциала. Таким образом, проводимые исследования направлены на выявление недоиспользуемых объектов промысла [1].

В данной работе представлены результаты многофакторного системного анализа в Восточно-Камчатской зоне, с входящими в нее подзонами, на промысле командорского кальмара за период 2014–2018 гг.

В Восточно-Камчатской зоне командорский кальмар одновременно входит в число объектов, на которые устанавливаются объемы ОДУ – в Петропавловско-Командорской подзоне, и не устанавливаются объемы ОДУ – в Карагинской подзоне. Так, в Петропавловско-Командорской подзоне объемы ОДУ на командорский кальмар устанавливались в объеме 15 тыс. т и не изменялись в течение исследуемого периода [2].

На основании данных объемов ОДУ и объемов выловов определена степень освоения ОДУ командорского кальмара в Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014–2018 гг. (рис. 1).

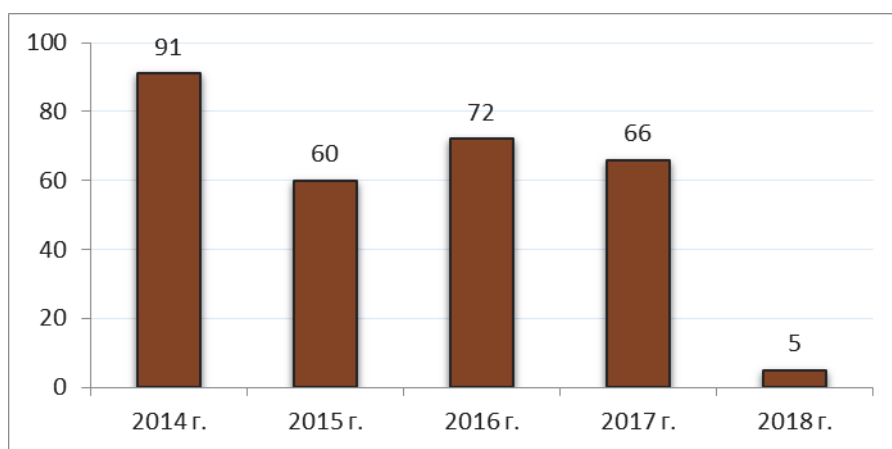


Рис. 1. Степень освоения ОДУ командорского кальмара в Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014–2018 гг., %

Fig. 1. The degree of development of ODU berryteuthis magister in the Petropavlovsk-Komandorsky subzone in the period 2014–2018, %

Из данных рис. 1 следует, что самый высокий показатель степени освоения ОДУ командорского кальмара приходился на 2014 г. и составлял 91 %. В 2015 г. показатели степени освоения снизились до 60 %. В 2016 г. наблюдался рост степени освоения до 72 %. После чего последовало снижение степени освоения в период 2017–2018 гг. с 66 % в 2017 г. до 5 % в 2018 г. В среднем снижение степени освоения командорского кальмара за пятилетний период составило 86 %.

Несмотря на снижение степени освоения ОДУ командорского кальмара в Петропавловско-Командорской подзоне, объемы вылова за период 2014–2018 гг. на 7,4 тыс. т больше, чем в Карагинской подзоне. За пятилетний период в Петропавловско-Командорской подзоне добыто 44,2 тыс. т командорского кальмара, в Карагинской подзоне – 36,8 тыс. т [3].

Так как командорский кальмар относится к ОДУемым и неОДУемым объектам, сравним промысловую деятельность судов в Петропавловско-Командорской и Карагинской подзонах на основании общих объемов выловов в период 2014–2018 гг. Объемы вылова командорского кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014–2018 гг. представлены на рис. 2.

В Карагинской подзоне, где командорский кальмар является неОДУемым объектом, в 2014 г. объемы вылова достигли 15 тыс. т, после чего снизились в 16,6 раза в 2015 г. и составили 0,9 тыс. т. Далее последовало увеличение объемов выловов командорского кальмара в

2016 г. до 5,8 тыс. т. В 2017 г. объемы вылова незначительно снизились до 5,7 тыс. т, после чего последовало повышение объемов выловов до 9,4 тыс. т [3]. В Петропавловско-Командорской подзоне, где командорский кальмар является ОДУемым объектом, в 2014 г. объемы вылова составляли 13,7 тыс. т, далее последовало снижение объемов выловов до 9,1 тыс. т в 2015 г. Но уже к 2016 г. объемы вылова командорского кальмара увеличились до 10,8 тыс. т. После чего в период 2017–2018 гг. объемы вылова командорского кальмара стремительно упали с 9,9 тыс. т в 2017 г. до 0,7 тыс. т в 2018 г. [3]. Таким образом, в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах промысловая деятельность судов имела нестабильный волнообразный характер.

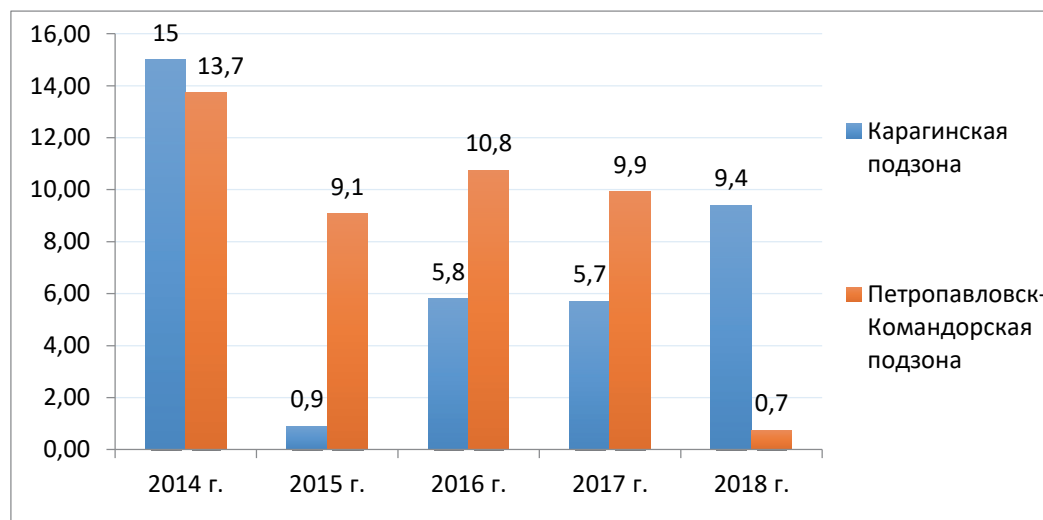


Рис. 2. Объемы вылова командорского кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзоне в период 2014–2018 гг., тыс. т

Fig. 2. *Beryteuthis magister* catch volumes in the Karaginsky and Petropavlovsk-Komandorsky subzones in the period 2014–2018, thousand tons

Далее подробно рассмотрим структуру работы добывающего флота в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах на промысле командорского кальмара в период 2014–2018 гг. (рис. 3).

Как видно из данных рис. 3, в обеих подзонах в период 2014–2018 гг. наибольшие объемы вылова командорского кальмара приходятся на суда типа СРТМ и БМРТ. В Карагинской подзоне судами типа СРТМ освоено 22,8 тыс. т командорского кальмара, в Петропавловско-Командорской подзоне – 23,3 тыс. т. Количество данных судов в период 2014–2018 гг. составляло 22 ед. в Карагинской подзоне и 20 ед. – в Петропавловско-Командорской подзоне. Судами типа БМРТ за исследуемый период добыто 11,1 тыс. т и 18,4 тыс. т в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах соответственно. Количество судов типа БМРТ, работающих на промысле командорского кальмара, в Карагинской подзоне составляло 18 ед., в Петропавловско-Командорской подзоне – 21 ед. Также в период 2014–2018 гг. промысловую деятельности вели следующие типы судов: в Карагинской подзоне суда типа БАТМ – 2,6 тыс. т, РТМ – 0,2 тыс. т, МРКТ – 0,056 тыс. т, РТМС – 0,044 тыс. т; в Петропавловско-Командорской подзоне суда типа БАТМ – 1,3 тыс. т, РТМ – 1,25 тыс. т, РС – 0,004 тыс. т, СТР – 0,003 тыс. т. Количество данных типов судов следующее: в Карагинской подзоне – БАТМ 6 ед., РТМ 2 ед. и по 1 ед. приходится на суда типа МРКТ и РТМС; в Петропавловско-Командорской подзоне – БАТМ 4 ед., РТМ 2 ед., РС 5 ед., СТР 2 ед. Общее количество судов, работающих на промысле командорского кальмара в период 2014–2018 гг., составляло в Карагинской подзоне 50 ед., в Петропавловско-Командорской – 54 ед. [4].

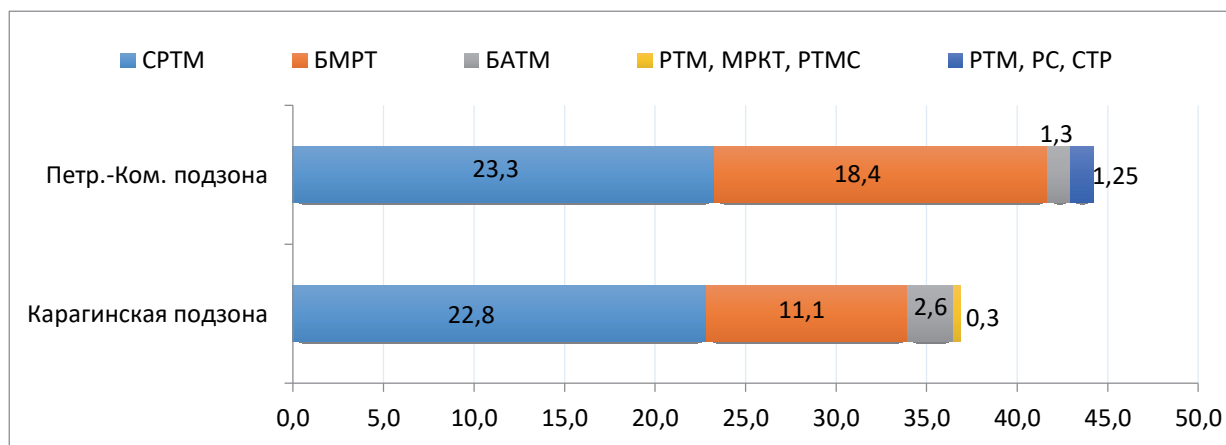


Рис. 3. Структура работы флота в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014–2018 гг., тыс. т

Fig. 3. The structure of the fleet in the Karaginsky and Petropavlovsk-Komandorsky subzones in the period 2014–2018, thousand tons

Также проанализированы ежемесячные объемы вылова командорского кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014–2018 гг. (рис. 4).

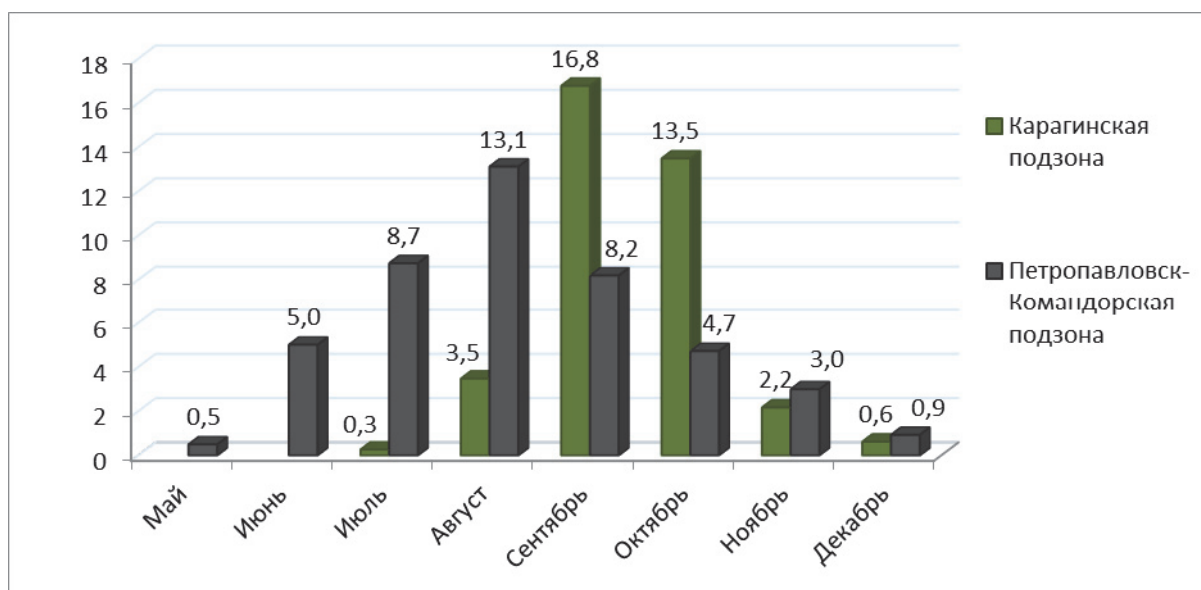


Рис. 4. Ежемесячные объемы вылова командорского кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах в период 2014–2018 гг., тыс. т

Fig. 4. Monthly catch volumes of berryteuthis magister in the Karaginsky and Petropavlovsk-Komandorsky subzones in the period 2014–2018, thousand tons

Многофакторный системный анализ ежемесячных объемов выловов командорского кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах позволил определить, что промышленный лов кальмара приходится на *летне-осенний* период. Так, в Карагинской подзоне промышленный лов командорского кальмара начинается с июля по декабрь, в остальные месяцы объемы вылова не превышали 0,028 тыс. т. С июля по сентябрь увеличивались объемы вылова командорского кальмара с 0,3 тыс. т до 16,8 тыс. т, после чего с

октября по декабрь наблюдалось резкое снижение объемов с 13,5 тыс. т до 0,6 тыс. т соответственно. В Петропавловско-Командорской подзоне период промышленного лова командорского кальмара приходится на период май–декабрь, в остальные месяцы объемы вылова не превышают 0,013 тыс. т. С мая по август объемы вылова постепенно увеличивались с 0,5 тыс. т до 13,1 тыс. т соответственно. А уже в период сентябрь–декабрь объемы вылова начали постепенно снижаться с 8,2 тыс. т до 0,9 тыс. т [4].

В ходе проведения многофакторного системного анализа компонентов производственной деятельности добывающего флота по освоению командорского кальмара в Восточно-Камчатской зоне установлено следующее:

1. Командорский кальмар входит в число объектов, на которые устанавливаются объемы ОДУ и не устанавливаются в Петропавловско-Командорской и Карагинской подзонах соответственно.

2. Степень освоения ОДУ командорского кальмара за исследуемый период в среднем снизилась на 86 %, с 91 % в 2014 г. до 5 % – в 2018 г.

3. Динамика изменений объемов выловов кальмара в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах имела нестабильный волнообразный характер с резкими скачками, что свидетельствует о добыче данного объекта в качестве прилова при промысле традиционных массовых объектов.

В ходе проведенного исследования выявлено, что, несмотря на нестабильные выловы командорского кальмара, интерес рыбодобывающих компаний к нему только повышается за счет снижения численности традиционных объектов тралового промысла.

Список литературы

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

2. Общий допустимый улов ВБР во внутренних морских водах РФ, территориальном море РФ, на континентальном шельфе РФ и в исключительной экономической зоне РФ, в Азовском и Каспийском морях на 2014–2018 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 15.04.2020).

3. Сведения об улове рыбы, добыче других водных биоресурсов и производстве рыбной продукции за 2014–2018 гг. [Электронный ресурс]. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 21.04.2020).

4. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи [Электронный ресурс]. 2020. Режим доступа свободный. URL: <http://fish.gov.ru/> (дата обращения: 22.04.2020)

© Грибова К.А., Лисиенко С.В., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 25–29.

Статья поступила в редакцию 18.05.2020; принята к публикации 24.09.2020.

УДК 584.17

Николай Лукич Халаев

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова, кандидат технических наук, SPIN-код: 1907-8506, AuthorID: 633019, Россия, Владивосток, e-mail: halaevn@mail.ru

Павел Анатольевич Стародубцев

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова, доктор технических наук, профессор, AuthorID: 561533, Россия, Владивосток, e-mail: spa1958@mail.ru

Артем Александрович Эм

Дальневосточный федеральный университет, инженерная школа, кафедра приборостроения, SPIN-код: 2053-3840, AuthorID: 1040463, Россия, Владивосток, e-mail: art_of_motion@mail.ru

Евгений Павлович Стародубцев

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова, Россия, Владивосток, e-mail: spa1958@mail.ru

Евгений Николаевич Бакланов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доцент кафедры «Судовождение», SPIN-код: 1503-6517, AuthorID: 707217, Россия, Владивосток, e-mail: baklanoven@mail.ru

Эдуард Владимирович Москаленко

Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова, Россия, Владивосток, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru

Реконструктивная акустическая томография и ее теоретические основы

Аннотация. Представлен аналитический материал теоретических основ современной реконструктивной томографии океанской среды. Целью проведенных исследований, представленных в работе, является формирование математического аппарата реконструкции возмущений морской среды по «срезовой» информации, полученной от объектов естественного происхождения. Объект исследований представлен самой морской средой и ее основными характеристиками. Предмет исследования есть результаты реконструкции возмущений морской среды по «срезовой» информации.

Ключевые слова: акустика, реконструктивная томография, акустическая томография, родоновский образ.

Nikolai L. Khalaev

Pacific Higher Naval Collage after S.O. Makarov, PhD in engineering science, SPIN-cod: 1907-8506, AuthorID: 633019, Russia, Vladivostok, e-mail: halaevn@mail.ru

Pavel A. Starodubtcev

Pacific Higher Naval Collage after S.O. Makarov, doctor of technical sciences, professor, AuthorID: 561533, Russia, Vladivostok, e-mail: spa1958@mail.ru

Artem A. Em

Far Eastern federal University, engineering school, department of instrument engineering, SPIN-cod: 2053-3840, AuthorID: 1040463, Russia, Vladivostok, e-mail: art_of_motion@mail.ru

Evgenii P. Starodubtcev

Pacific Higher Naval Collage after S.O. Makarov, Russia, Vladivostok, e-mail: spa1958@mail.ru

Evgenii N. Baklanov

Far Eastern State Technical Fisheries University, associate professor of the department of navigation, SPIN-cod: 1503-6517, AuthorID: 707217, Russia, Vladivostok, e-mail: baklanoven@mail.ru

Eduard V. Moskalenko

Pacific Higher Naval Collage after S.O. Makarov, Russia, Vladivostok, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru

Reconstructive acoustic tomography and its theoretical bases

Abstract. The analytical material of the theoretical foundations of modern reconstructive tomography of the ocean environment is presented. The aim of the studies presented in this work is to form a mathematical apparatus for reconstructing disturbances in the marine environment from «slice» information received from objects of natural origin. The object of research is represented by the marine environment itself and its main characteristics. The subject of the research is the results of the reconstruction of disturbances in the marine environment from the «slice» information.

Key words: acoustics, reconstructive tomography, acoustic tomography, Rodon image.

Введение

Водная среда всегда притягивала человека своей таинственностью ограниченно наблюдаемого пространства (невозможности естественным образом созерцать водное пространство от горизонта до горизонта). Стекло маски ныряльщика позволяло повысить резкость и контрастность видимых в воде предметов. Однако до глубин 6–10 м лучи света проникают сквозь морскую воду, как лучи света сквозь окна, а на глубинах 80–90 м цвет воды становится голубовато-зеленым. Свыше глубин 300 м вода имеет черно-синий мутный цвет.

Только акустические волны дают возможность раздвинуть границы обзора пространства. Причем дальность этих границ зависит от частоты акустических волн: чем меньше частота – тем больше дальность обзора. Именно этот фактор дал толчок развитию важного направления в гидроакустике – акустической томографии [1].

Основная часть

Под акустической томографией обычно понимают направление акустики, занимающееся формированием (получением, восстановлением) акустических томограмм, т.е. масштабных изображений акустических неоднородностей в определенных сечениях трехмерных объектов. К акустическим неоднородностям относят параметры объектов, влияющие на распространение, отражение и рассеяние акустических волн (плотность, скорость звука, отражающая способность и пр.) [2].

Методы акустической томографии преимущественно используются в медицинской диагностике, неразрушающем контроле изделий, геофизике, а также в гидроакустике. Наибольшее распространение акустическая томография получила в медицине как один из наименее вредных способов диагностики различных заболеваний у людей.

Акустическая томография обобщает результаты, полученные не только в акустике, но и в таких областях, как рентгенотехника, оптика и радиолокация, причем само понятие томографии и первые алгоритмы томографической реконструкции пришли в акустику из других областей. В результате в акустике оказались смешанными понятия эхоскопии, звуковидения, голографии и томографии, и зачастую одни и те же понятия называются различными терминами [2].

Настоящий материал затрагивает вопросы, связанные с *реконструктивной томографией*, которую также часто называют вычислительной томографией [3]. Несмотря на отсутствие четких границ в классификации методов акустической томографии, под реконструктивной томографией обычно понимают такие методы получения изображений, которые требуют проведения измерений накапливающего характера (обычно говорят о формировании многих проекций, например, исследуемый объект облучается с разных сторон и каждый раз измеряется совокупность отраженных сигналов) с последующей реконструкцией неоднородностей при помощи цифровых методов обработки измеренных данных.

Реконструктивная (неразрушающая) акустическая томография – относительно новый раздел акустики, начавший интенсивно развиваться с середины 70-х гг. прошлого столетия, когда стала очевидной возможность реализации алгоритмов реконструкции изображений неоднородностей на имеющейся компьютерной технике [3]. Идея неразрушающего томографирования вообще и в исследовании неоднородностей в водной среде, в частности, представлена на рис. 1.

Представлен теневой способ регистрации изображения. Если освещать группу предметов сверху, можно наблюдать их раздельное отображение. Если предметы освещать сбоку, то получается наложение двух изображений друг на друга, т.е. искажение образа (позиция 1, а). Чтобы избежать такого искажения необходимо найти иной способ регистрации, когда результат будет таким или близким к такому, который показан на позиции 1, б. Это можно достигнуть, применяя компьютерный метод обработки информации [4].

В основе такого томографирования лежит идея, состоящая в том, что структуру неоднородности следует представить рядом параллельных поперечных сечений в интересующей нас плоскости. Тогда главная задача томографии с использованием компьютера (компьютерная томография) состоит в получении двухмерного изображения поперечного сечения исследуемой неоднородности [5, 6]. Принцип получения проекций показан на рис. 2.

Звуковое излучение проникает сквозь неоднородность исследуемой области размером $2a$. Область просвечивается параллельным пучком когерентного звукового излучения. Направление лучей составляет некоторый угол φ с осью x . Лучи ослабляются неоднородностями внутри объекта пропорционально их плотности. С противоположной стороны области предполагаются устройства, регистрирующие интенсивность каждого луча, прошедшего через область. При этом предполагается, что лучи распространяются в области вдоль прямой линии l . Регистрируемое излучение $R(s, \varphi)$ называется *радоновским образом*, или *радоновской проекцией*, а процесс преобразования с математическим описанием – *преобразованием Радона* [6].

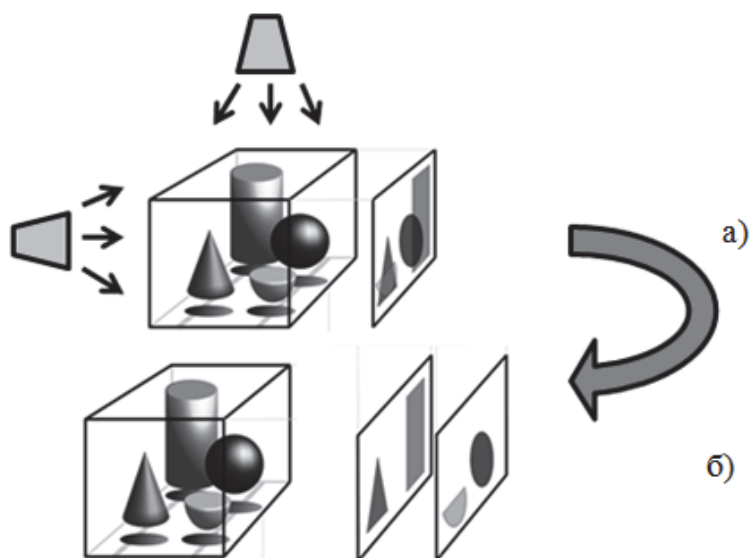


Рис. 1. Идея неразрушающего томографирования
 Fig 1. The idea of non-destructive tomography

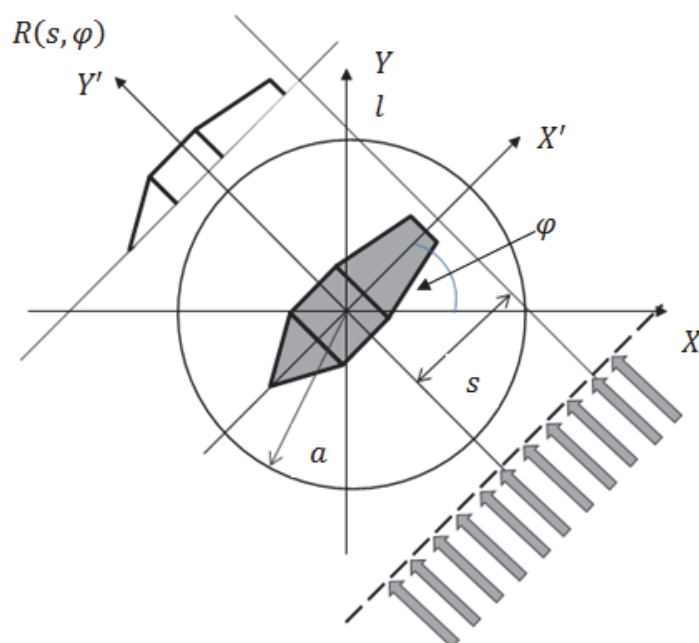


Рис. 2. Схема получения теневых проекций
 Fig. 2. Scheme for obtaining shadow projections

При использовании звуковых колебаний сразу возникла первая серьезная проблема, связанная с сопоставимостью размеров подлежащих реконструкции неоднородностей и длины волны звука (в рентгеновском излучении неоднородности существенно превышают длину волны излучения – там подобной проблемы нет). В результате потребовалось усовершенствовать известные алгоритмы томографии, чтобы они стали пригодными для акустики; так возникла *дифракционная акустическая томография*. В настоящее время реконструктивная акустическая томография позволяет оценить потенциальные возможности получения каче-

ственных акустических изображений; некоторые из алгоритмов реконструктивной томографии начинают внедряться в практику [6].

Рассмотрение методов и алгоритмов реконструктивной томографии сопровождается оценкой их основных характеристик. К основным характеристикам систем акустической томографии будем относить две: функция рассеяния точки и разрешение.

Функция рассеяния точки (ФРТ) – изображение точечной (локальной) неоднородности. По степени «размазанности» ФРТ можно судить о качестве реконструкции изображения произвольной неоднородности. Заметим, что точное восстановление неоднородностей невозможно, так как реконструктивная томография относится к некорректно поставленным обратным задачам акустики. Регуляризация подобных задач приводит к «загрублению» решения.

Разрешение – наименьшее расстояние между двумя точечными (локальными) неоднородностями, которые воспринимаются отдельно на полученном изображении. Разрешение чаще всего определяют как ширину функции рассеяния точки на уровне 0,707. Отметим, что разрешение (resolution) не следует путать с разрешающей способностью (resolutionability), которая обратно пропорциональна разрешению. Чем меньше разрешение (или чем больше разрешающая способность), тем лучше алгоритм реконструкции. В акустической томографии разрешающую способность обычно не используют в качестве количественной характеристики, ограничиваясь исследованием разрешения [7, 8, 9].

Задача акустической реконструктивной томографии не является линейной и, строго говоря, перечисленных выше характеристик недостаточно для полного сопоставления алгоритмов восстановления изображений. Однако более детальное рассмотрение приводимых методов, алгоритмов и их характеристик выходит за пределы уровня излагаемого материала.

Большинство материалов, приводимых в данной статье, базируется на зарубежной научной периодике, а также на исследованиях, проводимых в рамках исследовательской работы инженерной школы кафедры Ф и ОТД ТОВВМУ им. С.О. Макарова. Список литературы, предложенный в конце работы, дает дополнительный материал для расширения круга знаний.

Классическая реконструктивная томография

Особенности получения томографических образов с использованием низкочастотного звукового диапазона связаны с внушительными финансовыми затратами на изготовление излучающей и регистрирующей аппаратуры. Этот фактор диктует необходимость придерживаться классического способа реконструктивной томографии, как показано на рис. 3.

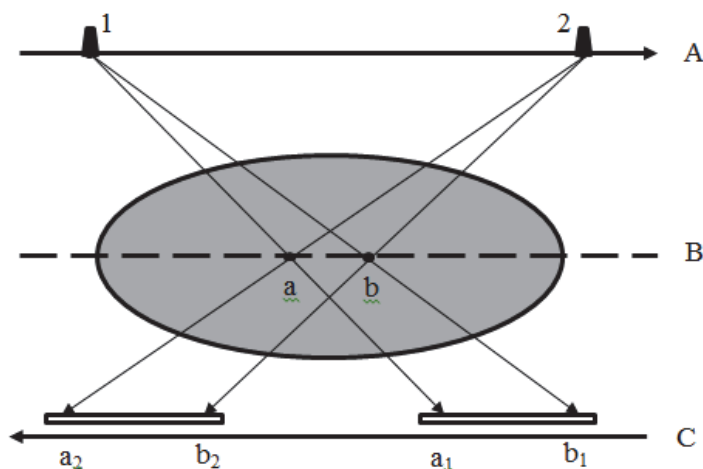


Рис. 3. Схема классического томографирования
Fig. 3. Classic tomography scheme

Если необходимо получить изображение объекта в плоскости B , то регистратор должен быть установлен в плоскости $C(a_1, b_1)$, а источник звука – в плоскости $A(l)$. Источник звука и регистратор перемещаются в противоположных направлениях с одинаковой скоростью. В этом случае точка пересечения осей излучателя в разные моменты времени будет лежать на плоскости B и находиться в одной точке. Поэтому изображение точек a и b на регистраторе будет неподвижно в плоскости C . В то же время точки, которые лежат вне плоскости B , будут отображаться в различные места регистратора на плоскости C . Поэтому на регистраторе изображение плоскости B четкое, а изображения остальных сечений объекта размазываются за счет движения, создавая искажения томографического изображения [10].

Преобразование Радона и его применение в акустической томографии

Допустим, что на плоскости xOy , как показано на рис. 4, задана некоторая функция акустических неоднородностей $O(x, y)$. Введем некоторую прямую L , определяемую двумя параметрами: φ и s . Первый из них задает угол поворота вспомогательной системы координат $x'Oy'$ относительно системы координат xOy , а второй – расстояние от прямой L до начала систем координат, равное расстоянию до оси ординат системы координат $x'Oy'$.

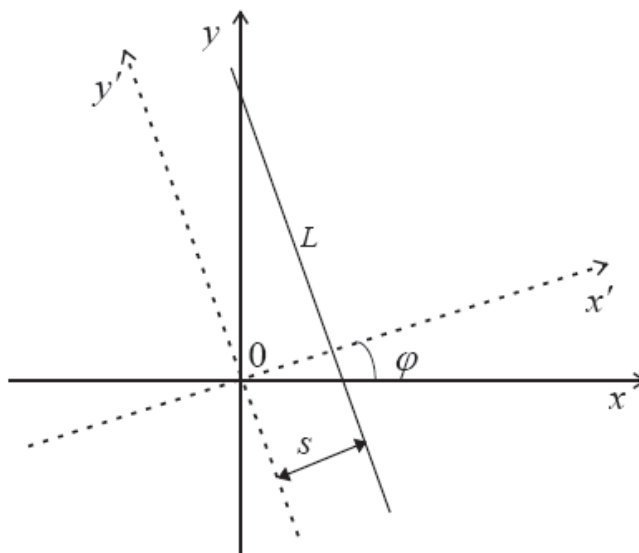


Рис. 4. Образ функции в пространстве Радона
Fig. 4. The image of a function in Radon space

Определим следующую функцию $R(s, \varphi)$:

$$R(s, \varphi) = \int_L O(x, y) dl \quad (1)$$

Выражение (1) называется *преобразованием Радона* и означает интегрирование функции неоднородностей по прямой L . Функция $R(s, \varphi)$ называется *образом функции* $O(x, y)$ в пространстве Радона, или *проекцией*. Преобразование Радона – это интегральное преобразование функции нескольких переменных, родственное преобразованию Фурье. Благодаря этому преобразованию стало возможным восстанавливать изначальную функцию, зная ее преобразование.

Классическая задача томографии может быть сформулирована следующим образом: неизвестна функция $O(x, y)$, но известна функция $R(s, \varphi)$, являющаяся образом $O(x, y)$ в пространстве Радона; требуется по функции $R(s, \varphi)$ определить $O(x, y)$.

Для решения классической задачи томографии требуется найти преобразование, обратное преобразованию Радона. Впервые эта операция была выполнена Иоганном Радонем в 1917 г. и опубликована в трудах Саксонской академии наук.

Перед рассмотрением алгоритмов восстановления неоднородностей в классической теории томографии подчеркнем, что исходная предпосылка классической томографии заключается в постулировании того факта, что данные измерений можно представить в виде преобразования Радона от восстанавливаемой функции. Таким образом, если существует функция неоднородностей, для которой удастся измерить ее преобразование Радона, то такую задачу томографии можно рассматривать как классическую. В рентгеновской томографии, как правило, и измеряется преобразование Радона, описывающее в этом случае затухание сигнала на пути распространения от источника излучения до чувствительного элемента. Акустическая томография, первоначально формулировавшаяся как обобщение классической томографии на случай акустических измерений, исходила из той же математической модели измерений.

Зададим вопрос: как для акустических сред может использоваться преобразование Радона? Для ответа на этот вопрос попытаемся подобрать модели взаимодействия неоднородностей с акустическими волнами, которые с определенной степенью точности можно описать, применяя преобразование Радона.

1. Пусть функция неоднородностей $O(x, y)$ представляет собой поглощение звука на единице длины. Рассмотрим прохождение плоской волны через область таких неоднородностей в лучевом приближении, как показано на рис. 5.



Рис. 5. Прохождение плоских волн через область неоднородностей
Fig. 5. Passage of plane waves through the region of inhomogeneities

Допустим, что амплитуда акустического давления в плоской волне имеет значение p_0 , а амплитуда акустической волны в точке расположения приемника давления – p_H . Очевидно, что при отсутствии поглощения $p_H = p_0$; при постоянном поглощении $p_H = p_0 \cdot e^{-\gamma L}$, при поглощении, зависящем от координат, $p_H = p_0 \cdot e^{-\int_L \gamma(l) dl}$, где $\gamma(l)$ – функция, описывающая поглощение по лучу L . Если принять пространственное распределение поглощения γ в качестве функции неоднородностей $O(x, y)$, последнее выражение можно представить в виде $\int_L O(x, y) dl = \ln \frac{p_0}{p_H}$ и, сравнив его с (1), записать выражение для радоновского образа функции неоднородностей:

$$R(s, \phi) = \ln \frac{p_0}{p_H(s, \phi)}.$$

Таким образом, если измерять функцию $R(s, \phi)$, описываемую выражением (2), то задача восстановления неоднородностей поглощения сводится к классической реконструктивной томографии [10].

2. В качестве второго примера рассмотрим неоднородности скорости звука, при наличии которых функцию неоднородностей будем записывать в виде

$$O(x, y) = \frac{c(x, y) - c_0}{c(x, y)},$$

где c_0 – скорость звука в отсутствии неоднородностей.

По-прежнему будем рассматривать излучение плоской волны, а локальный приемник располагать на расстоянии D от источника. Тогда

$$\int_L O(x, y) dl = c_0 \left(\int_L \frac{dl}{c_0} - \int_L \frac{dl}{c(x, y)} \right), \quad (2)$$

причем первый интеграл в скобках характеризует время распространения звука от источника до точки измерения при отсутствии неоднородностей, а второй – при их наличии. Следовательно, для рассматриваемых неоднородностей получим

$$R(s, \phi) = c_0 \Delta t(s, \phi), \quad (3)$$

где $\Delta t(s, \phi)$ – изменение времени распространения звука, обусловленное неоднородностями [10].

Если излучаемая волна имеет постоянную частоту, а значения c_0 и D считаются известными, то радоновский образ $R(s, \phi)$, заданный формулой (3), определяет фазовый сдвиг между измеренным и опорным сигналами. Таким образом, и в этом случае восстановление неоднородностей удалось свести к классической реконструктивной томографии.

Теперь необходимо ответить на вопрос: какую из описанных выше двух моделей предпочтительно использовать? Исторически вначале была предложена модель неоднородностей поглощения, являющаяся полным аналогом модели рентгеновской томографии, а затем, с целью улучшения качества реконструированного изображения, разработана вторая модель, связанная с неоднородностями скорости звука.

Сравнение моделей видно из таблицы [6]. Очевидно, что фазовые измерения (для второй модели) являются более точными, чем амплитудные (первая модель), однако не всегда удастся грамотно осуществить переход от измерения фазы к измерению времени распространения (особенно при невысоком отношении «сигнал–шум»), так как при увеличении времени распространения фаза в определенные моменты будет скачком изменяться на 2π .

Сравнение моделей взаимодействия неоднородностей с акустическими волнами Comparison of models of interaction of inhomogeneities with acoustic waves

Модель неоднородностей	Вид измерений	Основные приближения	Основные недостатки
Неоднородности поглощения	Амплитудные	Пренебрежение эффектами рефракции и дифракции (коротковолновая асимптотика)	Низкая чувствительность измерений к неоднородностям
Неоднородности скорости звука	Фазовые		Возможная неоднозначность при фазовых измерениях; значительная погрешность модели

Более информативные измерения во второй модели одновременно приводят и к более сильному влиянию на восстановленное изображение сделанных приближений. Так, пренебрежение дифракцией теоретически не позволяет качественно восстанавливать изображения неоднородностей с размерами, сопоставимыми с длиной волны, а наличие рефракции приводит к существенному «размазыванию» результатов реконструкции.

Несмотря на то, что модели неоднородностей, сводящие задачу реконструкции изображений к классической задаче томографии, имеют значительные недостатки, исследование классических алгоритмов томографии позволяет проиллюстрировать многие ее важные принципы, которые в более сложном виде реализуются в дифракционной акустической томографии.

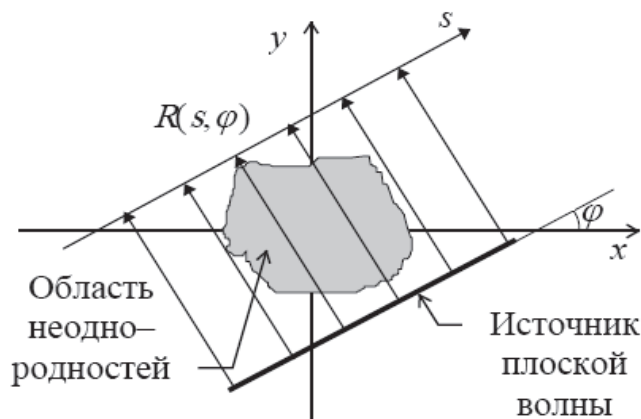


Рис. 6. Классическая схема томографии
Fig. 6. Classical tomography scheme

При использовании классической схемы измерений, как показано на рис. 6, область неоднородностей облучается источником плоской волны, ориентированным под углом φ к оси абсцисс, и с противоположной стороны области неоднородностей на оси s измеряются характеристики прошедшего поля, обеспечивающие формирование радоновского образа функции неоднородностей [8].

Измерения повторяются во всем диапазоне углов φ . Очевидно, что из-за выбранной лучевой безрефракционной модели взаимодействия поля с неоднородностями в классической томографии справедливо соотношение

$$R(-s, \pi + \varphi) = R(s, \varphi),$$

следовательно, диапазон измерений функции $R(s, \varphi)$ может быть представлен пределами: $-\infty < s < +\infty, 0 \leq \varphi < \pi$.

При вычислениях преобразования Радона от модельных неоднородностей, когда функция неоднородностей $O(x, y)$ задается в декартовой системе координат, выражение (1) удобнее записывать в виде

$$R(s, \varphi) = \int_{-\infty}^{+\infty} O(s \cdot \cos(\varphi) - y' \cdot \sin(\varphi), s \cdot \sin(\varphi) + y' \cos(\varphi)) dy', \quad (4)$$

заменив интегрирование по прямой интегрированием по координате y' (см. рис. 4) и используя известные формулы координатных преобразований при повороте системы координат.

При проведении математического моделирования были выбраны гауссовские импульсы, описываемые соотношением

$$O(x, y) = \sum_{i=1}^2 \exp\left\{-\frac{(x-x_i)^2 + (y-y_i)^2}{2b^2}\right\}. \quad (5)$$

Функция (5) промоделирована на графической модели и имеет вид, указанный на рис. 7 [10].

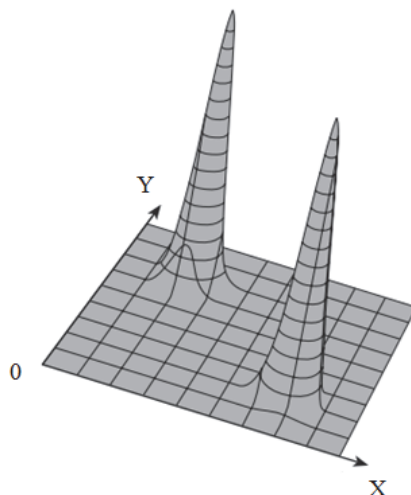


Рис. 7. Графическое изображение функции двух гауссовских импульсов
Fig. 7. Graphic representation of the function of two Gaussian pulses

Радоновский образ выражения (5) имеет вид

$$R(s, \varphi) = \sum_{i=1}^2 b\sqrt{2\pi} \cdot \exp\left\{\frac{(x_i \cos(\varphi) + y_i \sin(\varphi) - s)^2}{2b^2}\right\}. \quad (6)$$

Графическое изображение радоновского образа изображено на рис. 8.

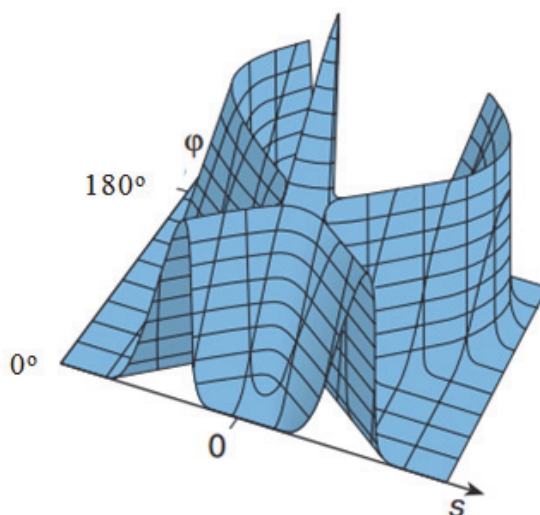


Рис. 8. Графическое изображение радоновского образа
Fig. 8. Graphic image of the radon image

Заключение

Анализ математических и графических моделей показывает, что функция и образ совсем не похожи друг на друга. Однако между радоновским образом и функцией, порождающей его, имеется взаимно однозначное соответствие, которое и лежит в основе всех алгоритмов реконструкции томографических изображений.

Для завершения операции формирования окончательного образа необходимы:

- операция обратного проецирования;
- модификация проецирования радоновского образа;
- восстановление изображения сверточным алгоритмом.

Последние направления томографирования морской среды являются в настоящее время предметом научно-исследовательской деятельности инженерной школы ТОВВМУ имени С.О. Макарова.

Список литературы

1. Наттерер Ф. Математические аспекты компьютерной томографии. М.: Мир, 1990. 279 с.
2. Троицкий И.Н. Статистическая теория томографии. М.: Радио и связь, 1989. 239 с.
3. Горюнов А.А., Сасковец А.В. Обратные задачи рассеяния в акустике. М.: Изд-во МГУ, 1989.
4. Morse P.M., Ingard K.U. Theoretical acoustics. New York: McGraw-Hill, 1968.
5. Бреховских Л.М. Волны в слоистых средах. М.: Наука, 1973.
6. Осетров А.В. Акустическая томография (обзор) // Зарубежная радиоэлектроника. 1991. № 5. С. 3–29.
7. Devaney A. J. Acoustic tomography // Inverse problems of acoustic and elastic waves. Philadelphia, 1984. P. 250–273.
8. Lan, C.Q. Limited angle diffraction tomography and its application to planar scanning systems / Lan C.Q., Xu K.K., Wage G. // IEEE Trans. On Sonics and Ultras. 1985. Vol. 32, № 1. P. 9–16.
9. Pan, S.X. A computational study of reconstruction algorithms for diffraction tomography: interpolation versus filtered backpropagation / Pan S.X., Kak A.C. // IEEE Trans. on Acoustic, Speech and Signal Proc. 1983. Vol. 31, № 5. P. 1262–1275.
10. Осетров А.В. Теория пространственно-временной дифракционной томографии при сканировании одиночного приемопередатчика по плоскости // Акуст. журн. 1991. Т. 37, № 3. С. 528–534.
11. Халаев, Н.Л. Некоторые концептуальные положения процесса мониторинга океанской среды: монография / Халаев Н.Л., Стародубцев П.А., Димидов В.Е. Владивосток: Изд. дом ДВФУ, 2012. 224 с.

© Халаев Н.А., Стародубцев П.А., Эм А.А., Стародубцев Е.П., Бакланов Е.Н., Москаленко Э.В., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 30–40.

Статья поступила в редакцию 17.06.2020; принята к публикации 28.09.2020.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО И АКВАКУЛЬТУРА

УДК 639.4.09

Елена Павловна Бровкина

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

Елена Андреевна Костина

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: gerasimova83@inbox.ru

Характер протекания эпизоотий при садковом выращивании гребешка в Приморье. Перкинсус – вероятная причина возникновения данных заболеваний

Аннотация. В Приморском крае в последние годы многие предприятия столкнулись с проблемой массовой смертности товарного садкового гребешка. В настоящей ситуации не вызывает сомнения наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при искусственном выращивании. Все особенности развития перкинсоза, описанные в этой статье, целиком соответствуют характеру и особенностям заболевания, протекающего на гребешковых плантациях Приморья. Перкинсоз – одна из наиболее опасных болезней в марикультуре, необходимо провести масштабное исследование на данную тему.

Ключевые слова: марикультура, гребешок, садковое выращивание, перкинсоз, Perkinsus, эпизоотия, массовая гибель гребешка.

Elena P. Brovkina

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

Elena A. Kostina

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok, e-mail: gerasimova83@inbox.ru

The nature of the couts of epizootics during cage rearing of scallops in Primorye. Perkinsus is the likely cause of these diseases

Abstract. In the Primorsky Territory, in recent years, many enterprises have faced the problem of mass mortality of the commercial cage scallop. In the present situation, there is no doubt about the presence of epidemiologically significant invasions in the scallop during artificial cultivation. All the features of the development of perkinsosis described in this article fully correspond to the nature and characteristics of the disease occurring on the scallop plantations of

Primorye. Perkinsosis is one of the most dangerous diseases in mariculture, it is necessary to conduct a large-scale research on this topic.

Key words: mariculture, scallop, cage cultivation, perkinsosis, Perkinsus, epizootic, massive scallop mortalities.

Введение

Повышение экономической эффективности аквакультуры, выращивание наиболее ценных видов двустворчатых моллюсков – мидий, устриц, дальневосточного гребешка, а также иглокожих, включая трепанга, морского ежа – такой приоритет предусмотрен Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса России на период до 2030 г., утвержденной Правительством в ноябре 2019 г. Указанная продукция востребована не только на российском потребительском рынке, но и на рынках стран Азии – главным образом Японии, Республики Корея и Китая, что связано с ростом среднедушевых доходов, развитием индустрии туризма и общественного питания.

В Приморском крае в последние годы многие предприятия столкнулись с проблемой массовой смертности товарного садкового гребешка. Причем вспышка приходится на последний летний период, предшествующий выемке товарной продукции. Ситуация повторяется из года в год и приносит огромные экономические потери, тем самым ставя на грань целесообразности выращивания гребешка в Приморье.

В последних наиболее известных методических рекомендациях по выращиванию гребешка приморского, изданных ТИПРО-Центром [1, 2], заболевания и паразитология гребешка не упоминаются. В методиках описываются лишь технологические циклы работ и экономические расчеты. В другой русскоязычной литературе, посвященной приморскому гребешку и его культивированию, указывается, что случаев возникновения эпизоотий при выращивании гребешка в Приморье не зафиксировано. При этом отмечается некоторое количество потенциально опасных заболеваний и паразитов. Упоминается, что паразитофауна крайне бедна, виды описываются как потенциально опасные [3, 4].

Тем не менее уже в одной из наиболее ранних монографий, посвященной приморскому гребешку, изданной Институтом биологии моря в 1986 г., указывается на то, что гребешок с точки зрения паразитологии изучен слабо. Сведений о паразитах и болезнях мало как в силу того, что паразитологии не уделялось должного внимания, так и по причине сравнительно небольшого периода и ареала выращивания гребешка (по сравнению с мидиями и устрицами). В этой же монографии приводится и информация о том, что паразитофауна гребешка бедна, зараженность данного вида низкая и случаев массовой гибели паразитарной этиологии или вследствие инфекционных заболеваний не зафиксировано [3]. С той поры ситуация не сильно изменилась.

И в настоящее время часто при обзоре паразитов гребешка и их влияния также указывается, что паразитарная фауна малочисленна и включает лишь несколько потенциально патогенных видов. Указывается, что массовая гибель гребешков от паразитов никогда не регистрировалась. Эпизоотические заболевания, подобные тем, которые опустошили индустрию выращивания устриц в различных частях мира, при выращивании гребешков отсутствуют [4].

Между тем иностранные источники часто фиксируют эпизоотии на морских фермах, в том числе и гребешковых [11, 12, 13, 14]. Да и в сельском хозяйстве скученному содержанию животных всегда сопутствует повышение заболеваемости и зараженности паразитами.

Полевые наблюдения

Обычно в случае регистрации повышенной смертности гребешка собственники хозяйств, как и научные сотрудники, к которым они обращаются за разъяснениями, гибель списывают на естественные факторы или на нарушение технологий проведения работ. Такими факторами могут служить:

1. Опреснение. Летом в закрытых и полузакрытых бухтах, где удобно располагать марикультурные хозяйства с садковым выращиванием гребешка, часто наблюдается снижение солености из-за сильных дождей и выноса пресной воды реками. При некоторых обстоятельствах, например, при прижимных ветрах, слой опреснённой воды может достигать горизонта выставления садков.

2. Сильный прогрев воды. Также характерно для закрытых и полузакрытых бухт. Гребешок – холодолюбивый вид, и сильный летний прогрев воды плохо сказывается на его росте, а увеличение температуры воды более 24 °С может привести и к гибели. В некоторых акваториях этот фактор может быть решающим. Но обычно садки опускают на горизонт 4–6 м, где вода прогревается не столь сильно.

3. Пересушка гребешка во время пересадки или орошение садков теплой, опреснённой водой. На переборку часто привлекают большое количество необученного и незаинтересованного персонала, за которым действительно необходим постоянный контроль. Водозабор для орошения садков часто располагают рядом с берегом или садки выдерживают непосредственно под пирсом у места переборки.

4. Выедание гребешка хищниками в ситуациях, когда «садки коснулись дна». При донном способе постановки хребтины контроль ее затруднен. Иногда и п-образные хребтины провисают при недостатке плавучести. Морские звезды с легкостью выедают гребешка из садков в таких ситуациях.

Конечно, все эти факторы имеют значение. Но лишь в некоторой степени.

Технологические нарушения касаются только отдельных садков (или небольшой партии). Основные пересадки проводятся весной и осенью, когда даже у берега под пирсом вода достаточно холодная и соленость довольно стабильная.

Сильный прогрев воды или опреснение до горизонта постановки садков – вещь аномальная. При планировании хозяйства выбираются бухты и методы культивирования, отвечающие требованиям гребешка.

Стоит учесть, что воздействие на популяцию негативных естественных факторов может ослабить защитные механизмы особей и гребешок станет более восприимчив к заболеваниям. Некоторое количество паразитов и «болезней» всегда присутствуют в популяции. Например, здоровый гребешок легче выдерживает некоторое опреснение, но для заболевших особей перепад солености может стать критичным. При этом выжившие особи ослаблены и более восприимчивы к заболеваниям и паразитам. Количество и интенсивность воздействия «инвазий» увеличивается и опять ослабляет популяцию. Круг замыкается.

При накоплении заболевания у «стада» незначимые ранее естественные воздействия внешней среды могут стать фатальными.

Большая часть гребешка нерестится летом при достижении возраста 2+. Считается, что после нереста животные находятся в «естественном стрессе». Особи обычно ослаблены и более чувствительны к негативным воздействиям среды.

Естественно, что, в той или иной мере, сказываются все факторы в совокупности. В том числе и другие, здесь не учтенные. Но все же перечисленные выше воздействия лишь усугубляют течение заболевания, так как даже при отсутствии этих факторов массовая гибель гребешка также фиксируется.

Самый первый случай массовой смертности садкового гребешка, наблюдаемый авторами, был списан на климатические факторы. Садки хозяйства расположены в бухте, куда впадает относительно крупная река. Бухта полузакрыта, и летом вода довольно хорошо прогревается. Для ухода от влияния опреснения и летних прогревов садки с гребешком располагались на горизонте 6 м. И в предыдущие годы этого хватало. Хозяйство успешно завершило несколько циклов выращивания с реализацией товарного гребешка.

В описываемый летний период после обильных осадков пресная речная вода, которая обычно уходила из бухты верхним горизонтом, оказалась заперта в бухте прижимным ветром. На протяжении двух недель ветер дул по направлению внутрь бухты. В средней части

на поверхности соленость опустилась до 13 ‰. При сентябрьской переборке зафиксирована значительная гибель гребешка. Ее списали на опреснение, так как на поводцах садков и самих садках наряду с гребешком погибли и другие организмы, в том числе гидроидные полипы. В тех садках, где гибели обрастателей не наблюдалось, гребешок тоже был жив. Осенью гребешка перебрали и отсадили в чистые садки, подготовив к реализации. Но при выемке гребешка поздней осенью, когда вода была холодной, а соленость высокой, среди живых гребешков попадались пустые створки и особи, умершие недавно. На следующий год ситуация повторилась в возрастной группе от 2 до 2+, и отход гребешка с каждым годом повышался. Таким образом, в данной локации опреснение послужило спусковым крючком, ускорившим процесс. Но для массовой гибели следующих лет такой причины не было. При последующем выращивании с соблюдением всех норм предосторожности гибель гребешка в данном хозяйстве всегда находилась на недопустимо высоком уровне.

Позже выяснилось, что ненормативная смертность гребешка в садковом выращивании в Приморье не редкость. Но ввиду работы с товарной продукцией и реализацией молоди, хозяйства марикультуры не афишируют описанную проблему. Проблема замалчивается, а смертность объясняют естественными причинами. По неофициальным данным с этой ситуацией, в той или иной мере, сталкивались практически все предприятия Приморья, выращивающие товарного гребешка в садках.

Для примера, в одном из марихозяйств в начале деятельности по выращиванию гребешка в садках с одного порядка за товарный цикл собирали до 3 т продукции, через несколько лет объем изъятия снизился до 2 т, далее до 600 кг. А в последнее время с некоторых порядков не собирали и 100 кг.

В настоящей ситуации не вызывает сомнения наличие эпидемиологически значимых инвазий у гребешка приморского при искусственном выращивании.

Основной характер заболевания подробно рассматривался авторами в предыдущей статье [5]. Но здесь считаем целесообразным также привести особенности, сопровождающие массовую гибель гребешка в садках.

Часто в хозяйствах на протяжении нескольких лет успешно культивируют садкового гребешка, но отход иногда превышает нормативные показатели. При этом основная масса особей развивается нормально и достигает к осени третьего года выращивания ожидаемых товарных характеристик. Но со временем отход увеличивается.

Основная гибель происходит в возрастной группе от 2 до 2+ после нереста при летнем прогреве воды. При пересадке гребешка иногда можно заметить особей, сильно отстающих в росте и с деформированной раковиной. Но основная масса развивается нормально.

При выращивании гребешка до возраста 3+ можно отметить снижение смертности в осенне-весенний период. Несмотря на серьезный отход гребешка летом, с понижением температуры воды гибель почти прекращается, особи хорошо растут и готовятся к нересту. Но летом после нереста с прогревом воды массовая гибель продолжается. Стоит отметить, что иногда потери в возрастной группе от 2 до 2+ могут достигать практически 100 %, что даже не дает возможности дорастить гребешка до возраста в 3 года.

При всем этом часто на соседних хребтинах на коллекторах успешно собирается спат гребешка, он хорошо зимует в садках и до возраста 1 год отход практически не наблюдается. Также и в возрастной группе от 1 до 1+ выживаемость может быть высока, даже если на соседних участках отмечается массовая гибель. То есть при одинаковых воздействиях климатических факторов гребешок двух возрастных групп реагирует по-разному.

При разделке гребешка можно заметить, что иногда реакции гребешка вялые, мантия подтянута и он слабо реагирует на прикосновения. Иногда в мускулатуре наблюдаются пустилы с гнойным содержимым. Они могут быть единичны, диаметром около 10 мм или множественны, диаметром менее 1 мм. Мускул часто бывает плохо развитым и легко отстает от раковины. Но наряду с этим основная масса особей развита нормально, и даже у недавно

умершего гребешка может не быть никаких видимых признаков заболевания. Признаки болезни наблюдаются лишь у части особей, но со временем эта часть увеличивается.

Таким образом, можно сделать вывод, что болезнь имеет какое-то накопительное действие, и при превышении критического уровня инвазии особь гибнет. Способствуют заболеванию также повышение температуры и естественный нерестовый стресс моллюсков.

При высадке гребешка на донные плантации обычно массовую гибель не фиксируют. При донном содержании гребешка «накопления болезни» не происходит или происходит не в столь заметном темпе, так как ослабленные, восприимчивые к заболеванию и заболевшие особи быстро выедаются хищниками. Нормативный показатель выживаемости при донном выращивании изначально не высок и составляет 10–30 %. Возможно, проблема не так заметна ввиду незначительного контроля за смертностью гребешка и трудностью отделения смертности, связанной с заболеванием, от погибших по другим причинам. Здесь гибель всегда можно объяснить выеданием звездами, браконьерством, штормовыми воздействиями. Гребешок может просто немного перемещаться в сторону и оказаться за границами участка. Но все же, по некоторым данным, в бухте с исторически «садковым» выращиванием гребешка на донных плантациях тоже отмечается повышенная смертность моллюсков.

При выращивании на одном участке садкового гребешка и мидии у последней не наблюдается такой же массовой гибели. Мидия считается более выносливым видом. Период выращивания мидии на год меньше, чем у гребешка. Это позволяет предположить, что заболевание или специфично для гребешка, или не успевает накапливаться у мидии до ее выемки ввиду более короткого цикла выращивания. Но эти данные требуют проверки, так как не многие хозяйства выращивают обоих моллюсков.

Стоит особо отметить, что в каждом хозяйстве, столкнувшемся с данной проблемой, ситуация ухудшается год от года. Смертность постепенно увеличивается независимо от воздействия климатических факторов и принимаемых мер по недопущению нарушений в технологических операциях. А более ранний прогрев воды и теплое лето может существенно увеличить отход.

При этом гребешок успешно проходит все испытания в ветеринарных лабораториях. Гребешок из Хасанского района при экспорте в Южную Корею однажды успешно проходил ветеринарный контроль с южно-корейской стороны. Причем в этот год в Южной Корее был усилен ветеринарный контроль морской продукции. Но это лишь подтверждало отсутствие опасности для потребителя, но не исключало наличие болезни.

Гибель основной массы гребешка в возрастной группе от 2 до 2+ практически перед изъятием приносит огромные экономические потери, ведь затрачены ресурсы на закупку молоди и оборудования, проведены основные технологические циклы по очистке и пересадке гребешка. А в результате урожай полностью потерян, и собственнику еще необходимо провести чистку садков, а также озаботиться утилизацией полученных отходов. Данная проблема ставит большой вопрос о дальнейшем существовании отрасли по выращиванию гребешка в Приморье.

Обсуждение

После полевых наблюдений мы выделили основные особенности протекания эпизоотии, по которым было необходимо определить возбудителя заболевания.

И в дальнейшем мы отталкиваемся от следующих предположений:

1. При садковом выращивании гребешка возможно возникновение эпизоотий, что не удивительно, так как гребешок содержится с большой плотностью при отсутствии хищников.

2. Источник заболевания, наверняка, имеет природный характер, так как проявляется в разных хозяйствах, не связанных друг с другом и находящихся на довольно значительных расстояниях.

3. При содержании гребешка в садках с большой плотностью и при отсутствии хищников и падальщиков происходит «накопление болезни». В основном болезнь проявляется у гребешка после 2 лет выращивания. Возможно, этот период как-то связан с жизненными циклами патогена.

4. Смертность не является следствием каких-либо внешних кратковременных факторов, например, климатических воздействий, нарушений технологических циклов, антропогенных загрязнений, так как один раз возникнув, повторяется год от года. Но вспышку заболевания могут спровоцировать климатические или технологические факторы, способствующие стрессу гребешка.

5. При превышении какого-то критического уровня, под воздействием негативных факторов, в том числе и естественных, ослабленный гребешок погибает.

6. Основная смертность наблюдается в летний период после первого нереста в возрастной группе от 2 до 2+ и сопровождается летним прогревом воды. С осенним похолоданием отход гребешка существенно замедляется, но не прекращается полностью. Летом в возрастной группе от 3 до 3+ (если гребешок не вынимают осенью) смертность снова увеличивается. У некоторых гребешков в мускуле отмечаются пустулы с «гнойным» содержимым и отстаивание мускула от раковины.

7. Часть гребешка успешно справляется с заболеванием, демонстрируя высокие размерно-весовые приросты. Но при развитии ситуации этот процент популяции уменьшается.

8. При донном выращивании такая массовая смертность не наблюдалась. Но это может быть связано с разными факторами: как с присутствием хищников, уничтожающих больных особей, что задерживает распространение заболевания, так и с меньшим контролем со стороны хозяйственника. Слишком маленькое количество, оставшееся от высаженного гребешка, можно также объяснить браконьерством или откочёвкой гребешка с участка. Стоит учесть и то, что плотность гребешка при данном способе выращивания сравнительно не высока по сравнению с садковым.

9. Данное заболевание специфично для гребешка, так как не затрагивает мидию, выращиваемую на соседних хребтинах.

Для определения причин повышенной смертности гребешка из первого хозяйства было проведено микробиологическое, паразитологическое, микологическое обследование особей. В числе патогенов обнаружили протиста – *Perkinsus* spp. [6]. Именно это исследование и послужило вектором для дальнейшего поиска.

Перкинсоз моллюсков – опасное заболевание, которое нанесло, наверно, самый большой удар по индустрии выращивания устриц по всему миру. Данное заболевание регистрировалось и при выращивании других объектов марикультуры, в том числе и гребешка приморского (*Patinapecten* (*Muzuhopecten*) *yessoensis*).

Как уже отмечалось авторами в предыдущей публикации [5], протистов рода *Perkinsus* не однократно фиксировали у культивируемых гребешков Приморья, в том числе и в случаях массовой гибели гребешка [7, 8, 9]. Но эти статьи посвящены другим темам, и *Perkinsus* упоминается вскользь, без привлечения внимания. Даже при непосредственном описании случая массовой гибели гребешка большее значение придается другим факторам – климатическим и технологическим.

Между тем «болезнь Дермо», или «перкинсоз» – одно из самых серьезных заболеваний в марикультуре и входит в списки трансграничных болезней Международного эпизоотического бюро [10].

Перкинсоз моллюсков (литературный обзор)

Очень хорошо обзор по перкинсозам моллюсков представлен в статье *Perkinsosis in molluscs: A review* (Antonio Villalba и др.) [11]. В ней описывается история регистрации пер-

вых перкинсозов, таксономические вопросы данной группы простейших, их жизненные циклы и взаимодействие с моллюском-хозяином и др., а также, что крайне важно, обзорно представлены возможные пути управления ситуацией. Многие данные, приведенные ниже, почерпнуты из этого источника.

Жизненный цикл и передача

У паразита наблюдается три стадии. Первая – зооспора. Она имеет два жгутика, с помощью которых свободно перемещается. Вместе с током воды зооспора попадает в ткани моллюска, где может развиваться в следующую стадию – трофозои́та. Далее он проходит последовательное деление, образуя до 32 дочерних клеток, которые, высвобождаясь, становятся со временем зрелыми трофозои́тами. Они остаются у животного-хозяина, наводняя его ткани, или выпускаются в воду. Таким образом, даже при попадании в моллюска единичной зооспоры со временем возможно резкое увеличение численности протиста.

Также описывается еще одна стадия – гипноспора. Она образуется, когда трофозои́ты увеличиваются и развивают толстую стенку. Внутри образуются сотни зооспор. Когда гипноспоры выделяются и переносятся в морскую воду, начинается выпуск зооспор. Предполагается, что гипноспора может быть спящей стадией в жизненном цикле *Perkinsus* spp., что позволяет ему переносить неблагоприятные условия. Отмечалось, что часто в большом количестве трофозои́ты превращаются в гипноспоры в естественных условиях у умирающих хозяев, когда содержание кислорода в тканях резко падает. Далее при разложении тканей они выделяются в воду, богатую кислородом, и начинают зооспорировать, скачкообразно увеличивая количество и, соответственно, плотность зооспор в воде. Таким образом, инфицированные живые хозяева являются непрерывным источником инфекционных стадий (трофозои́тов), а смерть хозяина не препятствует передаче, более того, многократно увеличивает количество протистов в среде. Именно это и происходит при гибели гребешка в садках, без доступа хищников, зато при большой плотности потенциальных хозяев.

Сообщалось [11], что максимальные скорости передачи *P. marinus* (один из видов протиста) наблюдаются во время максимальной смертности хозяина (устрицы *S. virginica*), вызванной этим паразитом, хотя передача может происходить, когда смертность хозяина низкая или отсутствует.

Таким образом, основная передача *Perkinsus* spp. проходит без промежуточных хозяев. Но приводятся данные о передаче *P. marinus* здоровым устрицам от брюхоногого эктопаразита *Boonea impressa*, которого кормили зараженными устрицами.

Основные закономерности перкинсозов

Так как представители рода *Perkinsus* в основном довольно теплолюбивые виды, то температура воды в первую очередь влияет на интенсивность и летальность заболевания.

Интенсивность заболевания увеличивается с прогревом воды (для вида *P. olsenii* при достижении 15 °С) за счет распространения зимующей инфекции. Смертность достигает наивысших пределов в конце лета – начале осени. Далее у выживших особей по мере снижения температуры воды инфекция затихает.

Новое заражение происходит в основном в конце лета, совпадая с максимальной смертностью моллюсков, но передача может также происходить, когда смертность хозяина низка или отсутствует, хотя и в меньшем темпе. Необычно теплая весна или затяжная теплая осень увеличивают длительность периода размножения паразитов, что приводит к большей смертности моллюсков.

Только в случае одного вида *P. qugwadi* не было обнаружено никакой явной сезонности. Данный вид может производить зооспоры и при температурах до 10 °С.

Отмечается, что у гребешка есть разные естественные способы борьбы с протистом. Часть зооспор, попавших в моллюска, будут уничтожены различными защитными системами хозяина. Поэтому имеет большое значение интенсивность и периодичность инфицирования.

Так как *Perkinsus* spp. может передаваться напрямую между хозяевами-моллюсками, то с повышением плотности посадки скорость и интенсивность передачи протиста увеличивается. Таким образом, при садковом выращивании гребешка, где особи находятся в прямом контакте, патогенность *Perkinsus* возрастает. При донном же выращивании дистанция между инфицированными и здоровыми особями способствуют разведению инфекционных частиц, которое тем больше, чем больше расстояние между особями.

Также отмечается, что распространенность *Perkinsus* часто выше у взрослых, чем у молодых особей, живущих в том же районе. Это может происходить за счет увеличения с возрастом интенсивности фильтрации и времени воздействия паразита. Но при заражении гребешка видом *P. qugwadi*, у которого не такая жесткая привязка к повышению температуры воды, смертность гребешка регистрировалась у молодых особей [12, 13].

Тяжелые инфекции характеризуются появлением многочисленных крупных очагов, где встречаются свободные и инкапсулированные паразиты. Иногда очаги воспаления проявляются в виде пустул или абсцессов различной величины (до 10 мм).

В любом случае инфекция вызывает ослабление организма хозяина, так что больным становится все труднее преодолевать любые другие неблагоприятные условия.

По некоторым проведенным расчетам, в случае тяжелой инфекции потребности клеток протиста могут превысить энергию, имеющуюся в моллюске для роста, особенно в условиях высокой температуры. Отрицательный энергетический баланс, вызванный прогрессированием перкинсоза у хозяев, помогает объяснить летальные и сублетальные вредные эффекты. Высокий уровень заражения *Perkinsus* также снижает репродуктивные качества и замедляет созревание гонад.

Стоит отметить, что при описании взаимоотношений мидии и паразитов рода *Perkinsus* упоминается высокая анти-*Perkinsus* активности гемолимфы мидий. Это может объяснять отсутствие столь негативного влияния *Perkinsus* на мидию, даже при выращивании ее на соседних с гребешком хребтинах. Тем не менее *Perkinsus* рассматриваются как паразиты мидий [14].

Определение вида

В настоящее время принято считать, что род насчитывает 6 видов [6] (иногда упоминается 5–7). Внешне, под микроскопом, виды очень похожи, и для их идентификации используются молекулярно-диагностические методы. Исторически виды рода *Perkinsus* различали по географии района обнаружения и по видам-хозяевам, но сейчас этого уже не придерживаются. Разные виды могут сосуществовать на одном виде-хозяине и в общем ареале, а при транспортировке животных возможно перемещение протиста в новый район. Даже с использованием молекулярно-диагностических данных иногда возникают сложности с распознаванием истинных границ видов [15]. Кроме того, недавно были описаны новые виды, и их отличия или синонимичность с описанными ранее еще обсуждаются.

Приморский гребешок (*Patinapecten* (*Muzuhopecten*) *yessoensis*) в литературных источниках чаще фигурирует в связке с единственным холодолюбивым видом Перкинса – *P. qugwadi*, который наносил существенный урон гребешковым хозяйствам в Британской Колумбии (Канада) [12, 13]. Но для данного географического района (Приморье) более характерен *P. olseni* (он же *P. atlanticus*). Он имеет очень широкий ареал распространения и самых разнообразных хозяев. Вид регистрировали в Европе, Австралии, Новой Зеландии, Вьетнаме, Уругвае, Корее, Японии и Китае как паразит брюхоногих и двустворчатых моллюсков.

Характер протекания заболевания, описанный в данной статье, также более типичен для *P. olseni*, но нельзя утверждать, что паразитирует один вид. В одно и то же время на гребешка могут воздействовать оба вида или какой-то новый. *P. olseni* наряду с *P. marinus* считаются наиболее опасными видами рода, провоцирующими эпизоотии, опустошающие марихозяйства по всему миру.

Заключение

Все особенности развития перкинсоза, описанные в этой статье, целиком соответствуют характеру и особенностям заболевания, протекающего на гребешковых плантациях Приморья. Жизненный цикл протиста и его передача объясняют массовую гибель гребешка в летний период в возрастной группе от 2 до 2+, когда совпадают такие факторы, как накопление протиста в моллюске-хозяине, ослабление особей после нереста, прогрев воды с увеличением скорости размножения протиста и, главное, взрывообразное увеличение количества зооспор при гибели первых особей в непосредственной близости от потенциальных новых моллюсков-хозяев. У гребешка в садке просто нет шанса не захватить большое количество инфицирующих частиц при фильтрации воды.

Конечно, это только предположения. Но в любом случае в разных гребешковых хозяйствах год за годом возникают эпизоотии, и необходимо в кратчайшие сроки определить причину их возникновения. *Perkinsus* spp. регистрировался в гребешках Приморья и ввиду того, что перкинсоз – одна из наиболее опасных болезней в марикультуре, необходимо провести масштабное исследование на данную тему. Здесь представлены первые вопросы для последующих паразитологических исследований.

1. Провести масштабное исследование на определение степени зараженности природных популяций гребешка в морях Приморья и по всему ареалу обитания гребешка. В том числе для разных возрастных групп, начиная от спата. Это поможет определить риски при сборе молоди на коллекторе. И определить, есть ли опасность перевозки молоди из района в район. Скорее всего, патоген имеет естественный ареал обитания, и при выращивании гребешка в данном ареале необходимо продумать технологические операции, уменьшающие темпы накопления протиста и увеличивающие способности моллюска противостоять заболеванию, хотя бы в течение цикла товарного выращивания.

2. Необходимо определить виды, которые тоже могут являться хозяевами для данного протиста и степень зараженности данных видов. Только морских гребешков в Приморье несколько видов, кроме того, переносчиками могут быть устрицы, мидии и др.

3. Необходимо определить вид паразита или комплекс видов, так как у них могут быть разные требования к среде.

4. Необходимо разработать (или адаптировать иностранные) методики для быстрого определения наличия паразитов и степени зараженности молоди для применения данных при перевозке молоди внутри края и особенно при импорте посадочного материала.

5. Необходимо определить, происходит ли передача паразита через морских звезд, так же, как через брюхоногого моллюска *Voonea impressa*. При донном выращивании звезды могут выедать больных и умерших моллюсков, предупреждая массовый выход зооспор через развитие гипноспор. Вопрос – происходит ли уничтожение гипноспор в пищеварительной системе морских звезд или они (гипноспоры) сохраняют вирулентность.

6. Необходимо проверить, происходит ли передача протиста через морских птиц. Им часто скидывают на берег останки умерших животных или отходы при разделке.

7. Необходимо провести работы по получению молоди в заводских условиях от производителей, которые пережили эпизоотии (лучше с возраста 4 года). По данным работы, проведенной в Канаде [12], такая молодь изначально имеет лучшие способности по борьбе с протистом, обусловленные генетически. Необходимо провести работы по выращиванию такой молоди на работающих и новых хозяйствах.

8. Необходимо определить, на какой стадии (наиболее ранней) может происходить заражение молоди паразитом. При условии заводского получения спата гребешка необходимо научиться уберегать полученную молодь от возможного заражения.

9. Возможно, прекращение садкового выращивания гребешка на 2–3 года позволяет сбросить накопленный эффект. Таким образом, хозяйство может вернуться к рентабельному получению товарной продукции из садков после перерыва. В течение этих лет можно собирать молодь и высаживать ее на донные участки. На хребтинах в это время можно увеличить выращивание мидии тихоокеанской или ламинарии японской. Это бы являлось аналогией с земледелием, где «уставшему» участку дают отдых под паром или проводят сидерацию. Необходимо провести подобные работы и, при положительном эффекте, внести данные рекомендации в официальные технологии выращивания. Идеально в данной ситуации было бы в одном районе (бухте) некоторое время не заниматься выращиванием гребешка до товарного размера, тогда собранная молодь уберется от массового заражения. Эти предприятия в таком случае, возможно, могут поставлять достаточно «чистую» молодь. Но данные условия можно соблюсти только при общем согласии хозяйств в этом районе (бухте).

10. В литературе рассматривается ряд лекарств, используемых при лечении перкинсоза. Необходимо провести их апробацию для гребешка и (или) провести поиск и разработку новых средств. При этом способы обработки (содержание препарата, время выдержки, кратность обработки) необходимо предусматривать с учетом экономической целесообразности и возможности включения данного этапа в общий технологический цикл.

11. По информации из открытых источников, в иностранных институтах прорабатывают вопрос по «генной модификации» гребешка с целью увеличить его устойчивость к заражению перкинсом. Вопрос спорный, так как выращиваемый гребешок не изолируется от естественных популяций.

12. Иногда остатки гребешка при разделке на мясо целесообразно использовать для включения в корм других выращиваемых объектов (трепанга, креветок и т.п.). Необходимо провести работу и выявить, выживает ли Перкинсус при прохождении через пищеварительный тракт потенциальных объектов, которым можно скармливать остатки гребешка или его необходимо использовать другим способом (например, термическая обработка перед скармливанием или захоронение отходов подальше от морских хозяйств). Остатки можно скармливать птицам, на свинокомплексах или утилизировать.

Это лишь часть вопросов. Патоген из природных популяций никуда не денется, но при получении ответов на эти вопросы можно будет разработать технологические операции для управления рисками хозяйств, сведя потери до экономически допустимых.

Рекомендации для хозяйства, выращивающего гребешка

На что нужно обращать внимание:

1. Повышенная смертность на разных этапах выращивания гребешка в садках. При каждой переборке легко определить точное количество гребешка и посчитать отход за время выращивания. Необходимо накапливать и анализировать данные по каждому хозяйству. Хорошо бы и с размерно-весовыми характеристиками.

2. Часто в садках наряду с живыми гребешками одновременно присутствуют створки и недавно умершие особи. При этом створки имеют зону прироста после предыдущей пересадки, т.е. умерли не в результате технологической операции или при подрезке мягкой ткани гребешка друг о друга.

3. Гибель гребешка не одномоментная (как может быть, например, при опреснении) и продолжается даже при хороших условиях. Обычно увеличивается с середины лета и постепенно уменьшается с середины осени.

При обнаружении данных признаков (даже первый раз) стоит провести исследование на перкинсоз.

Меры предосторожности:

1. В зоне особого риска – садковое выращивание гребешка. Необходимо определить момент, когда смертность в садках начинает существенно превышать нормативную. При возможности реализации продукции ранее массовой смертности, необходимо проводить реализацию. Массовая гибель даже одной большой партии серьезно увеличивает зараженность всего гребешка в данном хозяйстве и ближайших окрестностях.

2. При донном выращивании лучше не уничтожать звезд массово. Можно провести выемку звезды при расселении, так как спат после перевозки и высадки особенно уязвим. Но впоследствии часть звезд должна всегда присутствовать, выедавая погибших моллюсков и не допуская массового образования гипноспор и выхода из них зооспор. Можно выбирать с плантации особо опасных амурскую звезду и дистоластерию колкую, а патирию и прочих оставлять. Патирия практически не представляет опасности для здорового гребешка, а умершего быстро уничтожит.

3. По возможности лучше избегать расселения привозной молоди, особенно в районах, где массовое выращивание гребешка давно не проводилось. В условиях таких бухт наличие перкинсуса и степень поражения естественной плантации может изначально быть низкой или даже отсутствовать. С молодью можно привезти и протиста.

4. Не выкидывать мясо погибших особей в морскую воду. Его необходимо уничтожить (сжечь, закопать на берегу, скормить чайкам или воронам и т.п.). Из мяса зараженного моллюска при разложении выделяется огромное количество зооспор. Также при разделке гребешка на мясо необходимо следить, чтобы остатки, которые не идут на реализацию, не попали в море, в том числе нельзя использовать мясо для наживки. Даже внешне здоровый моллюск может содержать большое количество протистов.

Ввиду того, что разные хозяйства находятся часто в непосредственной близости друг от друга, меры предосторожности необходимо разрабатывать сообща. Хозяйства должны делиться информацией для разработки общих стратегий и одновременности всех действий.

Список литературы

1. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Б. Бирюлина. Владивосток: ТИПРО-центр, 2002.
2. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. Владивосток: ТИПРО-центр, 2011. 49 с.
3. Приморский гребешок: монография / под ред. П.А. Мотавкина. Владивосток: ИБМ ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
4. Марикультура: учеб. пособие / Г.Н. Ким, С.Е. Лескова, И.В. Матросова. М.: МОР КНИГА, 2014. 273 с.
5. Бровкина Е.П., Костина Е.А. Наличие эпизоомиологически значимых инвазий у гребешка приморского при выращивании в хозяйствах марикультуры // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Междунар. науч.-техн. конф.: в 2 ч. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. Ч. I. С. 9–13.
6. Буторина Т.Е., Творогова Е.В. Заражение моллюсков динофлагеллятами рода *Perkinsus*: этиология, клинические признаки, распространение, диагностика // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы IV Междунар. науч.-техн. конф. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. Ч. I. С. 49–53.
7. Гаврилова Г.С., Сухин И.Ю., Турабжанова И.С. Первый опыт садкового выращивания заводской молоди гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) у восточного побережья Приморья // Изв. ТИПРО. 2019. № 197. С. 208–218.

8. Лучин В.А., Григорьева Н.И. Экологическое состояние бухты Северной (залив Славянский, залив Петра Великого, Японское море) // Изв. ТИНРО. 2018.

9. Журба Е.К., Лескова С.Е. Опыт культивирования приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis* Jay, 1857) в бухте Северной (залив Петра Великого, Японское море) // Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны: материалы II нац. науч.-прак. конф. 2017. С. 43–47.

10. Список МЭБ и трансграничные инфекции животных: монография / В.В. Макаров, В.А. Грубый, К.Н. Груздев, О.И. Сухарев. Владимир: ФГБУ «ВНИИЗЖ», 2012. 162 с.

11. Villalba, A., Reece, K.S., Ordas, M.C., Casas, S.M., Figueras, A. Perkinsosis in molluscs: A review // *Aquat Living Resour.* 2004. 17. 411–432.

12. Naoki Itoh 1, Gary R Meyer, Amy Tabata, Geoff Lowe, Cathryn L Abbott, Stewart C Johnson. Rediscovery of the Yesso scallop pathogen *Perkinsus qugwadi* in Canada, and development of PCR tests, *Dis Aquat Organ*, 2013.

13. Bower S.M., Blackbourn J., Meyer G.R., Welch D.W. Effect of *Perkinsus qugwadi* on various species and strains of scallops // *Dis. Aquat Org.* 1999. 36. 143–151.

14. Burrell A., Kleeman S.N., Barker S.C., Lester R.J.G. Synonymy of *Perkinsus olseni* Lester & Davis, 1981 and *Perkinsus atlanticus* Azevedo, 1989 and an update on the phylogenetic position of the genus *Perkinsus*. *Bull. Eur. Assoc. Fish Pathol.* 2002. 22. 258–265.

15. Christopher F. Dungan², Gail P. Scott³, Kimberly S. Reece³. *Perkinsus* sp. infections and in vitro isolates from *Anadara trapezia* (mud arks) of Queensland, Australia Cécile Dang^{1,4}.

© Бровкина Е.П., Костина Е.А., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 41–52.

Статья поступила в редакцию 23.09.2020; принята к публикации 29.09.2020.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 628.147.2

Татьяна Евгеньевна Коршунова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация и управление транспортом», SPIN-код: 6220-5997, AuthorID: 814437, Россия, Владивосток, e-mail: korte12@mail.ru

Михаил Сергеевич Скубеев

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Россия, Владивосток, e-mail: tigrestigres1@gmail.com

Оптимизация ремонта жидкостных трубопроводов на предприятиях по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств

Аннотация. Рассмотрен метод ремонта жидкостных трубопроводов замораживанием применительно к предприятиям по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств. Проведен сравнительный анализ характеристик применяемых хладагентов и замораживающего оборудования, на основе которого определены наиболее оптимальные решения в отношении применения методики, хладагентов и соответствующей аппаратуры.

Ключевые слова: жидкостные трубопроводы, замораживание, хладагенты, замораживающее оборудование, углекислота, фреон, азот.

Tatiana E. Korshunova

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor of the department of transport operation and management, SPIN-cod: 6220-5997, AuthorID: 814437, Russia, Vladivostok, e-mail: korte12@mail.ru

Mihail S. Skubeev

Far Eastern State Technical Fisheries University, Russia, Vladivostok

Optimization of repair of liquid pipelines on the enterprises for repair and technical to service of vehicles

Abstract. In article the method of repair of liquid pipelines by freezing with reference to the enterprises for repair and maintenance service of vehicles is considered. The comparative assaying of performances of applied coolants and the freezing equipment on which fundamentals the optimal decisions concerning application of a technique, coolants and the corresponding instrumentation are defined is carried out.

Keywords: liquid pipe ducts, quiescing, the coolants, the freezing equipment, carbonic acid, freon, nitrogen.

Специализированные предприятия по ремонту транспортных средств и их обслуживанию могут быть небольшими и крупными, состоящими из нескольких помещений, но любое из них предполагает наличие отопительной системы, системы водоснабжения и канализации, направленные на создание и поддержание благоприятных климатических параметров в цехах и других зонах производственного назначения; обеспечение защиты используемого на объектах технологического оборудования от чрезмерного охлаждения; поддержание установленной температуры хранения и эксплуатации всевозможных технических жидкостей и масел; обеспечение нормативного температурного режима в покрасочных камерах; соблюдение режимов технологических процессов ремонта и технического обслуживания автотранспорта и т.д. Однако даже при правильной эксплуатации и своевременном обслуживании трубопроводов топливной системы или системы водоснабжения возможен их выход из строя из-за коррозии, механических воздействий, высокого давления или по каким-либо другим причинам.

Традиционно при выполнении работ по обслуживанию, ремонту и реконструкции трубопроводов в системах отопления и водоснабжения необходимо их вскрывать и опорожнять. При этом неизбежны сброс давления и жидкости из системы, а после ремонта – заполнение ее жидкостью вновь и «развоздушивание» всего трубопровода. Этот процесс довольно трудоемкий и длительный, часто требует привлечения коммунальных служб, что, как правило, приводит к остановке работы предприятия или части его на довольно продолжительное время и, как следствие, к материальным убыткам предприятия.

Для осуществления подобного рода ремонтных работ жидкостных трубопроводов все более широкое применение приобретает метод замораживания труб, позволяющий проводить ремонт и техническое обслуживание трубных систем, установку или замену трубопроводной арматуры, сантехнического оборудования в рабочем режиме предприятия без предварительного слива жидкости со всей системы, так как зона опорожнения в области повреждения или примыкания к нему остаётся ограниченной, благодаря чему становится возможным сократить дорогостоящие простои в работе или вовсе избежать их [1, 2].

Суть метода заключается в замораживании хладагентом небольшой части трубопровода, заполненного жидкостью. Хладагент поглощает теплоту трубы и заполняющей её среды и испаряется. Из-за постоянного поглощения теплоты в области охлаждения в трубе образуется ледяная пробка, которая закупоривает трубу, препятствуя вытеканию воды из системы, позволяя вывести из работы только ремонтируемый участок трубопровода и провести на нем необходимые работы. Образовавшиеся в трубе заглушки остаются в течение всего времени поступления хладагента к месту заморозки. Как только подтверждается факт закупорки, проводятся требуемые работы на участке трубы между ледяными пробками, по завершении которых систему охлаждения демонтируют, а ледяные пробки оставляют для постепенного размораживания за счет восприятия окружающей теплоты либо ускоряют процесс принудительным подогревом. Затем работа трубопровода самопроизвольно возобновляется.

Необходимыми условиями применения метода являются возможность замораживания среды, заполняющей трубопровод с образованием из нее пробки; отсутствие структурных изменений в материале трубы под воздействием хладагента; в месте замораживания труба должна быть полностью заполнена жидкостью; подлежащий замораживанию участок системы не имеет течи; исключена возможность повреждения трубы в процессе заморозки; должны быть учтены дополнительные нагрузки на трубу, вызванные фазовым переходом жидкости в твердое состояние. По имеющимся данным все эти требования возможно реализовать при заморозке труб из нелегированной (углеродистой) и легированной стали, меди, латуни, бронзы, алюминия и металлопластика [1, 2, 3 и др.].

Мини-аппаратура и аппаратура большой производительности для заморозки труб представлена торговыми сетями в различном ценовом диапазоне и в большом ассортименте от

таких компаний-производителей, как Rems (Германия), Rothenberger (Германия), Virax (Франция), Ridge Tool (США) и др. В качестве хладагентов в них используется углекислота с непосредственной подачей к месту заморозки из баллонов либо фреон, подающийся из установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Несмотря на ряд достоинств углекислотных аппаратов (простоту конструкции, небольшую стоимость в сравнении с электрическими моделями, автономность работы), в последнее время все большей популярностью пользуются установки на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Большинство электрических аппаратов снабжены устройствами для автоматизированного управления процессом замораживания, что в значительной степени упрощает регулирование всего рабочего процесса ремонта. По сути, электрические установки для замораживания – это холодильные камеры, которые отличаются от холодильника лишь вариантом испарения (испарение вещества осуществляется с клемм аппаратуры). Электрические установки с закрытой циркуляцией хладагента по сравнению с углекислотными не оказывают вредных воздействий на окружающую среду и человека, не нуждаются в хорошо вентилируемом помещении, более безопасны и приспособлены для работы, потребляют небольшое количество электроэнергии, но вместе с тем и существенно более дорогостоящие [3, 4]. Тем не менее следует отметить, что сам по себе фреон, используемый в замораживающих электроустановках, токсичен и при его термическом разложении выделяются токсичные фтористый водород, фосген, окись углерода. Большое скопление паров продуктов разложения фреона может вызывать у человека потерю сознания, сердечные боли, усиленные нехваткой кислорода.

Независимо от применяемого оборудования и хладагента, технологический процесс заморозки труб одинаков: на нужном участке трубы, в зависимости от комплектации применяемого оборудования, накладываются замораживающие колодки, головки, манжеты, клеммы и т.п., к которым подается соответствующий хладагент, и начинается процесс заморозки. Длительность процесса составляет 5–20 мин в зависимости от применяемого хладагента, материала трубы, ее размера, степени изношенности и других факторов.

Компаниями Messer Griesheim (Германия) и Huntingdon Fusion Techniques (Великобритания) в качестве хладагента для замораживания труб используется жидкий азот, которым через снабжающий провод от автоматической станции ожижения азота или баллона с жидким азотом заполняется охлаждающая манжета, установленная непосредственно на необходимом участке ремонтируемой трубы [5–7].

Изыскательские и исследовательские работы, проведенные этими предприятиями, показали, что процесс замораживания жидким азотом сам по себе не приводит к перегрузке стальной трубы:

- в процессе замораживания участка водонаполненного трубопровода при переходе жидкой фазы в твердое (замороженное) состояние изменения объема жидкости перед закупоркой трубы компенсируется трубопроводной системой;

- понижение температуры трубы вызывает осевое изменение длины и, как следствие, возникновение продольных напряжений у жестко закреплённых труб, однако это не является критичным, если материал трубопровода имеет достаточный предел прочности при растяжении;

- перепад температуры между наружной и внутренней стенкой трубы в начале заморозки создаёт дополнительные нагрузки, но у тонкостенных труб с отношением наружного диаметра к внутреннему не более 1,2 это не является критичным вследствие довольно высокой теплопроводности стали. У более толстостенных труб (с отношением наружного диаметра к внутреннему, равным или более 1,2) возникающую нагрузку при разработке технологического процесса замораживания уже следует принять во внимание;

- другие виды нагрузок, например, такие, как рабочее давление, скачки давления, внутренние напряжения зависят от соответствующих трубопроводных систем (вида укладки, рас-

чётных критериев и т. п.), поэтому их необходимо рассматривать только применительно к каждому конкретному случаю;

- по мере выравнивания температуры по сечению стенки трубы к окончанию заморозки нагрузки на трубопровод снижаются до вполне приемлемых.

Исследование влияния температуры жидкого азота (-196 °С) на свойства стальных труб как с аустенитной, так и ферритно-перлитной структурой показали, что они могут быть охлаждены жидким азотом без необратимого изменения структуры, прочности и ударной вязкости. Результат был получен на базе 10 000 испытаний при условии, что участок замораживания трубы не был поврежден механически, не подвержен коррозии и не имел сварных швов [5, 6].

Несмотря на то, что до сегодняшнего дня для заморозки труб широко и успешно используются углекислота или фреон, исследования и опыт работы компаний Messer Griesheim и Huntingdon Fusion Techniques побуждают обратить более пристальное внимание на такой хладагент, как азот.

Азот не токсичен, безопасен для человека, удобен в производстве, хранении и транспортировании, относительно дешев, его можно производить непосредственно из воздуха. Генераторы, вырабатывающие жидкий и газообразный азот непосредственно из атмосферного воздуха, широко представлены на рынке компаниями Kelvin IC (США), SmartGreenTech (Россия), MMR Technologies Inc (США), Химэлектроника (Россия) и компаниями Швейцарии, Германии, Франции, Турции, Японии, Кореи, Китая, цена которых сопоставима со стоимостью установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента.

Учитывая достоинства азота в сравнении с другими хладагентами, нами был проведен эксперимент по заморозке жидким азотом участка стальной водопроводной наполненной водой трубы диаметром 20 мм, поступающим из сосуда Дьюара. Время заморозки на одновременное образование ледяных пробок с одной и другой стороны участка трубы составило чуть больше 1 мин при суммарном расходе азота 0,07 л. Таким образом, было установлено, что длительность заморозки труб одинакового диаметра жидким азотом в 3–4 раза меньше [3, 8, 9], чем углекислотой или фреоном. Несмотря на то, что стоимость углекислоты в 2–3 раза ниже стоимости жидкого азота, время заморозки азотом значительно меньше, и он лишен тех недостатков, которые присущи углекислоте или фреону. Стоимость же фреона значительно выше стоимости азота.

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- применение метода заморозки труб для осуществления ремонта и обслуживания водопроводных и отопительных систем на промышленных предприятиях, включая предприятия по ремонту и техническому обслуживанию транспортных средств, является целесообразным и экономически оправданным;

- использование жидкого азота для замораживания труб более предпочтительно по сравнению с такими хладагентами, как углекислота и фреон с точки зрения экологической безопасности и сокращения времени процесса заморозки, а также снижения затрат на проведение ремонта трубных систем;

- стоимость установок для замораживания жидким азотом сопоставима со стоимостью установок на электрической основе с закрытой циркуляцией хладагента и может окупиться за непродолжительное время;

- заморозка жидким азотом из накопителя (сосуда Дьюара, термоса, криоцилиндра) эффективна в условиях небольшого предприятия. На более крупных предприятиях целесообразно использовать небольшую мобильную станцию по выработке азота, способную производить его как в жидком, так и в газообразном состоянии, применяя ее не только при проведении ремонтных работ сантехнического оборудования и трубных систем, но и на шиномонтажном участке для реализации современной технологии наполнения шин транспортных средств газообразным азотом.

Список литературы

1. Сахаров А. Технология ремонта труб методом замораживания [Электронный ресурс] // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2009. № 6. URL: <https://www.c-o-k.ru/articles/tehnologiya-remonta-trub-metodom-zamorazhivaniya> (дата обращения: 25.02.2020).
2. Сахаров А. Ремонт труб методом замораживания // Сантехника, отопление, кондиционирование. 2010. № 9(105). С. 18–21.
3. Руководство по эксплуатации (инструкция) Rems Frigo 2 [Электронный ресурс]. URL: http://rems-shop.ru/zamorozka_trub/cat/Elektricheskij-apparat-dlya-zamorozki-trub---REMS-Frigo/ (дата обращения: 26.02.2020).
4. Сахаров А. Развитие электрического оборудования для замораживания [Электронный ресурс]. URL: <http://w-k-o.ru/stat/id45> (дата обращения: 26.02.2020).
5. Messer Group [Электронный ресурс]. URL: <https://www.messergroup.com/ru/home> (дата обращения: 02.03.2020).
6. Hardness and dimensional stability thank cooling energy. Nitrogen cooling ensures efficient transformation of retained austenite into martensite [Электронный ресурс]. URL: https://www.messergroup.com/ru/technical-press-release/-/asset_publisher/UUiga630cfij/content/mit-kalte-zu-harte-und-ma-haltigkeit?redirect=%2Fru%2Ftechnical-press-release&inheritRedirect=true (дата обращения: 02.03.2020).
7. Freeze it and make your Pipe Repair Easy [Электронный ресурс]. URL: https://www.huntingdonfusion.com/index.php/en_gb/products/pipe-freezing-equipment/accu-freez (дата обращения: 05.03.2020).
8. Аппарат «Мороз» для заморозки труб [Электронный ресурс]. URL: <https://www.z-tec.ru/product/apparat-dlya-zamorozki-trub-moroz/> (дата обращения: 06.03.2020).
9. Трубозамораживающий агрегат с хладогентом REMS Эскимо [Электронный ресурс]. URL: <http://www.tool-pro.ru/prochistka-trub/zamorozka-trub/rems-eskimo.html> (дата обращения: 06.03.2020).

© Коршунова Т.Е., Скубеев М.С., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 53–57.

Статья поступила в редакцию 08.06.2020; принята к публикации 25.09.2020.

ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

УДК 664.951.65

Наталья Валерьевна Дементьева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания», SPIN-код: 6077-2641, AuthorID: 938835, Россия, Владивосток, e-mail: dnvdd@mail.ru

Обоснование сроков хранения и оценка качества и безопасности кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга

Аннотация. Установлено, что предварительная выдержка рыбы в разработанных многокомпонентных посолочных смесях и последующее упаковывание и хранение их в барьерной пленке Darfresh (R) способствуют продлению сроков хранения охлажденных кулинарных рыбных полуфабрикатов. Значения КМАФАнМ на 20-е сутки хранения не превышали допустимые уровни. Для скумбрии составило от $6,9 \times 10^3$ до $9,0 \times 10^3$ КОЕ/г в зависимости от рецептуры, для терпуга – от $5,3 \times 10^3$ до $7,9 \times 10^3$. Органолептическая оценка кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга показала, что в течение 20 сут хранения полуфабрикаты обладали высокими сенсорными характеристиками: имели приятный вкус и запах, с оттенком пряностей, плотную и упругую консистенцию. По результатам микробиологической и органолептической оценки рекомендован срок хранения кулинарных полуфабрикатов 20 сут при температуре 0–6 °С. Установлено, что кулинарные полуфабрикаты обладали достаточно высокой относительной биологической ценностью, которая у скумбрии составила 74,6–78,4 %, в зависимости от рецептуры, а у терпуга – 80,4–84,3 %.

Ключевые слова: скумбрия, терпуг, кулинарные полуфабрикаты, барьерная упаковка, срок хранения, относительная биологическая ценность.

Natalia V. Dementeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor of the department of food technology, SPIN-cod: 6077-2641, AuthorID: 938835, Russia, Vladivostok, e-mail: dnvdd@mail.ru

Ustification of storage life and assessment of quality and safety of culinary semi-finished products from macker and terbug

Abstract. It was found that the preliminary holding of fish in the developed multicomponent curing media and their subsequent packaging and storage in the Darfresh (R) barrier film contribute to the extension of the shelf life of chilled culinary fish semi-finished products. It was found that the QMAFAnM values for 20 days of storage did not exceed the permissible levels. For mackerel it ranged from 6.9×10^3 to 9.0×10^3 CFU / g, depending on the recipe, for greenling from 5.3×10^3 to 7.9×10^3 . The sensory evaluation of culinary semi-finished products from mackerel and green grass showed that within 20 days of storage, semi-finished products had

high sensory characteristics: they had a pleasant taste and smell, with a touch of spices, a dense and elastic consistency. According to the results of microbiological and organoleptic assessment, the shelf life of culinary semi-finished products is recommended for 20 days at a temperature of 0–6 ° C. It was found that culinary semi-finished products had a fairly high relative biological value, which in mackerel was 74.6–78.4%, depending on the recipe, and in the greenling, 80.4–84.3%.

Keywords: mackerel, rasp, culinary semi-finished products, barrier packaging, shelf life, relative biological value.

Введение

На сегодняшний день одним из актуальных направлений обработки водных биологических ресурсов является производство кулинарных полуфабрикатов, максимально подготовленных к тепловой обработке [1, 2]. Необходимость в таком виде продукции связана с тенденциями здорового питания населения, с нарастающим темпом жизни и нехваткой времени на приготовление пищи. Сроки хранения охлажденных кулинарных полуфабрикатов довольно ограничены, не превышают 72 ч. При использовании защитной атмосферы и вакуумирования срок хранения можно увеличить до 5–9 дней [3]. Поэтому возникает необходимость в поиске технологических приемов, с помощью которых можно увеличить сроки хранения подобной продукции.

Одной из возможных технологических операций при производстве рыбных кулинарных полуфабрикатов может быть кратковременный вкусовой посол сырья, для которого используют многокомпонентные посолочные смеси, компоненты которых способствуют повышению водоудерживающей способности, улучшению органолептических характеристик и продлению сроков хранения готовой продукции [4, 5, 6, 7, 8].

Современная пищевая технология неотделима от процесса упаковывания. Поэтому наряду с технологическими приемами предварительной обработки рыбного сырья встает необходимость в подборе упаковочных материалов, с помощью которых можно дополнительно увеличить сроки хранения охлажденных кулинарных рыбных полуфабрикатов [9, 10, 11]. Прогрессивным способом упаковывания, востребованным пищевой промышленностью на сегодняшний день, является упаковывание продукции в многослойные рельефные пленки разных производителей [12, 13]. Например, упаковочная пленка Darfresh (R), разработанная шведской компанией Stryovas, характеризуется более плотным облеплением продукта (эффект «второй кожи») и обладает дополнительными барьерными свойствами. Она имеет высокий барьер к кислороду и парам воды. Пленка идеально подходит для упаковывания охлажденной рыбной продукции, так как позволяет упаковывать в нее изделия с высоким содержанием влаги, не деформируя их, это позволяет длительное время сохранять товарный вид продукции. Этой компанией разработано несколько видов упаковочной пленки, в том числе устойчивой к тепловому нагреву, что дает возможность приготовления продукта в микроволновой печи или духовом шкафу без снятия пленки, это экономит время на приготовление пищи.

Целью научно-исследовательской работы являлось обоснование сроков хранения и оценка качества и безопасности кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, прошедших предварительную обработку многокомпонентными посолочными смесями и упакованных в барьерную пленку Darfresh (R).

Объекты и методы исследований

В качестве объектов исследования использовали мороженую скумбрию японскую (лат. *Scomber japonicus*) и терпуга северного одноперого (лат. *Pleurogrammus monopterygius*) по показателям качества, соответствующим ГОСТ 32366-2013 «Рыба мороженая».

Для приготовления посолочных смесей использовали соль поваренную пищевую по ГОСТ Р 51574-2000 «Соль поваренная пищевая. Технические условия»; сахар, ГОСТ 21-94 «Сахар-песок. Технические условия»; воду дистиллированную, ГОСТ 6709-72 «Вода дистиллированная. Технические условия (с Изменениями № 1, 2)»; полифосфаты, ГОСТ 33773-2016 «Добавки пищевые. Тринатриевый пирофосфат ($\text{Na}_3\text{HP}_2\text{O}_7$). Технические условия»; аскорбиновую кислоту, ГОСТ ФС 42-2668-95; горчичный порошок, ТУ 9199-001-77430805-2007; каррагинан, ГОСТ 33310-2015 «Добавки пищевые. Загустители пищевых продуктов. Термины и определения»; винную кислоту, ГОСТ 5817-77 «Кислота винная. Технические условия»; розмарин сушеный, СТО 23613946-001-2009»; соевый изолят, ГОСТ Р 53861-2010 «Продукты диетического (лечебного и профилактического) питания. Смеси белковые комбинированные сухие. Общие технические условия»; лимонную кислоту, ГОСТ 908-2004 «Кислота лимонная моногидрат пищевая. Технические условия»; кориандр, ГОСТ 29055-91 «Пряности. Кориандр. Технические условия».

Многокомпонентные посолочные смеси готовили по разработанным рецептурам: рецептура 1 (%): вода (83) – соль (14) – сахар (3) – тринатрийпирофосфат (1) – аскорбиновая кислота (0,5) – горчица (0,1); рецептура 2 (%): вода (83) – соль (14) – сахар (3) – каррагинан (1) – винная кислота (0,5) – розмарин (0,2); рецептура 3 (%): вода (83) – соль (14) – сахар (3) – соевый белок (4) – лимонная кислота (0,5) – кориандр (0,2). Контроль представлял собой посолочную смесь, состоящую из воды, соли и сахара. Состав контрольной посолочной смеси (%): вода (83) – соль (14) – сахар (3).

Рыбу разделявали на филе. Посол рыбы осуществляли путем инъектирования. Введение рассолов в сырье осуществляли уколами в мышечную ткань с помощью никелированных пустотелых перфорированных игл длиной 150–160 мм, внутренним диаметром – 1,5 мм, наружным – 3 мм. Посолочные смеси шприцевали в сырье с шагом введения игл 10–20 мм. Количество вводимой посолочной смеси составляло 20 % к массе сырья. После инъектирования рыбы посолочную смесь ее выдерживали при температуре 6–8 °С в течение пяти часов в специальных камерах.

Для упаковывания кулинарных полуфабрикатов использовали упаковочную барьерную пленку Darfresh (R), разработанную шведской компанией Cryovac, которая была приобретена в Москве в компании «Паклэнд».

Упаковка полуфабрикатов производилась методом вакуумирования при давлении 1,2 кПа. Затем полуфабрикаты охлаждали до температуры в центре продукта не выше 3 °С и хранили в холодильнике при температуре 0–6 °С и влажности воздуха 95–98 % в течение 25 дней.

Определение микробиологических показателей проводили по ГОСТ 10444.15, ГОСТ Р 52816, ГОСТ Р 52815, ГОСТ 29185, ГОСТ Р 52814, ГОСТ Р 51921, ГОСТ 10444.12.

Сульфитредуцирующие клостридии определяли по ГОСТ 29185-2014. Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета сульфитредуцирующих бактерий, растущих в анаэробных условиях.

Определение бактерий группы кишечных палочек (БГКП) проводили согласно ГОСТ 31747-2012. Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечных палочек (колиформных бактерий).

Бактерий рода *Salmonella* определяли по ГОСТ 31659-2012. Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода *Salmonella*.

Содержание токсичных элементов определяли по ГОСТ Р 51301, ГОСТ 30178, ГОСТ 30538; свинец – по ГОСТ 26932, мышьяк – по ГОСТ Р 51766, ГОСТ Р 51962, ГОСТ Р 53182, кадмий – по ГОСТ 26933, ртуть – по ГОСТ 26927, ГОСТ Р 53183.

Пестициды определяли по МУК 2142, МУК 2482, полихлорированные бифенилы – по ГОСТ Р 53991, ГОСТ Р 53184, МУК 4.1.1023, радионуклеиды – по ГОСТ Р 54016, ГОСТ Р 54017, МУК 2.6.1.1194.

Органолептическую оценку качества полуфабрикатов проводили профильным методом, путем построения профиллограмм по разработанным балльным шкалам.

При биологической оценке готовой продукции применяли методику Игнатъева и использовали стандартные синхронизированные культуры инфузорий вида *Tetrahymina pyriformis* [14].

В исследовании использовались методы математической, статистической, графоаналитической обработки с использованием пакетов программ Statistica 6.0 компании StatSoft. Inc. и Microsoft Excel-2007. Статистическую обработку данных проводили стандартным методом оценки результатов испытаний для малых выборок. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых $(P) = 0,95$, доверительный интервал $(\Delta) \pm 10 \%$.

Результаты и их обсуждение

Экспериментально установлена начальная контаминация сырья у скумбрии $2,0 \times 10^2$ КОЕ/г и у терпуга $1,0 \times 10^2$ КОЕ/г. После предварительной обработки рыбы многокомпонентными посолочными смесями наблюдалось снижение контаминации рыбных полуфабрикатов до $1,0 \times 10^1$ КОЕ/г.

Согласно техническому регламенту Евразийского экономического союза ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) в рыбных кулинарных полуфабрикатах не должно превышать $1,0 \times 10^4$ КОЕ/г (ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции») [8].

Исследовали изменение КМАФАнМ охлажденных кулинарных рыбных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, упакованных в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R). Результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изменение КМАФАнМ кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, упакованных в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R)

Table 1

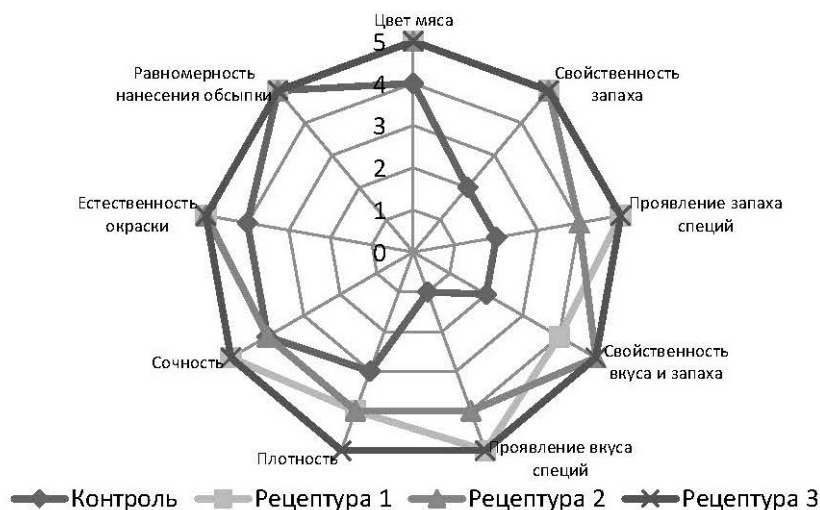
Modification of QMAFAnM of culinary semi-finished products from mackerel and green grass packed in thermoformed Darfresh (R) barrier film

Продолжительность хранения, сут	Контроль	Рецептура № 1	Рецептура № 2	Рецептура № 3
Полуфабрикаты из скумбрии				
0	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
1	$3,2 \times 10^2$	$3,3 \times 10^1$	$2,4 \times 10^1$	$1,7 \times 10^1$
5	$9,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^2$	$9,0 \times 10^1$	$8,4 \times 10^1$
10	$4,5 \times 10^3$	$8,3 \times 10^2$	$5,5 \times 10^2$	$4,3 \times 10^2$
15	$2,7 \times 10^4$	$4,6 \times 10^3$	$1,7 \times 10^3$	$9,8 \times 10^2$
20	$8,9 \times 10^4$	$9,0 \times 10^3$	$8,3 \times 10^3$	$6,9 \times 10^3$
25	$4,9 \times 10^5$	$7,2 \times 10^4$	$6,3 \times 10^4$	$5,5 \times 10^4$
Полуфабрикаты из терпуга				
0	$4,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$	$1,0 \times 10^1$
1	$8,5 \times 10^1$	$2,1 \times 10^1$	$1,7 \times 10^1$	$1,3 \times 10^1$
5	$5,7 \times 10^2$	$8,3 \times 10^1$	$7,6 \times 10^1$	$6,5 \times 10^1$
10	$1,5 \times 10^3$	$5,7 \times 10^2$	$4,8 \times 10^2$	$3,9 \times 10^2$
15	$9,2 \times 10^3$	$1,6 \times 10^3$	$8,9 \times 10^2$	$8,0 \times 10^2$
20	$6,9 \times 10^4$	$7,9 \times 10^3$	$6,9 \times 10^3$	$5,3 \times 10^3$
25	$3,1 \times 10^5$	$6,8 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$

Как видно из представленных данных, у кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, хранившихся в упаковке Darfresh (R), значения КМАФАнМ на 20-е сутки хранения не превышало допустимые уровни. Для скумбрии составило от $6,9 \times 10^3$ до $9,0 \times 10^3$ КОЕ/г, для терпуга – от $5,3 \times 10^3$ до $7,9 \times 10^3$. На 25-е сутки хранения КМАФАнМ кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга превышало предельно допустимый уровень.

Органолептическая оценка кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга показала, что в течение 20 сут хранения полуфабрикаты, прошедшие предварительную обработку в многокомпонентных посолочных смесях и упакованные в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R) обладали высокими сенсорными характеристиками (рисунок). Полуфабрикаты имели приятный вкус и запах, с оттенком пряностей, с небольшой кислинкой, придающей пикантность. Консистенция рыбы, по сравнению с контролем, стала более плотной и упругой. По истечении 20 сут хранения наблюдалось ухудшение органолептических показателей готовой продукции.

Таким образом, по результатам микробиологических исследований и органолептической оценки рекомендован срок хранения кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга 20 сут при температуре 0–6 °С.



Профилограмма органолептической оценки кулинарных рыбных полуфабрикатов
 Profilogram of the organoleptic evaluation of culinary fish semi-finished products

При исследовании кулинарных полуфабрикатов на наличие в них условно-патогенной микрофлоры установлено, что микроорганизмов *Staphylococcus aureus*, бактерий группы кишечной палочки (БГКП), дрожжевых и плесневых грибов, *Salmonella*, *Listeria monocytogenes*, *V. parahaemolyticus* выявлено не было на всем этапе исследований (табл. 2).

Определение содержания токсичных элементов, нитрозаминов, радионуклидов, полихлорированных бифенилов и гистамина проводили в соответствии с требованиями Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), все показатели не превысили допустимые уровни (табл. 3).

Определяли относительную биологическую ценность (ОБЦ) рыбных полуфабрикатов путем культивирования на пищевых средах инфузории *Tetrahymena pyriformis*. ОБЦ представляли как процентное отношение количества выросших инфузорий в исследуемых образцах полуфабрикатов и казеине и выражали в процентах (табл. 4).

Таблица 2

Микробиологические показатели кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, упакованных в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R)

Table 2

Microbiological indicators of culinary semi-finished products from mackerel and green grass packed in Darfresh thermoformed barrier film (R)

Наименование показателя		Допустимые показатели	Установленные показатели
Количество мезофильных аэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов, КОЕ/г, не более		1 x 10 ⁴	От 2,1 x 10 ³ до 7,9 x 10 ³
Масса продукта (г), в которой не допускаются	БГКП (колиформы)	0,001	Не обнаружено
	S. aureus	0,01	Не обнаружено
	Сульфитредуцирующие кло-стридии	0,01	Не обнаружено
	Патогенные, в том числе сальмонеллы и L. monocytogenes	25,0	Не обнаружено
V. parahaemolyticus, КОЕ/г, не более		100	Не обнаружено
Дрожжевые и плесневые грибы		–	Не обнаружено

Таблица 3

Показатели безопасности кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, упакованных в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R)

Table 3

Safety indicators of culinary semi-finished products from mackerel and green grass packed in thermoformed Darfresh barrier film (R)

Наименование показателя	Допустимый уровень содержания, мг/кг (для радионуклидов – Б/кг), не более	Установленный уровень содержания, мг/кг (для радионуклидов – Б/кг), не более
Токсичные элементы: свинец мышьяк кадмий ртуть	1,0 5,0 0,2 0,5	0,11±0,05 0,012±0,01 Не обнаружено Не обнаружено
Гистамин	100 (скумбрия, лосось, сельдь)	Не обнаружено
Нитрозамины: сумма НДМА и НДЭА	0,003	Не обнаружено
Диоксины	0,000004	Не обнаружено
Пестициды: гексахлорциклогексан (α-, β-, γ-изомеры) ДДТ и его метаболиты	0,2 0,2 (морская рыба) 2,0 (лососевые, сельдь жирная)	Не обнаружено
Полихлорированные бифенилы	2,0	Не обнаружено
Радионуклиды: цезий-137 стронций-90	130 100	Не обнаружено Не обнаружено

Таблица 4

Относительная биологическая ценность кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга, упакованных в термоформажную барьерную пленку Darfresh (R)

Table 4

Relative biological value of culinary semi-finished products from mackerel and green grass packed in a thermoformed barrier film Darfresh (R)

Полуфабрикаты из скумбрии и терпуга	Время генерации инфузории, сут					ОБЦ, %
	0	1	2	3	4	
Полуфабрикаты из скумбрии						
Контроль	5	5,9	15,0	30,0	62,2	63,5
Рецептура № 1	5	6,3	22,2	38,4	73,1	74,6
Рецептура № 2	5	6,9	26,9	43,2	74,1	75,6
Рецептура № 3	5	8,6	26,9	46,9	76,8	78,4
Полуфабрикаты из терпуга						
Контроль	5	6,5	19,0	33,3	66,8	68,1
Рецептура № 1	5	8,2	23,0	40,1	78,8	80,4
Рецептура № 2	5	8,7	27,0	45,0	79,9	81,5
Рецептура № 3	5	9,0	29,7	49,0	82,6	84,3

Установлено, что ОБЦ для полуфабрикатов из скумбрии на 4-е сутки экспозиции варьировалась от 74,6 до 78,4 %, а для терпуга – от 80,4 до 84,3 %. В то же время ОБЦ у контрольного образца из скумбрии не превышала 63,5 %, а у терпуга – 68,1 %. Установленная тенденция отклика *Tetrahymena rugiformis* на компонентный состав разработанных рецептов посолочных смесей показала, что предварительная выдержка в них полуфабрикатов способствует повышению относительной биологической ценности готовой продукции. Максимальной ОБЦ обладали полуфабрикаты, выдержанные в многокомпонентной посолочной смеси, приготовленной по рецептуре № 3.

Заключение

По результатам исследования установлено, что предварительная выдержка рыбы в разработанных многокомпонентных посолочных средах и последующее упаковывание и хранение их в барьерной пленке Darfresh (R) способствуют продлению сроков хранения охлажденных кулинарных рыбных полуфабрикатов. Установлено, что значения КМАФАнМ на 20-е сутки хранения не превышало допустимые уровни: для скумбрии составило от $6,9 \times 10^3$ до $9,0 \times 10^3$ КОЕ/г в зависимости от рецептуры, для терпуга – от $5,3 \times 10^3$ до $7,9 \times 10^3$.

Органолептическая оценка кулинарных полуфабрикатов из скумбрии и терпуга показала, что в течение 20 сут хранения полуфабрикаты обладали высокими сенсорными характеристиками: имели приятный вкус и запах, с оттенком пряностей, плотную и упругую консистенцию. По результатам микробиологической и органолептической оценки рекомендован срок хранения кулинарных полуфабрикатов 20 сут при температуре 0–6 °С.

Установлено, что кулинарные полуфабрикаты обладали достаточно высокой относительной биологической ценностью, которая у скумбрии составила 74,6–78,4 % в зависимости от рецептуры, а у терпуга – 80,4–84,3 %.

Список литературы

1. Alfaro B., Hernandez I., Balino-Zuazo L., Barranco A. Quality changes of Atlantic horse mackerel fillets (*Trachurus trachurus*) packed in a modified atmosphere at different storage temperatures // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 2013. Vol. 93. P. 2179–2187.
2. Okpanachi M.A., Yaro C.A., Bello O.Z. Assessment of the Effect of Processing Methods on the Proximate Composition of *Trachurus trachurus* (Mackerel) Sold in Anyigba 3. Market, Kogi State. *American Journal of Food Science and Technology*. 2018. Vol. 6(1). P. 26–32. <https://doi.org/10.12691/ajfst-6-1-5>.
3. Boland M.J., Rae A.N., Vereijken J.M., Meuwissen M.P.M., Fischer A.R.H., Van Boekel M., Hendriks W.H. The future supply of animal-derived protein for human consumption // *Trends in Food Science & Technology*. 2013. Vol. 29(1). P. 62–73. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2012.07.002>
4. Kaya G.K., Basturk O. Determination of some qualitative properties of marinated sea bream (*Sparus Aurata L.*, 1758) during cold storage. *Sci Food. Radio Engineering (Campinas)*. 2015. Vol. 35(2). P. 347–353. <https://doi.org/10.1590/1678-457x.6619>.
5. Topuz O.K. Effects of Marinating Time, Acetic Acid and Salt Concentrations on the Quality of Little Tunny Fish (*Euthynnus alletteratus*) Fillet // *Journal of Food Processing and Preservation*. 2016. Vol. 40(6). P. 1154–1163. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12696>.
6. Ucak and Gokoglu. The effect of high hydrostatic pressure on the sensory quality of a marinated herring (*Clupeaharengus*) // *Journal of food industry and conservation*. 2016. Vol. 41(2). P. 12784. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12784>.
7. Димова В.В., Ершов А.М., Гроховский В.А., Ершов М.А. Теоретические основы процесса посола рыбы и расчет продолжительности посола // *Вестн. МГТУ*. 2006. № 6. С. 858–865.
8. Благоднарова М.В., Грицаенко Л.Д. Уточнение классификации способов посола // *Вестн. Камчатского гос. техн. ун-та*. 2014. № 28. С. 45–49.
9. Chouliara E.A., Karatapanis I.N., Savvaidis M.G., Kontominas. Combined effect of oregano essential oil and modified atmosphere packaging on shelf-life extension of fresh chicken breast meat, stored at 4 °C // *Food Microbiology*. 2007. Vol. 24. P. 607–617. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2006.12.005>.
10. Cutter N.C. Opportunities for bio-based packaging technologies to improve the quality and safety of fresh and further processed muscle foods // *Meat Science*. 2006. Vol. 74(1). P. 131–142. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.04.023>.
11. Lyhs U., Lahtinen J., Schelvis-Smit R. Microbiological quality of maatjes herring stored in air and under modified atmosphere at 4 and 10 °C // *Food microbiology*. 2007. Vol. 24. P. 507–516.
12. Ranmeechai N., Photchanachai S. Effect of modified atmosphere packaging on the quality of germinated parboiled brown rice // *Food Science and Biotechnology*. April. 2017. Vol. 26(2). P. 303–310. <https://doi.org/10.1007/s10068-017-0041-2>.
13. Игнатъев А.Д., Исаев М.К., Долгов В.А. и др. Модификация метода биологической оценки пищевых продуктов с помощью ресничной инфузории *Tetrahymena pyriformis* // *Вопр. питания*. 1980. № 1. С. 70–71.

© Дементьева Н.В., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 58–65.

Статья поступила в редакцию 01.09.2020; принята к публикации 25.09.2020.

УДК 664.951.65

Наталья Валерьевна Дементьева

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, кандидат технических наук, доцент кафедры «Технология продуктов питания», SPIN-код: 6077-2641, AuthorID: 938835, Россия, Владивосток, e-mail: dnvdd@mail.ru

Исследование функционально-технологических свойств комбинированных фаршей, предназначенных для производства рыбных чипсов

Аннотация. Исследования показали, что комбинированные фарши из рыбы и морепродуктов, прошедшие предварительную обработку пищевыми добавками, характеризуются высокими значениями водоудерживающей способности – 74,52–90,3 %, что указывает на хорошие лиофильные свойства сырья. При изучении реологических показателей фаршей установлено, что предельное напряжение сдвига составляет 6,0–8,1 кПа, показатель липкости 2400–3200 Па, динамическая вязкость в пределах 650–850 Па·с, т.е. реологические показатели исследуемых комбинированных фаршей находятся в пределах нормы, что позволяет их использование в промышленном производстве формованной сушено-вяленой продукции. Высокие реологические показатели комбинированных фаршей из рыбы и морепродуктов будут способствовать формированию структуры, необходимой в технологии производства чипсов.

Ключевые слова: фарши, комбинирование, предварительная обработка, реологические показатели.

Natalia V. Dementeva

Far Eastern State Technical Fisheries University, PhD in engineering science, associate professor of the department of food technology, SPIN-cod: 6077-2641, AuthorID: 938835, Russia, Vladivostok, e-mail: dnvdd@mail.ru

Research of functional and technological properties of combined staff designed for fish chips production

Abstract. Studies have shown that combined minced fish and seafood that have been pretreated with functional food additives are characterized by high values of water retention capacity of 74.52 - 90.3%, which indicates good lyophilic properties of raw materials. When studying the rheological parameters of minced meat, it was found that the limiting shear stress is 6.0 - 8.1 kPa, the stickiness index is 2400–3200 Pa, the dynamic viscosity is in the range of 650 - 850 Pa s, i.e. rheological indicators of the investigated combined mincemeat are within the normal range, which allows their use in the industrial production of molded dried-dried products. The high rheological characteristics of the combined minced fish and seafood will contribute to the formation of the structure required in the technology for the production of chips.

Keywords: minced meat, combination, preliminary treatment, rheological parameters.

Введение

Рыбная промышленность производит широкий ассортимент продукции. Отдельный сегмент рынка занимают сушено-вяленые рыбные продукты, ассортимент и объемы производ-

ства которых постоянно увеличиваются. Такая тенденция связана с потребительским спросом, с внедрением в производство новых качественных продуктов из нетрадиционного рыбного сырья [1, 2, 3].

Современным рыбоперерабатывающим предприятиям необходимо оставаться конкурентно способными на рынке, а для этого требуется постоянно совершенствовать ассортимент выпускаемой продукции, обновлять его путем внедрения в производство новых продуктов с высокими органолептическими показателями и приемлемой для большинства потребителей стоимостью [4, 5].

Одним из видов сушено-вяленой продукции являются рыбные чипсы, которые в отличие от чипсов, изготовленных из растительного сырья, обладают не только более выраженными вкусом-ароматическими свойствами, но и повышенной пищевой и биологической ценностью. Для их производства используют рыбные фарши, добавляя в них различные компоненты, которые играют роль вкусовых и структурорегулирующих веществ [2, 3, 6]. В качестве сырья для рыбных чипсов используют рыбу с невысокой себестоимостью. Для улучшения органолептических показателей и повышения пищевой ценности рыбное сырье возможно комбинировать с высокоценными пищевыми отходами от ракообразных и моллюсков, которые остаются при производстве других видов рыбных продуктов (консервов, пресервов и др.). Такие рыбные чипсы будут иметь не только высокие сенсорные характеристики, но и приемлемую стоимость, что сделает их конкурентно способными в современном рынке снековой продукции [1, 3].

Целью научной работы являлось изучение функционально-технологических свойств комбинированных фаршей из рыбы и морепродуктов, предварительно обработанных функциональными добавками, с целью их использования в технологии сушеных чипсов.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования являлись комбинированные фарши из минтая, сельди тихоокеанской, пищевых отходов от производства – кальмара, креветки, мидии. Фарши готовили по предложенным нами рецептурам, кг на 100 кг:

рецептура 1: минтай (70 %) – сельдь (15 %) – креветка (15 %);

рецептура 2: минтай (75 %) – сельдь (15 %) – кальмар (10 %);

рецептура 3: минтай (65 %) – сельдь (15 %) – мидия (20 %);

рецептура 4: минтай (70 %) – сельдь (15 %) – креветка (5 %) – кальмар (5 %) – мидия (5 %);

рецептура 5: минтай (70 %) – креветка (10 %) – кальмар (10 %) – мидия (10 %).

Для получения фарша сырье измельчали на волчке с диаметром отверстий решетки 3 мм.

Для предварительной обработки комбинированных фаршей готовили смесь из пищевых добавок по следующей рецептуре, кг на 100 кг: соевый соус (60 %), мед липовый (25 %), соль поваренная пищевая (20 %), паприка сушеная (3 %), кориандр сушеный (3 %), перец красный молотый (1 %).

Фарши смешивали со смесью из пищевых добавок в соотношении 1 : 2 и выдерживали при температуре 10 °С в течение 60 мин, периодически перемешивая.

Определение массовой доли воды осуществляли методом высушивания продукта при температуре 100–105 °С и определении массы его взвешиванием.

Водоудерживающую способность фаршей (ВУС) определяли методом прессования, который основан на отделении воды из образца при легком его прессовании, сорбции выделяющейся воды фильтровальной бумагой и определении количества отделившейся воды по размеру площади пятна, оставляемого ею на фильтровальной бумаге.

Эффективную вязкость, липкость определяли с использованием прибора Rheograph Sol-535 (Токуо Секи Лтд). Предельное напряжение сдвига проверяли на коническом пенетрометре КЗТ-4 конструкции В.Д. Косого (Россия).

В работе применяли методы математической, статистической, графоаналитической обработки с использованием программных пакетов Statistica 6.0 компании StatSoft. Inc. и Microsoft Excel-2007. Для получения достоверных результатов рассчитывали необходимое количество опытов. Цифровые величины, указанные в таблицах и графиках, представляют собой арифметические средние, надежность которых $(P) = 0,95$, доверительный интервал $(\Delta) \pm 10\%$.

Результаты и их обсуждение

Установлено, что после предварительной выдержки фаршей с пищевыми добавками в течение 60 мин содержание поваренной соли в фаршах составило 3,0–4,8 % в зависимости от рецептуры.

Комбинированные фарши из рыбы и морепродуктов обладали высокими значениями ВУС – от 74,52 до 90,3 % (рис. 1). Самая высокая ВУС наблюдалась у фарша из минтая, сельди тихоокеанской, креветки, кальмара и мидии – 90,3 % (рецептура 4). Наименьшее значение ВУС – 74,52 % было у фарша из минтая, сельди тихоокеанской, креветки (рецептура 1). Известно, что фарши с показателем ВУС больше 53 % обладают хорошей формуемостью, приготовленные на их основе продукты имеют монолитную структуру и эластичную консистенцию [1, 7].

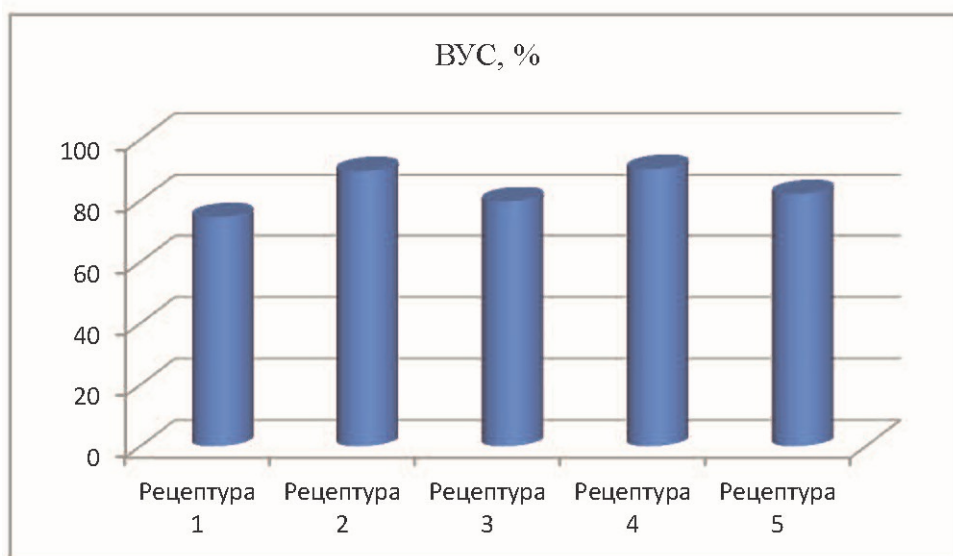


Рис. 1. Водоудерживающая способность комбинированных фаршей рыбы и морепродуктов
Fig. 1. Water holding capacity of combined minced fish and seafood

Проведенные исследования показали, что комбинированные фарши, предварительно обработанные пищевыми добавками, обладают высокими реологическими показателями (рис. 2).

Важными показателями, характеризующими реологические свойства фаршей, являются предельное напряжение сдвига (ПНС), вязкость, липкость [8]. У исследуемых комбинированных фаршей ПНС составляло 6,0–8,1 кПа. Наибольшее значение ПНС у фарша, приготовленного по рецептуре 1 – 8,1 кПа, наименьшее – у фарша, приготовленного по рецептуре 4 – 6,0 кПа. Общеизвестным фактом является обратная корреляционная зависимость между влажностью продукта и предельным напряжением сдвига. При увеличении водоудерживающей способности увеличивается липкость и упругость фаршей и снижается ПНС. Данная зависимость согласуется с нашими исследованиями, так, у фарша (рецептура 4) с самой высокой ВУС – 90,3 % самое низкое значение ПНС – 6,0 кПа.

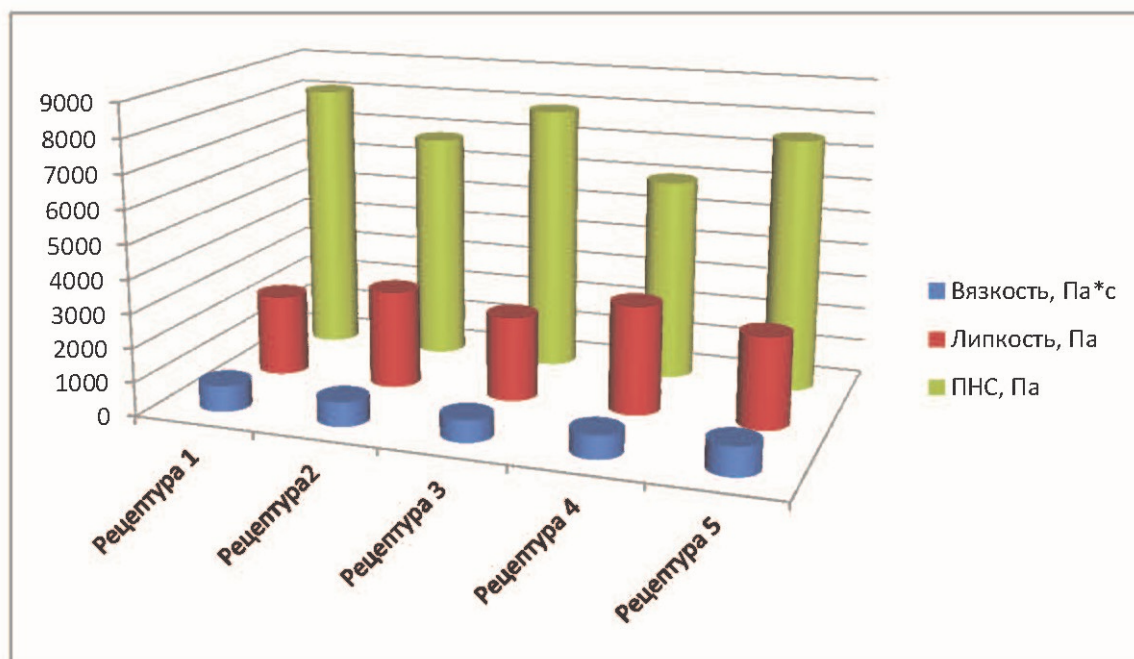


Рис. 2. Реологические показатели комбинированных фаршей рыбы и морепродуктов
 Fig. 2. Rheological indicators of combined minced fish and seafood

Липкость комбинированных фаршей варьировалась от 2400 до 3200 Па. Самой высокой липкостью – 3200 Па – обладал фарш из минтая, сельди тихоокеанской, кальмара и мидии (рецептура 4). Менее липкий фарш, по сравнению с другими образцами, из минтая, сельди тихоокеанской и мидии (рецептура 3), его липкость составляла 2400 Па. Хорошая липкость фаршей способствует полноценной формуемости изделий, что обеспечит быстрое порционирование их для чипсов. Из представленных комбинированных фаршей лучшую формуемость имели фарши, приготовленные по рецептурам 1 и 4.

Известно, что на вязкость фарша оказывает влияние содержание жира в фаршевой системе [3, 9]. Снижение вязкости фаршей наблюдается при увеличении содержания жира в фаршевой системе [10]. Фарш из минтая, сельди тихоокеанской и мидии (рецептура 3) имел самое низкое значение динамической вязкости 650 Па·с и наибольшее содержание жира – 3,7 % – по сравнению с другими фаршами.

Заключение

Проведенные исследования показали, что фарши, предварительно обработанные специальными пищевыми добавками, в которых предусмотрено комбинирование нескольких видов гидробионтов, в состав которых входят мышечная ткань минтая – от 65 до 75%, сельдь тихоокеанская – 15 %, морепродукты от 10 до 20 %, обладают высокими реологическими показателями.

Установлено, что после предварительной выдержки фаршей с пищевыми добавками в течение 60 мин содержание поваренной соли в фаршах составило 3,0–4,8 % в зависимости от рецептуры.

Комбинированные фарши из рыбы и морепродуктов характеризуются высокими значениями ВУС, которая составила от 74,52 до 90,3 % в зависимости от рецептуры. ПНС исследуемых фаршей варьировалась от 6,0 до 8,1 кПа. Показатель липкости фаршей составил 2400–3200 Па, динамическая вязкость находилась в пределах 650–850 Па·с. Проведенные исследования показали, что реологические показатели исследуемых фаршевых систем нахо-

дятся в пределах нормы, что позволяет их использование в промышленном производстве формованных изделий, в том числе и рыбных чипсов. Из разработанных комбинированных фаршей может быть предложена лонгация рецептур в порядке убывания в зависимости от их реологических свойств: рецептуры 5, 1, 4, 2, 3.

Список литературы

1. Нугманов А.Х.-Х., Максименко Ю.А., Алексаян А.И., Алексаян О.А. Исследование физико-химических свойств рыбных фаршей, сухих растительных премиксов и их смесей // Вестн. АГТУ. Сер.: Рыб. хоз-во. 2018. № 2. С. 135–148. DOI: <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2018-2-135-148>.
2. Дряхлов А.О., Кутина О.И. Влияние растительных компонентов на структурно-механические и реологические характеристики рыбных фаршевых систем // Товароведение продовольственных товаров. 2012. № 3. С. 35–37.
3. Доня Д.В., Махачева Е.В. Реологические показатели комбинированных мясных фаршей // Вестн. Красноярского гос. аграр. ун-та. 2014. № 4. С. 249–253.
4. Аверьянова Н.Д. Разработка технологии функциональных продуктов на основе рыбных масс: автореф. дис. ... канд. техн. наук (05.18.04). Калининград, 2011. 24 с.
5. Хорошева И.Г., Ковбаса В.Н., Назаренко Е.А. Использование нетрадиционного сырья в производстве чипсов // Пищ. пром-сть. 2003. № 3. С. 72–73.
6. Ярочкин А.П., Бойцова Т.М. Технология, процессы, технические средства получения пищевого фарша из мелких рыб и его использование // Изв. ТИНРО. 2018. Т. 193. С. 237–253.
7. Югай А.В., Слуцкая Т.Н., Классен Н.В. Исследование водоудерживающей способности рыбного фарша на основе мышечной ткани керчаков // Вестн. АГТУ. Сер.: Рыб. хоз-во. 2014. № 4. С. 112–118.
8. Соколова В.М., Талабаева С.В., Подкорытова А.В. Исследование реологических свойств рыбных фаршей при создании продуктов типа суфле // Изв. вузов. Пищ. технология. 2003. № 3. С. 92–94.
9. Zhang F., Fang L., Wang C., Shi L. et al. Effects of starches on the textural, rheological, and color properties of surimi–beef gels with microbial transglutaminase // Meat Science. 2013. С. 93(3). P. 533–537. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.11.013>.
10. Lupi F.R., Gabriele D., Seta L., Baldino N. et al. Rheological design of stabilized meat sauces for industrial uses // European Journal of Lipid Science and Technology. 2014. Vol. 116(12). P.1734–1744. DOI: <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400286>.

© Дементьева Н.В., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 66–70.

Статья поступила в редакцию 21.09.2020; принята к публикации 29.09.2020.

ЭКОНОМИКА РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

УДК 681.3+378

Нина Сергеевна Иванко

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, старший преподаватель кафедры «Прикладная математика и информатика», SPIN-код: 6882-7377, AuthorID: 814886, Россия, Владивосток, e-mail: ivns@mail.ru

**О формировании комплекса организационно-управленческих задач
в области процессов и систем промышленного рыболовства
на основе инфокоммуникационных технологий**

Аннотация. Рассматриваются особенности использования информационно-коммуникационных технологий в профессиональной деятельности будущих специалистов в области промышленного рыболовства.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, информационные технологии, программный продукт.

Nina S. Ivanko

Far Eastern State Technical Fisheries University, senior lecturer of the department of applied mathematics and informatics, SPIN-код: 6882-7377, AuthorID: 814886, Russia, Vladivostok, e-mail: ivns@mail.ru

**On the formation of a complex of organizational and managerial tasks in field
of industrial fishing processes and systems based on infocommunication technologies**

Abstract. The article considers the features of using information and communication technologies in the professional activities of future specialists in the field of industrial fishing.

Keywords: industrial fishing, information technology, software product.

Современное развитие отечественного рыболовства неуклонно связано с расширением использования инфокоммуникационных технологий при решении профессиональных задач. Особое внимание сегодня уделяется созданию программных комплексов, лежащих в основе новой парадигмы формирования современного подхода к организации, планированию и управлению процессами и системами промышленного рыболовства. В этой связи на первое место выходит компетентностный подход к подготовке профильных специалистов, способных на каждом этапе обучения получать профессиональные практические навыки в организационно-управленческой сфере промышленного рыболовства, являющегося многокомпонентным комплексом, связывающим сырьевую базу рыболовства, добывающие мощности и промысловые районы.

Поэтапное продвижение по пути профессионального роста позволит будущим специалистам в области промышленного рыболовства получить профессиональную компетентность в

решении комплексных организационно-управленческих задач в рыболовных системах высшего уровня.

Формирование профессиональных знаний и умений организационно-управленческого направления происходит посредством реализации сквозной подготовки в рамках дисциплин инфокоммуникационной направленности по принципу «от простого к сложному». Учитывая, большой удельный вес самостоятельной работы в структуре подготовки промрыбаков по таким дисциплинам, необходимо формировать комплекс организационно-управленческих задач в области процессов и систем промышленного рыболовства на основе инфокоммуникационных технологий на вариативной основе.

Для индивидуализации выполнения работ студентами была разработана программа, формирующая комплекс заданий Excel, при выполнении которых студенты изучают функции возможности электронных таблиц различного уровня сложности. В настоящий момент программа включает в себя три задания для второго семестра, так как именно во втором семестре студенты имеют возможность применять полученные профессиональные знания в рамках дисциплины «Введение в рыболовство и аквакультуру».

Пример окна с первым заданием представлен на рис. 1.

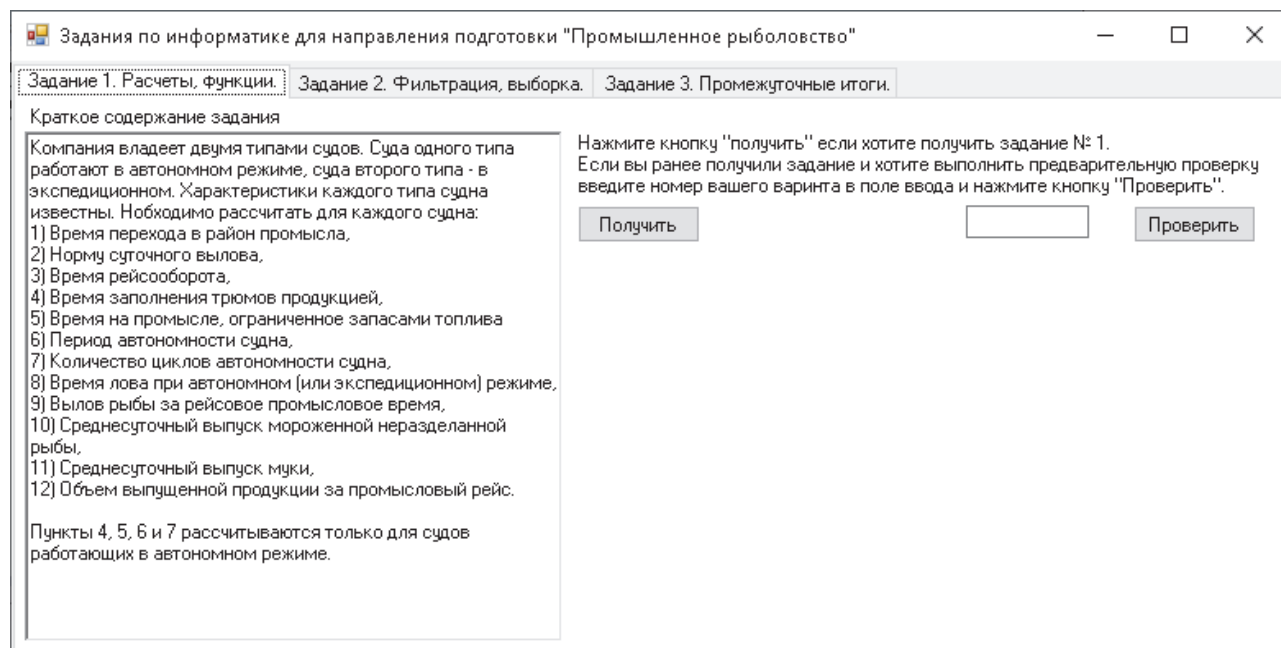


Рис. 1. Окно программы с заданием 1
Fig. 1. The program window with task 1

Задание 1 позволяет отработать следующие возможности электронных таблиц на примере Microsoft Excel:

Адресация ячеек: использование относительных, абсолютных и смешанных ссылок.

Копирование части общей таблицы различными способами: с сохранением и без сохранения формул.

Фильтрация данных в таблице с помощью автофильтров.

Сортировка таблицы по двум и более условиям одновременно.

При этом все задачи решаются на примерах профессиональных задач промышленного рыболовства, и полученные знания могут быть использованы и специальных дисциплинах и при выполнении курсовых работ.

Работа студента с программой осуществляется по следующей инструкции:

1. Запустить программу «Задания по информатике для направления подготовки «Промышленное рыболовство» (файл zadanie.exe).

2. Выбрать вкладку с заданием. Ознакомиться с кратким содержанием задания.

3. Сформировать вариант задания для выполнения. Файл с заданием автоматически сохранится в папку, в которой расположена программа. Имя файла будет содержать номер и вариант задания, например, «Задание 1-0.docx» – это задание 1, вариант 0.

4. Открыть файл с заданием и выполнить его.

5. Выполнить предварительную проверку решения. Для этого открыть программу, перейти на вкладку с заданием, которое хотите проверить, ввести в поле ввода номер варианта задания и нажать кнопку «проверить».

6. Заполнить появившуюся таблицу, ответив на поставленные вопросы. Обратите внимание, не нужно копировать ответы из Excel, необходимо их вписать вручную в соответствии с требованиями к отображению ответа, т.е. если в задании сказано, что ответ должен быть представлен с точностью до трех знаков после запятой, то в поле ответа необходимо вписать результат именно в таком формате. Разделитель для целой и дробной части чисел – это запятая. Также при вводе текстовых ответов необходимо соблюдать регистр букв и вводить ответ в точности, как он получен в вашем файле Excel.

Фрагмент задания 1 представлен на рис. 2. Задание включает в себя выполнение следующих расчетов для каждого судна:

1. Время перехода в район промысла.

2. Время рейсооборота.

3. Время лова при автономном режиме (включая расчет время заполнения трюмов продукцией, время на промысле, ограниченное запасами топлива, период автономности судна, количество циклов автономности судна) или время лова при экспедиционном режиме,

4. Вылов рыбы за рейсовое промысловое время.

5. Среднесуточный выпуск мороженой неразделанной рыбы,

6. Среднесуточный выпуск муки.

7. Объем выпущенной продукции за промысловый рейс.

Задание 2 – это обработка некоторого массива данных, который представляет собой таблицу судовых суточных донесений добывающих судов различных компаний, ведущих промысел в некотором районе. Таблица содержит такие сведения:

1. Название судна.

2. Тип судна.

3. Название компании, которой принадлежит судно.

4. Дату промысла.

5. Объект промысла.

6. Объем вылова,

7. Наименование продукции.

8. Объем продукции на борту.

Необходимо с помощью автофильтров или расширенного фильтра выбрать суда по определенным условиям.

Исходные данные формируются индивидуально случайным образом. Общее количество строк в таблице от 17 до 23. Условия для фильтрации данных также индивидуальные и зависят от созданной таблицы исходных данных. В этом задании используются результаты задания 1, например, одним из заданий является выбор судов, которым необходимо сдать продукцию, т.е. их трюм заполнен.

Для задания 3 таблица строится аналогично заданию 2 и дальнейшими расчетами с помощью промежуточных итогов.

Задание №1. (Вариант 0)

Компания "ПАО НБАМР" имеет в своем распоряжении 2 типа судов: РТМК-С и МРКТ. Суда типа РТМК-С работают в автономном режиме, суда типа МРКТ работают в экспедиционном режиме.

Характеристики судов

	Эксплуатационная скорость, узлы	Численность экипажа, чел	Вместимость трюмов, тонны	Время непрерывного пребывания в море, сутки	Время стоянки судна в порту, сутки	Запасы топлива, тонны	Норма расхода топлива за сутки промысла, тонны/сутки	Норма выхода основной продукции, доля
РТМК-С	13,6	115	2150	155	10	1635	11,4	0,95
МРКТ	14,5	78	3188	155	10	1500	20	0,94

На листе 1 книги создать таблицу с характеристиками судов. Переименовать лист в

Рис. 2. Фрагмент задания 1
Fig. 2. A fragment of the task 1

Задание 1 является упрощенным расчетом (так как выполняется студентами первого курса) планового выпуска продукции за рейс для указанного режима работы судна. В дальнейшем на старших курсах студенты могут использовать программу [4] для расчета планирования режима работы добывающих судов.

Все рассчитанные показатели зависят от типа судна, предварительная проверка в программе осуществляется для одного случайным образом выбранного типа судна. Для проверки необходимо ответить на вопросы, введя рассчитанные значения в соответствующие поля (рис. 3).

Проверка задания 2 осуществляется аналогичным образом, так как задание состоит в фильтрации данных, то в основном вопросы типа «Какое судно третье в списке при выполнении фильтра по условию 1». При проверке задания 3 используются вопросы типа «Сколько судов типа БМРТ осуществляло промысел за весь период». Здесь необходимо учесть, что одно и то же судно может вести промысел несколько дней, но при расчете должно быть учтено только один раз, для этого необходимо «считать» только уникальные записи.

Каждый введенный ответ проверяется. Если ответ дан верно, поле с ответом остается без окраски, если ответ дан не верно или не дан вовсе, то поле раскрашивается красным цветом (рис. 4), таким образом, студенты могут самостоятельно проверить свои вычисления, и если имеются ошибки в расчетах, попытаться их исправить.

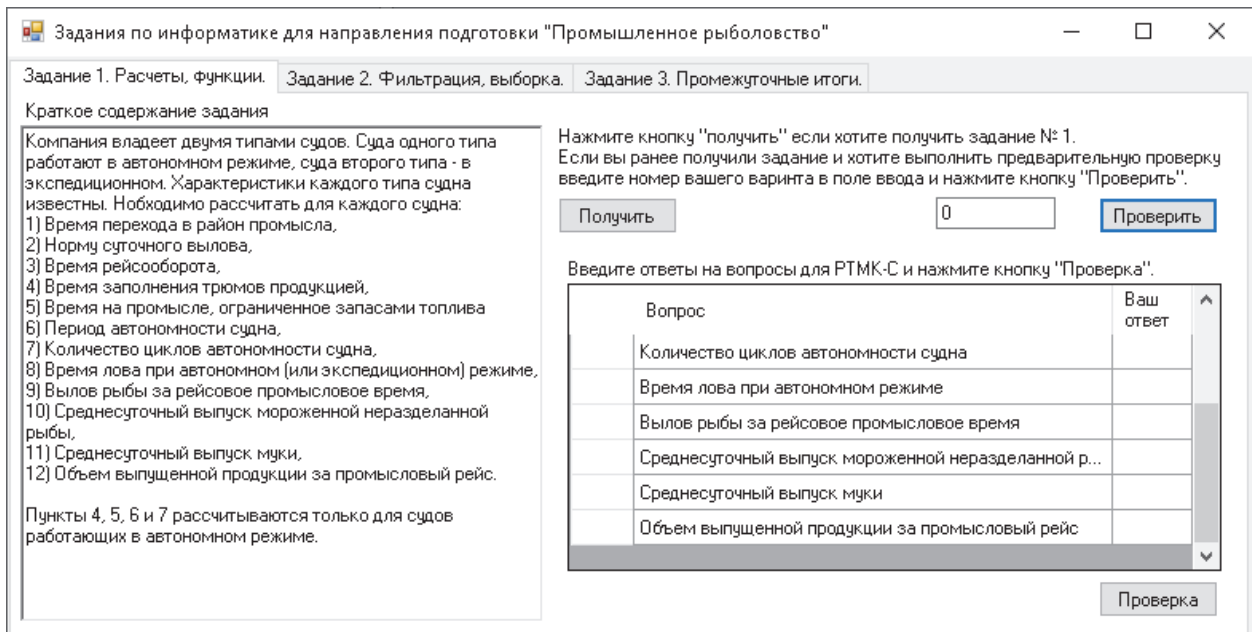


Рис. 3. Предварительная проверка выполнения задания
Fig. 3. Preliminary task completion check

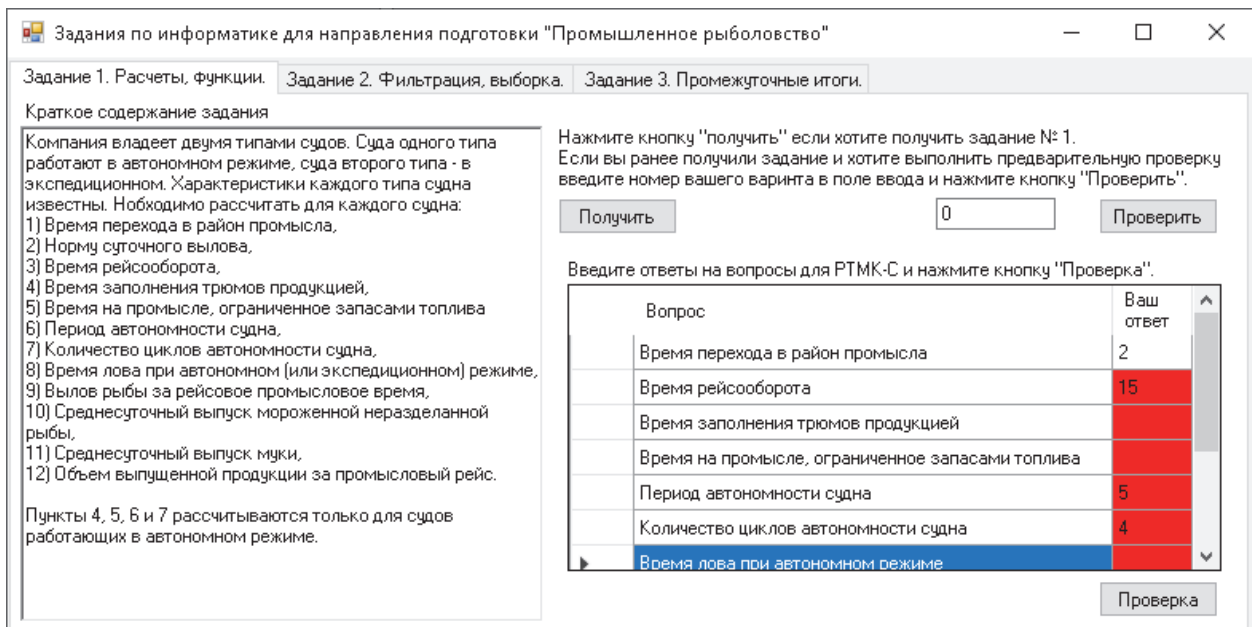


Рис. 4. Результат предварительной проверки
Fig. 4. The result of the preliminary audit

Работа с остальными заданиями осуществляется аналогичным образом, т.е. получение своего варианта задания, его выполнение в электронных таблицах, предварительная проверка в программе и защита работы, если ошибок нет.

Разработанная программа позволит не только формировать для студентов индивидуальные однотипные задания, но также будет способствовать решению студентами стандартных задач профессиональной деятельности с применением информационных технологий, т.е. студенты изучают дисциплину посредством решения профессиональных задач.

Список литературы

1. Федеральные государственные образовательные стандарты [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://fgos.ru/> (дата обращения: 19.06.2020).

2. Портал Федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://fgosvo.ru/fgosvo/151/150/24> (дата обращения: 19.06.2020).

3. Реестр примерных основных образовательных программ высшего образования [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://xn-p1aabc.xn-p1ai/> (дата обращения: 19.06.2020).

4. Лисиенко С.В., Иванко Н.С., Вальков В.Е., Бойцов А.Н. Моделирование процессов и систем по организации, планированию и управлению промысловым флотом – Modeling of processes and system for organization, planning and management of the fishing fleet: Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ RU 2019666312, 06.12.2019. Заявка № 2019664954 от 20.11.2019.

© Иванко Н.С., 2020

Для цитирования: Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т. 53, № 3. С. 71–76.

Статья поступила в редакцию 22.06.2020; принята к публикации 28.09.2020.

СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки согласно рубрикатору специальностей ВАК:

- 03.01.04 – Биохимия
- 03.01.06 – Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)
- 03.02.08 – Экология (по отраслям)
- 03.02.14 – Биологические ресурсы
- 05.08.05 – Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)
- 05.18.04 – Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств
- 05.18.07 – Биотехнология пищевых продуктов и биологических активных веществ
- 05.18.15 – Технология и товароведение пищевых продуктов и функционального и специализированного назначения и общественного питания
- 06.04.01 – Рыбное хозяйство и аквакультура
- 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности)

В журнале публикуются научные статьи сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других образовательных и научных организаций Российской Федерации и зарубежных стран.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Предлагаемая к публикации статья должна соответствовать научной тематике журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (COPE) – <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей,

аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

Требования к оформлению статьи приводятся в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7–2021 «СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ И СБОРНИКАХ. Издательское оформление»:

1. Вверху страницы прописными буквами указывается рубрика:

- Ихтиология. Экология
- Промышленное рыболовство. Акустика
- Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов
- Технология и управление качеством пищевых продуктов
- Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли
- Биохимия и биотехнология
- Рыбное хозяйство и аквакультура
- Экономика рыбохозяйственной отрасли

2. Индекс УДК (слева).

3. Данные авторов (отдельно для каждого автора):

- фамилия, имя, отчество (набирается полужирным шрифтом);
- полное название учреждения (место работы);
- ученая степень, ученое звание, должность, авторские коды (если есть): ORCID, Web of Science Researcher ID, SPIN-код, AuthorID и др.;
- страна, город;
- адрес электронной почты.

4. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (10–12 слов). Заголовок набирают полужирными буквами по центру страницы. Первое слово заглавия статьи приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной буквы (кроме собственных имен, аббревиатур и т.д.). В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

5. Аннотация (не менее 150–250 слов). Перед текстом необходимо поставить слово «аннотация» и выделить его курсивом.

6. Ключевые слова (10–12), отражающие предмет статьи.

7. Текст статьи обязательно должен содержать следующие разделы (возможно выделение данных разделов в тексте):

- **Введение**
- **Объекты и методы исследований**
- **Результаты и их обсуждение**
- **Заключение**

8. Список литературы оформляется согласно ГОСТ 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Список литературы приводится в порядке цитирования работ в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3].

9. Сведения о гранте, финансировании подготовки и публикации статьи (при наличии).

10. Знак охраны авторского права © с фамилиями и инициалами всех авторов

На английском языке необходимо предоставить следующую информацию (после ключевых слов на русском языке):

- имя, инициал отчества, фамилия автора (Ivan I. Ivanov);
- название места работы (Far Eastern State Technical Fisheries University);
- заглавие статьи (первое слово заглавия приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной буквы (кроме собственных имен, аббревиатур и т.д.);
- текст аннотации (первое слово Abstract набирается курсивом);
- ключевые слова (первое слово Keywords набирается курсивом);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 7–10 на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати, с гербовой печатью организации (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

5. Авторское соглашение на публикацию статьи (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 123

Александр Александрович Иванов

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования, ORCHID ID: 0000-0000-000-0000, SPIN-код: 0000-0000, AuthorID: 000000, Россия, Владивосток, e-mail: ivanov.aa@dgtru.ru

Иван Иванович Петров

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, кандидат экономических наук, заведующий лабораторией, AuthorID: 000000, Россия, Владивосток, e-mail: petrovII@mail.ru

Редкие виды рыб Приморского края

Аннотация.

Ключевые слова: гидробионты, акватория Приморского края.

Aleksandr A. Ivanov

Far Eastern State Technical Fisheries University, associate professor of the department of ecology, doctor of biological sciences, ORCHID ID: 0000-0000-000-000X, SPIN-код: 0000-0000, Russia, Vladivostok

Ivan I. Petrov

Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography, PhD of economics, head of laboratory, AuthorID: 000000, Russia, Vladivostok

Rare species of fish of Primorsky Region

Abstract.

Keywords:

ТЕКСТ СТАТЬИ

Список литературы

© Иванов А.А., Петров И.И.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2020. Т.53, № 3. С. 11–17.

Научное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 3 2020

Том 53

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций

Свидетельство о регистрации
ПИ № ФС77-72402 от 05.03.2018

Подписной индекс 64553
(каталог агентства «Роспечать»)

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Редактор Т.В. Ломакина
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Подписано в печать 12.10.2020. Дата выхода в свет 30.10.2020.
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 9,30. Уч.-изд. л. 8,25.
Заказ 0784. Тираж 100 экз. Цена свободная.

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52Б

Изготовлено в типографии «48 часов»
ИП Михиденко Александр Владимирович
г. Владивосток, ул. Днепропетровская, 15, к. 58,
тел. 8 (423) 248-48-37
ИНН 253802981030