

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. 44

Том

44

1 • 2018



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

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

**Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 44**

Том

**44**

Адрес редакции:  
Россия, 690091, Владивосток,  
ул. Светланская, 27  
телефон: (423) 226-65-01  
e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

**1 • 2018**

## Научные труды Дальрыбвтуза. 2018. № 1 (т. 44)

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, Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

**Главный редактор** – Н.Н. Ковалев, доктор биологических наук, проректор по научной и инновационной деятельности

**Научный редактор** – В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор

**Ответственный секретарь** – Т.В. Ломакина, начальник редакционно-издательского отдела

### **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.Н. 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

|  |    |
|--|----|
| <b>ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ</b> .....  | 5  |
| <i>Абасова Р.Т., Елисеева А.В., Ахмедова Е.Р.</i> Особенности выращивания объектов аквакультуры и сельского хозяйства на примере СРК «Шараповский» Астраханской области .....                                  | 5  |
| <i>Елисеева, А.В. Абасова Р.Т., Ахмедова Е.Р.</i> Особенности адаптации пиленгаса к искусственным условиям содержания в системах с оборотным водоснабжением.....   | 10 |
| <i>Пушников Г.М., Шепелева О.Н., Рыбникова И.Г.</i> Зараженность разных размерных групп тихоокеанской сельди личинками нематод .....   | 16 |
| <i>Ткаченко Г.М., Грудневская Й.</i> Ферментативная антиоксидантная защита в сердце радужной форели ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином..... | 27 |
| <i>Ткаченко Г.М., Грудневская Й.</i> Метаболические изменения в мышечной ткани кумжи ( <i>Salmo trutta m. fario</i> ), иммунизированной вакциной против аэромоноза .....                                       | 34 |
| <i>Юлдашов М.А., Камиров Б.Г.</i> Результаты интродукций чужеродных видов рыб в водоемы Узбекистана .....  | 40 |
| <b>ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА</b> .....  | 49 |
| <i>Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Халаев Н.Л., Москаленко Э.В.</i> Амфидромические точки замкнутых акваторий и их влияние на характеристики акустического поля.....  | 49 |
| <i>Барканова Т.Б.</i> Использование систем дистанционного зондирования земли как технических средств промысловой разведки (на примере района Юго-Западной Атлантики).....                                      | 60 |
| <b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ</b> .....  | 67 |
| <i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Оптико-геометрические характеристики излучения в камере сгорания судового дизеля .....   | 67 |
| <i>Соболенко А.Н., Воробьев Б.Н.</i> Проблемы внедрения газомоторного топлива в судовых дизелях .....  | 73 |
| <b>ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....   | 78 |
| <i>Блинова А.Л.</i> Реформа системы государственного контроля (надзора) за соблюдением обязательных требований, установленных к рыбе и рыбной продукции .....  | 78 |
| <i>Богданов В.Д., Симдянкин А.А.</i> Технологическое обеспечение участка по производству сухого концентрата трепанга.....  | 86 |

## CONTENTS

---

---

|  |    |
|--|----|
| <b>ICHTHYOLOGY. ECOLOGY</b> .....  | 5  |
| <i>Abasova R.T., Eliseeva A.V., Ahmedova E.R.</i> Peculiarities of growing objects of aquaculture and syellow economy on the example SRK «Sharapovsky»of Astrakhan region .....                        | 5  |
| <i>Eliseeva A.V., Abasova R.T., Ahmedova E.R.</i> Features of adaptation of pilengas to artificial the conditions of detention in systems with circulating water.....                                  | 10 |
| <i>Pushnikova G.M., Shepeleva O.N., Rybnikova I.G.</i> Infestation of different length groups of pacific herring with the larvae of nematodes.....   | 16 |
| <i>Tkachenko H.M., Grudniewska J.</i> Enzymatic antioxidant defenses in the heart of the rainbow trout ( <i>Oncorhynchus mykiss</i> Walbaum) after preventive disinfecting measures with formalin..... | 27 |
| <i>Tkachenko H.M., Grudniewska J.</i> Metabolic alterations in the muscle tissue of brown trout ( <i>Salmo trutta m. fario</i> ) immunized with a vaccine against aeromonas spp .....                  | 34 |
| <i>Yuldashov M.A., Kamilov B.G.</i> Results of introduction of alien fish species to water-bodies of Uzbekistan.....   | 40 |
| <br>   |    |
| <b>INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS</b> .....   | 49 |
| <i>Starodubtcev P.A., Baklanov E.N., Khalaev N.L., Moskalenko E.V.</i> Amphydromic points of closed aquatories and their influence on the acoustic field characteristics.....                          | 49 |
| <i>Barkanova T.B.</i> Using systems for remote sensing of the earth as a technical means of commercial fishing exploration (on the example of The South-West Atlantic area) .....                      | 60 |
| <br>   |    |
| <b>SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES</b> .....  | 67 |
| <i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Optical-geometrical data of radiation in marine diesel combustion chamber .....   | 67 |
| <i>Sobolenko A.N., Vorobjev B.N.</i> Problems of gas fuel usage in ship engines.....   | 73 |
| <br>   |    |
| <b>TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS</b> .....   | 78 |
| <i>Blinova A.L.</i> Reform of the state control and oversight system for compliance with mandatory requirements for fish and fish products.....  | 78 |
| <i>Bogdanov V.D., Simdiankin A.A.</i> Technological support of the plant for manufacture of dry concentrate of sea cucumber .....  | 86 |

---

---

# ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 639.3.045

**Р.Т. Абасова, А.В. Елисеева, Е.Р. Ахмедова**  
Астраханский государственный технический университет,  
614056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

## **ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ АКВАКУЛЬТУРЫ И СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА НА ПРИМЕРЕ СРК «ШАРАПОВСКИЙ» АСТРАХАНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Исследования выполнялись на СРК «Шараповский» в 2015 г. В качестве объекта исследования: пруды, молодь карпа, арбузы, томат, пшеница. В результате исследований были изучены основные этапы технологического процесса по выращиванию молоди карпа попеременно с культурами сельского хозяйства.*

**Ключевые слова:** СРК «Шараповский», севооборот, карп.

**R.T. Abasova, A.V. Eliseeva, E.R. Ahmedova**  
**PECULIARITIES OF GROWING OBJECTS OF AQUACULTURE AND SYELLOW  
ECONOMY ON THE EXAMPLE SRK «SHARAPOVSKY» OF ASTRAKHAN REGION**

*The research was carried out at the SRC «Sharapovskiy» in 2015. As an object of research: ponds, carp fry, watermelons, tomato, pshnitsa. As a result of the research, the main stages of the technological process for growing young carp alternately with agricultural crops were studied.*

**Key words:** SRC «Sharapovsky», crop rotation, carp.

### **Введение**

Севооборот является одним из основных звеньев системы земледелия и представляет основу для проведения всех агрономических мероприятий.

Севооборот способствует пополнению и лучшему использованию питательных веществ почвы и удобрению, улучшению и поддержанию благоприятных физических и биологических свойств почвы, защите ее от водной и ветровой эрозии, предупреждению распространения сорняков, болезней и вредителей сельскохозяйственных культур, снижению пестицидной нагрузки на почву, растения и улучшению экологического состояния среды обитания, получению высококачественной экологически чистой продукции.

Основу экологически чистого производства составляет его соответствие базовым «органическим принципам», определенным Международной федерацией экологического сельскохозяйственного движения, а также положениями международных и национальных стандартов. На практике это выражается в отказе от применения пестицидов, химических удобрений и генномодифицированных объектов (в том числе сырья, продукции, кормов, полученных с их использованием), в ограничении использования рыбной муки (и другого сырья для получения белка из источников, включенных в пищевую цепочку человека), антибиотиков, гормонов и др. [1]

Продукция, выращенная таким методом, имеет ряд преимуществ. Увеличение урожайности (на 30 %) и снижение затрат на полив наблюдается при выращивании арбузов после объектов аквакультуры. Высокие темпы роста, увеличение конечной массы сеголетков и двухлеток (карп и белый толстолобик) на 10 %, сокращение выращивания с 3-летнего оборота до 2-летнего.

### **Объекты и методы исследований**

Был апробирован вариант попеременного выращивания рыбы в поликультуре на органических комбикормах и сельскохозяйственных объектов поочередно с растительной продукцией с выбором культур.

Более эффективным оказалось не только выращивание бахчевых. Так, урожайность пшеницы суперэлита, выращенной на летующих прудах, увеличивается более чем на 10 % (предшественник – рыба). После сбора урожая пшеницы и зарыбления поликультурой в прудах лидирующее положение по темпу роста занимают личинки, сеголетки и товарный белый амур. Темп роста в сравнении с нормативными показателями увеличивается на 25 % [2].

Получение товарной продукции в сочетании с поочередным культурным производством продукции (рыба, растительные и бахчевые культуры) позволяет максимально эффективно использовать пруды для получения продукции.

### **Результаты и их обсуждение**

В период выращивания по органической технологии в СРК «Шараповский» включено попеременное выращивание аквакультур (карп, растительные) и сельскохозяйственных культур (бахчевые, зерновые, овощи) без применения веществ, содержащих синтетические материалы, химикаты и т.д., что позволило обеспечить продовольственную безопасность продукции.

Выращивание рыбы проводилось в течение 1–3 лет в режиме эксплуатации прудовых площадей с контролем за содержанием гумуса – качественной характеристикой почв. Детальное изучение состава донных отложений прудов показало, что многолетняя эксплуатация приводит к истощению почв и только комплексные мероприятия могут позволить предупредить их деградацию.

Источником водоснабжения прудов СРК «Шараповский» служит протока Обуховская – водоток дельты Волги. Качество воды протоки соответствует требованиям рыбохозяйственного ОСТ 15-282–83, а уровень воды в межень достаточен для бесперебойной круглогодичной подачи воды в пруды рыбопитомника [3].

Все пруды спроектированы в соответствии с требованиями и в период спуска полностью осушаются и облавливаются. Зарастаемость ложа прудов высшей водной растительностью составляет около 15 % общей акватории. Подстилающие грунты – супесчаные, донные отложения – илистые. Глубина основной акватории колеблется от 2,0 до 3,5 м. Распределение глубин соответствует техническим требованиям для выростных прудов.

Пробы зоопланктона прудов согласно общепринятой методике обработки были подвергнуты анализу качественных и количественных гидробиологических характеристик. Органические вещества в почве прудов и биомассу зообентоса также определяли по общепринятым методикам.

Видовой состав и биомасса планктона и бентоса соответствуют нагульным прудам VI зоны рыбоводства, эксплуатируемым в экстенсивном режиме [4].

Подготовка прудовой площади – это использование органической экологически чистой биотехнологии выращивания бахчевых и сельскохозяйственных культур по схеме, приведенной в табл. 1.

Таблица 1

## Схема аквасевооборота в СРК «Шараповский»

Table 1

## Scheme of aquaculture in SRC «Sharapovsky»

|   |       |              |              |              |              |           |
|---|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------|
| 1 | Пруды | «Водный пар» | Арбузы       | «Водный пар» | Арбузы       | Летование |
| 2 | Пруды | Томаты       | «Водный пар» | Томаты       | «Водный пар» | Арбузы    |
| 3 | Пруды | Пшеница      | «Водный пар» | Летование    | «Водный пар» | Пшеница   |

Во время летования убирают излишки ила, сеют бахчевые или сельскохозяйственные культуры (арбузы, пшеницу, томаты), которые за счет остатков жизнедеятельности прудовых рыб, гумуса и т.д. дают хороший урожай и способствуют разложению и усвоению органики, разрыхлению и раскисанию почвы и обогащают ее азотом. Так, арбузы с успехом можно выращивать и на летующих прудах. Столовый арбуз (*Citrullus vulgaris* Schrad.), однолетнее травянистое растение из семейства тыквенных (*Cucurbitaceae*), по своим свойствам является уникальным продуктом питания и, кроме того, протектором многих заболеваний. Подмечено, что после выращивания рыбы именно такие пруды с обводными каналами по периметру дают отличные урожаи арбузов (выращивание арбузов «по-астрахански»), а затяжная осень, характерная для Астраханской области в последние годы, увеличивает их урожайность.

На полях после рыбы резко сокращается количество сорняков, что благоприятно сказывается на урожайности. Посев арбузов производился на глубине 8–12 см в конце апреля–начале мая. Предшественником культуры была товарная рыба (поликультура карп и растительные). Посадку семян после вымачивания производили сразу после боронования, пока сохраняется влага, при температуре выше 15–16 °С. При появлении первых всходов между рядами глубиной 5 см производили разрыхление и, при необходимости, полив с добавлением органических удобрений в виде навоза. Полив посевной площади осуществляли следующим образом: через 5–6 рядов посадки прорезали канавки при помощи КЗУ-300, и полив производили только по этим канавкам. Поливная вода просачивается по песчаному грунту на 5–6 рядов. До цветения производили обработку от вредителей и после цветения такую обработку повторили. Урожайность составила 150–200 ц/га, против нормы в 25 ц/га. За счет жизнедеятельности объектов аквакультуры биотехнические показатели почвы были максимально благоприятны для получения высококачественной продукции, не содержащей вредных веществ. И как показывает практика, арбузы, выращенные на летующих прудах, имеют лучшие вкусовые качества и лучше переносят транспортировку (за счет тонкой, но плотной корки).

Так как хозяйство расположено в VI рыболовной зоне, для организации товарного выращивания рыбы используется посадочный материал: сеголетки карпа массой 30–50 г, пестрого и белого толстолобика – 25–30 г, белого амура – 30 г. Плотность посадки – 1 тыс. экз./га. Средняя масса годовиков при весеннем облове составляет: карпа – 400–600 г, белого толстолобика – 200–250 г, амура – 400–500 г [5].

За 9 месяцев выращивания масса товарных двухлеток составила: карпа – 900–1200 г, белого толстолобика – 1000–1800 г, белого амура – 900–1000 г; общая рыбопродуктивность в поликультуре – около 12 ц/га, против средней по хозяйству 10 ц/га (табл. 2).

Таблица 2

**Основные показатели прудов в СРК «Шараповский»**

Table 2

**The main indicators of ponds in the SRC «Sharapovsky»**

| Показатель                                   | Норма       | Без с/х культур | После с/х культур |
|--|-------------|-----------------|-------------------|
| Основные показатели гидрохимии воды в прудах |             |                 |                   |
| Содержание кислорода, мг/дм <sup>3</sup>     | Не ниже 7   | 7,5             | 7,0               |
| Прозрачность, см                             | 50          | 37              | 31                |
| Активная реакция среды, рН                   | 6,5–7,5     | 7,0–8,2         | 7,0–7,3           |
| Органическое вещество в донных отложениях    |             |                 |                   |
| Содержание гумуса, %                         | Не ниже 0,5 |                 |                   |
| Прибрежная зона пруда                        |             | 1,44            | 2,46              |
| Центральная зона пруда                       |             | 0,78            | 3,45              |
| Средняя продуктивность прудов                |             |                 |                   |
| Зоопланктон, г/м <sup>3</sup>                | Не ниже 3   | 0,85–1,93       | 2,28–3,9          |
| Зообентос, г/м <sup>3</sup>                  | Не ниже 3   | 0,45–0,65       | 1,5–4,3           |
| Рыбопродуктивность, ц/га                     | 6–8         | 8–10            | 10–12             |
| Урожайность, ц/га                            |             |                 |                   |
| Арбузы сортов:<br>«Американка»,<br>«Холодок» | 250         | 200             | -                 |
|  |             | 150             | -                 |
| Овощи – томаты                               | 70          | 150             | -                 |
| Зерновые – пшеница                           | 17–18       | 20–22           | -                 |

Технология повременного выращивания аквакультурной и сельскохозяйственной продукции на одной площади показала высокую производственную эффективность в условиях, пригодных для прудового культивирования.

**Выводы**

По полученным результатам уже сейчас можно говорить о возможности масштабирования технологии получения экологически чистой аквакультурной и сельскохозяйственной продукции в Астраханской области, а также на рыбохозяйственных водоемах России.

**Список литературы**

1. Пономарев С.В., Федоровых Ю.В., Левина О.А., Баканева Ю.М. и др. Биологические и технологические аспекты применения методов органического сельского хозяйства для получения продукции // Изв. Самарского научного центра Российской академии наук. М.: Наука, 2015. Т. 17, № 4(3).
2. Лагуткина Л.Ю., Шейхгасанов К.Г., Пожидаева М.А., Бирюкова М.Г. Опыт биотехнологии органического выращивания рыбы и сельскохозяйственных культур // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. М.: Наука, 2016. № 2. С. 84–93.
3. Лагуткина Л.Ю., Левина О.А., Шейхгасанов К.Г. Минимизация конфликтов между экосистемными процессами как регулятор степени нагрузки на естественные популяции рыб и рисков воздействия на водную экосистему Каспия методом органического культивирования // Материалы Междунар. науч. конф. г. Ростов-на-Дону 1–3 октября 2014 г. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. С. 344.

4. Пономарев С.В., Шейхгасанов К.Г. Использование органической экологически чистой биотехнологии выращивания рыбы и сельскохозяйственных культур // Рациональное использование и сохранение водных биоресурсов: материалы Междунар. науч. конф., приуроченной к пятилетию открытия базовой кафедры ЮНЦ РАН «Технические средства аквакультуры» в ДГТУ (г. Ростов-на-Дону, 17–18 февраля 2014 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2014. С. 69–70.

5. Шейхгасанов К.Г., Пономарев С.В. Использование органической экологически чистой биотехнологии выращивания рыбы и сельскохозяйственных культур // Вестн. Астраханского гос. техн. ун-та. Сер. Рыб. хоз-во. Астрахань: АГТУ, 2014. С. 93–99.

**Сведения об авторах:** Абасова Римма Талаповна, магистр, e-mail: lastochka84\_30@mail.ru;

Елисеева Анна Владимировна, магистр, e-mail: eliseeva-a@list.ru;

Ахмедова Екатерина Рамильевна, магистр, e-mail: ahmedovak@mail.ru.

УДК 639.3.045

**А.В. Елисеева, Р.Т. Абасова, Е.Р. Ахмедова**  
Астраханский государственный технический университет,  
614056, г. Астрахань, ул. Татищева, 16

### **ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ ПИЛЕНГАСА К ИСКУССТВЕННЫМ УСЛОВИЯМ СОДЕРЖАНИЯ В СИСТЕМАХ С ОБОРОТНЫМ ВОДОСНАБЖЕНИЕМ**

*Исследования проводились в аквакомплексе береговой научно-экспедиционной базы в период с января по май 2017 г., объектом являлся пиленгас. Для его содержания использовалась установка с оборотным водообеспечением (УОВ). Соленость воды обеспечивали хлористым натрием и поддерживали ее уровень 2–3 г/л. Освещенность колебалась в диапазоне 30–150 люкс. Для наблюдения за поведением рыб, питанием применялась система подводного видеонаблюдения Underwater Camera Mono с инфракрасной подсветкой, позволяющей вести наблюдение в полной темноте. Кормление осуществлялось гранулированным комбикормом для осетровых рыб фирмы Coppens. Коэффициент упитанности рассчитывался по Фультону. Для содержания пиленгаса в искусственных условиях в системах с оборотным водоснабжением необходимо поддерживать постоянство среды, в частности, температуру и соленость.*

**Ключевые слова:** аквариальный комплекс, пиленгас, искусственное питание, акклиматизация, соленость.

### **A.V. Eliseeva, R.T. Abasova, E.R. Ahmedova** **FEATURES OF ADAPTATION OF PILENGAS TO ARTIFICIAL THE CONDITIONS OF DETENTION IN SYSTEMS WITH CIRCULATING WATER**

*The research was carried out in the aquacomplex of the coastal scientific expeditionary base. The study period was conducted from January to May 2017, the object was Pilengas. For its maintenance, a plant with circulating water supply (UWW) was used. Salinity of water was provided with sodium chloride and maintained its level of 2–3 g / l. Illumination fluctuated in the range of 30–150 lux. To monitor the behavior of fish, power was used underwater surveillance system Underwater Camera Mono with infrared illumination, which allows to observe in total darkness. Feeding was carried out with granulated mixed fodder for sturgeons of Coppens. The fatness ratio was calculated by Fulton. To keep the bearing in artificial conditions in systems with circulating water supply it is necessary to maintain the constancy of the medium, in particular temperature and salinity.*

**Key words:** aquarium complex, pilengas, artificial feeding, acclimatization, salinity.

#### **Введение**

Кефаль культивируют во многих странах мира. Применяется как пастбищный метод выращивания рыбы в лиманах, лагунах и озерах, так и прудовый: в моно- и поликультуре с рыбами солоноватоводного и пресноводного комплексов. Азовское море – замечательный во многих отношениях водоем, представляющий, с одной стороны, обособленный мелководный залив Черного моря, а с другой – как бы обширный слабосоленый лиман Дона. Рыбопродуктивность Азовского моря, 8 т/км, не имела себе равных.

С целью пополнения ихтиофауны, восстановления экологического равновесия и подбора объектов для товарного и пастбищного выращивания были проведены значительные научные исследования и акклиматизационные работы. Часть из них завершилась достаточно успешно. Так, в бассейне Азовского моря считаются внедренными до 18 видов рыб. Но наиболее успешным было вселение дальневосточной кефали – пиленгаса, которая не только натурализовалась, но и за короткий период стала основным промысловым объектом [1].

Первые успехи в искусственном разведении и выращивании молоди пиленгаса еще сильнее утвердили его позиции как наиболее перспективного объекта культивирования. Пиленгас – один из немногих видов рыб-акклиматизантов, ставших объектами рыбного хозяйства [2]. Причём его хозяйственное значение более велико в водоёмах вселения, чем в естественном ареале.

Пиленгас характеризуется широкой экологической пластичностью, большой плодовитостью, высоким темпом роста. Пиленгас представляет огромный интерес для пастбищной и прудовой аквакультуры. Ведутся исследования по выращиванию пиленгаса в условиях замкнутого водообеспечения, что является актуальным в современный период [3].

Целью работы являлась адаптация пиленгаса естественной генерации к искусственным условиям содержания в условиях аквариального комплекса.

#### **Объекты и методы исследований**

В качестве объекта для исследований использовали пиленгаса *Lisa haematocheilus* (Temminck & Schlegel, 1845). Работы проводились в аквакомплексе береговой научно-экспедиционной базы «Кагальник». Для исследований по адаптации пиленгаса к искусственным условиям содержания в системах с оборотным водоснабжением был завезен посадочный материал разных возрастных групп из восточной части акватории Таганрогского залива.

Используемых в адаптации рыб, их состояние оценивали температурой воды в бассейнах, измерением гидрохимических показателей, содержанием растворенного кислорода, уровня pH, проводимостью (солености). Взвешивание завезенных рыб проводилось при помощи электронных весов ВСП 6/1-3к согласно рекомендациям И.Ф. Правдина [4]. Коэффициент упитанности рассчитывался по Фультону.

Кормление осуществлялось гранулированным комбикормом для осетровых рыб разной крупки (3; 4,5) 2 раза в сутки в зависимости от поедаемости. Анализ упитанности позволяет получить общее представление об условиях жизни исследуемого объекта, поскольку они подвержены значительным колебаниям в зависимости от изменения биотических и абиотических параметров водной среды.

В результате проведенных исследований показана возможность адаптации и содержания пиленгаса в бассейновых условиях, возможность потребления пиленгасом искусственных комбикормов.

#### **Результаты и их обсуждение**

Первые исследовательские работы по адаптации пиленгаса на научно-экспериментальной базе ЮНЦ РАН были начаты в 2015 г. Было отловлено в северо-восточной части Таганрогского залива и размещено для адаптации и дальнейшего выращивания 392 особи пиленгаса.

Для проведения экспериментов по адаптации в период с 01.01.17 г. по 31.05.2017 г. было завезено 60 шт. пиленгаса (табл. 1). Основной отлов рыбы приходится на весенне-летний период. Самые большие уловы были отмечены с апреля по май.

Таблица 1

**Общее количество завезенной в аквакомплекс рыбы в 2017 г.**

Table 1

**Total amount of fish introduced into aquacomplex in 2017**

| Месяц   | Количество, шт. |
|---------|-----------------|
| Январь  | 6               |
| Февраль | 1               |
| Март    | 33              |
| Апрель  | 6               |
| Май     | 14              |

Адаптация пиленгаса происходила постепенно. Вначале рыбу размещали в карантинные бассейны, в которых проводили её обработку фиолетовым «К» и содержали в течение 4–5 сут. После профилактических мер рыба пересаживалась в установку замкнутого водоснабжения (рис. 1).



Рис. 1. Установка для содержания пиленгаса  
Fig. 1. Installation for the maintenance of the pipeline

Поддержание необходимого уровня кислорода для дыхания рыб осуществлялось за счет мембранного воздушного компрессора Sonic P-85 производительностью 50 л/мин при 1, 2 mbar и камней-распылителей (рис. 2). Поддержание температуры воздуха в помещении за счет кондиционирования позволило стабильно поддерживать температуры воды для пиленгаса с минимальными колебаниями.

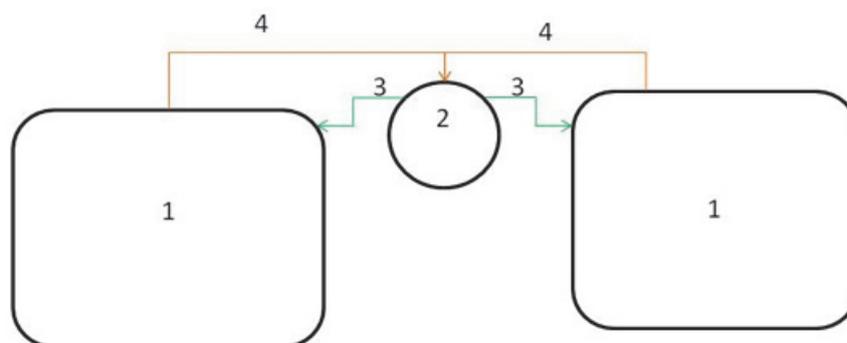


Рис. 2. Схема циркуляции воды в установке с оборотным водоснабжением для содержания пиленгаса в аквариальных условиях: 1 – рыбоводный стеклопластиковый бассейн; 2 – фильтровальная установка Kripsol; 3 – подача очищенной воды в бассейны; 4 – забор грязной воды для очистки

Fig. 2. Circulation scheme of water in the plant with recycled water supply for the maintenance of the pilengas in aquarium conditions: 1 – fish hatched fiberglass basin; 2 – filter unit Kripsol; 3 – supply of purified water in pools; 4 – intake of dirty water for cleaning

В результате исследований выяснили, что гидрохимические показатели воды бассейнов, используемых для содержания пиленгаса, не превышали нормативных показателей, что благоприятно влияло на физиологическое состояние объектов выращивания.

Во время первичной адаптации и при последующем содержании пиленгаса кислород был в среднем на уровне 7,4–10,4 мг/л, температура – 18,2–21,4 °С [5].

Поддержание температуры воздуха в помещении за счет кондиционирования позволило стабильно поддерживать температуру воды для пиленгаса с минимальными колебаниями (рис. 3).

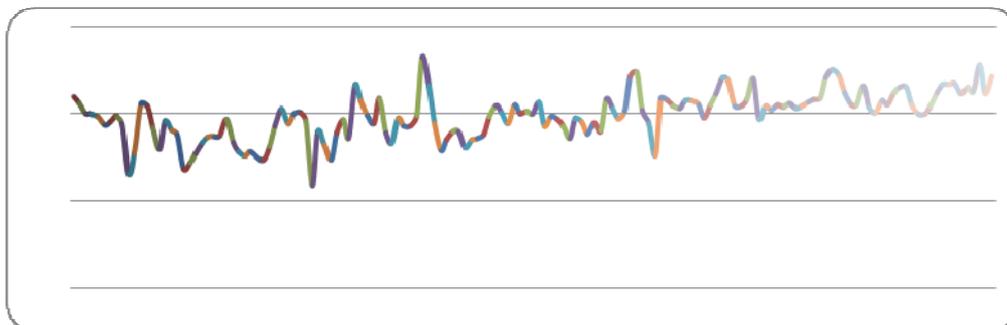


Рис. 3. Динамика температуры воды в бассейнах, °С  
Fig. 3. Dynamics of water temperature in swimming pools, °С

За счет работы мембранного воздушного компрессора содержание кислорода не опускалось ниже 6–6,5 мг/л (рис. 4).

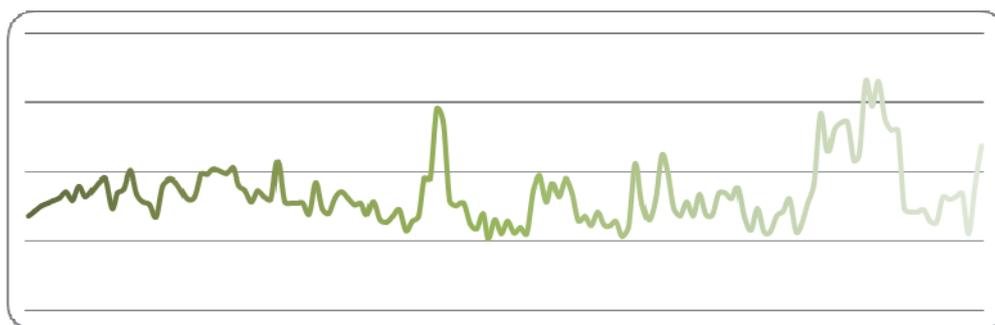


Рис. 4. Динамика содержания кислорода в бассейнах, мгО<sub>2</sub>/л  
Fig. 4. Dynamics of the oxygen content in the basins, mgO<sub>2</sub>/l

Уровень рН во время исследований колебался в пределах 6,4–7,4 ед. (рис. 5), что несколько ниже нормативного значения. Соленость воды обеспечивали хлористым натрием и поддерживали на уровне 2–3 г/л. Нитраты и нитриты не превышали 0,2 и 0,3 мг/л соответственно.

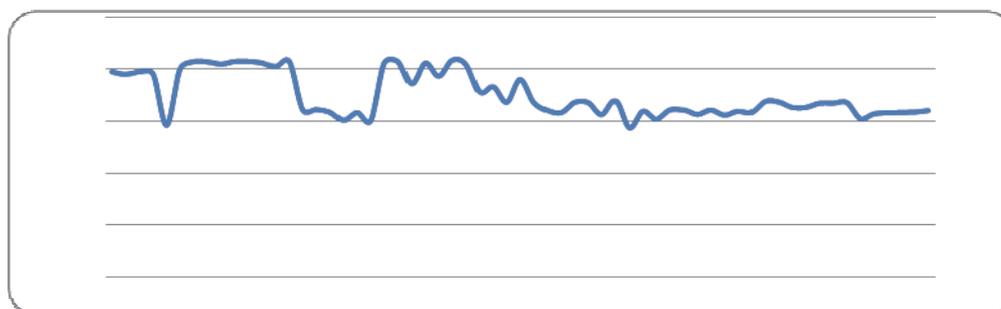


Рис. 5. Показатели рН в бассейнах, ед.  
Fig. 5. PH in the basins, units

Проведенный анализ показал, наибольший отход пиленгаса был отмечен в мае – 20 шт. (21,1 %), что связано со стрессом и травмированием особей во время вылова и транспортировки, а также заболеваемостью сапролегниозом.

Во время исследований у пиленгаса был отмечен сапролегниоз, на жабрах были обнаружены ихтиофтириус, триходины *Trichodina*, моногенеи *Dactylogrus* sp. При вскрытии погибших особей отмечено, что в кишечнике и желудке отсутствует корм (наполнение желудка 0 баллов), печень имела коричневато-красный цвет, что отклоняется от нормы. Желчный пузырь был увеличен в размерах и темно-зеленого цвета, что свидетельствует о голодании пиленгаса.

При обнаружении заболеваний проводилась обработка солевыми ваннами из расчета 3 кг/м<sup>3</sup>.

В табл. 2 приведены средние размерно-массовые показатели пиленгаса за период исследований.

Таблица 2

**Средние размерно-массовые показатели пиленгаса**

Table 2

**Average dimensions-mass parameters of the pilengas**

| Месяц   | Средняя масса, г | Средняя длина, см |
|---------|------------------|-------------------|
| Февраль | 425,3            | 31,2              |
| Март    | 471,5            | 35,0              |
| Апрель  | 546,0            | 36,1              |
| Май     | 606,3            | 37,3              |

В эксперименте по доместикации пиленгаса с января по май в аквариальном комплексе содержалось 184 шт. пиленгаса, выживаемость составила 40,8 %.

При исследовании пиленгас ведет себя спокойно, проявляет пищевую активность, отмечается положительная динамика набора массы. Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что абсолютный и среднесуточный прирост пиленгаса составил 122,1 г и 0,8 г/сут, коэффициент упитанности по Фультону в конце выращивания 1,2 ед. (табл. 3).

Таблица 3

**Рыбоводно-биологические показатели пиленгаса**

Table 3

**Fish-biological indicators of pilengas**

| Показатели                               | Значение |
|--|----------|
| Масса начальная, г                       | 484,2    |
| Масса конечная, г                        | 606,3    |
| Коэффициент упитанности по Фультону, ед. | 1,2      |
| Абсолютный прирост, г                    | 122,1    |
| Среднесуточный прирост, г/сут            | 0,8      |
| Выживаемость, %                          | 40,8     |
| Продолжительность опыта, сут             | 151      |

В результате проведенных исследований показана возможность адаптации и содержания пиленгаса в установке замкнутого водообеспечения при использовании искусственных

комбикормов. Для дальнейшей разработки биотехнологии выращивания пиленгаса в установке замкнутого водоснабжения необходимо продолжить работы, сочетая рыбоводные исследования и исследования в области физиологии пиленгаса [6].

### **Выводы**

В результате исследований выявлено, что для успешной адаптации кефали-пиленгаса к искусственным условиям содержания необходимо поддерживать постоянство среды, в частности, температуру и соленость. При повышении температуры производить принудительную аэрацию, а также осуществлять профилактическую обработку рыбы солевыми ваннами из расчета 3 кг/м<sup>3</sup>.

### **Список литературы**

1. Антропогенные преобразования ихтиофауны Азовского бассейна / С.П. Воловик, А.С. Чихачев // Первый конгресс ихтиологов России: тез. докл. М.: ВНИРО, 1997. С. 62–63.
2. Пьянова С.В. Особенности репродуктивной системы пиленгаса *Mugil soizu* Basilewsky, 1855, акклиматизированного в водоемах европейской части России: автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО, 2002. 24 с.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 347 с.
4. Туркулова В.Н., Новоселова Н.В. и др. // Тр. ЮгНИРО, 2015. Т. 53.
5. Матишов Г.Г., Коваленко В.П., Бухмин Д.А., Коваленко М.В. Опыт выращивания пиленгаса Азовского моря в условиях аквакомплекса. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2016. 44 с.
6. Лужняк В.А., Калинина С.С. Проблема изучения биоразнообразия ихтиофауны бассейна Нижнего Дона // Морская флора и фауна северных широт. Механизмы адаптации и регуляции роста организмов: материалы Второй Всерос. школы по морской биологии. Апатиты: Кольск. ЮНЦ РАН, 2004. С. 182–185.

**Сведения об авторах:** Елисеева Анна Владимировна, магистр, e-mail: eliseeva-a@list.ru;

Абасова Римма Талаповна, магистр, e-mail: lastochka84\_30@mail.ru;

Ахмедова Екатерина Рамильевна, магистр, e-mail: ahmedovak@mail.ru.

УДК 597.533.1

**Г.М. Пушникова, О.Н. Шепелева, И.Г. Рыбникова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **ЗАРАЖЕННОСТЬ РАЗНЫХ РАЗМЕРНЫХ ГРУПП ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ ЛИЧИНКАМИ НЕМАТОД**

*Исследовали зараженность нерестовой сельди личинками *Anisakis simplex*. Проанализировано более 2000 экземпляров сельди из разных районов прибрежных вод Сахалина. Выявлена тенденция увеличения инвазии с увеличением длины рыб. По мере линейного роста сельди экстенсивность инвазии увеличивается и достигает 100 % к предельной длине тела рыб. Поскольку этого не отмечено для других видов сельди, возможно, такой феномен можно считать видовой особенностью тихоокеанской сельди.*

**Ключевые слова:** сельдь, личинки анизакид, *Anisakis simplex*, экстенсивность инвазии, индекс обилия.

**G.M. Pushnikova, O.N. Shepeleva, I.G. Rybnikova**

## **INFESTATION OF DIFFERENT LENGTH GROUPS OF PACIFIC HERRING WITH THE LARVAE OF NEMATODES**

*We investigated the infestation of spawning herring with the larvae of *Anisakis simplex*. Over 2000 specimens of herring from different coastal Sakhalin waters were analyzed. The tendency of increasing invasion with the increase of fish length was identified. With the linear growth of herring the extensiveness of invasion increases and reaches 100 % in relation to the maximum length of fish body. Since this was not observed for other types of herring, such a phenomenon can be possibly considered a specific feature of Pacific herring.*

**Key words:** herring, anisakid larvae, *Anisakis simplex*, extensiveness of invasion, index of abundance.

### **Введение**

Перспективность и необходимость использования паразитов как биоиндикаторов при решении практических задач по изучению популяционной структуры вида не вызывает сомнений. Известно значительное количество работ этого направления, обзор которых дан в работе Гаевской и Ковалевой [1]. Несмотря на то, что сведения о зараженности рыб различными гельминтами были всегда актуальны и представляли большой практический интерес, паразитарные исследования тихоокеанской сельди на акватории вод, приуроченных к Сахалину, были осуществлены лишь в конце прошлого столетия. Как оказалось, достаточно крупные и легко распознаваемые личинки *Anisakis simplex* могут использоваться как паразиты-индикаторы популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемых промыслом. В ряде публикаций были рассмотрены вопросы межсезонной, межгодовой изменчивости параметров инвазии сельди личинками *A. simplex* в разных районах обитания прибрежных вод Сахалина [2, 3, 4].

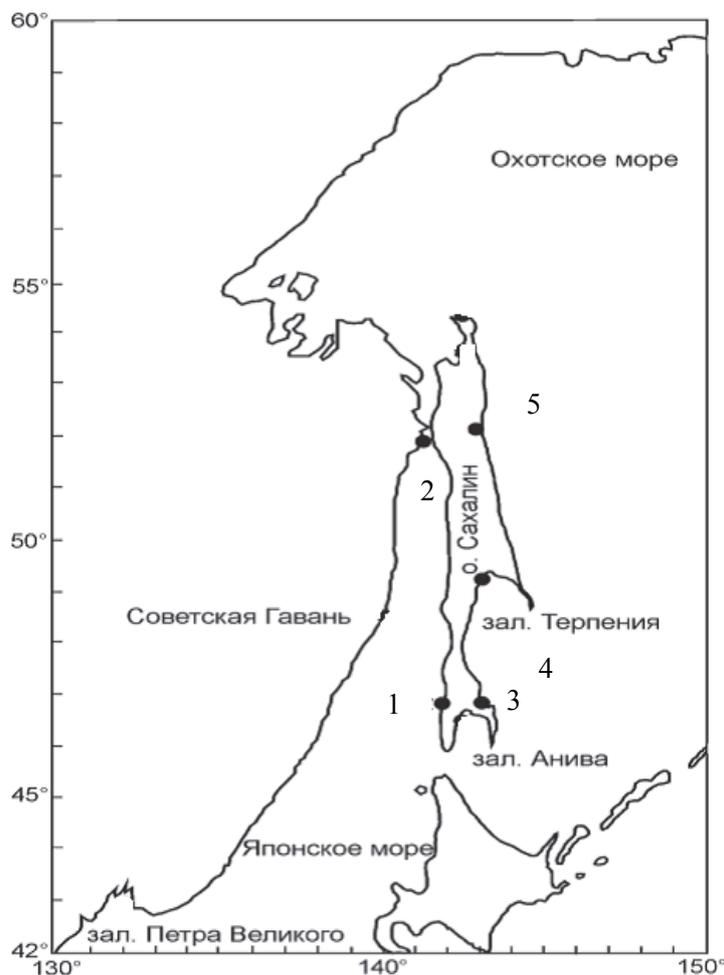
В целом наши результаты согласуются с выводами В.Г. Кулачковой [5], Г.Ф. Соловьевой [6], Н.Л. Асеевой, А.А. Смирнова [7]. Обширный литературный обзор В.Г. Кулачковой [5] интересен в плане изучения флуктуации зараженности сельди личинками анизакид в зависимости от длины тела. Закономерность увеличения экстенсивности и интенсивности инвазии с возрастом и длиной рыб личинками *Anisakis* показана немногими исследователями. Безусловно, чем дольше живут рыбы, тем больше шансов у них заразиться нематодами. Личинки живут в рыбах, по меньшей мере, 2–3 года, поэтому с возрастом хозяина они действительно накапливаются в его организме. Немалую роль в этом играют также особенности питания рыб в разные периоды их жизни. Помимо В.Г. Кулачковой, в семи-

десятилетиями прошлого столетия Дэйви [8] показал особенности изменения количества личинок анизакид в размерных группах сельди. По его данным, увеличение числа паразитов наблюдалось у рыб с длиной тела от 19 до 29 см, а с дальнейшим ростом рыб показатели зараженности уменьшались. В североморской популяции сельди, а также в половозрелой норвежской весенне-нерестующей сельди встречаемость *A. simplex* возрастала по мере увеличения длины рыб [9]. Однако ни у одного из авторов [5, 8, 9] экстенсивность инвазии сельди не достигала 100 %.

В данной работе рассмотрена флюктуация показателей зараженности тихоокеанской сельди личинками *A. simplex* в зависимости от длины тела в разных районах прибрежных вод Сахалина.

### Объект и методы исследований

Материалом для работы послужили выборки тихоокеанской сельди, выловленные в 1980-е и 1990-е гг. в Японском и Охотском морях, в пяти районах прибрежных вод Сахалина в нерестовый период сельди (рисунок). Личинки нематод отбирали во время биологических анализов, просчитывали их количество в полости тела каждой особи. Всего проанализировано более двух тысяч экземпляров тихоокеанской сельди.



Районы сбора выборок тихоокеанской сельди: 1 – юго-западный Сахалин; 2 – северо-западный Сахалин; 3 – оз. Тунайча; 4 – зал. Терпения; 5 – северо-восточный Сахалин  
 Areas of collecting samples of Pacific herring: 1 – South-West Sakhalin; 2 – North-West Sakhalin; 3 – Lake Tunaycha; 4 – Gulf of Patience; 5 – North-Eastern Sakhalin

### Результаты и их обсуждение

Прибрежные воды Сахалина населяет сельдь, сформировавшая в процессе эволюции определенную внутривидовую структуру [10, 11, 12, 13, 14]. Встречается этот вид в разные сезоны года как в сублиторальной зоне (период нереста), так и на шельфе островных вод (нагул и зимовка). У побережья о. Сахалин выделяют морскую сельдь, которая весь период онтогенеза не меняет среду обитания, т.е. не покидает морской акватории, к группе морских популяций относят широко мигрирующую сахалино-хоккайдскую сельдь (юго-западное побережье Сахалина) и популяции сельди, приуроченные к локальному району обитания и не совершающие протяженных миграций – это декастринская популяция (северо-западное побережье Сахалина), сельдь зал. Терпения, сельдь заливов северо-восточного побережья Сахалина. Помимо морской формы в водоемах Сахалина существует и озерная сельдь, которая весной покидает пределы солоноватых озер, нагуливается на морской акватории, а осенью возвращается в озера на зимовку – сельдь оз. Тунайча (юго-восточное побережье Сахалина).

В результате сравнительного анализа данных размерного состава тихоокеанской сельди из разных районов обитания и уровня экстенсивности инвазии (ЭИ, %) личинками *A. simplex* выявлено увеличение процента зараженных рыб с увеличением длины тела особей у всех рассматриваемых популяций (табл. 1). У юго-западного побережья Сахалина процент зараженных рыб увеличивался от 15,4 у рыб с длиной тела 21 см до 100,0 у особей предельных размеров. У северо-западного Сахалина количество зараженных рыб при наименьшей длине тела было выше – 40,0 %. В оз. Тунайча встречалась сельдь с наименьшим диапазоном размерного ряда, по сравнению с другими районами, от 19 до 26 см (это одно из отличий озерных сельдей от морских). Рыбы с наименьшей длиной тела уже были заражены личинками нематод, количество которых возрастало с изменением длины тела сельди от 9,1 до 100 %. Подобную картину наблюдали и в зал. Терпения (табл. 1), где зараженность рыб также возрастала от наименьшей длины тела к наибольшей, но с некоторым снижением ЭИ в ряде размерных групп. В заливах северо-восточного Сахалина зараженность рыб, как и в других районах, возрастала от наименьшей длины тела к наибольшей, если увеличение зараженных рыб во всех районах изменялось плавно, то в этом районе наблюдалось резкое увеличение этого показателя от 50 до 100 %.

Таблица 1

**Многолетние данные по зараженности сельди личинками *Anisakis simplex* (ЭИ, %) в разных районах Сахалина**

Table 1

**Multiyear data on the infestation of herring with the larvae of *Anisakis simplex* (EI, %) in different areas of Sakhalin**

| Длина (АС), см | Юго-западный Сахалин (1) | Северо-западный Сахалин (2) | Оз. Тунайча (3) | Зал. Терпения (4) | Северо-восточный Сахалин (5) |
|----------------|--------------------------|-----------------------------|-----------------|-------------------|------------------------------|
| 1              | 2                        | 3                           | 4               | 5                 | 6                            |
| 19             | -                        | -                           | 9,1             | 13,3              | -                            |
| 20             | -                        | -                           | 16,6            | 17,2              | -                            |
| 21             | 15,4                     | 40,0                        | 17,6            | 16,7              | -                            |
| 22             | 17,4                     | 47,5                        | 26,6            | 20,0              | 9,0                          |
| 23             | 18,3                     | 62,5                        | 33,3            | 42,9              | 14,3                         |

Окончание табл. 1

| 1  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|
| 24 | 18,3  | 67,5  | 33,3  | 35,0  | 17,1  |
| 25 | 18,4  | 68,7  | 83,3  | 42,9  | 23,8  |
| 26 | 23,1  | 60,7  | 100,0 | 51,2  | 28,1  |
| 27 | 24,2  | 67,4  | -     | 42,3  | 14,7  |
| 28 | 33,3  | 62,0  | -     | 67,4  | 31,3  |
| 29 | 38,5  | 64,1  | -     | 60,7  | 40,0  |
| 30 | 55,5  | 69,6  | -     | 73,8  | 50,0  |
| 31 | 63,3  | 70,0  | -     | 100,0 | 100,0 |
| 32 | 66,6  | 100,0 | -     | -     | -     |
| 33 | 80,2  | -     | -     | -     | -     |
| 34 | 100,0 | -     | -     | -     | -     |

При рассмотрении показателей зараженности личинками анизакисов (ЭИ и индекс обилия, ИО) разных размерных групп сельди по районам было установлено, что в прибрежье северо-западного Сахалина (декастринская популяция) первые зараженные этим паразитом рыбы встречены при длине тела 21 см (табл. 2). У рыб размерных групп от 26 до 29 см было отмечено небольшое снижение количества инвазированных особей. С дальнейшим увеличением длины тела рыб зараженность возрастала и достигала 100 % к предельной длине встреченных особей. Значения индекса обилия возрастали до 4,2 у рыб с увеличением длины тела до 29 см, а к предельной длине сельди снижались до 1,0.

Таблица 2

**Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex* у северо-западного Сахалина (80-е гг.)**

Table 2

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex* off North-West Sakhalin (1980s)**

| Длина (АС), см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|----------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|                |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 19,0           | 0,4            | -                       | -               |
| 20,0           | 0,8            | -                       | -               |
| 21,0           | 2,1            | 40,0                    | 1,0             |
| 22,0           | 3,3            | 47,5                    | 1,0             |
| 23,0           | 3,4            | 62,5                    | 2,0             |
| 24,0           | 3,5            | 67,5                    | 2,7             |
| 25,0           | 6,7            | 68,7                    | 3,0             |
| 26,0           | 11,7           | 60,7                    | 2,5             |
| 27,0           | 19,2           | 67,4                    | 2,5             |
| 28,0           | 20,9           | 62,0                    | 2,8             |
| 29,0           | 16,3           | 64,1                    | 4,2             |
| 30,0           | 9,6            | 69,6                    | 3,1             |
| 31,0           | 1,7            | 70,0                    | 1,5             |
| 32,0           | 0,4            | 100,0                   | 1,0             |

В прибрежных водах юго-западного Сахалина (табл. 3) впервые зараженные особи, как и у северо-западного побережья, были встречены при длине тела 21 см. Но экстенсивность инвазии у этой группы рыб была значительно меньшей (15,4 %), чем у северо-западного Сахалина (40,0 %). Величина экстенсивности инвазии увеличивалась плавно, без снижений, как это было отмечено для рыб северо-западного побережья, и к предельной длине достигла 100 %. Среднее количество паразитов на одну рыбу возрастало к длине особей до 29 см от 2,0 до 6,6. В размерных группах от 30 до 33 см величина ИО уменьшалась от 5,8 до 4,3, а к предельной длине возросла до 8 паразитов на одну рыбу, т.е., в отличие от сельди, обитающей у северо-западного Сахалина, была наивысшей для самых крупных рыб (табл. 3).

Таблица 3

**Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex* у юго-западного Сахалина (90-е гг.)**

Table 3

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex* off South-West Sakhalin (1990s)**

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 20,0         | 0,6            | -                       | -               |
| 21,0         | 7,5            | 15,4                    | 2,0             |
| 22,0         | 15,6           | 17,4                    | 2,0             |
| 23,0         | 8,1            | 18,3                    | 2,0             |
| 24,0         | 6,8            | 18,3                    | 2,0             |
| 25,0         | 5,8            | 18,4                    | 2,0             |
| 26,0         | 7,5            | 23,1                    | 3,0             |
| 27,0         | 16,1           | 24,2                    | 3,8             |
| 28,0         | 8,7            | 33,3                    | 5,2             |
| 29,0         | 7,5            | 38,5                    | 6,6             |
| 30,0         | 5,2            | 55,5                    | 5,8             |
| 31,0         | 3,5            | 63,3                    | 5,5             |
| 32,0         | 3,5            | 66,6                    | 5,0             |
| 33,0         | 3,0            | 80,2                    | 4,3             |
| 34,0         | 0,6            | 100,0                   | 8,0             |

Материалы табл. 2 и 3 характеризуют зараженность сельди личинками нематод бассейна Японского моря. Далее были проанализированы показатели зараженности сельди бассейна Охотского моря (см. рис. 1, районы 3, 4 и 5). Материалы представили по двум периодам – начало 80-х гг. и начало 90-х гг.

В начале 80-х гг. в зал. Терпения экстенсивность инвазии (табл. 4) возросла у сельди с увеличением длины тела рыб до 100 %, как и для сельди бассейна Японского моря. Индекс обилия изменялся в разных размерных группах от 1,5 до 3,3. Наибольшим он оказался у самой крупной сельди, как и у сельди, обитающей у юго-западного Сахалина.

Таблица 4  
Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex*  
в зал. Терпения (начало 80-х гг.)

Table 4  
Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex*  
in the Gulf of Patience (early 1980s)

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 18,0         | 0,6            | -                       | -               |
| 19,0         | 3,7            | 13,3                    | 1,5             |
| 20,0         | 10,7           | 17,2                    | 2,2             |
| 21,0         | 14,8           | 16,6                    | 1,6             |
| 22,0         | 16,9           | 19,0                    | 2,2             |
| 23,0         | 10,4           | 42,9                    | 2,7             |
| 24,0         | 7,4            | 35,0                    | 2,4             |
| 25,0         | 4,3            | 42,8                    | 2,7             |
| 26,0         | 5,0            | 51,2                    | 3,0             |
| 27,0         | 6,6            | 42,5                    | 3,1             |
| 28,0         | 10,6           | 67,7                    | 3,3             |
| 29,0         | 6,9            | 60,7                    | 3,3             |
| 30,0         | 1,6            | 53,8                    | 2,6             |
| 31,0         | 0,4            | 100,0                   | 3,0             |
| 32,0         | 0,1            | 100,0                   | 4,0             |

В начале 90-х гг. в зал. Терпения (т.е. через десятилетие) сельдь практически всех размерных групп была на 100 % заражена личинками нематод (табл. 5). Величина индекса обилия была значительно выше по сравнению с периодом 80-х гг., а у особей с предельной длиной его значение возросло до 33,0 экз. на особь.

Таблица 5  
Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex*  
в зал. Терпения (начало 90-х гг.)

Table 5  
Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex*  
in the Gulf of Patience (early 1990s)

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 20,0         | 1,0            | 100,0                   | 5,0             |
| 21,0         | 2,0            | 100,0                   | 5,0             |
| 22,0         | 6,9            | 100,0                   | 4,1             |
| 23,0         | 16,8           | 82,3                    | 5,1             |
| 24,0         | 32,7           | 93,9                    | 6,3             |
| 25,0         | 14,8           | 100,0                   | 7,6             |
| 26,0         | 16,8           | 100,0                   | 8,5             |
| 27,0         | 2,0            | 100,0                   | 5,5             |
| 28,0         | 1,0            | 100,0                   | 3,0             |
| 29,0         | 1,0            | 100,0                   | 8,0             |
| 30,0         | 1,0            | 100,0                   | 30              |
| 31,0         | 3,0            | 100,0                   | 23,3            |
| 32,0         | 1,0            | 100,0                   | 33              |

В заливах северо-восточного Сахалина в начале 80-х гг. (табл. 6) наблюдались невысокие показатели экстенсивности инвазии. А с увеличением длины тела величина этого показателя возрастала и достигла 100 % к предельной длине сельди этого района. Индекс обилия составил 6,0 экз. на особь у рыб с предельной длиной тела.

Таблица 6

**Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex* заливов северо-восточного Сахалина (начало 80-х гг.)**

Table 6

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex* in the bays of North-Eastern Sakhalin (early 1980s)**

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 21,0         | 0,5            | -                       | -               |
| 22,0         | 3,1            | 9,0                     | 2,0             |
| 23,0         | 14,0           | 14,3                    | 2,1             |
| 24,0         | 20,0           | 17,1                    | 2,6             |
| 25,0         | 28,7           | 23,8                    | 3,0             |
| 26,0         | 18,3           | 28,1                    | 2,9             |
| 27,0         | 9,6            | 14,7                    | 2,0             |
| 28,0         | 4,5            | 31,3                    | 3,6             |
| 29,0         | 0,6            | 40,0                    | 3,8             |
| 30,0         | 0,4            | 50,0                    | 3,9             |
| 31,0         | 0,3            | 100,0                   | 6,0             |

В 90-е гг. в заливах северо-восточного Сахалина наблюдались более высокие показатели экстенсивности инвазии во всех размерных группах (табл. 7), индекс обилия к предельной длине тела возрос до 21 экз. на особь.

Таблица 7

**Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex* заливов северо-восточного Сахалина (начало 90-х гг.)**

Table 7

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex* in the bays of North-Eastern Sakhalin (early 1990s)**

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 21,0         | 0,3            | -                       | -               |
| 22,0         | 1,0            | 50,0                    | 5,5             |
| 23,0         | 6,3            | 52,6                    | 4,0             |
| 24,0         | 17,5           | 66,0                    | 5,2             |
| 25,0         | 9,9            | 53,3                    | 4,4             |
| 26,0         | 3,0            | 66,7                    | 8,3             |
| 27,0         | 2,3            | 85,7                    | 7,5             |
| 28,0         | 10,2           | 83,9                    | 12,8            |
| 29,0         | 20,8           | 84,1                    | 12,6            |
| 30,0         | 21,1           | 90,6                    | 13,5            |
| 31,0         | 6,3            | 84,2                    | 13,0            |
| 32,0         | 1,3            | 100,0                   | 21,0            |

В оз. Тунайча в начале 80-х гг. экстенсивность инвазии повышалась с увеличением длины тела и составила 100 % в группе особей с предельной длиной (табл. 8). Индекс обилия изменялся от 2,0 до 2,7 экз. на особь, наибольшая его величина отмечена у рыб при длине 22,0–23,0 см.

Таблица 8  
Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex*  
в оз. Тунайча (начало 80-х гг.)

Table 8

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex*  
in Lake Tunaycha (early 1980s)**

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 16,0         | 2,0            | -                       | -               |
| 17,0         | 6,0            | -                       | -               |
| 18,0         | 8,0            | -                       | -               |
| 19,0         | 11,0           | 9,1                     | 2,0             |
| 20,0         | 18,0           | 16,6                    | 2,0             |
| 21,0         | 17,0           | 17,6                    | 2,0             |
| 22,0         | 15,0           | 26,6                    | 2,7             |
| 23,0         | 9,0            | 33,3                    | 2,7             |
| 24,0         | 6,0            | 33,3                    | 2,0             |
| 25,0         | 6,0            | 83,3                    | 2,2             |
| 26,0         | 2,0            | 100,0                   | 2,0             |

В 90-е гг. в озере встречали сельдь с длиной тела от 17,0 до 28,0 см. (табл. 9). Зараженные особи присутствовали в группе рыб с длиной тела 20,0 см. Причем абсолютно все особи этой длины были заражены личинками нематод. Было выявлено снижение экстенсивности в размерных группах особей 21,0, 23,0 и 26,0 см, зараженность сельди всех остальных размерных групп составила 100 %. При колебании величины индекса обилия от 1,0 до 13,5 экз./особь наименьшее количество личинок нематод обнаружили у самых крупных рыб, а наибольшее их количество (13,5) было в полости тела особей с длиной 21,0 см.

Таблица 9  
Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex*  
в оз. Тунайча (начало 90-х гг.)

Table 9

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex*  
in Lake Tunaycha (early 1990s)**

| Длина АС, см | Численность, % | Показатели зараженности |                 |
|--------------|----------------|-------------------------|-----------------|
|              |                | ЭИ, %                   | ИО (экз./особь) |
| 1            | 2              | 3                       | 4               |
| 17,0         | 0,3            | -                       | -               |
| 18,0         | 0,3            | -                       | -               |
| 19,0         | 0,4            | -                       | -               |
| 20,0         | 1,0            | 100,0                   | 3,0             |
| 21,0         | 3,0            | 66,7                    | 13,5            |
| 22,0         | 14,0           | 100,0                   | 3,4             |

Окончание табл. 9

|      |      |       |     |
|------|------|-------|-----|
| 1    | 2    | 3     | 4   |
| 23,0 | 16,0 | 93,7  | 6,3 |
| 24,0 | 17,0 | 100,0 | 6,0 |
| 25,0 | 17,0 | 100,0 | 7,2 |
| 26,0 | 16,0 | 93,7  | 7,6 |
| 27,0 | 14,0 | 100,0 | 8,6 |
| 28,0 | 1,0  | 100,0 | 1,0 |

В заключение рассмотрим состояние зараженности сельди по районам на уровне значений – минимальные, максимальные и средние (табл. 10). Можно отметить, что самая мелкая сельдь встречалась на нерестилищах в оз. Тунайча – от 16,0 см и не более 28,0 см. У юго-западного Сахалина на нерестилищах сахалино-хоккайдской сельди встречались особи с длиной тела 34,0 см, чего не наблюдалось ни в одном из других морских районов. Предельная длина сельди у северо-западного Сахалина (декастринская популяция), в зал. Терпения и у северо-восточного Сахалина соответствовала 32,0 см. В плане заражения значительно отличается сельдь бассейна Охотского моря в 90-е гг. А из этой группы особо выделяются рыбы оз. Тунайча и зал. Терпения. На акватории залива находится о. Тюлений с лежбищем котиков и других морских млекопитающих. Сельдь оз. Тунайча мигрирует на период летнего нагула на акваторию зал. Терпения, где нагуливается вместе с другими популяциями. Возможно увеличение численности морских млекопитающих на лежбищах о. Тюлений [15, 16], скорее всего, и вызвало своеобразную пандемию в сельдевом сообществе, приуроченном к акватории Охотского моря.

Таблица 10

**Показатели зараженности тихоокеанской сельди личинками *Anisakis simplex* размерных групп из пяти районов обитания прибрежных вод Сахалина**

Table 10

**Infestation indices of Pacific herring with the larvae of *Anisakis simplex* of the length groups from five habitats of the coastal Sakhalin waters**

| Район                              | Длина тела, см<br>min-max; midl | Показатели зараженности |                                  |
|------------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------------------------|
|                                    |                                 | ЭИ, %<br>min-max; midl  | ИО (экз./особь)<br>min-max; midl |
| Северо-западный Сахалин, 80-е гг.  | 19,0–32,0; 27,2                 | 40,0–100; 65,0          | 1,0–4,2; 2,3                     |
| Юго-западный Сахалин, 90-е гг.     | 20,0–34,0; 25,8                 | 15,4–100; 40,9          | 2,0–8,0; 4,1                     |
| Зал. Терпения, 80-е гг.            | 18,0–32,0; 22,5                 | 13,3–100; 47,3          | 1,5–4,0; 2,7                     |
| Зал. Терпения, 90-е гг.            | 20,0–32,0; 23,3                 | 82,3–100; 98,2          | 4,1–33,0; 11,1                   |
| Северо-восточный Сахалин, 80-е гг. | 21,0–31,0; 24,1                 | 9,0–100; 24,7           | 2,0–6,0; 3,2                     |
| Северо-восточный Сахалин, 90-е гг. | 21,0–32,0; 27,9                 | 50,0–100; 74,3          | 4,0–21,0; 9,8                    |
| Оз. Тунайча, 80-е гг.              | 16,0–26,0; 20,5                 | 9,1–100; 40,0           | 2,0–2,7; 2,2                     |
| Оз. Тунайча, 90-е гг.              | 17,0–28,0; 23,2                 | 66,7–100; 94,9          | 1,0–13,5; 6,3                    |

### Заключение

Материалы табл. 1–9 свидетельствуют о том, что, несмотря на имеющиеся подъемы и некоторые спады темпа нарастания инвазии, в целом, по мере роста сельди экстенсивность увеличивается и достигает 100 % к предельной длине тела рыб. Поскольку этого не отмечено для других видов сельди, возможно, такой феномен можно считать видовой особенностью тихоокеанской сельди. Для всех районов, кроме сельди, обитающей у северо-западного Сахалина и в оз. Тунайча, отметили увеличение количества паразитов, приходящееся на одну особь, к предельной длине рыб. Особенно это проявилось в 90-е гг., когда сельдь, приуроченная к бассейну Охотского моря, была заражена практически полностью.

### Список литературы

1. Гаевская А.В., Ковалева А.А. Паразитологический метод в популяционных исследованиях рыб Атлантического океана и его морей // Биологические ресурсы Атлантического океана. М.: Наука, 1986. С. 329–338.
2. Пушникова Г.М., Пушников В.В. Зараженность сельди личинками нематод в водах Сахалина // Биол. моря. 1981. № 5. С. 71–73.
3. Пушникова Г.М., Рыбникова И.Г. Сезонная изменчивость зараженности тихоокеанской сельди личинками нематод в присахалинских водах // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. Ч. 1. С. 82–86.
4. О зараженности тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (CLUPEIFORMES, CLUPEIDAE) личинками *Anisakis simplex* (NEMATODA: ASCARIDATA) // Биол. моря. 2015. Т. 41, № 2. С. 116–121.
5. Кулачкова В.Г. Зараженность сельди Белого моря личинками *Anisakis sp.* (Nematoda: Ascaridata) // Паразитол.: сб. ЗИН АН СССР. 1980. Т. 29. С. 126–142.
6. Соловьева Г.Ф. Нематоды промысловых рыб северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 117. С. 65–73.
7. Асеева Н.Л., Смирнов А.А. Зараженность сельди (*Clupea pallasii*) северной части Охотского моря в зимний период // Науч. тр. Дальрыбвтуза: Владивосток, 2014. Т. 33. С. 3–7.
8. Davey J.T. The incidence of *Anisakis sp.* Larvae (Nematoda: Ascaridata) in the commercially exploited stocks of herring (*Clupea harengus L.*, 1758) in British and adjacent waters // J. Fish. Biol. 1972. Vol. 4. P. 535–554.
9. Tolonen A., Karlsbakk E. The parasite fauna of the Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus L.*) // ICES J. Mar. Sci. 2003. 60, № 1. P. 77–84.
10. Световидов А.Н. О некоторых биологических особенностях тихоокеанской сельди и о причинах, их обуславливающих // Изв. ТИНРО. 1949. Т. 31. С. 59–64.
11. Фролов А.И. Морфологическая характеристика сельдей вод Сахалина // Изв. ТИНРО. 1964. Т. 55. С. 39–53.
12. Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М., Беседнов Л.Н. Взаимодействие сахалино-хоккайдской сельди с другими популяциями этого вида // Биол. моря. 1998. Т. 24, №. 4. С. 218–227.
13. Картавцев Ю.Ф., Рыбникова И.Г., Пушникова Г.М. Многомерный морфометрический анализ тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (CLUPEIFORMES, CLUPEIDAE) в водах Сахалина: исследование дифференциации популяций // Биол. моря. 2008. Т. 34, № 5. С. 336–345.

14. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2001. 330 с.

15. Кузин А.Е. Новые данные о численности морского котика (*Callorhinus ursinus*), сивуча (*Eumetopias jubatus*) и ларги (*Phoca largha*) на о. Тюленьем (Охотское море) // Изв. ТИНРО. 2014. Т. 178. С. 87–94.

16. Кузин А.Е. Анализ промысла северного морского котика (*Callorhinus ursinus*) на о. Тюленьем // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 71–80.

**Сведения об авторах:** Пушникова Галина Михайловна, научный сотрудник; e-mail: galinka1946@mail.ru;

Рыбникова Ирина Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент, e-mail: berehzok@mail.ru;

Шепелева Оксана Николаевна, начальник учебно-организационного отдела Института повышения квалификации, e-mail: oxana1401@mail.ru.

УДК 639.09:615.2

**Г.М. Ткаченко<sup>1</sup>, Й. Грудневская<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Институт биологии и охраны окружающей среды, Поморская Академия в Слупске, ул. Арцишевского 22b, 76-200, Слупск, Польша<sup>2</sup>Институт пресноводного рыбного хозяйства им. Станислава Саковича, Рутки, 83-330, Жуково, Польша**ФЕРМЕНТАТИВНАЯ АНТИОКСИДАНТНАЯ ЗАЩИТА В СЕРДЦЕ РАДУЖНОЙ ФОРЕЛИ (*ONCORHYNCHUS MYKISS WALBAUM*) ПОСЛЕ ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ МЕРОПРИЯТИЙ С ФОРМАЛИНОМ**

Цель работы заключалась в изучении активности антиоксидантной системы (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионредуктаза, глутатионпероксидаза, общая антиоксидантная активность) в сердечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином (конечная концентрация 200 мл/м<sup>3</sup> воды, по 20 мин аппликации трижды в течение 3 дней). Дезинфекция рыб в наших исследованиях вызвала увеличение активности каталазы и снижение активности супероксиддисмутазы. Корреляционный анализ подтвердил зависимость между активностью каталазы и высоким уровнем общей антиоксидантной активности в сердечной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином. Применение формалина как дезинфицирующего агента у радужной форели способствует сохранению функционального потенциала стресс-лимитирующей системы антиоксидантной защиты, что предотвратит накопление в организме токсических продуктов перекисного окисления липидов и окислительно модифицированных белков.

**Ключевые слова:** радужная форель (*Oncorhynchus mykiss*), сердце, формалин, дезинфекция, супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионредуктаза, глутатионпероксидаза, общая антиоксидантная активность.

**H.M. Tkachenko<sup>1</sup>, J. Grudniewska<sup>2</sup>****ENZYMATIC ANTIOXIDANT DEFENSES IN THE HEART OF THE RAINBOW TROUT (*ONCORHYNCHUS MYKISS WALBAUM*) AFTER PREVENTIVE DISINFECTING MEASURES WITH FORMALIN**

The aim of the study was to assess the activity of the antioxidant defenses (superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase, glutathione peroxidase, total antioxidant capacity) in the cardiac tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) after preventive disinfecting measures with formalin (final concentration 200 ml/m<sup>3</sup> in water, 20 minutes application, three times repeated in 3 days). Disinfection of fish caused an increase in catalase activity and a decrease in the superoxide dismutase activity. Correlation analysis confirmed the relationship between catalase activity and a high level of total antioxidant capacity in the cardiac tissue of rainbow trout after preventive disinfecting measures with formalin. The use of formalin as a disinfectant in rainbow trout contributes to the preservation of the functional potential of the stress-limiting antioxidant defense system, which will prevent the accumulation of toxic products of lipid peroxidation and oxidatively modified proteins.

**Key words:** rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), heart, formalin, disinfection, superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase, glutathione peroxidase, total antioxidant capacity.

**Введение**

В условиях интенсивного развития аквакультуры важнейшей задачей является использование высококачественных препаратов, применяемых для очистки гидротехнических сооружений и среды обитания выращиваемых в рыбоводстве гидробионтов от нежелательных организмов, профилактики и терапии эктопаразитарных заболеваний у культиви-

руемых объектов, а также разработка рекомендаций по использованию данных средств в указанной сфере деятельности [15]. От этого зависит не только увеличение объемов продукции аквакультуры, но и улучшение её качества [1]. Одним из препаратов, чрезвычайно эффективных для уничтожения простейших паразитов (кроме *Chilodonella*), является формалин [15].

Формальдегид губительно действует на микроорганизмы, грибы, вирусы, паразитов, их личинки, цисты и яйца. В основе этого действия лежит его способность вступать в реакцию с белком и денатурировать его. Формальдегид в меньшей степени, чем другие дезинфектанты, связывается с органическими веществами субстрата и глубоко проникает в обеззараживаемый объект. Наилучшая его эффективность проявляется при температуре выше 15 °С. При температурах ниже 10 °С бактерицидное действие формальдегида значительно снижается. Возбудители паразитарных болезней (ихтиофтириусы, триходины, дактилогирусы, гидродактилюсы), а также возбудители инфекционных заболеваний, например *Aeromonas hydrophyla*, погибают в 2%-м растворе формальдегида через 10–15 мин. Ванна с сильной концентрацией формалина действует смертельно также на моногенетических сосальщиков, ракообразных и пиявок [15].

Несмотря на полученные положительные результаты, влияние отдельных дезинфектантов на состояние рыб, а также специфичность вызываемых ими физиологических реакций остаются до конца не изученными, а зачастую и неизвестными [11]. Имеющиеся в доступной нам литературе данные в большинстве случаев характеризуют лишь обеззараживающие эффекты дезинфектантов и уровень вызываемой ими защиты [1]. Не менее важным, на наш взгляд, является изучение физиологического состояния, а также биохимические изменения в различных тканях рыб после профилактических дезинфицирующих мероприятий.

Антиоксидантная система (АОС) является показателем состояния адаптивно-компенсаторного потенциала организма, поэтому представляется целесообразным выяснить особенности антиоксидантных ферментных процессов в тканях рыб после дезинфицирующих мероприятий с формалином, определить их взаимосвязь с биохимическими показателями, характеризующими функциональное состояние внутренних органов [13]. С другой стороны, необходим поиск доступных, недорогих технологий, позволяющих повысить диагностическую и прогностическую информативность профилактических и лечебных мероприятий в аквакультуре.

Одним из основных направлений современного этапа развития методологии дезинфекции, помимо разработки новых показаний к её применению в аквакультуре, являются исследования, посвященные дальнейшему детальному изучению механизма действия дезинфектантов, в частности, на состояние процессов перекисного окисления липидов, системы антиоксидантной защиты, а также структурно-функциональное состояние биологических мембран [7–9, 12, 13]. Имеющиеся данные по этим вопросам носят весьма противоречивый характер, а исследований по изучению процессов перекисного окисления и состояния системы антиоксидантной защиты при применении дезинфектантов недостаточно. Исследования в этом плане весьма важны для разработки биохимических методов контроля эффективности дезинфекции и дальнейшего изучения ее с позиции безопасности для организма рыб [12]. На основании вышеизложенного цель работы заключалась в изучении активности АОС (супероксиддисмутаза, каталаза, глутатионредуктаза, глутатионпероксидаза, общая антиоксидантная активность) в сердечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином.

### **Объекты и методы исследований**

Эксперимент проводили в Отделе исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства (Жуково, Польша). Все биохимические анализы проводили на кафедре зоологии и физиологии животных Института биологии и охраны окружающей сре-

ды Поморского университета (Слупск, Польша). Радужная форель была разделена на две группы (контрольную и опытную). В опытной группе (n=11) рыба была подвержена профилактическому купанию в растворе формалина (конечная концентрация 200 мл/м<sup>3</sup> воды, по 20 мин аппликации трижды в течение 3 дней). Контрольную группу (n=11) обработали подобным образом с использованием той же воды, в которой находилась рыба в бассейнах. Два дня после последнего купания рыбу отобрали из бассейнов для дальнейших исследований. Сердечная ткань была выделена из рыб после декапитации. Буфер изоляции содержал 100 мМ Трис-НСl (рН 7,2). Гомогенаты центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин. Белок в пробах определяли методом Брэдфорд (1976). Активность системы антиоксидантной защиты (АОЗ) определяли за активностью супероксиддисмутазы (СОД), каталазы (КАТ), глутатионредуктазы (ГР), глутатионпероксидазы (ГПО). Общую антиоксидантную активность (ОАА) оценивали в реакции с Твином-80. Полученные результаты анализировали с помощью пакета программы STATISTICA 8.0 (StatSoft, Poland) [14].

### Результаты и их обсуждение

Целью наших исследований было определение активности супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы, а также общей антиоксидантной активности как основных маркеров антиоксидантной системы в сердечной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином (рис. 1 и 2).

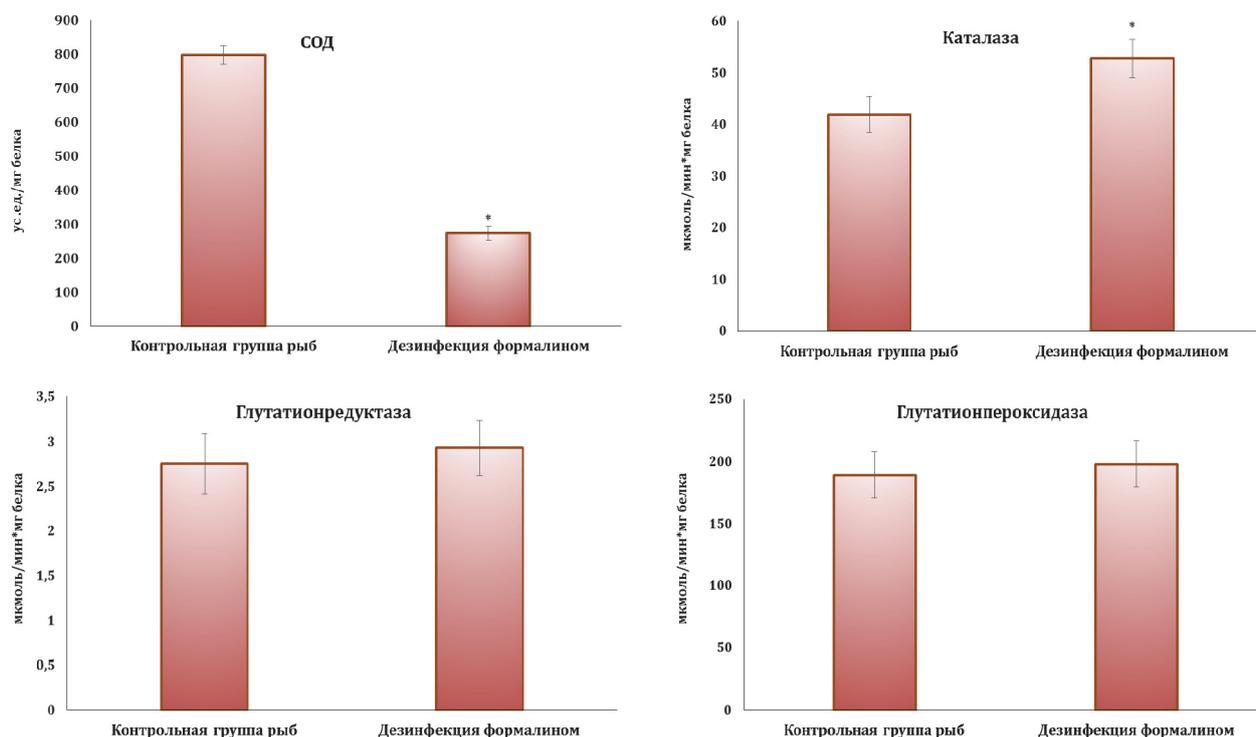


Рис. 1. Активность супероксиддисмутазы, каталазы, глутатионредуктазы и глутатионпероксидазы в сердечной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином:

\* – изменения между контрольной и дезинфицированной группами рыб статистически существенные ( $p < 0,05$ )

Fig. 1. Activity of superoxide dismutase, catalase, glutathione reductase, and glutathione peroxidase in the cardiac tissue of rainbow trout after preventive disinfecting measures with formalin:

\* – the changes are statistically significant ( $p < 0,05$ ) between the control and disinfected groups

Клеточная защита от активных форм кислорода (АФК) представляет собой многоуровневую систему биооксидантов. Первичная защита ослабляет реакции инициации свободнорадикального окисления, уменьшая концентрацию свободных радикалов [7, 8, 13]. В нашем исследовании была проведена оценка возможностей ферментативной антиоксидантной защиты сердца радужной форели ограничить развитие окислительного стресса после дезинфицирующих мероприятий с формалином. К ферментативной АОС относятся: супероксиддисмутаза, дисмутирующая супероксидный радикал, каталаза, удаляющая перекись водорода и глутатион, участвующий в детоксикации перекисей [7].

Ключевым ферментом антиоксидантной защиты организма является супероксиддисмутаза (СОД). Данный фермент осуществляет дисмутацию супероксидного анион-радикала – продукта одноэлектронного восстановления молекулярного кислорода, который образуется практически во всех клетках организма, контактирующих с кислородом, и играет ведущую роль в процессах токсичности АФК. Супероксидный анион-радикал действует на все компоненты клеток (белки, липиды, нуклеиновые кислоты), на компоненты соединительных тканей (гиалуроновая кислота), а также является предшественником более токсичного гидроксильного радикала (ОН) [7–9, 12, 13]. Дезинфекция рыб в наших исследованиях вызвала разнонаправленные изменения в активности СОД и каталазы. В частности, активность СОД существенно уменьшилась на фоне увеличения активности каталазы (см. рис. 1). Значительное уменьшение активности СОД после воздействия формалина отражало, вероятно, длительное и интенсивное поступление в сердечную ткань высоких концентраций активных форм кислорода, которые приводят к декомпенсации адаптационных механизмов. С другой стороны, известно, что активность СОД зависит от уровня кислорода и его реакционноспособных интермедиатов в тканях [7]. Образующийся в результате метаболизма кислорода супероксидный анион-радикал является иницирующим фактором для СОД. Гипоксия может явиться причиной низкой активности СОД [7, 8, 13]. С другой стороны, существенное снижение активности СОД может указывать на ингибирующее действие пероксида водорода, образующегося в реакции дисмутации супероксидного анион-радикала [7]. Обоснованность этого факта подтверждает увеличение активности каталазы, которая раскладывает пероксид водорода до кислорода и воды. После дезинфицирующих мероприятий увеличение активности каталазы в сердечной ткани радужной форели можно считать приспособительной реакцией, направленной на компенсацию развивающейся гипоксии. Не исключена также аллостерическая активация фермента возросшей концентрацией реактивных кислородных радикалов [7, 8, 13].

Статистически существенных изменений в активности ферментов глутатионового звена АОС не выявлено (см. рис. 1). Несмотря на этот факт, общая антиоксидантная активность в сердечной ткани радужной форели после дезинфицирующих мероприятий с формалином имела тенденцию к увеличению (рис. 2). Как показали данные корреляционного анализа, повышенная активность каталазы обеспечивает высокий уровень общей антиоксидационной активности.

В наших предыдущих исследованиях мы оценивали последствия использования формалина на содержание маркеров окислительного стресса (ТБК-активные продукты, альдегидные и кетоновые производные окислительной модификации белков) в печени и сердце радужной форели. Действие формалина как дезинфицирующего агента существенно не повлияло на интенсивность липопероксидации в печеночной ткани и вызывало увеличение содержания ТБК-продуктов в сердце радужной форели. Дезинфекция рыб формалином увеличила содержание альдегидных и кетоновых производных окислительной модификации белков в сердце и уменьшила их содержание в ткани печени [2]. В ткани печени активность СОД существенно увеличилась (на 57 %,  $p=0,024$ ) на фоне снижения активности ГР (на 69 %,  $p=0,000$ ). Существенные изменения активности ГР и СОД явно указывают на

усиленное участие ферментов системы глутатиона (GSH) и первого звена АОС в элиминации активных форм кислорода (АФК) у дезинфицированных рыб. Статистически существенных изменений в активности каталазы и ГПО не выявлено [3, 6].

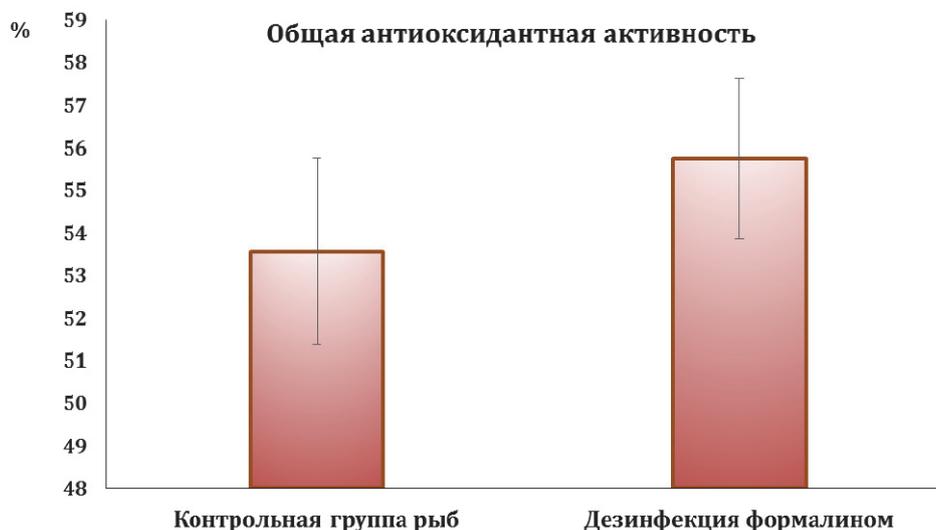


Рис. 2. Общая антиоксидантная активность сердечной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином

Fig. 2. The total antioxidant capacity in the cardiac tissue of rainbow trout after preventive disinfecting measures with formalin

В жаберной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином тиол-дисульфидное равновесие указывает на НАДФН-зависимое восстановление окисленного глутатиона и в сдвиге интенсивности обмена глутатионовой системы антиоксидантной защиты [3]. В мышечной ткани дезинфекция рыб формалином в дозе 200 мл/м<sup>3</sup> вызывала статистически существенное снижение активности глутатионредуктазы и общей антиокислительной активности с одновременным несущественным уменьшением содержания маркеров перекисного окисления липидов и окислительной модификации белков. Корреляционный анализ подтвердил зависимость между содержанием альдегидных и кетонных производных окислительно модифицированных белков, активностью супероксиддисмутазы и каталазы в мышечной ткани радужной форели после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином [4]. Воздействие формалина на организм рыб проявлялось в снижении интенсивности обмена глутатионовой системы антиоксидантной защиты и общей антиоксидантной активности [5].

### Выводы

Дезинфекция рыб формалином в дозе 200 мл/м<sup>3</sup> вызывает статистически существенные изменения активности супероксиддисмутазы и каталазы. Увеличение активности каталазы поддерживает высокий уровень общей антиокислительной активности сердечной ткани радужной форели. Воздействие формалина на организм рыб проявляется в поддержании равновесного состояния окислительно-восстановительных процессов, связанных с реализацией защитной функции каталазы. Корреляционный анализ подтвердил зависимость между активностью каталазы и высоким уровнем общей антиоксидантной активности в сердечной ткани радужной форели. Применение формалина как дезинфицирующего агента у радужной форели способствует сохранению функционального потенциала

стресс-лимитирующей системы антиоксидантной защиты, что предотвратит накопление в организме токсических продуктов перекисного окисления липидов и окислительно модифицированных белков.

*This study was supported by grant of the Pomeranian University for Young Scientists.*

### Список литературы

1. Рахконен Р., Веннерстрем П., Ринтамяки П., Каннел Р. НИИ охотничьего и рыбного хозяйства. Здоровая рыба. Профилактика, диагностика и лечение болезней. Nuukuraino, Helsinki, 2013.

2. Ткаченко Г.М., Грудневская И. Влияние формалина на содержание маркеров окислительного стресса в печени и сердце радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса: материалы IV Междунар. конф. / ФГБНУ «ВНИИОК», Ставрополь, 2015. Ставрополь: Бюро новостей, 2015. Т. 1, вып. 8. С. 540–543.

3. Ткаченко Г.М., Грудневская И. Маркеры антиоксидантной защиты в жаберной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином (Biomarkers of antioxidant defense in the gill tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) disinfected by formalin) // Инновационные разработки молодых ученых – развитию агропромышленного комплекса: материалы V Междунар. конф. / ФГБНУ «ВНИИОК», Ставрополь, 2016. Ставрополь: Бюро новостей, 2016. Т. 1, вып. 9. С. 319–322.

4. Ткаченко Г.М., Грудневская И. Окислительный стресс в мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином // Континентальная аквакультура: ответ вызовам времени: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Москва, ВДНХ, 21–22 января 2016 г.) [Электронный ресурс]. М.: Изд-во «Перо», 2016. Т. 2. С. 271–280.

5. Ткаченко Г.М., Грудневская И. Система антиоксидантной защиты мышечной ткани радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum), дезинфицированной формалином // Актуальные вопросы импортозамещения в сельском хозяйстве и ветеринарной медицине, 31 марта 2016 г.: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 110-летию с дня рождения доктора ветеринарных наук, профессора Есютина Александра Васильевича. Троицк: Южно-Уральский ГАУ, 2016. С. 200–205.

6. Ткаченко Г.М., Грудневская И. Маркеры антиоксидантной защиты в печени радужной форели (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) после профилактических дезинфицирующих мероприятий с формалином // Аграрная наука – сельскому хозяйству: материалы XII Междунар. науч.-практ. конф. (7–8 февраля 2017 г.): в 3 кн. Барнаул: РИО Алтайского ГАУ, 2017. Кн. 3. С. 305–307.

7. Davies K.J. Oxidative stress, antioxidant defenses, and damage removal, repair, and replacement systems // IUBMB Life. 2000. 50(4–5). P. 279–289.

8. Kelly K.A., Havrilla C.M., Brady T.C., Abramo K.H., Levin E.D. Oxidative stress in toxicology: established mammalian and emerging piscine model systems // Environ. Health Perspect. 1998. 106(7). P. 375–384.

9. Limón-Pacheco J., Gonsbatt M.E. The role of antioxidants and antioxidant-related enzymes in protective responses to environmentally induced oxidative stress // Mutat. Res. 2009. 674(1–2). P. 137–147.

10. Tkachenko H., Grudniewska J. Evaluation of oxidative stress markers in the heart and liver of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) exposed to the formalin // Fish Physiol. Biochem. 2016. 42. P. 1819–1832.
11. Torgersen Y., Håstein T. Disinfection in aquaculture // Rev. Sci. Tech. 1995. 14(2). P. 419–434.
12. Valavanidis A., Vlahogianni T., Dassenakis M., Scoullou M. Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants // Ecotoxicol. Environ. Saf. 2006. 64(2). P. 178–189.
13. Winston G.W. Oxidants and antioxidants in aquatic animals // Comp. Biochem. Physiol. C. 100(1–2). P. 173–176.
14. Zar J.H. Biostatistical Analysis, 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall Inc. New Jersey, 1999.
15. Zepeda C., Jones J.B., Zagnutt F.J. Compartmentalisation in aquaculture production systems // Rev. Sci. Tech. 2008. 27(1). P. 229–241.

**Сведения об авторах:** Ткаченко Галина Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, докторант, e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com;

Грудневска Йоанна, кандидат биологических наук, докторант, e-mail: jgrudniewska@infish.com.pl.

УДК 639.09:615.2

Г.М. Ткаченко<sup>1</sup>, Й. Грудневская<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт биологии и охраны окружающей среды, Поморская Академия в Слупске, ул. Арцишевского 22b, 76-200, Слупск, Польша

<sup>2</sup>Институт пресноводного рыбного хозяйства им. Станислава Саковича, Рутки, 83-330, Жуково, Польша

### МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЫШЕЧНОЙ ТКАНИ КУМЖИ (*SALMO TRUTTA M. FARIO*), ИММУНИЗИРОВАННОЙ ВАКЦИНОЙ ПРОТИВ АЭРОМОНОЗА

Целью данного исследования была оценка активности метаболических ферментов (аминотрансфераз, лактатдегидрогеназы) и метаболитов (молочная и пировиноградная кислоты) в мышечной ткани кумжи (*Salmo trutta m. fario*), вакцинированной иммерсионной вакциной против аэромоноза, состоящей из инактивированных штаммов *Aeromonas salmonicida* и *A. hydrophila*. Иммунизация рыб в наших исследованиях стимулирует активность аминотрансфераз и лактатдегидрогеназы, что свидетельствует об изменениях в процессах катаболизма белков. Под влиянием вакцинации также интенсифицируются функции энергообеспечения с преобладанием аэробного метаболизма. На основе сопоставления содержания лактата и пирувата в мышечной ткани вакцинированной группы рыб высказано предположение о мобилизации тканевого дыхания, сопряженного с окислительным фосфорилированием. Использование ряда изученных маркеров окислительного стресса и метаболических реакций остается перспективным для оценки состояния организма рыб при различных методах иммунизации.

**Ключевые слова:** кумжа (*Salmo trutta m. fario*), *Aeromonas spp.*, вакцинация, окислительный стресс, аминотрансферазы, лактатдегидрогеназа, лактат, пируват, метаболизм.

H.M. Tkachenko<sup>1</sup>, J. Grudniewska<sup>2</sup>

### METABOLIC ALTERATIONS IN THE MUSCLE TISSUE OF BROWN TROUT (*SALMO TRUTTA M. FARIO*) IMMUNIZED WITH A VACCINE AGAINST *AEROMONAS SPP*

The purpose of this study was to assess the activity of enzymes (transaminases, lactate dehydrogenase) and metabolites (lactic and pyruvic acids) in the muscle tissue of brown trout (*Salmo trutta m. fario*) vaccinated against furunculosis caused by *Aeromonas spp.* Immunization of fish stimulated the activity of aminotransferases and lactate dehydrogenase. Estimation of the intensity of metabolism suggests that it is associated with an alterations in the processes of the protein catabolism in the muscle tissue. The intensification of energy support reactions with a predominance of aerobic metabolism in vaccinated fish was noted. It was suggested the mobilization of tissue respiration coupled with the oxidative phosphorylation in the muscle tissue of vaccinated fish. Perspective is the use of the markers of oxidative stress and metabolic reactions to assess the health condition under different methods of fish immunization.

**Key words:** brown trout (*Salmo trutta m. fario*), *Aeromonas spp.*, vaccination, oxidative stress, aminotransferase, lactate dehydrogenase, lactate, pyruvate, metabolism.

#### Введение

Аэромоноз (син. бактериальная геморрагическая септицемия, аэромоноз, краснуха, краснухоподобное заболевание) – заболевание, вызываемое этиологическим агентом – подвижными аэромонадами – представителями семейства *Enterobacteriaceae*, которые являются условно-патогенными для рыб и находятся с ними в постоянном контакте [6]. Представители родов *Aeromonas* и *Pseudomonas* входят в состав нормальной микрофлоры

воды. Бактерии рода *Aeromonas* – нормальные обитатели кишечника рыб, *Pseudomonas* – в значительном количестве вносятся в прудовую экосистему с обсеменёнными гранулированными комбикормами [1].

Аэромоноз является частью общемировой экологической проблемы, опосредованно связанной с деятельностью человека, всевозрастающим использованием в пище пресноводных рыб и других гидробионтов, контаминированных этим возбудителем. У поражённой рыбы резко снижаются вкусовые качества, товарный вид, питательная ценность, что приводит к ее порче, и тем самым наносится большой экономический ущерб. Нередко поражённая рыба и рыбопродукты, содержащие возбудитель аэромоноза, является источником серьёзных заболеваний человека и животных [3].

Неблагоприятный гидрохимический режим, использование химических дезинфектантов, богатые условно-патогенными микроорганизмами комбикорма, большое количество ручных манипуляций (хендлинг) и т.д. способствуют реализации патогенного потенциала данных микроорганизмов за счет снижения антибактериальной резистентности в переуплотнённых популяциях рыб, которые часто находятся в неблагоприятных условиях окружающей среды, возникающих из-за изменчивости существующих биотехнологий культивирования рыб [1].

В мировой практике накоплен значительный опыт по повышению антибактериальной резистентности рыб, сохранению поголовья и поддержанию высоких темпов роста при помощи иммунопрофилактики, которая в данной ситуации остается эффективным методом борьбы с болезнями рыб бактериальной этиологии [8]. Данные литературы в большинстве случаев характеризуют реакцию иммунной системы на введение той или иной вакцины и уровень вызываемой ею защиты [1]. Иммуногенные антигены подвижных аэромонад приводят к формированию иммунной памяти, стимулируя определённое число лимфоцитов, имеющих специфические рецепторы к данному антигену и пролиферации клона лимфоцитов с дифференциацией дочерних клеток, чьи функции меняются в зависимости от принадлежности к определённой популяции [8]. У рыб скопления лимфоцитов находятся в тимусе, головной и туловищной почках, селезёнке и стенке кишечника.

Не менее важным, на наш взгляд, является изучение биохимических реакций рыб при вакцинации на фоне стрессовых факторов, связанных с искусственным выращиванием рыбы. Поэтому целью данного исследования была оценка активности метаболических ферментов (аминотрансфераз, лактатдегидрогеназы) и метаболитов (молочная и пировиноградная кислоты) в мышечной ткани кумжи (*Salmo trutta m. fario*), вакцинированной иммерсионной вакциной против аэромоноза.

### Объекты и методы исследований

Эксперимент проводили в Отделе исследований лососевых рыб Института пресноводного рыбного хозяйства (Жуково, Польша). Все биохимические анализы осуществляли на кафедре зоологии и физиологии животных Института биологии и охраны окружающей среды Поморского университета в Слупске (Польша). Кумжа была разделена на две группы (контрольную и вакцинированную). Рыбу иммунизировали вакциной против аэромоноза, состоящей из инактивированных штаммов *Aeromonas salmonicida* и *A. hydrophila* в концентрации  $1 \times 10^{10}$  колониеобразующих единиц (КОЕ). Иммерсионный раствор содержал 1 л вакцины на 10 л воды. Погружение рыбы в этот раствор длилось от 60 до 120 с. Через месяц после иммунизации рыбу отбирали из бассейнов для дальнейших исследований. Мышечная ткань была выделена после декапитации рыб. Буфер изоляции ткани содержал 100 мМ Трис-НСl (рН 7,2). Гомогенаты центрифугировали 15 мин при 3000 об/мин. Белок в пробах определяли методом Брэдфорд (1976) [7]. Метаболические изменения оценивали по активности аланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ) [12], лактатдегидрогеназы (ЛДГ) [13] и содержанию молочной и пировиноградной кислот [9].

Полученные результаты анализировали с помощью пакета программы STATISTICA 8.0 (StatSoft, Poland).

### Результаты и их обсуждение

Одним из критериев оценки биохимического статуса животных является определение активности аминотрансфераз, в частности, аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы, несущих информацию о состоянии белкового обмена у животных и функционального состояния печени [5]. Аминотрансферазы, занимающие важное место среди биокатализаторов, играют ключевую роль в обмене веществ, объединяя в единое целое белковый, углеводный, жировой обмен и цикл трикарбоновых кислот. Учитывая исключительную роль аминотрансфераз в обмене основных метаболитов клетки, активность этих ферментов используют в качестве биохимического индикатора физиологического статуса и клинического индикатора стрессового состояния, вызванного заболеванием, терапией или интоксикацией у ряда организмов, в том числе и у рыб [5]. В наших исследованиях вакцинация против аэромоноза сопровождается активацией аминотрансфераз (АлАТ – в 6 раз, АсАТ – в 13,3 раза,  $p=0,000$ ) и лактатдегидрогеназы (в 6,9 раз,  $p=0,000$ ) (рис. 1), что, несомненно, связано с увеличением процессов катаболизма белков мышечной ткани [2].

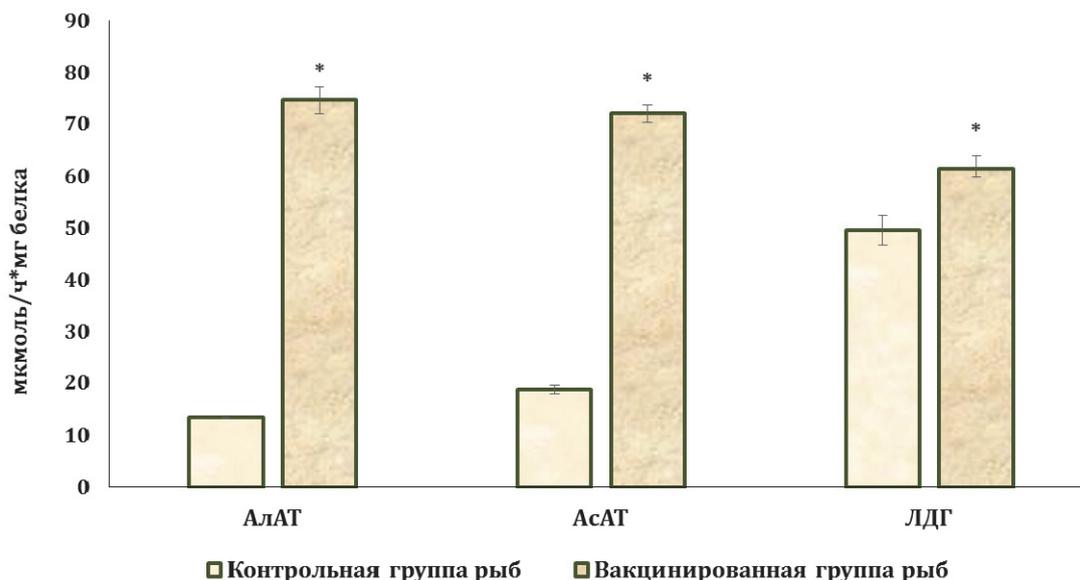


Рис. 1. Активность аланинаминотрансферазы (АлАТ), аспартатаминотрансферазы (АсАТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в мышечной ткани кумжи, иммунизированной иммерсионной вакциной против аэромоноза:

\* – изменения статистически достоверные ( $p < 0,05$ ) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб

Fig. 1. The activity of alanine aminotransferase (ALT), aspartate aminotransferase (AST), and lactate dehydrogenase (LDH) in the muscle tissue of trout immunized by immersion vaccine against aeromonosis:

\* – changes are statistically significant ( $p < 0,05$ ) between the mean obtained in control and vaccinated groups

Как показали данные литературы, патология печени сопровождается постепенным уменьшением активности АсАТ в соответствии со степенью деструкции и жирового перерождения ее клеток [5]. Так, в мозаичной печени активность АсАТ уменьшается на 18 %, в анемичной – на 22, а в анемично-рыхлой – на 75 %, что соответствует степени разрушения клеточных мембран и миграции фермента в сыворотку крови [4]. В мозаичной и анемич-

ной печени активность АлАТ, так же, как и АсАТ, сохраняет тенденцию к уменьшению, в то время как в анемично-рыхлой печени происходит резкое увеличение активности этого фермента (на 34 % по сравнению с нормой). Резкое изменение активности АлАТ и АсАТ в анемично-рыхлой печени, по сравнению с нормальной, связано с изменением молекулярных форм этих ферментов [5].

Взаимопревращение пирувата в лактат и обратно совершается в организме непрерывно. Интенсивность данной реакции зависит от каталитической активности ферментативных систем, обеспечивающих разнообразные превращения пирувата. Одним из таких ферментов является лактатдегидрогеназа (ЛДГ, 1.1.1.27) – гликолитический фермент, обратимо катализирующий окисление лактата в пируват [10]. Снижение уровня молочной и увеличение уровня пировиноградной кислоты сопровождается повышением каталитической активности лактатдегидрогеназы, которая и катализирует взаимодействие лактата и пирувата со сдвигом данной реакции вправо, в сторону образования пировиноградной кислоты [11].

В наших исследованиях на уровень показателей, характеризующих состояние углеводного обмена в организме рыб, существенное влияние оказывает иммерсионная вакцинация против аэромоноза (рис. 2). Вакцинация активно влияет на обменные процессы в мышечной ткани кумжи. Если учесть, что в опытной группе рыб также возрастает активность аминотрансфераз, которые увеличивают пул аминокислот и/или пирувата, то можно говорить о мобилизации энергетических ресурсов для интенсификации метаболизма, особенно аэробного звена, в мышечной ткани вакцинированных рыб.

Содержание молочной и пировиноградной кислот в мышечной ткани кумжи, иммунизированной иммерсионной вакциной против аэромоноза, представлено на рис. 2.

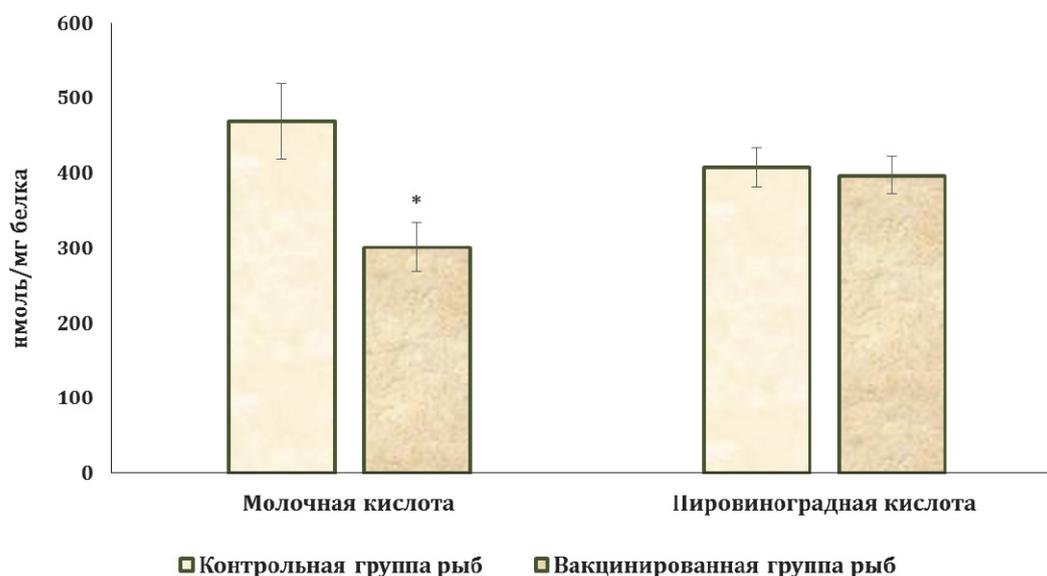


Рис. 2. Содержание молочной и пировиноградной кислот в мышечной ткани кумжи, иммунизированной иммерсионной вакциной против аэромоноза:

\* – изменения статистически достоверные ( $p < 0,05$ ) между показателями, полученными в контрольной и вакцинированной группах рыб

Fig. 2. Content of lactic and pyruvic acids in the muscle tissue of trout immunized by immersion vaccine against aeromonosis:

\* – changes are statistically significant ( $p < 0,05$ ) between the mean obtained in control and vaccinated groups

На фоне вакцинации против аэромоноза в мышечной ткани рыб изменяются условия протекания энергообеспечения мышечной ткани со сдвигом аэробного звена энергообес-

печени. Реакции тканевого дыхания сопряжены с окислительным фосфорилированием на уровне дыхательной цепи, что позволяет улавливать значительную долю свободной потенциальной энергии окисления углеводов и аккумулировать её в форме высокоэнергетических фосфатов. Вместе с фосфорилированием на субстратном уровне также в виде высокоэнергетических фосфатов улавливается свободная энергия сгорания глюкозы на путях гликолиза. В наших исследованиях активация процессов аэробного метаболизма в мышечной ткани при вакцинации рыб сопровождается снижением значения коэффициента лактат/пируват от 1,15 (контрольная группа рыб) до 0,76 (вакцинированная группа рыб). Как показали полученные нами данные, именно высокий уровень аэробного метаболизма является вероятной причиной генерации активных форм кислорода (АФК) в результате окислительного фосфорилирования и увеличения содержания маркеров перекисного окисления липидов и окислительно модифицированных белков.

Наши предыдущие исследования также показывают изменения в маркерах антиоксидантной защиты (снижение активности глутатионзависимых ферментов и каталазы) у вакцинированной форели. Корреляции между кетоновыми производными окислительно модифицированных белков, активности каталазы и глутатионпероксидазы подтверждают предположение, что карбонильные производные окислительно модифицированных белков могут ингибировать ферментную антиоксидантную защиту [15]. Наше исследование также подтвердило изменения в антиоксидантной защите и реакциях окислительного стресса с более высокой степенью тяжести в печени по сравнению с другими тканями. Наши данные также свидетельствуют о том, что вакцинация против фурункулеза индуцировала перекисное окисление липидов в жаберной и печеночной тканях форели. Однако мышечная и мозговая ткани способны восстанавливать свой про-и антиоксидантный баланс после вакцинации [17].

Мозговая ткань вакцинированной форели имела более низкий уровень альдегидных и кетоновых производных окислительно модифицированных белков, а также перекисного окисления липидов [16]. Глутатион-зависимые ферменты и активность каталазы оставались очень чувствительными ферментами к окислительному стрессу, вызванному иммунизацией у вакцинированной форели. Корреляция между про- и антиокислительными маркерами подтвердили предположение, что окислительный стресс может активировать антиоксидантную защиту для улучшения адаптивных механизмов во время иммунизации у рыб [14, 16].

### **Выводы**

Полученные данные по состоянию мышечной ткани в результате иммунизации свидетельствуют об активации белкового обмена на фоне снижения содержания молочной кислоты в результате вакцинации. По факту снижения содержания лактата в мышечной ткани можно предполагать ингибирование анаэробного метаболизма. В пользу этого свидетельствует наблюдаемая тенденция к увеличению активности трансаминаз.

Таким образом, имеются основания предположить об активации аэробного метаболизма в мышечной ткани вакцинированных рыб. Оценка показателей интенсивности метаболизма свидетельствует также о том, что они связаны с изменением процессов катаболизма белков. Таким образом, использование ряда изученных маркеров метаболических реакций остается перспективным для оценки состояния организма рыб при различных методах иммунизации.

*This study was supported by grant of the Pomeranian University for Young Scientists.*

## Список литературы

1. Гаврилин К.В. Методы специфической и неспецифической иммунопрофилактики бактериальной геморрагической септицемии (аэромоноза) карпа (*Cyprinus carpio* L.): автореф. дис. ... канд. биол. наук, 03.00.10, 03.00.07 – Микробиология. М., 2004.
2. Евгеньева Т.П. Морфология мышечной ткани русского осетра р. Волги // Осетровое хозяйство: сб. тр. Астрахань, 1989. С. 89–90.
3. Неретин М.В. Ветеринарно-санитарная экспертиза карповых рыб при аэромонозе: дис. ... канд. вет. наук, 16.00.06 – Ветеринарная санитария, экология, зоогигиена и ветеринарно-санитарная экспертиза. М., 2007. 144 с.
4. Савкин Н.А. Диагностическое значение определения активности некоторых сывороточных ферментов при заболевании печени у животных: дис. ... канд. биол. наук. Л., 1971. 270 с.
5. Самсонова М.В. Аланин- и аспартатаминотрансферазы как индикаторы физиологического состояния рыб: дис. ... канд. биол. наук, 03.00.04 – Биохимия. М., 2002.
6. Austin B.I., Austin D.A. Bacterial fish pathogens // Second ed., New York: Ellis Horwood, 1993. 384 p.
7. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding // Anal. Biochem. 1976. 72. P. 248–254.
8. Ellis A.E. Fish vaccination. New York, Academic press. 1988. 255 p.
9. Herasimov I., Plaksina O. Non-enzymatic determination of lactate and pyruvate concentrations in blood sample // Laboratorna Diagnostyka. 2000. N 2. P. 46–48 (in Ukrainian).
10. Lott J.A., Nemensanzky E. Lactate dehydrogenase // In: Lott J.A., Wolf P.L., eds. Clinical Enzymology, a Case oriented Approach, 1987. P. 213–244.
11. Moss D.W., Henderson A.R. Enzymes // In: Burtis C.A., Ashwood E.R., eds. Tietz Textbook of Clinical Chemistry. 2<sup>nd</sup> ed. Philadelphia, Saunders Co., 1986. P. 735–896.
12. Reitman S., Frankel S. A colorimetric method for determination of serum oxaloacetic and glutamic pyruvic transaminases // Am. J. Clin. Pathology. 1957. 28. P. 56–63.
13. Sevela M., Tovarek J. A method for estimation of lactic dehydrogenase in body liquids // J. Czech Physiol. 1959. 98. P. 844–848.
14. Tkachenko G.M., Grudniewska J. Oxidative stress biomarkers in gills of brown trout (*Salmo trutta m. fario*) vaccinated against furunculosis // Scientific Medical Bulletin. 2015. 2(2). P. 83–89.
15. Tkachenko G.M., Grudniewska J., Kurhaluk N.N. Effects of vaccination against furunculosis on oxidative stress biomarkers and antioxidant defense in gills of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) // Scientific Journal «Kaliningrad State Technical University News» (Научный журнал «Известия КГТУ»). 2015. 36. P. 11–22.
16. Tkachenko H., Grudniewska J. The alterations in the oxidative stress biomarkers in the brain tissue of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) vaccinated against furunculosis // Trudy VNIRO (Труды ВНИРО). 2016. 162. P. 161–171.
17. Tkachenko H., Kurhaluk N., Grudniewska J., Andriichuk A. Tissue-specific responses of oxidative stress biomarkers and antioxidant defenses in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* during a vaccination against furunculosis // Fish Physiol. Biochem. 40(4). P. 1289–1300.

**Сведения об авторах:** Ткаченко Галина Михайловна, кандидат биологических наук, доцент, докторант, e-mail: tkachenko@apsl.edu.pl, biology.apsl@gmail.com;

Грудневска Йоанна, кандидат биологических наук, докторант, e-mail: jgrudniewska@infish.com.pl.

УДК 597.2

**М.А. Юлдашов<sup>1</sup>, Б.Г. Камилов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт рыбоводства МСВХ РУз,  
Ташкентская область, Кибрайский район, Узбекистан

<sup>2</sup>Институт зоологии АН РУз, г. Ташкент, Узбекистан

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ИНТРОДУКЦИЙ ЧУЖЕРОДНЫХ ВИДОВ РЫБ В ВОДОЕМЫ УЗБЕКИСТАНА**

*В XX в. в водоемы республики вселили 47 видов рыб (целевым назначением – 23, случайно – 24) с Каспийского, Черного и Балтийского морей, с Кавказа, Европейской части России, озер Кыргызстана, рыбхоза Казахстана, рек Дальнего Востока. В Аральское море вселили 10 видов рыб, в созданные водохранилища – 4, в рыбхозы – 31, в разнотипные водоемы – 1. В настоящее время 22 вида из вселенных рыб исчезли, малочисленными являются 7, обычными и даже многочисленными – 18 видов. Среди вселяемых рыб было 6 ценных промысловых, 18 промысловых и 23 малоценных или сорных рыб. Вселенцы в Аральское море не выжили из-за осолонения воды. В новых водоемах (пруды рыбхозов, новые водохранилища, озера-накопители дренажной воды) широко распространились вселенцы, которые имели какое-либо преимущество перед аборигенами, это представители дальневосточного фаунистического комплекса, которые вытеснили ряд местных мелких видов рыб.*

**Ключевые слова:** интродуцированные и чужеродные виды рыб, водоемы, рыболовство, рыбодство, Узбекистан.

**M.A. Yuldashov, B.G. Kamilov**

## **RESULTS OF INTRODUCTION OF ALIEN FISH SPECIES TO WATERBODIES OF UZBEKISTAN**

*In XX<sup>th</sup> century, 47 fish species were introduced to waterbodies of Uzbekistan including 23 of special-purpose and 24 accidental; they were introduced from Caspian Sea, Black Sea, Baltic Sea, Caucasus, European part of Russia, lakes of Kyrgyzstan, fish farm of Kazakhstan, Far Eastern part of Russia and China. Fish were introduced to the Aral Sea (10 species), newly created reservoirs (4), fish culture ponds (31), different types of waterbodies (1). At present 22 introduced species vanished in region; 7 species are not numerous, 20 species are common and numerous. From fisheries point of view there were 6 high value marketable, 18 – commercial and 23 trash fishes between introduced species. All species introduced to Aral Sea vanished as salinity of water increased. Alien species acclimated in case of introduction to newly created waterbody without local established local ichthyofauna (fish culture pond, reservoir, lake for residual waters storage). Alien species which have preferences in their biology in compare with local species widely spread in newly created water bodies; those were representatives of far eastern faunistic complex and they negatively impacted to stocks of local small fishes.*

**Key words:** introduced and alien fish species, inland capture fisheries, fish culture, Uzbekistan water bodies.

Список видов рыб Узбекистана в естественном состоянии включает 44–49 видов [1, 2, 3]. Во второй половине XX в. ихтиофауна претерпела воздействие двух комплексных антропогенных факторов: крупномасштабное ирригационное строительство (создание водохранилищ, озер-накопителей дренажной воды, ирригационных и коллекторно-дренажных каналов) и вселение новых видов для повышения рыбопродуктивности вновь создаваемых водоемов (рыбоводных прудов, ирригационных водоемов). При вселении новых видов рыб и их адаптации к местным условиям был собран обширный материал по биологии вселенцев [4, 5 и др.]. Тем не менее существующие данные по результатам вселений и их воздействия на состав ихтиофауны водоемов республики в настоящее время отрывочны.

Цель работы заключалась в обобщении полученных результатов интродукций новых видов рыб в водоемы бассейна Аральского моря. При этом в работе приведены как литературные, так и многолетние собственные данные по видовому составу ихтиофауны бассейнов рек Узбекистана.

Анализ данных по интродукции показал, что первые вселения были проведены еще в 1920-х гг. для целей здравоохранения (гамбузию) – для борьбы с малярийным комаром. Все последующие вселения новых видов проводили для рыбохозяйственных целей, которые можно отнести к трем блокам, а именно: в осолоняющееся Аральское море; в создаваемые новые ирригационные водоемы; в создаваемое в республике прудовое рыбоводство.

Вселение в Аральское море началось в 1920-х гг., когда с Каспийского моря завозили пузанка и севрюгу, которые так и не прижились. В 1950-х гг. завозили севрюгу (оплодотворенную икрой) и кефаль (молодь) с Каспийского моря, салаку (оплодотворенную икрой) с Балтийского моря. Севрюга прижилась, достигла половозрелости. Салака стала размножаться и вошла в промысел. Кефаль не прижилась. Вместе с кефалью случайно завезли каспийскую атерину и шесть видов бычков, из которых четыре вида распространились уже в первые годы, в том числе, в южной части Арала (на территории Узбекистана) – бычки цуцик, песочник, бубырь, кругляк [6, 7]. Позже, в 1980-х гг., в Аральское море вселяли камбалу Глосса, которая хорошо стала размножаться. Однако по мере осолонения Арала виды-вселенцы и аборигенные виды стали исчезать, а отдельные виды выходили в дельту Амударьи и какое-то время попадали там в уловы.

Вселения в новые создаваемые ирригационные водоемы (водохранилища, каналы, озера-накопители дренажной воды) в целях увеличения и улучшения стад местных речных видов, из которых формировалась ихтиофауна. На основании биологических обоснований вселяли ценные виды. Так, в 1950-х гг. в Каттакурганское водохранилище и одновременно в рыбхоз «Дамачи» Ташкентской области завозили молодь карпа из алма-атинского рыбхоза и случайно еще завезли обыкновенного и балхашского окуней, одноцветного и пятнистого губача. Последние (губачи) в водохранилище не прижились, а балхашский (массовый в уловах) и обыкновенный окунь прижились и встречаются до настоящего времени.

С целью создания промысловой ихтиофауны и дальнейшей ее эксплуатации методами рыболовства в 1960-х гг. начинается вторичное расселение (целевых и случайных) вселенцев, когда практически все равнинные водоемы регулярно зарыбляют молодью культивируемых карповых рыб из рыбхозов, а также и дальневосточными вселенцами.

В предгорное Чарвакское водохранилище в 1980-х гг. вселили холодноводных рыб из горных озер Киргизии, имеющих рыбопитомники: севанскую форель с оз. Иссык-Куль и пелядь с оз. Сонкуль. Вместе с пелядью случайно вселили сибирскую ряпушку, сига-лудогу. Из рядом расположенного Таваксайского форелевого хозяйства завезли радужную форель. Все перечисленные вселенцы прижились, стали размножаться, но из-за физических барьеров они не расселились в другие районы горной части бассейна [8]. Однако радужная форель из оз. Сонкуль и других зарыбленных ею горных водоемов по руслу реки Нарын опускается до Наманганской области Узбекистана, где она стала обычной рыбой.

Развитие прудового рыбоводства и вселения в аквакультуру оказали самое большое воздействие на состав местной ихтиофауны. В 1950-х гг. в рыбхоз «Дамачи» вселили себрюганого карася из Московской и линя из Алма-Атинской областей. Линь не прижился. В прудах не прижились и окуни, которых также завезли случайно с молодью карпа; одноцветный губач встречается в единичных экземплярах, а пятнистый губач прижился, дал вспышку численности, проник в среднее течение рек Чирчик, Ахангаран, канал Боз-Су (окрестности Ташкента) и стал там массовым [8, 9].

С начала 1960-х гг. наблюдается бурное развитие прудового рыбоводства республики на базе поликультуры карповых, для которого завезли несколькими партиями молодь бе-

лого толстолобика и белого амура в рыбхоз «Карамет-Нияз» Туркмении (бассейн Амударьи), а затем в Аккурганский рыбхоз Узбекистана (бассейн Сырдарьи) из Китая, России [4, 10]. Аккурганский рыбхоз стал флагманом рыбоводства бывшего СССР, при этом технологию прудовой поликультуры в условиях южной зоны бывшего Союза быстро тиражировали по всему бассейну Аральского моря. Искусственно получаемое потомство карповых рыб до сих пор в промышленных масштабах расселяют по рыбхозам республики и зарыбляют водохранилища и озера-накопители дренажной воды в равнинной зоне республики.

В это же время из Московского зоопарка в Аккурганский рыбхоз завезли партию молодки амурского змееголова и выпустили в один пруд. Змееголов, который для дыхания использует атмосферный воздух, смог легко расползтись по прудам рыбхоза, стал размножаться, проник в Сырдарью, а с молодью карповых рыб он был случайно развезен по всей республике, дал вспышку численности и стал промысловым видом.

Вместе с белым амуром и белым толстолобиком случайно завезли целый ряд видов китайского/дальневосточного фаунистического комплекса, включая промысловых (пестрого толстолобика, черного амура) и сорных рыб [11]. В первые годы после вселения в водоемах Ташкентской области отмечали желтощека, пестрого коня, черного амурского леща, китайского окуня, ротана [12], но далее они не прижились. Такие случайные вселенцы, как амурский лжескарарь, два вида востробрюшек, микроперкопс, малая псевдоразбора, риногобиус, глазчатый горчак, троегуб прижились, стали массовыми в прудах, а затем с молодью культивируемых карповых рыб много лет зарыбляются вплоть до настоящего времени по всем рыбхозам и ирригационным водоемам республики.

Белый амурский лещ первоначально (в 1960-х гг.) случайно был завезен в Туркмению, откуда со временем стал подниматься в среднее течение Амударьи (Узбекистан), а далее он проник в водоемы ирригационной системы Навоийской и Бухарской областей. После завоза дальневосточных видов рыб в р. Иль (Казахстан) была впервые отмечена медака, которая в 1990-х гг. по системе ирригационной сети проникла в среднее течение Сырдарьи и низовья Амударьи. Есть данные, что медака питается личинками комара, вследствие чего ее необоснованно искусственно расселяли в водоемах бассейна Сырдарьи в 1990-х гг., завозя ее из водоемов Казахстана [13].

В 1970-1980-х гг. провели ряд массовых вселений новых видов в рыбхозы Ташкентской области, в том числе в ЭППОРП «Балыкчи» (переименованный Аккурганский рыбхоз). Из России завезли североамериканские виды (канального сомика и три вида буффало) и сибирского осетра, радужную форель в Таваксайское форелевое хозяйство, из Юго-Восточной Азии – гибридную смесь белого толстолобика и толстолобика Гарманди (*Hypophthalmichthys harmandi*), которую называли «вьетнамским толстолобиком» [14]. В рыбхоз Сырдарьинской ТЭС завезли тилапию. Случайных вселенцев удалось избежать. Три вида буффало и канального сомика стали искусственно воспроизводить, расселять по другим рыбхозам республики, далее они проникли в естественные водоемы, не смогли создать там воспроизводящиеся стада и практически исчезли из местной ихтиофауны. Тилапия не смогла перезимовать в местных условиях. Работы с вьетнамским толстолобиком прекратили из-за отсутствия перспектив, и этот объект не прижился, а рыбхозы не стали переключаться в культивировании с карповых рыб на новые объекты.

**Ошибочные определения видовой принадлежности вселенцев.** Ряд случайных вселенцев первоначально были определены ошибочно, например, корейская востробрюшка (*Hemiculter eigenmanni*) [15], глазчатый горчак, а не амурский (*Rhodeus sericeus*) [16]. Одного из завезенных бычков именовали первоначально *Hypseleotris swinhonis* [10], позднее определили, что это *Micropercus sinctus* [17]. Традиционно считали, что была вселена гамбузия *Gambusia affinis holbrooki*, в настоящее время вид разделили два вида: *G. affinis* и *G. holbrooki*. Требуется уточнения, оба ли вида обитают в водоемах республики или один.

**Современное положение с интродукцией новых видов.** Узбекистан подписал Конвенцию о биоразнообразии, а также принял законы, регламентирующие ввоз новых видов рыб, основная тенденция которых – не вселять новые виды в дикие условия, чтобы не подорвать биоразнообразие местной ихтиофауны, поэтому с 1991 г. вселений новых видов рыб не проводили. В отношении аквакультуры – завоз новых видов рыб должен гарантировать отсутствие возможного попадания их в дикие условия.

### Обсуждение

В настоящее время список рыб Узбекистана в естественном состоянии включает 44–49 видов, а всего в водоемы вселили 47 видов рыб, из которых целевым назначением – 23 вида, случайно – 24. Водоемами-донорами были Каспийское море (8 видов), Черное море (1), Балтийское море (1), водоемы Кавказа (2), Европейской части России (8), озера Киргизстана (4), прудовое хозяйство Казахстана (3), реки Дальнего Востока (20). При этом из европейской части России завезли 7 видов североамериканской ихтиофауны и 1 вид дальневосточный. С Кавказа – американских вселенцев – гамбузию. С Киргизии завезли сибирских сигов (3) и севанскую форель (которая уже в Иссык-Куле дала особую форму – гегаркуни) [18].

В Аральское море вселили 10 видов, в новые созданные водохранилища – 4 вида, в прудовые хозяйства – 31 вид, а также гамбузию вселяли в разнотипные водоемы. Из вселенных видов у 27 видов было вторичное расселение внутри бассейна, у 20 видов – не было. Воспроизводство в новых условиях отмечено у 31 вида, не отмечено – у 16. В настоящее время исчезли 22 вида из вселенных, малочисленны – 7, обычны и даже многочисленны – 18 видов. Среди вселяемых рыб было 6 ценных промысловых, 18 промысловых и 23 малоценных или сорных рыб. Ряд вселенцев не выжили, так как не нашли условий для размножения, не смогли противостоять прессу сложившейся ихтиофауны и исчезли в новых условиях (линь, кефаль, пестрый конь, желтощек, китайский окунь, ротан, три вида буффало, канальный сомик и др.). Ряд вселенцев (салака, севрюга, камбала Глосса, бычки с Каспийского моря) первоначально прижились в Аральском море, но по мере его осолонения исчезли. Данные по интродукции рыб представлены в табл. 1, 2 (кроме так называемого вьетнамского толстолобика (смесь двух видов), не достигшего половозрелости в изолированном Ташрыбопитомнике, он был полностью реализован в торговле).

Таблица 1

### Оценка состояния целевой интродукции рыбы в водоемы Узбекистана

Table 1

#### Assessment of the state of the target introduction of fish in the water bodies of Uzbekistan

| Виды<br>(русское/латинское<br>название)          | Вселение плановое                   |                   | Вторичное<br>рас-<br>селение | Естест-<br>венное<br>воспро-<br>изво-<br>дство | Встре-<br>чаемость<br>в водо-<br>емах | Количе-<br>ство соз-<br>данных<br>популя-<br>ций<br>### |
|--|-------------------------------------|-------------------|------------------------------|--|---------------------------------------|---|
|  | Годы <sup>#</sup> /<br>регион-донор | Водоем            |                              |  |                                       |   |
| 1  | 2                                   | 3                 | 4                            | 5  | 6                                     | 7   |
| Севрюга <i>Acipenser stellatus</i>               | 1920, 1940-е<br>Каспий              | Аральское<br>море | Нет                          | Да   | Нет                                   | Нет   |
| Каспийский пузанок<br><i>Alosa caspia caspia</i> | 1920-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море | Да                           | Да   | Редкий                                | Мало  |

Окончание табл. 1

| 1  | 2                              | 3                 | 4   | 5   | 6       | 7     |
|--|--------------------------------|-------------------|-----|-----|---------|-------|
| Гамбузия <i>Gambusia affinis</i>                         | 1930-е<br>Кавказ               | Разные            | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Гамбузия <i>Gambusia holbrooki</i>                       | 1930-е<br>Кавказ               | Разные            | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Балтийская салака<br><i>Clupea harengus membras</i>      | 1950-е<br>Балтийское море      | Аральское море    | Нет | Нет | Нет     | Нет   |
| Кефаль <i>Mugil auratus</i>                              | 1950-е<br>Каспий               | Аральское море    | Нет | Нет | Нет     | Нет   |
| Линь <i>Tinca tinca</i>                                  | 1950-е<br>Казахстан            | Рыбхоз «Дамачи»   | Нет | Нет | Нет     | Нет   |
| Серебрянный карась<br><i>Carassius gibelio</i>           | 1960-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Дамачи»   | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Амурский змееголов<br><i>Channa argus warpachowskii</i>  | 1960-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Белый амур<br><i>Stenopharyngodon idella</i>             | 1960-е<br>Дальний Восток       | Рыбхоз Балыкчи    | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Уссурийская востробрюшка<br><i>Hemiculter lucidus</i>    | 1960-е<br>Дальний Восток       | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Белый толстолобик<br><i>Hypophthalmichthys molitrix</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток       | Рыбхоз Балыкчи    | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Пестрый толстолобик<br><i>Hypophthalmichthys nobilis</i> | 1960-е<br>Дальний Восток       | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Канальный сомик<br><i>Ictalurus punctatus</i>            | 1970-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Нет | Нет     | Нет   |
| Малоротный буффало<br><i>Ictiobus bubalus</i>            | 1970-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Нет | Нет     | Нет   |
| Большеротый буффало<br><i>Ictiobus cyprinellus</i>       | 1970-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Нет | Нет     | Нет   |
| Черный буффало<br><i>Ictiobus niger</i>                  | 1970-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Балыкчи»  | Да  | Нет | Нет     | Нет   |
| Радужная форель<br><i>Oncorhynchus mykiss</i>            | 1970-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Таваксай» | Да  | Да  | Обычный | Две   |
| Камбала Глосса<br><i>Platichthys flesus luscus</i>       | 1970-е<br>Черное море          | Аральское море    | Нет | Да  | Редкий  | Одна  |
| Севанская форель<br><i>Salmo ischan</i>                  | 1970-е<br>Киргизстан           | Чарвакское вдхр.  | Нет | Да  | Редкий  | Одна  |
| Пелядь<br><i>Coregonus peled</i>                         | 1980-е<br>Киргизстан           | Чарвакское вдхр.  | Нет | Да  | Редкий  | Одна  |
| Сибирский осетр<br><i>Acipenser baierii</i>              | 1980-е<br>Россия <sup>##</sup> | Рыбхоз «Таваксай» | Нет | Нет | Нет     | Нет   |

Таблица 2

**Оценка состояния случайного вселения рыбы в водоемы Узбекистана**

Table

**Assessment of the state of accidental introduction of fish into the water bodies of Uzbekistan**

| Виды<br>(русское/латинское<br>названи)  | Вселение случайное                  |                     | Вторич-<br>ное рас-<br>селение | Естест-<br>венное<br>воспро-<br>изво-<br>дство | Встре-<br>чаемость<br>в водо-<br>емах | Количе-<br>ство соз-<br>данных<br>популя-<br>ций<br>### |
|---|-------------------------------------|---------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|---|
|   | Годы <sup>#</sup> /<br>регион-донор | Водоем              |                                |  |                                       |   |
| 1   | 2                                   | 3                   | 4                              | 5  | 6                                     | 7   |
| Черноморская атери-<br>на <i>Atherina mochon<br/>pontica</i>                    | 1950-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море   | -                              | -  | Редкий                                | Мало  |
| Одноцветный губач<br><i>Diplophysa labiata</i><br>(= <i>barbatula labiata</i> ) | 1950-е<br>Казахстан                 | Рыбхоз<br>«Дамачи»  | Нет                            | Нет  | Нет                                   | Одна  |
| Бычок-бубырь<br><i>Knipowitschia<br/>caucasica</i>                              | 1950-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море   | Нет                            | Да   | Нет                                   | Нет   |
| Бычок-песчаник<br><i>Neogobius fluviatilis</i>                                  | 1950-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море   | Нет                            | Да   | Нет                                   | Нет   |
| Бычок-кругляк<br><i>Neogobius<br/>melanostomus</i>                              | 1950-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море   | Нет                            | Да   | Нет                                   | Нет   |
| Пятнистый губач<br><i>Triplophysa strauchii<br/>strauchii</i>                   | 1950-е<br>Казахстан                 | Рыбхоз<br>«Дамачи»  | Да                             | Да   | Обычный                               | Много   |
| Балхашский окунь<br><i>Perca schrenkii</i>                                      | 1950-е<br>Казахстан                 | Рыбхоз<br>«Дамачи»  | Да                             | Да   | Обычный                               | Одна  |
| Бычок-цуцик<br><i>Proterorhinus<br/>marmoratus</i>                              | 1950-е<br>Каспий                    | Аральское<br>море   | Нет                            | Да   | Нет                                   | Нет   |
| Желтощек<br><i>Elopichthys bambusa</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток            | Рыбхоз<br>«Балыкчи» | Нет                            | Нет  | Нет                                   | Нет   |
| Пестрый конь<br><i>Hemibarbus maculates</i>                                     | 1960-е<br>Дальний Восток            | Рыбхоз<br>«Балыкчи» | Нет                            | Нет  | Нет                                   | Нет   |
| Востробрюшка<br><i>Hemiculter leucisculus</i>                                   | 1960-е<br>Дальний Восток            | Рыбхоз<br>«Балыкчи» | Да                             | Да   | Обычный                               | Много   |
| Амурский<br>лжескарь <i>Abbotina<br/>rivularis</i>                              | 1960-е<br>Дальний<br>Восток         | Рыбхоз<br>«Балыкчи» | Да                             | Да   | Обычный                               | Много   |
| Черный амурский<br>лещ <i>Megalobrama<br/>terminalis</i>                        | 1960-е<br>Дальний Восток            | Рыбоводство         | Нет                            | Нет  | Нет                                   | Нет   |
| Микроперкопс<br><i>Micropercops<br/>swinhonis</i>                               | 1960-е<br>Дальний Восток            | Рыбхоз<br>«Балыкчи» | Да                             | Да   | Обычный                               | Много   |

Окончание табл. 2

| 1   | 2                        | 3                    | 4   | 5   | 6       | 7     |
|---|--------------------------|----------------------|-----|-----|---------|-------|
| Черный амур<br><i>Mylopharyngodon piceus</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Да  | Да  | Редкий  | Одна  |
| Амурский троегуб<br><i>Opsariichthys uncirostris</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбоводство          | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Ротан <i>Percottus glehni</i>   | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Нет | Нет | Нет     | Нет   |
| Псевдаразбора<br><i>Pseudorasbora parva</i>   | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Риногобиус<br><i>Rhinogobius similis</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Глазасчатый горчак<br><i>Rhodeus ocellatus ocellatus</i>  | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Да  | Да  | Обычный | Много |
| Китайский окунь<br><i>Siniperca chuatsi</i>   | 1960-е<br>Дальний Восток | Рыбхоз<br>«Балыкчи»  | Нет | Нет | Нет     | Нет   |
| Сиг-лудога<br><i>Coregonus lavaretus ludoga</i>   | 1980-е<br>Киргизстан     | Чарвакское<br>вдхр.  | Нет | Да  | Редкий  | Одна  |
| Сибирская ряпушка<br><i>Coregonus sardinella</i>  | 1980-е<br>Киргизстан     | Чарвакское<br>вдхр.  | Нет | Да  | Редкий  | Одна  |
| Белый амурский лещ<br><i>Parabramis pekinensis</i>  | 1980-е<br>Дальний Восток | Рыбхозы<br>Туркмении | Да  | Да  | Редкий  | Одна  |
| Медака <i>Oryzias latipes sinensis</i>  | 1990-е<br>Казахстан      | Рыбхоз<br>«Дамачи»   | Да  | Да  | Обычный | Много |
| # – данные приведены для десятилетий (например: 1950-е, 1960-е гг., т.д.);<br>## – прудовые хозяйства европейской части России;<br>### – приведены субъективные оценки: «нет» – популяций в настоящее время нет, «одна» – одна популяция, «две» – две популяции, «мало» – менее пяти популяций, «много» – более пяти популяций. |                          |                      |     |     |         |       |

Укажем случаи, когда вселенцы приживались. Во всех подобных случаях вселения проходили в новый водоем, в котором не было какой-либо устоявшейся местной фауны, например, в пруды рыбхозов (которые заливают весной), водохранилища, озера-накопители дренажной воды (табл. 1, 2).

Ряд вселенцев прижились в новом водоеме, но не распространяются в другие регионы из-за географического или экологического барьера (сиги и форели в Чарвакском водохранилище, пятнистый губач в окрестностях рыбхоза «Дамачи»).

Ряд вселенцев широко распространились по водоемам бассейна Аральского моря, причем это произошло один раз – в 1960-х гг. дальневосточных рыб завезли в пруды нового рыбхоза. Вторично их расселяли во вновь создаваемые пруды рыбхозов по всей республике и в новые ирригационные водоемы (т.е. условия этих водоемов были новыми как для вселенцев, так и для аборигенов). Широко распространились те вселенцы, кото-

рые имели какое-либо преимущество перед аборигенами. Ряд вселенцев освоили свободные экологические ниши (карась – из детритоядных рыб, белый и пестрый толстолобик – планктофагов, белый амур – растительноядных). Ряд видов китайского комплекса имели преимущества в воспроизводстве: забота о потомстве, раннее созревание, порционность созревания, высокая плодовитость (змееголов, троегуб, псевдоразбора, глазчатый горчак, риногобиус, востробрюшки, микроперкопс). В материнском регионе (водоемах Китая и реки Амур) эти вселенцы привыкли к гораздо более сильному прессу хищников. В итоге вселенцы оказались более конкурентоспособными и отрицательно повлияли на стада прежде массовых сорных местных видов. Так исчезли из среднего течения зеравшанский елец *Leuciscus lehmanni*, туркестанский пескарь *Gobio gobio lepidolaemus*, ташкентская верховодка *Alburnoides oblongus*. Сильно сократили ареал и остались только в предгорных водоемах сырдарьинский елец *Leuciscus squaliusculus*, аральская шиповка *Cobitis aurata aralensis*, полосатая быстрянка *Alburnoides taeniatus*, голец Кушакевича *Noemacheilus kuschakewitschi*.

### Список литературы

1. Никольский Г.В. Рыбы Аральского моря. М.: Изд-во МОИП, 1940. 215 с.
2. Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949. Ч. 1–3. 1331 с.
3. Турдаков Ф.А. Рыбы Киргизии. Фрунзе: Изд-во АН КиргССР, 1963. 283 с.
4. Камилов Г.К. Рыбы и биологические основы рыбохозяйственного освоения водохранилищ Узбекистана. Ташкент: Фан, 1973. 235 с.
5. Kamilov G., Urchinov Zh.U. Fish and fisheries in Uzbekistan under the impact of irrigated agriculture. – In: T. Petr. Inland fisheries under the impact of irrigated agriculture: Central Asia, FAO Fisheries circular. N 894, Rome, FAO, 1995. P. 10–41.
6. Быков Н.Е. Новые данные об акклиматизации в Аральском море салаки и других видов рыб и их пищевые связи // Рыбные запасы Аральского моря и пути их рационального использования. Ташкент: Наука, 1964. С. 61–70.
7. Камилов Г.К. Определитель рыб Узбекистана. Ташкент: Ёш гвардия, 1964. 64 с.
8. Салихов Т.В., Камилов Б.Г. Ихтиофауна бассейна среднего течения Сырдарьи // Вопр. ихтиол. 1995. Т. 35. С. 229–235.
9. Камилов Г.К. Видовой состав малоценных и сорных рыб прудов прудхоза «Дамашчи» // Узбекский биол. журн. 1965. № 5. С. 64–68.
10. Алиев Д.С., Световидова А.А., Веригина И.А. Видовой состав рыб, завозимых вместе с белым амуром и толстолобиком из Китая // Материалы совещания по рыбохозяйственному освоению растительноядных рыб. Ашхабад: Изд-во АН ТССР, 1963. С. 178–180.
11. Борисова А.Т. Случайные вселенцы в водоемах Узбекистана // Вопр. ихтиол. 1972. Т. 12, вып. 1. С. 49–53.
12. Камилов Г.К., Борисова А.Т. Малоценные и сорные виды рыб прудхоза «Калган-Чирчик» // Позвоночные животные Средней Азии. Ташкент: Фан, 1966. С. 31–32.
13. Khurshut E.E., Mirabdullaev I.M. Chinese introduced fishes in water bodies of Uzbekistan // Чужеродные виды в Голарктике (Борок 2): тез. докл. М., 2005. С. 199.
14. Паюсова А.Н., Шубникова Н.Г. Морфометрические признаки и их связь с биохимическими маркерами у толстолобика из Вьетнама // Биол. науки. 1986. Т. 11. С. 82–88.

15. Васильева Е.Д., Козлова М.С. О таксономии востробрюшек рода *Hemiculter* (Cyprinidae) Советского Союза // *Вопр. ихтиол.* 1988. Т. 28, вып. 6. С. 883–895.

16. Макеева А.П. Особенности развития нового в ихтиофауне СССР вида горчака – *Rhodeus ocellatus ocellatus* (Кнер) // *Вопр. ихтиол.* 1976. Т. 16, вып. 5. С. 833–845.

17. Васильева Е.Д., Макеева А.П. Морфологические особенности и таксономия головешковых рыб (*Pisces*, *Eleotridae*) фауны СССР // *Зоолог. журн.* 1988. Т. 67, вып. 8. С. 1194–1204.

18. Камилов Б.Г., Салихов Т.В., Каримов Б.К. Вселения чужеродных видов рыб в водоемы Узбекистана // *Теоретические и прикладные проблемы сохранения биоразнообразия животных Узбекистана: материалы республик. науч. конф.* Ташкент, 2013. С. 67–71.

**Сведения об авторах:** Юлдашов Мансур Арзикулович, кандидат биологических наук, заместитель директора по науке, e-mail: mansuryuldashov@mail.ru;

Камилов Бахтияр Ганиевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, e-mail: bkam58@ Rambler.ru.

---

---

# ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

---

---

УДК 584.17

**П.А. Стародубцев<sup>1,2</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>2</sup>, Н.Л. Халаев<sup>1</sup>, Э.В. Москаленко<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,  
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6

<sup>2</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **АМФИДРОМИЧЕСКИЕ ТОЧКИ ЗАМКНУТЫХ АКВАТОРИЙ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ**

*Рассмотрены особенности приливных явлений в акваториях дальневосточных морей, их влияние на формирование акустических полей различных физических объектов.*

**Ключевые слова:** акустическое поле, прилив, сейши, амфидромическая точка, звуковой канал.

## **P.A. Starodubtcev, E.N. Baklanov, N.L. Khalaev, E.V. Moskalenko AMPHYDROMIC POINTS OF CLOSED AQUATORIES AND THEIR INFLUENCE ON THE ACOUSTIC FIELD CHARACTERISTICS**

*The article is devoted to the peculiarities of tidal phenomena in the water areas of the Far Eastern seas, their influence on the formation of acoustic fields of various physical objects.*

**Key words:** acoustic field, tide, seiches, amphidrome point, sound channel.

### **Введение**

Приливные движения в Японском море формируются преимущественно *полусуточной* приливной волной, которая является по многим параметрам чисто стоячей («квазистоячей» волной), с несколькими амфидромическими (от греч. *ἀμφί* – вокруг и *δρόμος* – бег) точками (АТ), расположенными вблизи границ Корейского и Татарского проливов [1].

АТ возникают благодаря интерференции первичной приливной волны и её отражений от береговой линии шельфовой зоны Японского моря и подводных препятствий. Амплитуда приливной волны в АТ практически равна нулю. При этом высота прилива увеличивается с удалением от АТ в сторону Корейского и Татарского проливов и центральной глубоководной части Японского моря. Приливная волна «обегает» эту точку вокруг по часовой (Корейский пролив) или против часовой (Татарский пролив) стрелки. В них же сходятся котидальные линии с фазовым интервалом в 30°. Синхронные колебания приливного профиля уровня моря и приливных течений в Татарском и Корейском проливах осуществляются по закону двухузловых сейш (франц. *seiche*), пучность которых охватывает всю центральную глубоководную часть Японского моря, а узловые линии расположены вблизи границ Корейского и Татарского проливов. *Seiche* как стоячие волны всегда возникают в замкнутых или частично замкнутых водоемах, чем отчасти и является Японское море [2].

У южного входа в Корейский пролив величина прилива достигает 3 м. По мере продвижения на север она быстро уменьшается и уже у Пусана не превышает 1,5 м. В средней части Японского моря приливы невелики. Вдоль восточных берегов Кореи и Приморья до входа в Татарский пролив они не больше 0,5 м. Такой же величины приливы у западных берегов Хонсю, Хоккайдо и юго-западного Сахалина. В Татарском проливе величина приливов резко возрастает до 2,3–2,8 м (для сравнения: в Корейском проливе величина прилива достигает 3 м). Возрастание величин приливов в северной части Татарского пролива обуславливается также его воронкообразной формой (рис. 1) [3].

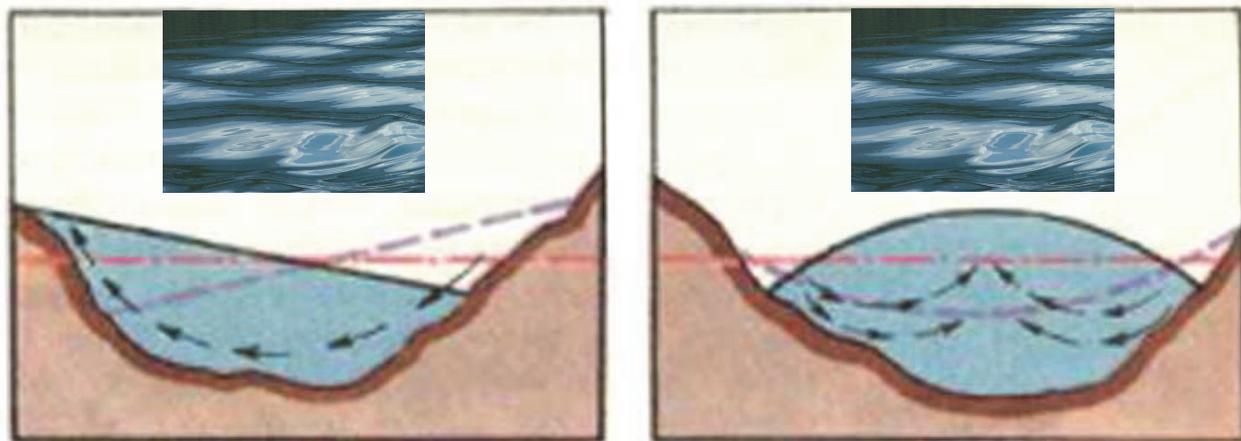


Рис.1. Синхронные колебания приливного профиля уровня моря и приливных течений в Татарском и Корейском проливах, осуществляющиеся по закону «одно- и двухузловая» сейши (волны хорошо видны со спутника на фото) [4]

Fig. 1. Synchronous oscillations of the tidal profile of sea level and tidal currents in the Tatar and Korean Straits, carried out under the law «one and two-node» seiches

### Основная часть

Для того чтобы определиться в степени влияния на процесс формирования акустического поля от различных физических объектов в АТ (например, Японского моря), надо, в первую очередь, найти и объяснить причинно-следственную связь между понятиями «прилив» и «сейши» как явлениями, возникающими на поверхности водной среды. И, соответственно, ответить на вопрос: «приливы» и «сейши» – это колебания или волны? За основу дальнейших рассуждений можно взять объяснения, представленные в [5].

В [5] приливами и сейши называют пространственно-временные колебания поверхности акватории:

- для приливов – синхронизированные с орбитальными движениями Луны и Солнца и имеющие гладкую функцию изменения амплитуды и фазы всего процесса в целом как по времени, так и пространству;

- для сейши – с гладкой функцией изменения амплитуды по пространству и времени и гладкой функцией фазы во времени, но функцией поля фаз по пространству с разрывами (первого порядка).

Хотелось бы напомнить, что гладкая функция или непрерывно дифференцируемая функция – это функция, имеющая непрерывную производную на всём множестве определения. Очень часто под гладкими функциями подразумевают функции, имеющие непрерывные производные всех порядков (рис. 2) [6].

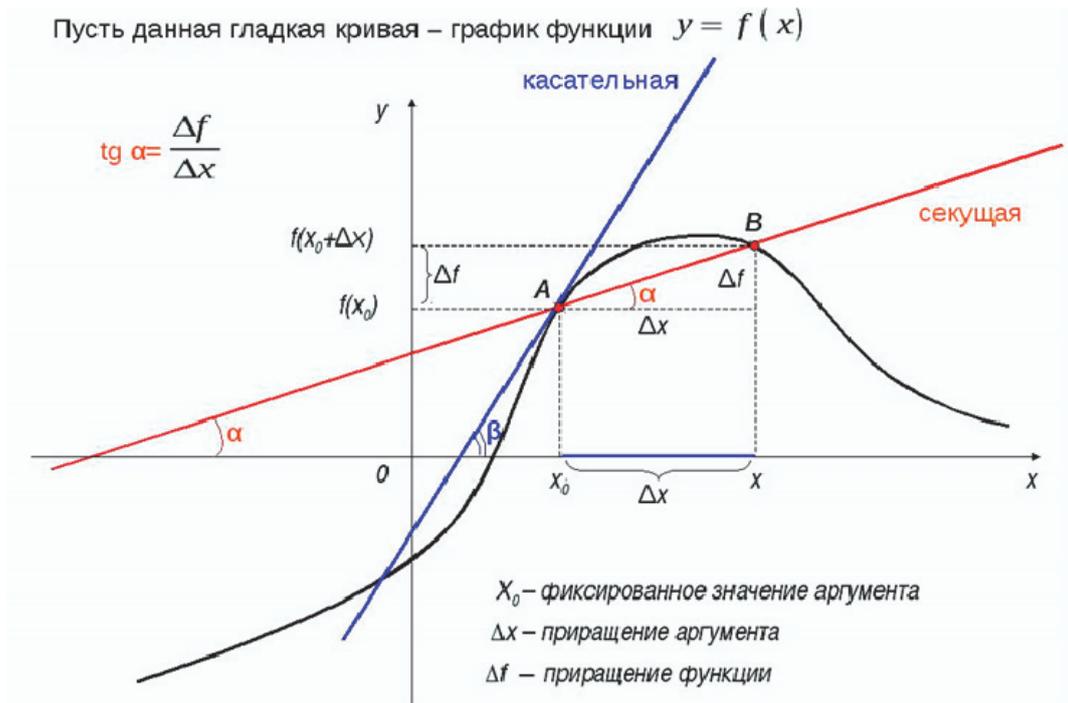


Рис. 2. Определение производной функции  $y = f(x)$  в точке [6]  
 Fig. 2. The definition of the derivative of the function  $y = f(x)$  at the point [6]

При нахождении точек разрыва функции для АТ можно руководствоваться следующими правилами:

- 1) элементарная функция может иметь разрыв только в отдельных точках, но не может быть разрывной на определенном интервале;
- 2) элементарная функция может иметь разрыв в точке, где она не определена при условии, что она будет определена хотя бы с одной стороны от этой точки;
- 3) неэлементарная функция может иметь разрывы как в точках, где она определена, так и в тех, где она не определена.

Например, если функция задана несколькими различными аналитическими выражениями (формулами) для различных интервалов, то на границе стыка может быть разрывной.

Данная функция определена на всей числовой прямой, т.е. для каждого значения « $x$ » существует своё значение « $y$ »  $y = f(x)$ . В частности, если  $k = x$ , то  $y = f(k) = m$ . Заметим, что другая точка выколота, ведь по определению функции значению аргумента должно соответствовать единственное значение функции. Таким образом, область определения нашей функции:  $D(f) = R$ . Однако эта функция не является непрерывной на  $R$ . Совершенно очевидно, что в точке  $k = x$  она терпит разрыв. Позже мы рассмотрим классификацию точек разрыва (рис. 3) [6].

Это характерно для АТ, где фаза по пространству не может быть определена в каждый момент времени. Возможным объяснением связи между понятиями «прилив» и «сейши» [7] и основной информативной составляющей, определяющей причинно-следственную связь между понятиями «прилив» и «сейши» как физическими явлениями, является функция изменения пространственной фазы колебаний [5]:

- для прилива – это гладкая функция пространственной фазы;
- для сейши – это поле функции пространственной фазы с разрывами (первого порядка).

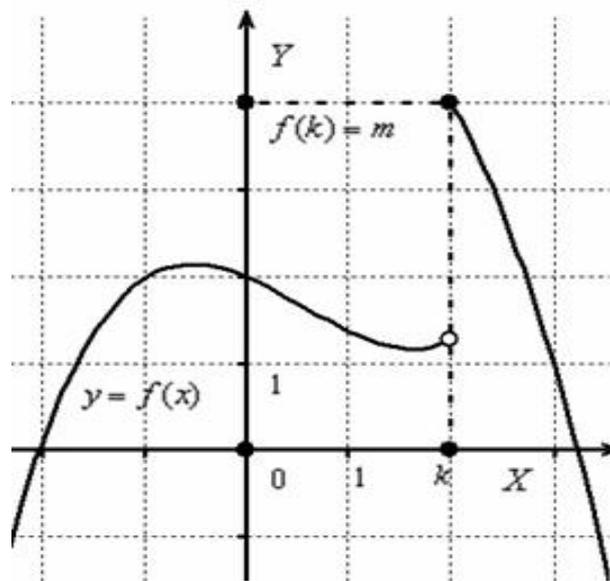


Рис. 3. Непрерывность и разрыв функции [6]  
Fig. 3. Continuity and discontinuity of the function [6]

Поэтому основной задачей дальнейших рассуждений является выяснение возможного процесса изменения во времени и пространстве физических величин, однозначно характеризующих тот или иной тип пространственного движения.

Из [5] следует, что топологические методы анализа полей фаз приводят к следующим результатам.

*Фаза прилива* [5] – это монотонно возрастающая гладкая функция как по времени, так и по пространству. В поле фазы прилива с необходимостью должна присутствовать одна или несколько АТ. Это изолированные точки сингулярности в поле фазы. Для этих точек неприменимо понятие «фаза прилива». Характеристической особенностью приливных колебаний является то, что разность фаз колебаний между двумя произвольными точками, находящимися на акватории одной амфидромической системы, не равна нулю и постоянна во времени для акватории. В фиксированный момент времени изофазы на акватории с приливами представляют собой веерно расходящиеся из АТ линии. На окружности, проведенной вблизи каждой АТ, укладывается целое число полных оборотов фазы, т.е.  $n \cdot 2\pi$ , где  $n = 1, 2, \dots$ . Концы изофаз входят либо в другие АТ, либо под прямым углом выходят к береговой черте. С течением времени изолинии с фиксированными значениями фазы перемещаются по акватории, как бы вращаясь вокруг АТ, не изменяя направления вращения. Изоамплитуды представляются замкнутыми линиями, окружающими АТ. Положения изоамплитуд на акватории постоянны во времени. Амплитуда приливных колебаний возрастает по направлению к береговой черте. Значения уровня моря в любой момент времени не могут быть постоянными на любом интервале пространства. Значения амплитуд увеличиваются при удалении от АТ. В этой точке амплитуда прилива равна нулю.

В поле фазы сейши [5] с необходимостью присутствуют множество АТ, которые организованы в непрерывные линии. В океанологии эти линии принято называть *узловыми линиями*. Положение узловых линий каждой главной формы колебаний можно определить, если насыпать на пластинку мелкий песок, который перемещается под влиянием вибрации пластинки в места с нулевыми амплитудами. Можно также пользоваться щупом, прикосновение которого к вибрирующим местам пластинки вызывает изменение амплитуды при постоянной частоте (рис. 4, 5) [8].



Рис. 4. Фигуры Хладни на поверхности песка [4]  
 Fig. 4. Figures of Chladni on the surface of sand [4]

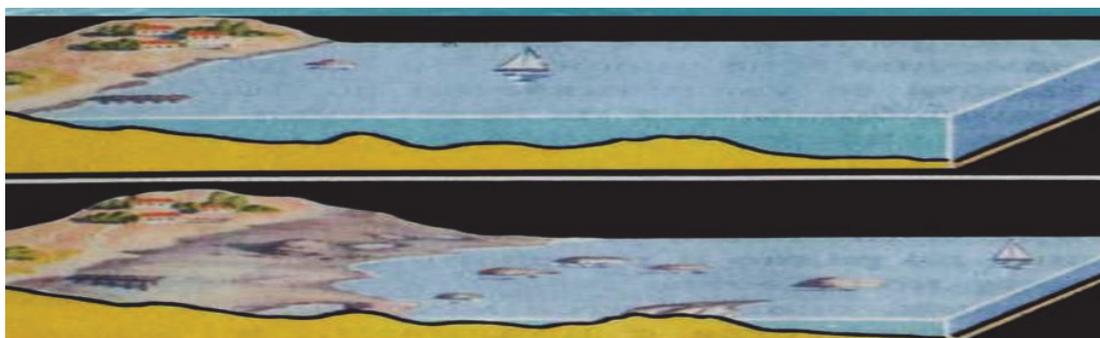


Рис. 5. Поверхность моря при приливах и отливах [4]  
 Fig. 5. Surface of the sea at high and low tides [4]

В свою очередь, совокупность этих линий образует сеть на акватории. Внутри каждой ячейки колебания уровня происходят синфазно, а колебания в смежных ячейках – в противофазе. Разность колебаний между двумя произвольными точками в области одной ячейки равна нулю. Поэтому линии изофаз изобразить на карте акватории невозможно, они все как бы уложены на узловых линиях. Амплитуда колебаний в сейшах равна нулю на узловых линиях и максимальна в середине ячейки сейши или у береговой черты.

Типично изоамплитуды образуют замкнутые линии, формой повторяющие границы ячейки. Положение изоамплитуд и изофаз в сейшах постоянно. Толкование сейши как стоячей волны неявно учитывает свойства пространственного распределения фаз сейши и возвращает наши рассуждения к волновому числу и его физическому пояснению, представленному ранее. Изофазы сейши неподвижны, поэтому сейши (мнение [5, 9] и авторов статьи) лучше отнести к стоячим волнам и «интерференции», где особым ее случаем являются стоячие волны.

*Особенности стоячей волны (сейши) и ее отличие от бегущей волны (приливы) [10].*

1. В бегущей волне все точки совершают колебания с *одинаковой амплитудой*, но с *различными фазами*. В стоячей волне все точки, заключенные между двумя соседними узлами, колеблются с *различными амплитудами*, но *одинаковыми фазами (синфазно)*. При переходе через узел фаза колебаний изменяется скачком на  $\pi$ , так как множитель  $2A \cos kx$  при этом изменяет свой знак на противоположный, и, следовательно, точки, лежащие по разные стороны от узла, колеблются в противофазе.

2. В отличие от бегущей волны, в направлении распространения которой *переносится энергия*, в стоячей волне *не происходит переноса энергии*, так как две бегущие волны, образующие стоячую волну, *переносят одинаковую энергию в противоположных направлениях*. Энергия периодически преобразуется из потенциальной энергии в кинетическую, мигрируя от узлов стоячей волны к ее пучностям и обратно.

Указанные выше свойства полей фаз приливов и сейш представлены в [5, 9, 10]. Анализ доказывает, что традиционной, принятой в океанологии стратегии различия сейш и приливов по противофазным колебаниям в двух точках доверять нельзя. Объяснение различия «приливов» и «сейш» является сложной задачей и зависит от многих факторов.

Оно «квазидетерминировано» и будет влиять на процесс формирования акустического поля от различных физических объектов в окрестностях АТ Японского моря, географическое распределение которых можно получить путем построения приливных карт (рис. 6) [4].

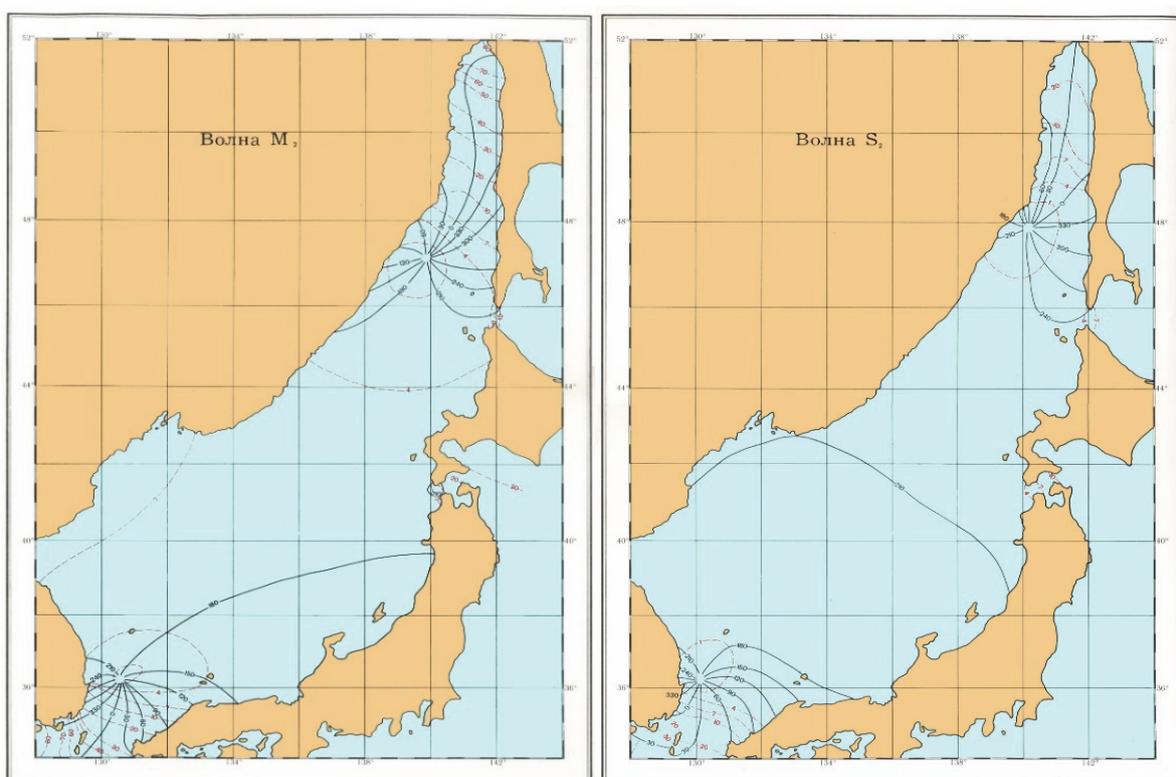


Рис. 6. Котидальная карта полусуточного прилива  
Fig. 6. Cotidal map of semidiurnal tide

Аномальные явления концентрации и распространения акустического поля для Японского моря определяются свойствами среды и границ, в которых оно формируется. Эти явления (они присущи всем закрытым, полужакрытым мелководным районам или морям с сейшами) можно разбить на несколько видов: аномальные свойства водной поверхности; аномальные свойства среды; аномальные свойства рельефа дна; аномальные свойства состава дна.

В реальных условиях волны на поверхности воды не являются плоскими, а имеют более сложную пространственную структуру, зависящую от характеристик их источника. Очень сложную структуру имеют ветровые волны (причины сейш), характеристики которых определяются скоростью ветра и временем его воздействия на волну. Механизм передачи энергии от ветра к волне связан с тем, что пульсации давления в потоке воздуха деформируют поверхность. В свою очередь эти деформации влияют на распределение дав-

ления воздуха вблизи водной поверхности, причём эти два эффекта могут усиливать друг друга, и в результате меняется акустическое поле в среде – амплитуда звуковых возмущений на поверхности воды нарастает. При этом фазовая скорость возбуждаемой волны близка к скорости ветра; благодаря такому синхронизму пульсации воздуха действуют «в такт» с чередованием возвышений и впадин (резонанс во времени и пространстве).

*Фокусировка звука* [4] в окрестностях АТ *ведет* к созданию сходящихся акустических волновых фронтов сферической или цилиндрической формы. Она основана на тех же физических принципах, что и фокусировка световых волн. Для волновых фронтов, форма которых отличается от сферы или прямого кругового цилиндра, геометрический и волновой фокусы не совпадают.

Сотрудниками ТОВВМУ имени С.О. Макарова в 1998 г. были произведены исследования влияния донных отложений на характер акустического поля в районах различных бухт Приморского края, аналогичных АТ [4]. Были получены следующие результаты. При положительной рефракции распространение звука в этом районе происходит в придонном звуковом канале с большими потерями энергии. В этом случае определяющими факторами формирования звукового поля становятся свойства дна.

Рассмотренные экспериментальные данные о звуковом поле [4], полученные в условиях придонного звукового канала на двух гидроакустических трассах, расположенных в одной акватории, показали, что корректность сравнения зависимостей звукового давления от расстояния  $p(r)$  достигается за счет небольшого интервала времени между сканированием трасс и их фиксированного направления. Частота излучаемого сигнала – 400 Гц, длина волны  $\lambda \approx 3,9$  м, глубина излучателя, выраженная в единицах длины волны,  $z_s \approx 2\lambda$ , волновая толщина водного слоя в районе измерений  $H \approx (4,9-6,7) \lambda$ . Приемные гидрофоны располагались друг над другом на глубинах:  $z_{r^1} \approx 1,9\lambda$ ,  $z_{r^2} \approx 4,8 \lambda$ .

Сравнивались также результаты прохождения сигналов при подстилающей поверхности дна «ракушечник» [скорость продольных волн 1556–1658 м/с, при плотности  $(1,7-1,9) \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ] и «ил» [скорость продольных волн 1470 м/с, при плотности  $(1,4-1,7) \cdot 10^3 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$ ].

Обратившись к вопросу влияния состава донных отложений, приходим к выводу, что распространение звука на разных трассах различна. Различие заключается в том, что в «иле» отсутствуют сдвиговые волны, а градиент скорости звука небольшой и положительный, поэтому мало влияет на характер распространения звука (рис. 7, а, б) [4].

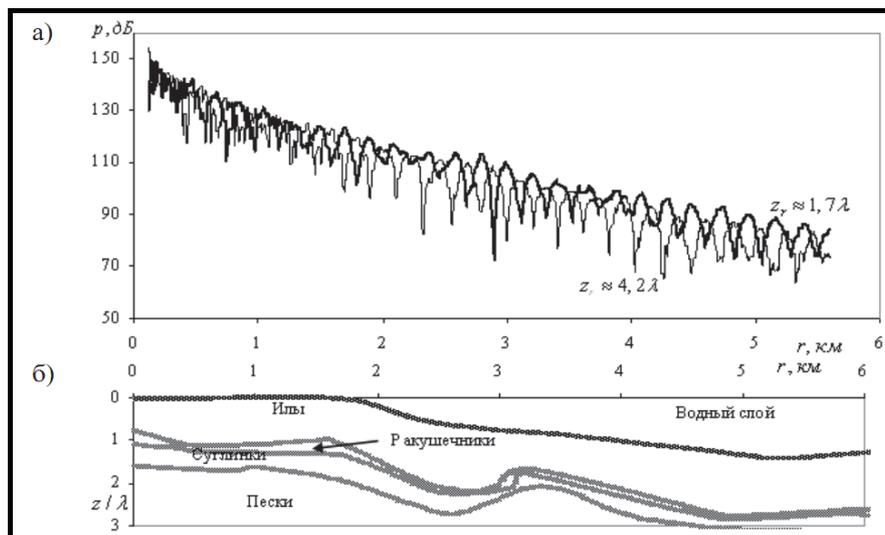


Рис. 7. Интерференционная структура поля на трассе с типом дна «ил» [4]

Fig. 7. The interference field structure on the track with type of the bottom «ooze» [4]

На другой трассе, где слой осадков составляли ракушечники (слой Био), зафиксированы повышенные потери, причиной которых может являться то, что увеличение скорости продольных волн в этом материале приводит к увеличению жесткости скелета дна и связанному с этим возбуждению сдвиговых волн, а значит, дополнительного поглощения энергии (рис. 8, а, б) [4].

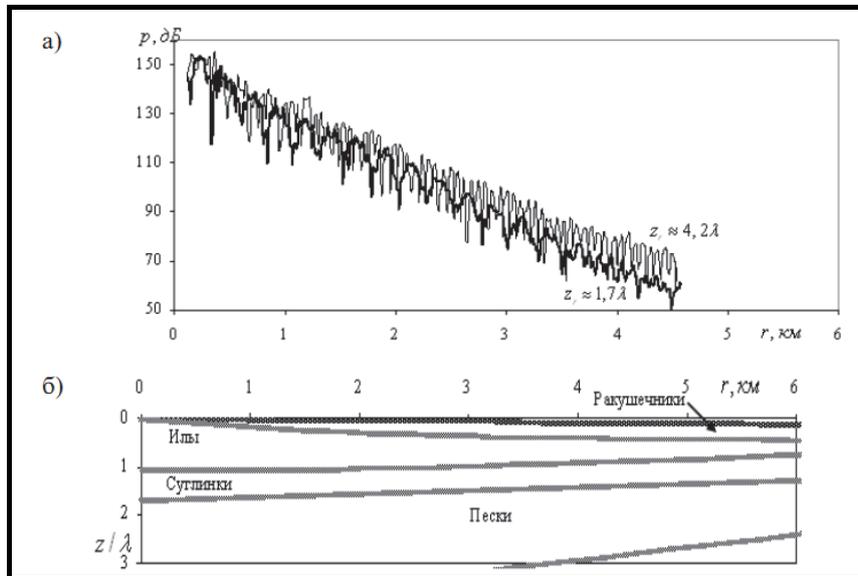


Рис. 8. Интерференционная структура акустического поля на трассе с типом дна «ракушечник» [4]  
 Fig. 8. The interference structure of the acoustic field on the track with the bottom type «shell rock» [4]

Таким образом, физические свойства верхнего слоя осадочных отложений, представленного ракушечниками, можно рассматривать как наиболее вероятный механизм повышенных потерь энергии звуковых волн в окрестностях АТ. По расчетам сотрудников ТОВВМУ имени С.О. Макарова, в рамках инициативной научно-исследовательской работы «Звук – 2009» при подготовке к натурным измерениям в различных бухтах Приморского края были подсчитаны коэффициенты затухания звука для характерных донных осадков «песок» и «ил». На рис. 9, а, б [4] показаны расчетные величины при различных состояниях моря.

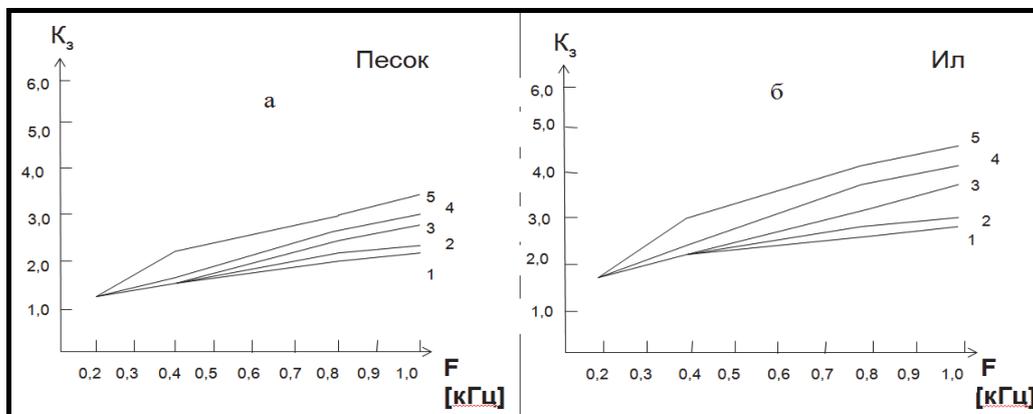


Рис. 9. Расчетные коэффициенты затухания звука в грунте различных бухт Приморского края [4]  
 Fig. 9. Estimated coefficients of attenuation of sound in the soil of various bays of Primorsky Krai [4]

Многочисленные аналитические исследования подтвердили, что в мелком море шельфовой зоны, когда ветровые воздействия на водную поверхность способны влиять на придонные слои (глубина моря от 50 м и менее), нарушается горизонтальная плавность стратификации, появляются большие градиенты скорости. Амплитуды возбуждения основных мод теряют монотонность с увеличением глубины и становятся зависимыми от угла скольжения выходящего луча в окрестностях АТ. На рис. 10 [4] показаны две кривые распределения амплитуд первой моды для различных углов скольжения: а – для угла скольжения  $1,5^\circ$ , б – для угла скольжения, близкого к  $0^\circ$ . При больших углах скольжения возбуждаются моды с более плавным ростом амплитуды в зависимости от глубины. Скорость звука и плотность среды в нижнем полупространстве превышают аналогичные параметры верхнего полупространства.

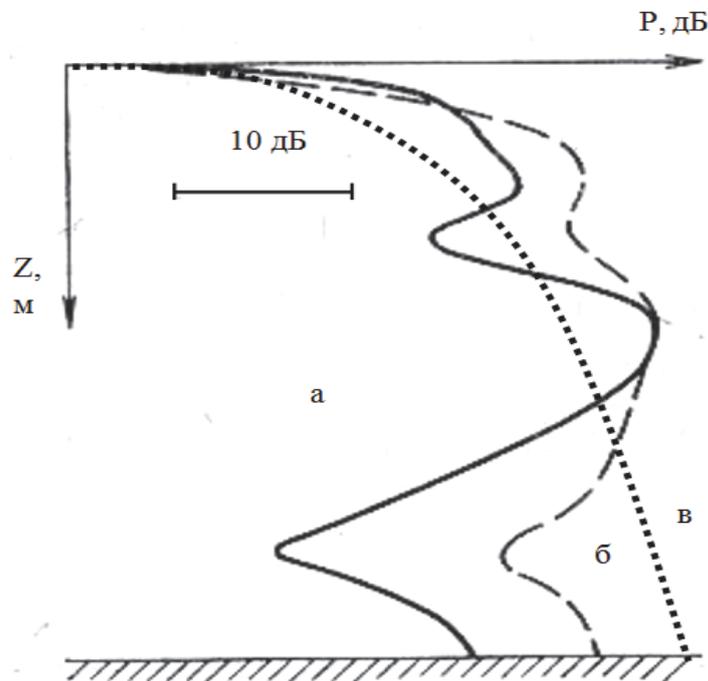


Рис. 10. Вертикальная структура поля в направлении оси излучателя:  
а –  $\beta = 1,5^\circ$ ; б –  $\approx 0^\circ$ ; в – теоретический расчет [4]

Fig. 10. Vertical structure of the field in the direction of the axis of the emitter:  
а –  $\beta = 1,5^\circ$ ; б –  $\approx 0^\circ$ ; в – estimated values [4]

Проведенные измерения стратификации водной среды в закрытых бухтах Приморского края по скорости звука представлены на рис. 11 [4]. Но при их формировании не учтены затухания, возникающие при отражении от дна и рассеяние при отражении от поверхности. Для удобства понимания выбран один предельный луч, распространяющийся прямолинейно и изменяющий свое направление при отражении от границ с резким изменением градиента скорости. Пренебрегая потерями на рассеяние при отражении, легко видеть, что траектории напоминают аттрактор, закручивающийся против часовой стрелки, и в отличие от аттрактора Лоренца, не имеющего бифуркаций. Такие аттракторы в теории динамического хаоса получили название странных аттракторов. Они при определенных параметрах имеют способность к автогенерации.

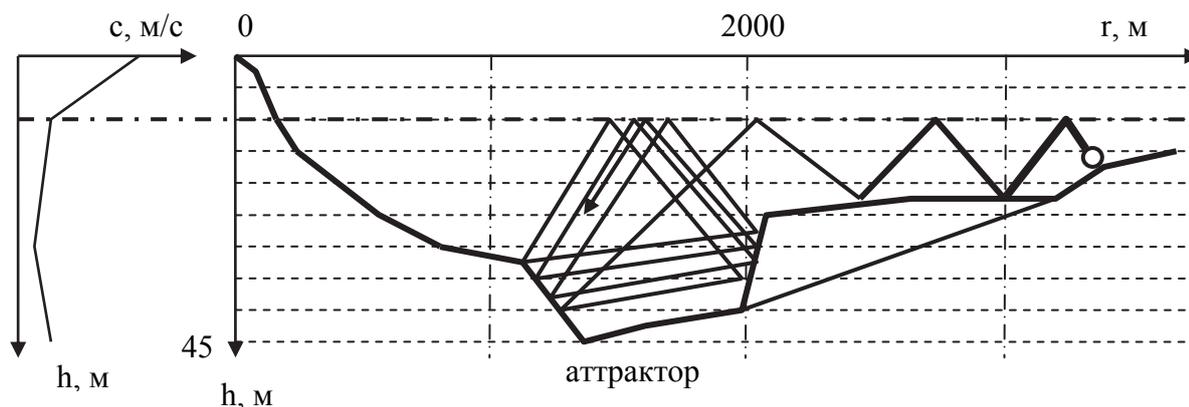


Рис. 11. Траектория одиночного предельного луча в водной среде с линзовым рельефом дна [4]  
 Fig. 11. Trajectory of a single limiting beam in an aqueous medium with a lens bottom relief

### Заключение

Все вышеизложенное в данной научной статье подтверждает факт о сложной картине формирования акустического поля в окрестностях АТ.

В окрестностях АТ с минимальным уровнем колебания поверхности моря будут наблюдаться бегущие и стоячие волны, влияющие на уровень помех и уровень полезного сигнала (бегущая волна несет энергию (прилив), стоячая волна (сейша) энергию не несет):

- в причинной связи (прилив, бегущая волна) – минимальное значение помехи и максимальное значение полезного сигнала;
- в следственной связи (сейша, стоячая волна) – минимальное значение помехи и интегрированное значение полезного сигнала по всем траекториям, приходящим в точку приема через разные среды.

Такое anomalous явление, как «амфидромические» системы (со структурой: Корейский пролив – открытая часть Японского моря – Татарский пролив) оказывает самое существенное влияние на процесс концентрации и распространения акустического поля в Японском море, которое можно считать «природной моделью» закрытого водоема или закрытой бухтой с несколькими проливами, где возможно формирование «квазистоячих» волн.

Сейши по большей части, хотя и не несут в себе какой-либо угрозы имуществу и безопасности населения приморских районов, представляют некоторую опасность для мореплавания. Узлы сейш располагаются у выхода из заливов и портов. В этих узлах происходят горизонтальные перемещения воды, которые при больших периодах сейш ( $T > 0,5$  ч) способствуют возникновению в этих местах довольно сильных, быстро изменяющих свое направление течений, которые отрицательно влияют на управляемость судов, входящих в порт или выходящих из него.

### Список литературы

1. Добровольский А.Д., Залогин Б.С. Моря СССР. М.: Изд-во МГУ, 1982. 524 с.
2. Справочник гидрографа по терминологии. Л.: ГУНИО МО, 1984. 286 с.
3. Шулейкин В.В. Физика моря. М.: Наука, 1968. 1083 с.
4. Халаев Н.Л., Стародубцев П.А., Димидов В.А. Некоторые концептуальные положения мониторинга океанской среды: монография. – Владивосток: ДВФУ, 2012. 224 с.

5. Жуков Ю.Н. Приливы и сейши. Как различить? // Метеорология и гидрология. Раздел Гидрография и морская картография. 2015. № 39. С. 42–48.
6. Марчук Г.И. Численное решение задач динамики атмосферы и океана. Л.: ГИМИЗ, 1974. 303 с.
7. Ростов И.Д., Юрасов Г.И., Рудых Н.И. и др. Атлас по океанографии Берингова, Охотского и Японского морей. Владивосток: ТОИ ДВО РАН, 2003. 400 с.
8. Шамраев Ю.И., Шишкина Л.А. Океанология. Л.: Гидрометеиздат, 1980. 368 с.
9. Жуков Ю.Н. Анализ сейшевой модели образования амфидромических точек // Навигация и гидрография. 2004. № 18. С. 93–99.
10. Свинников А.И., Ярощук И.О. Геоакустическая модель шельфа Японского моря // Вестн. ДВО РАН. 2006. № 3. С. 85–93.

**Сведения об авторах:** Стародубцев Павел Анатольевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: spa1958@mail.ru;

Бакланов Евгений Николаевич, доцент, e-mail: baklanoven@mail.ru;

Халаев Николай Лукич, кандидат технических наук, e-mail: halaevn@mail.ru;

Москаленко Эдуард Владимирович, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru.

УДК [ 639.2.081.7:629.783]:639.27/.29

**Т.Б. Барканова**

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,  
107140, г. Москва, ул. В. Красносельская, д.17

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ  
КАК ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПРОМЫСЛОВОЙ РАЗВЕДКИ  
(на примере района Юго-Западной Атлантики)**

*Современные средства дистанционного зондирования Земли, которые в настоящее время обеспечивают высокую степень периодичности и точности измерений основных параметров акваторий Мирового океана – температуры поверхности океана, цветности воды, солёности, направления и скорости течений, уровня поверхности океана, – на сегодняшний день с успехом выступают в роли технических средств промысловой разведки. На примере района Юго-Западной Атлантики в работе рассматриваются возможности использования материалов анализа оперативной и архивной спутниковой информации об изменчивости температурных условий, пространственно-временном распределении полей фитопланктона, основных течений района, при оперативном управлении промыслом аргентинского кальмара *Illex argentinus*, а также оценки их влияния на формирование биопродуктивности акватории.*

**Ключевые слова:** спутниковая информация, технические средства промысловой разведки, управление промыслом, температура поверхности океана, динамика полей фитопланктона, Юго-Западная Атлантика, промысел кальмара *Illex argentinus*.

**T.B. Barkanova**

**USING SYSTEMS FOR REMOTE SENSING OF THE EARTH AS A TECHNICAL  
MEANS OF COMMERCIAL FISHING EXPLORATION  
(on the example of The South-West Atlantic area)**

*Modern means of remote sensing, which currently provide a high degree of frequency and accuracy of measurements of basic parameters of the World's oceans – sea surface temperature, water color, salinity, direction and speed of currents, surface level of the ocean today successfully act as technical means of commercial fishing exploration. On the example of the South-West Atlantic area, the paper considers the possibilities of using the materials of analysis of operational and archival satellite information on the variability of temperature conditions, spatial and temporal distribution of phytoplankton fields, the main currents of the area, with the operational fisheries management of the Argentine squid *Illex argentinus*, as well as assessing their impact on the formation of the bioproductivity of the water area.*

**Key words:** satellite information, technical means of commercial fishing exploration, fisheries management sea surface temperature (SST), dynamics of phytoplankton fields, South-West Atlantic, illex argentinus squid fishing.

**Введение**

Учитывая важность возобновления отечественного экспедиционного рыбного промысла в отдаленных районах Мирового океана, одной из задач отраслевой науки является постоянное совершенствование методов информационного обеспечения промысла данными, повышающими эффективность добычи водных биологических ресурсов. В том числе и организация постоянного, непрерывного мониторинга гидрологических условий, распределения и динамики зон повышенной биологической продуктивности в промысловых районах и поиск новых перспективных для промысла акваторий.

На данный момент организация научно-исследовательских и поисковых экспедиций в отдаленные районы Мирового океана не всегда возможна. В связи с этим в последние де-

сятилетия возросла роль использования спутниковых данных для постоянного мониторинга сырьевой базы рыбной промышленности и экосистем этих акваторий. Выявление перспективных промысловых районов, изучение межгодовой изменчивости параметров среды и оценка их влияния на формирование биопродуктивности акваторий и промысел водных биологических ресурсов возможны на базе анализа обширной архивной и оперативной спутниковой информации.

Одна из задач, стоящая перед специалистами отрасли, состоит в том, чтобы максимально использовать потенциал спутниковой информации.

На примере промыслового района Юго-Западной Атлантики (ЮЗА) рассмотрим возможности использования систем дистанционного зондирования Земли как технических средств промысловой разведки для осуществления оперативного управления промыслом и непрерывного мониторинга изменчивости гидрологических условий и оценки их влияния на формирование биопродуктивности района и промысел водных биологических ресурсов, в частности, аргентинского короткоперого кальмара *Illex argentinus*.

### Материалы и методика

Начиная с 1989 г. и по декабрь 2016 г., в лаборатории спутникового мониторинга ФГБНУ «ВНИРО» осуществлялись непрерывные наблюдения за изменениями температуры поверхности океана, а также за положением и динамикой гидрологических фронтов, концентрацией фитопланктона в поверхностном слое морской воды в районе ЮЗА. Наряду с этим выполнялась оценка влияния изменчивости гидробиологических условий на промысел аргентинского кальмара *Illex argentinus* – основного промыслового объекта данной акватории.

Аргентинский кальмар (АК) – один из наиболее массовых промысловых видов, вылов которого в некоторые годы достигал порядка миллиона тонн. Продолжительность жизни особей этого вида составляет всего один год, и каждую путину рыбаки сталкиваются с представителями нового поколения, что сильно затрудняет долгосрочное прогнозирование развития промысловой ситуации (Лаптиховский, Нигматуллин, 1999). Важными факторами, которые учитываются при прогнозировании начала и хода промысла кальмара *Illex argentinus* на Патагонском шельфе, считаются температура и динамика поверхностных вод (Барканова, Глубоковский, 2014).

Проводимая оценка месячной, сезонной и межгодовой изменчивости температуры поверхности океана в районе ЮЗА осуществлялась на основе карт ТПО двух временных уровней: первый уровень мониторинга составляли карты ТПО недельной дискретности; второй уровень – это карты ТПО месячной, сезонной и годовой дискретности, построенные на суммировании и осреднении карт ТПО первого уровня. Второй уровень мониторинга включал в себя создание более полного комплекта аналитических карт, таких как карты аномалий ТПО, тенденций ТПО, карты градиентов ТПО, карты месячной, сезонной и межгодовой разницы ТПО (Ванюшин и др., 2005, 2006). Для осуществления оперативной информационной поддержки ведения промысла возможен выпуск оперативных карт ТПО 3-суточного осреднения.

Созданный за 28 лет банк данных карт ТПО района ЮЗА насчитывает более 3 000 карт различного временного масштаба, в среднем составляя от 112 до 124 карт в год, при этом каждая карта представлена как в аналоговом, так и в цифровом видах (Барканова и др., 2011а).

Анализ изменчивости температурных условий акватории ЮЗА велся как по всему району в целом от 34° до 56° ю.ш. и от 48° до 70° з.д., так и в отдельно взятых промысловых квадратах (например, в основном промысловом квадрате: 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д.).

Мониторинг положения и динамики гидрологических фронтов, концентрации фитопланктона в поверхностном слое морской воды, органической и неорганической взвеси осуществлялся на базе аналоговой спутниковой информации в видимом, ближнем и дальнем ИК-диапазонах спектра с дискретностью от суток до месяца. За период с 1989 по 2016 гг. при проведении комплексного анализа было построено около 200 карт-схем пространственно-временного распределения полей фитопланктона и динамических образований в районе ЮЗА.

Данные об объемах промысла кальмара *Illex argentinus* в районе ЮЗА были получены из «Статистического ежегодника по рыбопродуктам», выпускаемого Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (FAO) в виде статистических данных о годовых выловах всеми странами в сумме и каждой страной отдельно в тысячах тонн (рис. 3).

Во многом наши исследования и расчеты были связаны с январем, который является базовым месяцем при прогнозировании хода промысла кальмара *Illex argentinus* на текущий сезон. Именно в январе начинается добыча объекта в районе 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д., когда объем промысла АК и условия его выхода за пределы ЭЗ Аргентины во многом зависят от изменчивости температуры и динамики поверхностных вод, расположения и динамики полей фитопланктона (Барканова и др., 2011б; Барканова, Глубоковский, 2014).

На базе карт второго уровня велось непрерывное наблюдение за межгодовыми изменениями следующих параметров: отклонением стрежня Фолклендского течения на 46° ю.ш. от границ 200-мильной ИЭЗ Аргентины в январе 1989–2016 гг. (рис. 1); положением вершины 10-градусной изотермы в стрежне ФТ в январе 1989–2016 гг., характеризующим изменение интенсивности ФТ (рис. 1); среднемесячными значениями ТПО в основном промышленном квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д.; отклонениями среднемесячных значений ТПО в квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д. от климатических и среднемноголетних значений и градиентами ТПО в том же квадрате.

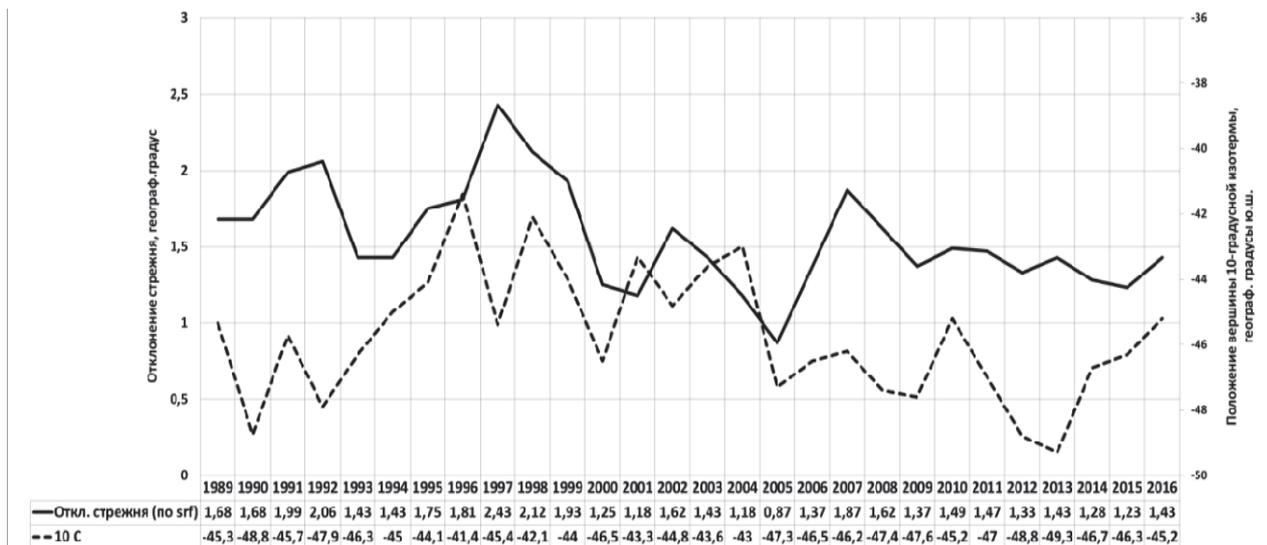


Рис. 1. Отклонение стрежня Фолклендского течения от границ 200-мильной ЭЗ Аргентины на 46° ю.ш. и положение вершины 10-градусной изотермы в стрежне ФТ в январе 1989–2016 гг.

Fig. 1. The deviation of the core of the Falkland current from the boundaries of the 200-mile EEZ of Argentina 46°S and the position of the peaks of the 10-degree isotherm in the core of FC in January 1989–2016

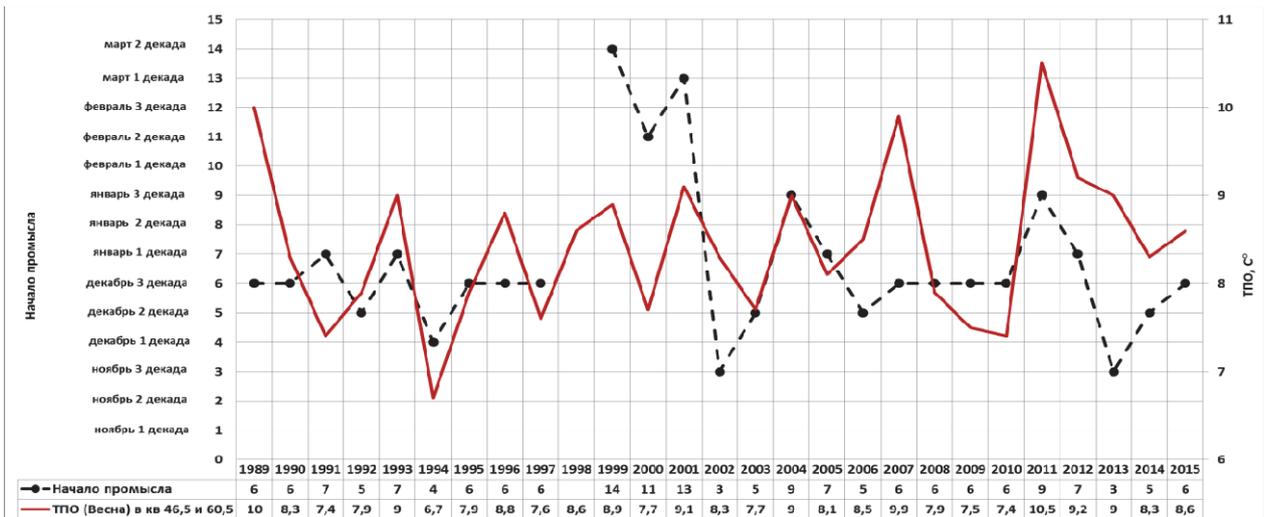


Рис. 2. Сроки начала промысла кальмара *Illex argentinus* и среднесезонные значения ТПО в промысловом квадрате 46°–47° ю.ш. и 60°–61° з.д. весной (октябрь–декабрь) предыдущего года  
 Fig. 2. The Timing of the fishery of squid *Illex argentinus* and the average seasonal values of TPO in the fishing square 46°-47°S and 60°-61°W in spring (October–December) the previous year

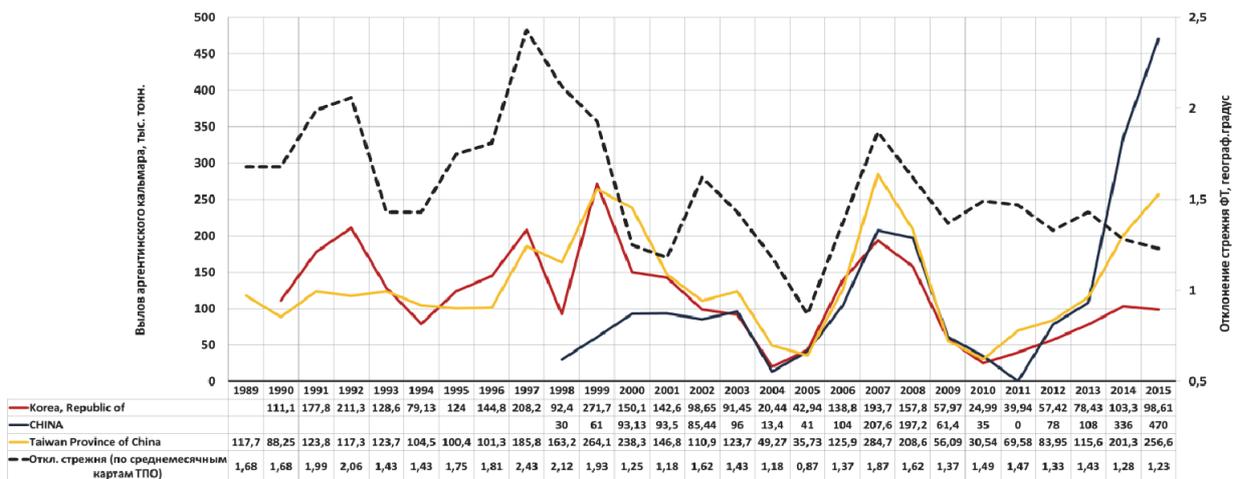


Рис. 3. Вылов кальмара *Illex argentinus* отдельными странами (Республика Корея, Китай, Тайвань) и отклонение стрелки ФТ на 46° ю.ш. от границ ИЭЗ Аргентины в 1989–2015 гг.  
 Fig. 3. Catch of squid *Illex argentinus* particular countries (Republic of Korea, China, Taiwan) and the deviation of the core FC at 46°S from the boundaries of the EEZ of Argentina in 1989–2015

Для ведения непрерывного мониторинга основных параметров водной среды акваторий разработан комплект материалов, который может быть использован при информационном обеспечении промысла: оперативные карты ТПО 3-суточной дискретности, карты ТПО недельного осреднения, карты анализа ТПО среднемесячного осреднения, карты-схемы пространственного распределения полей фитопланктона и динамических образований с временной дискретностью от суток до месяца (рис. 4 и 5).

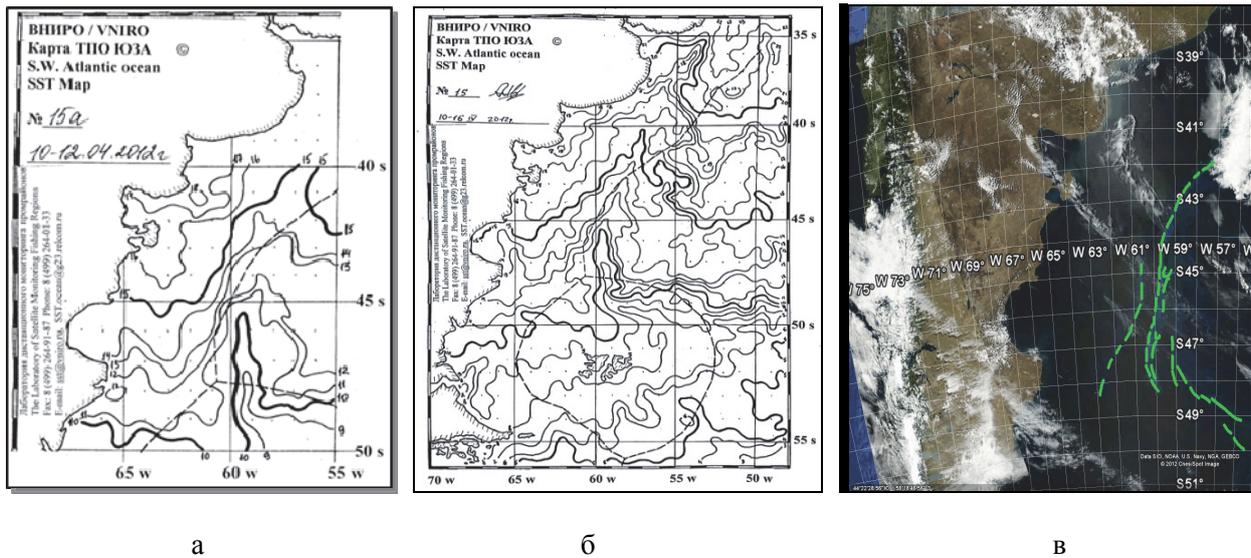


Рис. 4. Комплект материалов для оперативного информационного обеспечения промысла:  
 а – карта ТПО ЮЗА 3-суточной дискретности; б – карта ТПО ЮЗА недельной дискретности;  
 в – пространственное распределение полей фитопланктона и динамических образований  
 суточной дискретности

Fig. 4. Complete set of materials for operational information support of the fishery (a – SST map of SWA 3-day discreteness, б – SST map of SWA weekly discreteness, в – spatial distribution of phytoplankton fields and dynamic formations of daily discreteness)

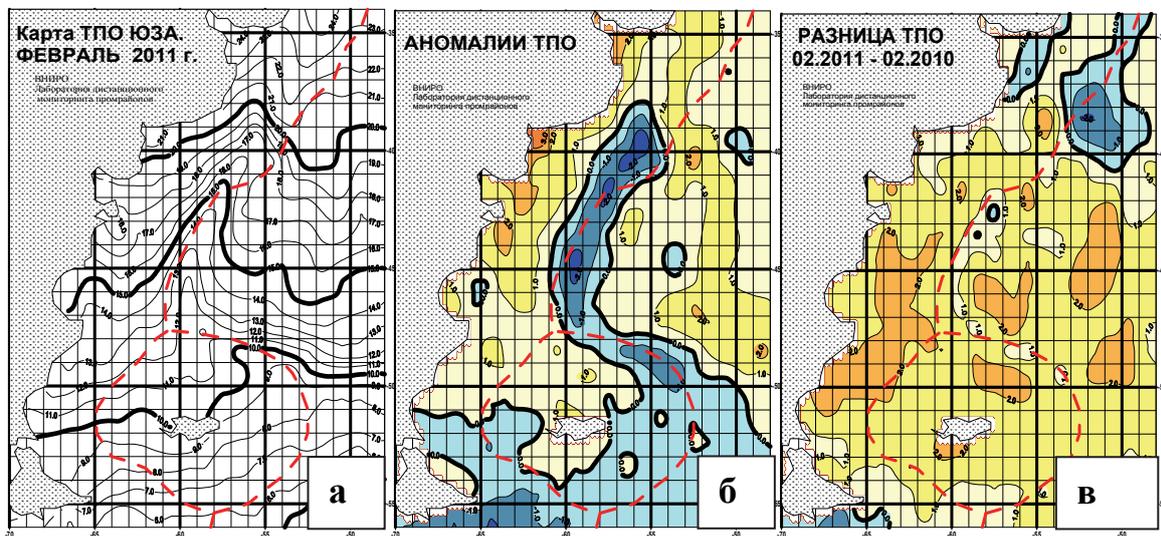


Рис. 5. Комплект материалов комплексного среднемесячного анализа гидрологических условий  
 в районе Юго-Западной Атлантики в феврале 2011 г, который может использоваться при  
 среднесрочном и долгосрочном прогнозировании промысловой ситуации (начало): а – карта  
 среднемесячных значений ТПО; б – карта аномалий ТПО; в – карта разницы ТПО  
 с предыдущим месяцем

Fig. 5. Complete set of materials of the complex average monthly analysis of hydrological conditions  
 in the area of the Southwest Atlantic in February 2011 which can be used at medium-and long-term  
 forecasting of a fishing situation: а – the map of average monthly values of SST, б – the map of anomalies  
 of SST, в – the map of difference of SST with the previous month

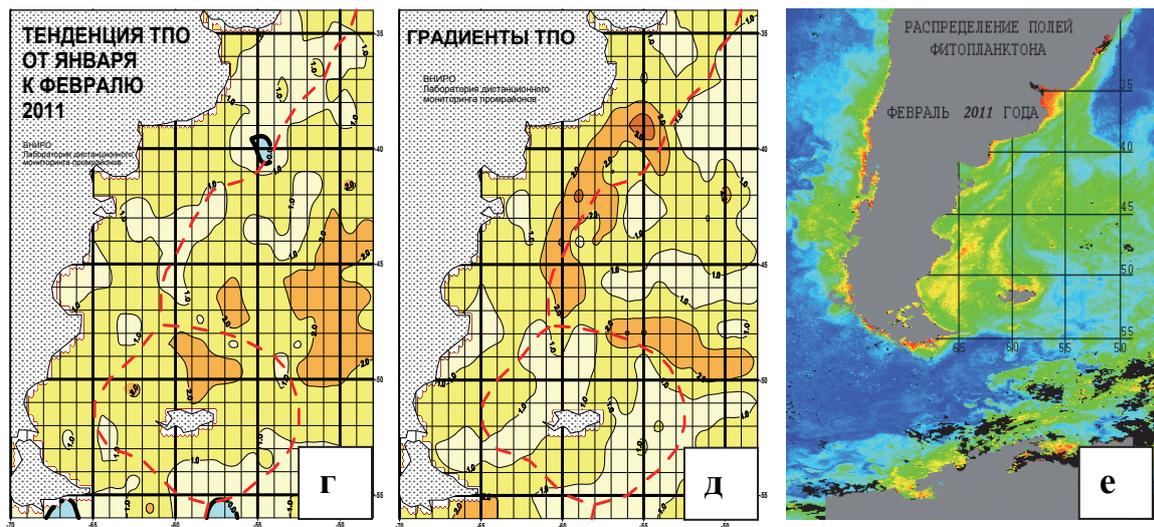


Рис. 5. Комплект материалов комплексного среднемесячного анализа гидрологических условий в районе Юго-Западной Атлантики в феврале 2011 г, который может использоваться при среднесрочном и долгосрочном прогнозировании промысловой ситуации (окончание): г – карта тенденций ТПО; д – карта градиентов ТПО; е – карта среднемесячного распределения полей фитопланктона

Fig. 5. Complete set of materials of the complex average monthly analysis of hydrological conditions in the area of the Southwest Atlantic in February 2011 which can be used at medium-and long-term forecasting of a fishing situation: г – the map of trends of SST, д – the map of gradients of SST, е – the map of average monthly distribution of fields of phytoplankton

### Заключение

Полученные в нашей работе результаты могут использоваться в системах рыбохозяйственного экологического мониторинга района Юго-Западной Атлантики. В случае возобновления отечественного промысла аргентинского кальмара есть возможность повысить эффективность промысла за счет внедрения результатов анализа оперативной и архивной спутниковой информации в прогностические модели, создаваемые для принятия решений при управлении промыслом водных биологических объектов.

Имея обширный банк данных (28 лет наблюдений) в промысловом районе Юго-Западной Атлантики и используя метод «поиска аналоговых ситуаций», специалисты имеют возможность делать предварительные прогнозы о промысле кальмара на предстоящий сезон.

Внедрение и широкомасштабное использование такого информационного ресурса, как спутниковая информация в отраслевых системах мониторинга рыболовства улучшает качество информационного обслуживания промысловых судов и, как следствие, повышает эффективность самого промысла. Практика показала, что использование систем дистанционного зондирования акваторий Мирового океана из космоса в качестве технических средств промысловой разведки при информационной поддержке промысла обеспечивает повышение производительности промысловых судов в 1,2–1,5 раза (Клочков, 2002).

Принцип подхода к оценке влияния изменчивости параметров среды на формирование биопродуктивности акватории и на промысел водных биологических ресурсов в районе Юго-Западной Атлантики может использоваться как аналог при изучении других промысловых районов Мирового океана.

### Список литературы

1. Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Коробочка А.А. Мониторинг температуры поверхности океана в Юго-Западной Атлантике по спутниковым данным // Современные методы и средства океанологических исследований: материалы XII Междунар. науч.-техн. конф. М., 2011а. С. 41–47.
2. Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Коробочка А.А. Температурные условия в Юго-западной Атлантике, определяемые на основе спутникового мониторинга ТПО (1989–2007 гг.), и ход промысла кальмара *Illex argentinus* за пределами 200-мильной экономической зоны Аргентины // Материалы XV конф. по промысловой океанологии. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2011b. С. 57–63.
3. Барканова Т.Б., Глубоковский М.К. Использование систем дистанционного зондирования Земли при управлении промыслом аргентинского кальмара // Вопр. рыболовства. 2014. Т. 15, № 2. С. 270–281.
4. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю. и др. Спутниковый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. Программа ВНИРО. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 48 с.
5. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю. и др. Трехуровневый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана // Вопр. промысл. океанологии. 2006. В 3. М.: Изд-во ВНИРО. С. 205–215.
6. Клочков Д.Н., Мишкин В.М., Циекалс М.К., Шатохин Б.М. Современная система промыслово-океанографического мониторинга как основа сырьевых исследований и эффективной работы флота // Тез. докл. XII Междунар. конф. по промысловой океанологии. Калининград, 2002. С. 111–113.
7. Лаптиховский В.В., Нигматуллин Ч.М. Промысел кальмаров в водах Фолклендских островов // Мор. индустрия. № 3 (8). 1999. С. 12.

**Сведения об авторе:** Барканова Татьяна Борисовна, научный сотрудник лаборатории спутникового мониторинга, e-mail: barkanovatb@mail.ru.

---

---

# СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ

---

---

УДК 533.62.01

**Б.И. Руднев, О.В. Повалихина**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## ОПТИКО-ГЕОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗЛУЧЕНИЯ В КАМЕРЕ СГОРАНИЯ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ

*Представлен метод расчета геометрических угловых коэффициентов излучения в камере сгорания судового среднеоборотного дизеля. Показан локальный характер изменения указанных коэффициентов по радиусу цилиндра. Установлена связь между характером изменения угловых коэффициентов и тепловых потоков излучения, воспринимаемых поверхностями камеры сгорания.*

**Ключевые слова:** оптико-геометрические характеристики, излучение, камера сгорания судового дизеля.

**B.I. Rudnev, O.V. Povalikhina**

## OPTICAL-GEOMETRICAL DATA OF RADIATION IN MARINE DIESEL COMBUSTION CHAMBER

*Method of calculation geometrical angle coefficients radiation in marine medium speed diesel engine combustion chamber is given. Local disposition of variation this coefficient on cylinder radius. The connection between of disposition variation of angle coefficients and radiation heat fluxes receive by combustion chamber surfaces has been define.*

**Key words:** Optical-geometrical data of radiation in marine diesel combustion chamber.

### Введение

Форсирование современных судовых дизелей по параметрам рабочего процесса приводит к значительному увеличению температур деталей, образующих камеру сгорания (КС). В мощных малооборотных судовых дизелях для улучшения температурного состояния деталей цилиндропоршневой группы используется водяное охлаждение вместо масляного. Вместе с тем расчетное определение тепловых потоков, в том числе и радиационных на поверхностях деталей КС (крышки цилиндра, поршня и втулки цилиндра), на стадии проектирования вызывает значительные трудности. Это увеличивает сроки доводки новых образцов дизелей и подтверждает актуальность разработки новых и совершенствование уже существующих математических моделей (ММ) с целью более достоверного определения теплового состояния деталей, образующих КС.

### Расчетный метод определения геометрических угловых коэффициентов излучения

В ряде предлагаемых ММ [1, 2, 3] для расчета локальных радиационных тепловых потоков используется хорошо развитый в теплофизике зональный метод, при этом в оптико-геометрической части указанного метода обобщенные угловые коэффициенты излучения  $\psi(M_V, F_k)$  представлены как произведение угловых (геометрических) коэффициентов и параметра Бугера, учитывающего поглощение излучения в объеме КС [3, 4, 5].

$$\psi(M_V, F_k) = \varphi(M_V, F_k) \exp(-kL), \quad (1)$$

где  $\psi(M_V, F_k)$  – обобщенный угловой коэффициент излучения;  $\varphi(M_V, F_k)$  – геометрический угловой коэффициент излучения;  $k$  – коэффициент ослабления потока излучения;  $L$  – эффективная длина пути луча.

Определение геометрических угловых коэффициентов излучения для системы поверхностей и тел «классической» конфигурации: плоскости, цилиндры, сферы и т.п. – не вызывает особых трудностей, так как в справочной литературе имеются соответствующие расчетные зависимости [4, 5]. Однако в случае реальной КС судового дизеля мы имеем дело с геометрической системой поверхностей, существенно отличающихся от «классических». Например, для судового дизеля 6 ЧН 24/36, исследованного авторами, поверхность поршня со стороны КС имеет сферическую выемку, и требуется разработка специального расчетного метода для определения геометрических коэффициентов излучения. Как известно [4], геометрический угловой коэффициент определяет условия теплообмена излучением между поверхностями  $F_1$  и  $F_2$  двух тел конечных размеров. Он характеризует долю полусферического потока энергии, испускаемого одной и падающего на другую поверхность тел конечных размеров. Угловой коэффициент представляет собой чисто геометрическую характеристику формы, размеров и взаимного расположения двух тел, находящихся в состоянии теплообмена излучением друг с другом, и определяется по зависимостям:

$$\varphi_{12} = \frac{1}{F_1} \int_{F_2} \int_{F_1} \frac{\cos \beta_1 \cos \beta_2}{\pi r^2} dF_1 dF_2; \quad (2)$$

$$\varphi_{21} = \frac{1}{F_2} \int_{F_1} \int_{F_2} \frac{\cos \beta_1 \cos \beta_2}{\pi r^2} dF_1 dF_2, \quad (3)$$

где  $r$  – расстояние между центрами элементарных площадок  $dF_1$  и  $dF_2$  на поверхностях  $F_1$  и  $F_2$ ;  $\beta_1$  и  $\beta_2$  – соответствующие углы между нормалью к одной площадке и направлением на другую.

Угловой коэффициент для поверхности  $S$  отличается от телесного угла, под которым видна эта поверхность лишь множителем  $1/4\pi$  (рис. 1).

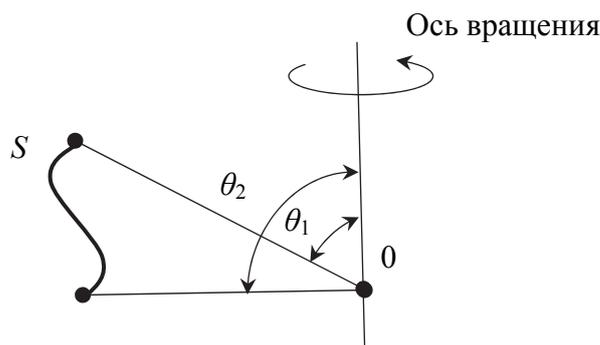


Рис. 1. Схема к определению геометрического углового коэффициента излучения  
Fig. 1. Scheme on definition of geometrical angle coefficients radiation

$$\frac{1}{4\pi} \Omega(S) = k(S), \quad (4)$$

где  $\Omega(S)$  – телесный угол;  $k(S)$  – угловой коэффициент;  $S$  – элемент поверхности вращения.

В случае судового дизеля 6 ЧН 24/36  $S$  представляет собой элемент поверхности сферической выемки в поршне. Телесный угол для  $S$  можно вычислить по формуле

$$\Omega(S) = 2\pi(\cos\theta_2 - \cos\theta_1), \quad (5)$$

Соответственно угловой коэффициент может быть определен по зависимости

$$k(S) = \frac{1}{2}(\cos\theta_2 - \cos\theta_1), \quad (6)$$

где  $\theta_1$  и  $\theta_2$  – полярные углы, отсчитываемые от оси вращения.

Формулу (6) можно также записать в виде

$$k(S) = \frac{1}{2}(1 - \cos\theta_2) - \frac{1}{2}(1 - \cos\theta_1), \quad (7)$$

т.е. как приращение углового коэффициента, отсчитываемого от полярной оси. Рассмотрим поверхность, образованную кривой  $P_0P_n$  при вращении ее вокруг оси (рис. 2).

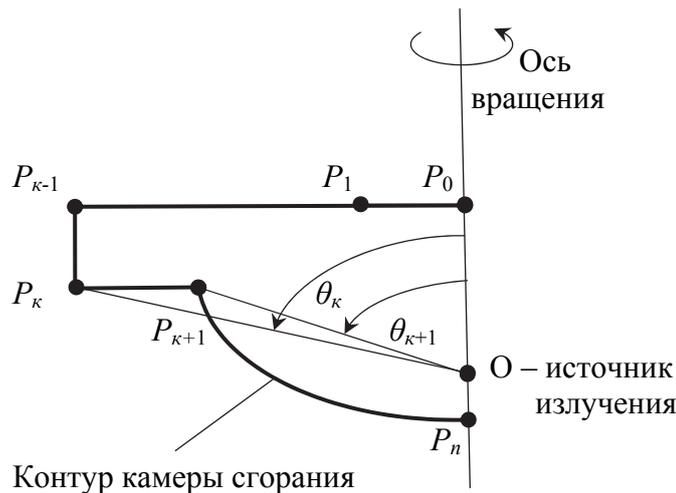


Рис. 2. К расчету геометрических угловых коэффициентов излучения применительно к открытой камере сгорания судового дизеля 6 ЧН 24/36

Fig. 2. For calculation of geometrical angle coefficients radiation apply for open marine diesel engine 6ChN 24/36 combustion chamber

Пусть  $\theta_k$  – полярный угол точки  $P_k$ , т.е. угол между лучом  $OP_k$  и осью вращения. Угол  $\theta_k$  отсчитывается против часовой стрелки. Тогда угловой коэффициент для сегмента поверхности, образованного отрезком  $P_{k+1}, P_k$ , находим по формуле

$$k(P_{k+1}, P_k) = \frac{1}{2}(1 - \cos\theta_{k+1}) - \frac{1}{2}(1 - \cos\theta_k). \quad (8)$$

Указанный коэффициент может получиться отрицательным. Это означает, что сегмент  $P_{k+1}, P_k$  находится в тени. В этом случае нужно изменить ранее вычисленный коэффициент  $k(P_k, P_{k-1})$ , прибавив к нему отрицательную величину  $k(P_{k+1}, P_k)$ , а  $k(P_{k+1}, P_k)$  положить равным нулю. Предыдущий угловой коэффициент был уменьшен, поскольку в данном случае сегмент  $P_kP_{k-1}$  частично затеняется сегментом  $P_{k+1}P_k$ .

В итоге схема расчета геометрических угловых коэффициентов излучения может быть представлена следующим образом:

1. Вычисляем декартовы координаты всех точек  $P_1 \dots P_n$ .
2. Пересчитываем декартовы координаты в полярные (нужны только значения полярных углов  $\theta_k$ ).
3. Вычисляем геометрические угловые коэффициенты излучения по формуле (8) для всех  $k$ .
4. Проверяем, нет ли отрицательных коэффициентов, если они есть, то угловые коэффициенты модифицируются с учетом того, находится ли соответствующий сегмент в тени или нет.

Затем шаги 1–4 выполняются для каждого значения угла поворота коленчатого вала  $\alpha$ .

### Результаты и их обсуждение

Использование рассмотренной выше методики для определения локальных геометрических угловых коэффициентов излучения позволило получить соответствующие зависимости для сферической выемки в поршне, для крышки и втулки цилиндра судового дизеля 6ЧН 24/36. Указанные зависимости представлены на рис. 3–5.

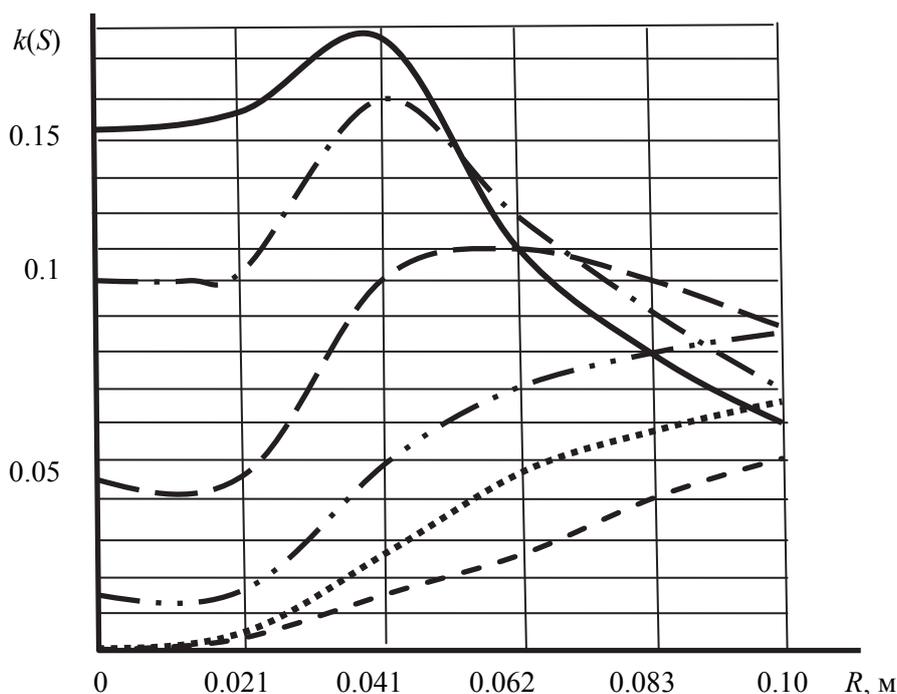


Рис. 3. Изменение геометрического углового коэффициента излучения для сферической выемки в поршне судового дизеля 6 ЧН 24/36:

- |         |                                    |         |                                     |
|---------|------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| —————   | для ВМТ;                           | — · · — | $\alpha = 60^\circ$ ПКВ после ВМТ;  |
| — · · — | $\alpha = 20^\circ$ ПКВ после ВМТ; | ·····   | $\alpha = 80^\circ$ ПКВ после ВМТ;  |
| — — —   | $\alpha = 40^\circ$ ПКВ после ВМТ; | — — —   | $\alpha = 100^\circ$ ПКВ после ВМТ. |

Fig. 3. Variation of geometrical angle coefficients radiation for spherical hollow in piston of marine diesel 6ChN 24/36:

- |         |                                    |         |                                     |
|---------|------------------------------------|---------|-------------------------------------|
| —————   | for TDC;                           | — · · — | $\alpha = 60^\circ$ CAD after TDC;  |
| — · · — | $\alpha = 20^\circ$ CAD after TDC; | ·····   | $\alpha = 80^\circ$ CAD after TDC;  |
| — — —   | $\alpha = 40^\circ$ CAD after TDC; | — — —   | $\alpha = 100^\circ$ CAD after TDC. |

Анализ показывает, что наибольшее значение угловых коэффициентов приходится на кромку сферической выемки в поршне. Из практики эксплуатации судовых дизелей известно, что именно в этих локальных зонах чаще всего возникают термические трещины и наблюдается явление «выгорания» поверхностного слоя металла поршня.

Зависимости, представленные на рис. 4, подтверждают, что наиболее нагруженной потоками излучения оказывается центральная часть крышки цилиндра. Для исследованного авторами статьи судового дизеля 6ЧН 24/36 в центральной части огневой поверхности крышки цилиндра располагается межклапанная переемычка и отверстие для установки форсунки, которые уже сами по себе являются концентраторами напряжений. Неудивительно, что в практике эксплуатации судовых дизелей [1] именно в этой части крышки цилиндра возникают термические трещины.

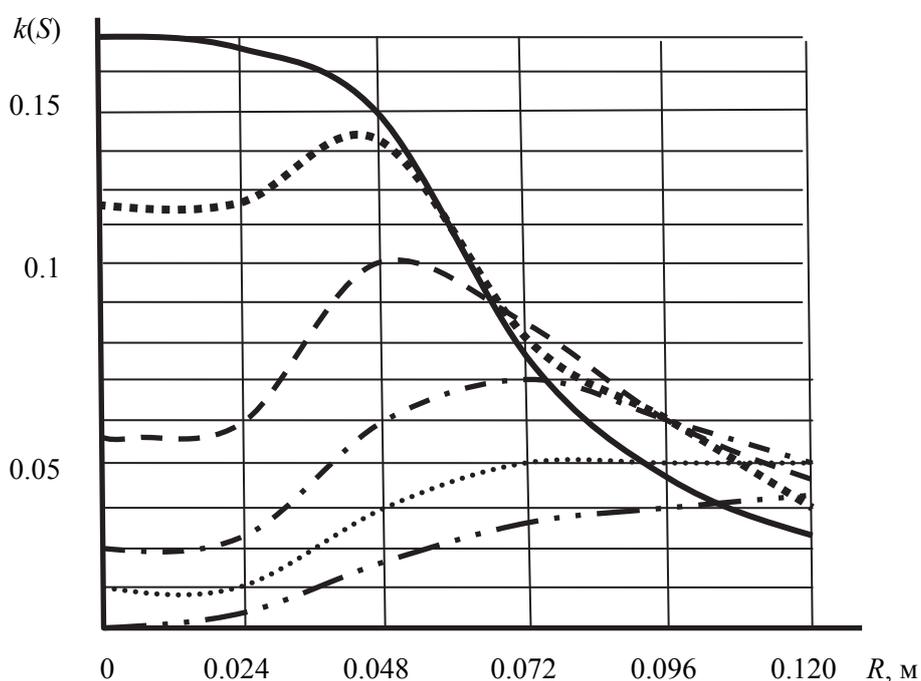


Рис. 4. Изменение геометрического углового коэффициента излучения для крышки цилиндра судового дизеля 6ЧН 24/36:

- |       |                                      |         |                                       |
|-------|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| —     | для ВМТ;                             | - . - . | $\alpha = 60^{\circ}$ ПКВ после ВМТ;  |
| ..... | $\alpha = 20^{\circ}$ ПКВ после ВМТ; | .....   | $\alpha = 80^{\circ}$ ПКВ после ВМТ;  |
| - - - | $\alpha = 40^{\circ}$ ПКВ после ВМТ; | - . . . | $\alpha = 100^{\circ}$ ПКВ после ВМТ. |

Fig. 4. Variation of geometrical angle coefficients radiation for head of cylinder marine diesel engine 6ChN 24/36:

- |       |                                      |         |                                       |
|-------|--------------------------------------|---------|---------------------------------------|
| —     | for TDC;                             | - . - . | $\alpha = 60^{\circ}$ CAD after TDC;  |
| ..... | $\alpha = 20^{\circ}$ CAD after TDC; | .....   | $\alpha = 80^{\circ}$ CAD after TDC;  |
| - - - | $\alpha = 40^{\circ}$ CAD after TDC; | - . . . | $\alpha = 100^{\circ}$ CAD after TDC. |

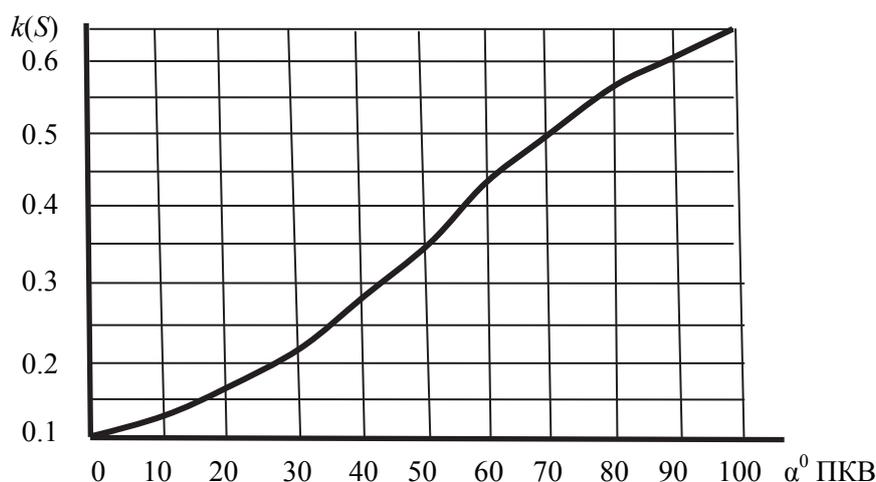


Рис. 5. Изменение геометрического углового коэффициента излучения для втулки цилиндра судового дизеля 6 ЧН 24/36

Fig. 5. Variation of geometrical angle coefficients radiation for line of cylinder marine diesel engine 6ChN 24/36

В наиболее благоприятных с точки зрения тепловых нагрузок, обусловленных потоками излучения, находится втулка цилиндра (см. рис. 5). Несмотря на высокое значение геометрических угловых коэффициентов излучения (0,1–0,65), уровень радиационных тепловых потоков оказывается незначительным, так как в период активного тепловыделения в камере сгорания (ВМТ – 40° ПКВ после ВМТ) поверхность втулки цилиндра закрыта поршнем. Необходимо также учитывать и тот факт, что поверхность втулки цилиндра имеет степень черноты в пределах 0,3÷0,4, а поверхности поршня и крышки цилиндров 0,9÷0,95.

### Выводы

Сопоставление расчетных данных по локальным геометрическим угловым коэффициентам излучения, представленных на рис. 3–5 и экспериментальных данных по локальным тепловым потокам излучения [1], позволяет сделать вывод о наличии корреляционной связи между характером изменения угловых коэффициентов излучения и тепловым состоянием деталей, образующих КС судового дизеля. Это обстоятельство является весьма важным для разработки путей снижения тепловой напряженности деталей КС судовых дизелей и повышения их эксплуатационной надежности.

### Список литературы

1. Петриченко Р.М., Батулин С.А., Исаков Ю.Н. и др. Элементы автоматизированного проектирования ДВС: Алгоритмы прикладных программ. Л.: Машиностроение, 1990. 328 с.
2. Руднев Б.И. Процессы локального теплообмена в камере сгорания дизелей. Владивосток: Дальнаука, 2000. 221 с.
3. Руднев Б.И., Повалихина О.В. Математическое моделирование радиационного теплообмена в камере сгорания судового дизеля // Тепловые процессы в технике. 2017. Т. 9, № 9. С. 422–425.
4. Блох А.Г., Журавлев Ю.А., Рыжков Л.Н. Теплообмен излучением: справочник. М.: Энергоатомиздат, 1991. 432 с.
5. Зигель Р., Хауэлл Дж. Теплообмен излучением. М.: Мир, 1975. 934 с.

**Сведения об авторах:** Руднев Борис Иванович, доктор технических наук, профессор; Повалихина Ольга Владимировна, доцент, e-mail: povalichina@mail.ru.

УДК 656.624.2.052.08

**А.Н. Соболенко<sup>1</sup>, Б.Н. Воробьев<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup>Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,  
69003, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

## **ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ ГАЗОМОТОРНОГО ТОПЛИВА В СУДОВЫХ ДИЗЕЛЯХ**

*Существует насущная необходимость перевода российской судовой энергетики на газомоторное топливо. Но особых сдвигов в этом направлении нет.*

*Газообразное топливо, в частности природный газ, имеет ряд преимуществ по сравнению с жидким топливом. Это хорошие антидетонационные качества газовых топлив, благоприятные условия смесеобразования, широкие пределы воспламенения в смесях с воздухом.*

*По удельной мощности и топливной экономичности лучшие современные газовые и газожидкостные двигатели близки к жидкотопливным, а по токсичности отработавших газов, износу имеют значительные преимущества перед ними.*

*Разработаны системы топливоподачи с количественным, качественным и смешанным регулированием газовых двигателей.*

*Для перевода работы судовых дизелей с жидкого на газообразное топливо система топливоподачи двигателя должна быть дооборудована газовой аппаратурой и предусмотрены соответствующие меры безопасности.*

*Конвертирование жидкотопливных дизелей на газожидкостный цикл на практике имеет ряд проблем как организационного, так и технического характера. Это проблема технической политики, недостаточная нормативная база для эксплуатации судов на газомоторном топливе, отсутствие инфраструктуры для заправки судов газом в российских портах, отсутствие рекомендаций по выбору режимов работы при переводе на газ для основной массы существующих дизелей.*

*Начинать внедрение газа необходимо с организации переподготовки экипажей судов для обучения их работе на природном газе. Практическую реализацию перехода на газ следует начинать с судов портфлота.*

**Ключевые слова:** газомоторное топливо, дизели, проблемы.

## **A.N. Sobolenko, B.N. Vorobjev PROBLEMS OF GAS FUEL USAGE IN SHIP ENGINES**

*There is an urgent need to transfer Russian marine power to gas fuel. But there are no special deals in this direction. Gaseous fuels, in particular natural gas, have a number of advantages over liquid fuels. These are good anti-knock qualities of gas fuels, favorable conditions of mixture formation, wide limits of ignition in mixtures with air. According to the specific power and fuel efficiency of the best modern gas and gas-liquid engines are close to liquid fuel, and the toxicity of exhaust gases has significant advantages over them. Fuel supply systems with quantitative, qualitative and mixed regulation of gas engines are developed. To transfer the operation of marine diesel engines from Diesel mode to Gas mode, the fuel supply system of the engine must be fitted with gas equipment and appropriate safety measures are to be provided. Conversion of Diesel mode engines to Gas mode engines in practice has a number of problems of both organizational and technical nature. This is a problem of technical policy, insufficient regulatory rules for the operation of gas-powered vessels, the lack of infrastructure for refueling ships with gas in Russian ports, the lack of recommendations on the choice of modes of operation when transferring to gas for existing diesel engines. It is necessary to start gas introduction with the organization of retraining of vessels crews to work with natural gas. The practical realization of Conversion of Diesel mode engines to Gas mode engines has to begin with Portoflot vessels.*

**Key words:** natural gas, diesel engines, problems.

## Введение

Одной из острых задач, стоящих перед судовой энергетикой в настоящее время, является использование топлива с низким содержанием серы или с её полным отсутствием.

Начиная с 2020 г. согласно требованиям международной конвенции будут введены ограничения на использование топлива с содержанием серы более 0,5 %. Это приведёт к тому, что невозможно будет использовать тяжёлое топливо и придётся либо переводить судовые дизели транспортного флота на более дорогое дизельное топливо, либо остановить флот.

В странах Евросоюза очень активно ведутся работы по переводу судовой энергетики на природный газ. В России особой активности не наблюдается. Можно предположить, что в такой ситуации в 2020 г. российский флот либо встанет на прикол, либо, быстренько переоборудовавшись под газомоторное топливо импортным оборудованием, будет бункероваться российским газом в иностранных портах, естественно, по более высокой цене.

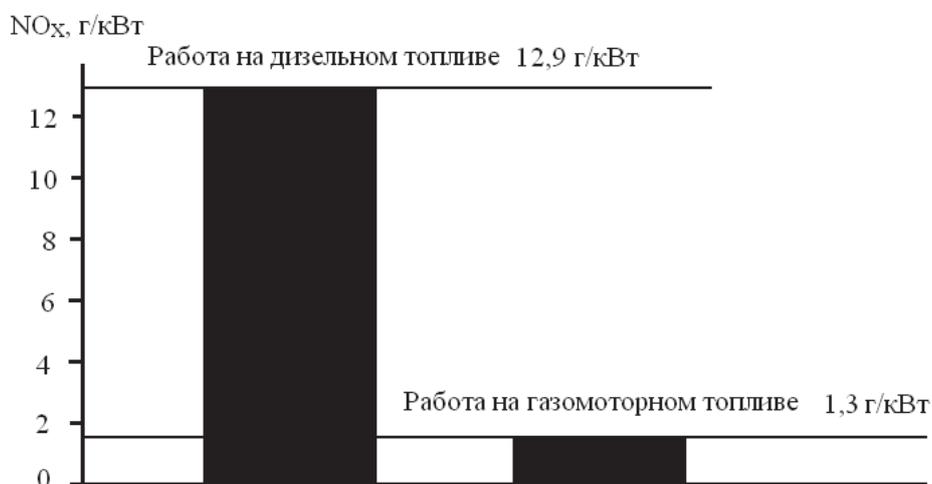
Некоторый оптимизм вызывает подписанный в период работы Восточного экономического форума во Владивостоке в августе 2016 г. Меморандум по исследованиям в области СПГ-бункеровки по Дальневосточному региону между компанией «Газпром» и «Mitsui» [1]. В этом документе изложены намерения сторон по совместному проведению технико-экономического и маркетингового анализа бункеровки морского транспорта сжиженным природным газом на территории Дальнего Востока России и Азиатско-Тихоокеанского региона [1].

## Преимущества и особенности использования природного газа в судовых дизелях

Газообразное топливо, в частности природный газ, имеет ряд преимуществ по сравнению с жидким топливом. Это хорошие антидетонационные свойства природного газа, благоприятные условия смесеобразования (воздух смешивается с газом), широкие пределы воспламенения в смесях с воздухом.

Современные дизельные двигатели, использующие природный газ в качестве топлива, по удельной мощности и топливной экономичности близки к дизельным двигателям, использующим дизельное или тяжёлое топливо, но имеют существенно меньшую эмиссию токсичных выбросов в выпускных газах.

На рисунке приведены данные по выбросу окислов азота двигателя среднеоборотного четырёхтактного дизеля типа 51/60 DF фирмы MAN при работе на жидком топливе и природном газе с запальной дозой жидкого топлива в 1 % [8].



Эмиссия NO<sub>x</sub> при работе на дизельном топливе и газомоторном топливе  
NO<sub>x</sub> emission when Diesel mode and Gas mode

Как следует из рисунка, значение эмиссии NO<sub>x</sub> уменьшается почти в 10 раз с 12,9 до 1,3 г/кВт.

Газовые двигатели обычно создают на базе серийно выпускаемых двигателей, работающих на жидком топливе.

В середине прошлого века были созданы двигатели, работающие на газе с внутренним смесеобразованием и форкамерно-факельным зажиганием. По такой схеме в России выпускали двигатели большой размерности для дизель-генераторов и газомотокомпрессоров на заводе «Русский дизель». Позже, прежде всего, зарубежными фирмами были созданы двигатели с системами топливоподачи сжиженного природного газа.

В этих системах сжиженный природный газ при подаче к двигателю вначале преобразовывался в газообразное состояние, а затем смешивался с воздухом в газоздушном миксере, установленном во впускном трубопроводе. Таким образом, осуществлялось внешнее смесеобразование. Внешнее смесеобразование осуществлялось в специальных смесительных устройствах – миксерах, обеспечивающих необходимый состав смеси на всех режимах.

При этом были разработаны системы топливоподачи с количественным, качественным и смешанным регулированием газовых двигателей.

Воспламенение газообразного топлива в камере сгорания дизеля возможно от дополнительной свечи зажигания (форкамерно-факельное зажигание), за счёт теплоты сжатия газоздушной смеси и от запальной дозы дизельного топлива.

Газовые двигатели с форкамерно-факельным зажиганием являются значительно более сложными, чем двигатели с внешним смесеобразованием не нашли широкого применения.

Непосредственное использование газообразных топлив в дизелях без дополнительной свечи зажигания возможно только при степени сжатия  $\epsilon = 22,0$  и выше, что обусловлено высокой температурой самовоспламенения природного газа. Поэтому преимущественное распространение получили газодизели, в которых в конце такта сжатия газоздушной смеси осуществляется впрыскивание запальной дозы дизельного топлива. Причём величина запальной дозы зависит от особенностей газодизеля (его размерности, уровня форсирования, свойств газообразного топлива) и может колебаться в широких пределах (от 1 до 50 %) [2, 7].

При конвертировании обычного дизеля в газодизель требуется минимальное переоборудование двигателя. Наиболее простой является установка газоздушного смесителя во впускной трубопровод с системой регулирования подачи газа при изменении нагрузочного режима (качественное регулирование) и некоторой конструктивной модернизации регулятора подачи запальной дозы дизельного топлива. Этот способ имеет ограниченное применение только для четырёхтактных дизелей. Для двухтактных дизелей, имеющих значительное значение коэффициента продувки ( $1,3 \div 1,6$ ), при таком способе будут иметь место значительные потери газа и создаётся взрывоопасная смесь на выпуске. В настоящее время разработаны двухтопливные форсунки и системы подачи газового топлива и дизельного топлива на один дизель. Двухтопливная форсунка – это, по сути, две форсунки, объединённые в одном общем корпусе. Одна игла служит для подачи запального жидкого топлива, другая – для подачи основного газообразного топлива. Как правило, для магистрали подачи запального жидкого топлива служит система Common Rail. Управление подачей как запального жидкого топлива, так и основного газового топлива осуществляется электронным блоком.

В настоящее время уделяется большое внимание переводу работы судовых дизелей с жидкого на газообразное топливо с целью снижения расходов на топливо и снижения токсичных выбросов с выхлопными газами. В этом случае система топливоподачи двигателя должна быть дооборудована газовой аппаратурой и предусмотрены соответствующие меры безопасности.

Следует иметь в виду, что массовое конвертирование жидкотопливных дизелей на газо-жидкостный цикл на практике не так просто осуществить. Придется столкнуться с рядом проблем. Какие же это проблемы?

### **Проблемы, требующие решения**

Во-первых, проблема технической политики. Это значит, что судовладельцы должны чётко представлять себе, что в создаваемой ситуации по ограничению выбросов сернистых соединений в атмосферу от судовой энергетики перевод дизелей на газомоторное топливо – насущная необходимость. Необходимо провести работы по разработке типовых проектов переоборудования судов на газ. Выполненные в Московской государственной академии водного транспорта [2, 3, 4] научно-технические проработки использования природного газа на судах не закрывают основные вопросы.

Во-вторых, разработать ведомственную нормативную базу использования газомоторного топлива.

В-третьих, законодательно запретить использование старых судов и произвести их утилизацию.

В-четвертых, создать инфраструктуру для заправки судов сжиженным природным газом [5].

В-пятых, нет рекомендаций, как следует изменить режимы работы дизелей при переходе на природный газ. Что будет с теплонапряжённостью, механической напряжённостью, каковы сорта моторных масел применять наиболее целесообразно, как следует проводить регламентные работы по техобслуживанию дизелей и т.д. На каких режимах проводить переход с дизельного топлива на газо-жидкостное и обратно.

Внедрение газа необходимо начать с судов портового флота. Почему? Потому что, во-первых, дизели на этих судах небольшой мощности и можно использовать аппаратуру, разработанную и предлагаемую на рынке для автомобильного транспорта. Во-вторых, проблема заправки может быть решена на начальном этапе посредством использования автомобильных заправщиков-метановозов. В-третьих, существующие суда не имеют мест для установки ёмкостей для хранения сжиженного или компримированного газа в больших объёмах.

Как показали проведённые предварительные расчёты для буксира водоизмещением 1600 т с двумя главными дизелями мощностью по 1000 кВт, установка двух ёмкостей объёмом по 14 м<sup>3</sup> каждая позволит работать на сжиженном природном газе чуть более двух суток. Это притом, что на дизельном топливе его автономность составляет 20 сут.

Для судов портового флота это не критично, для рыболовных судов прибрежного плавания тоже не критично. Но для судов транспортного флота, судов океанического рыболовства необходимо строить суда-газозаправщики. Это уже относится к технической политике государства.

Необходимо организовать систему переподготовки экипажей судов для обучения их работе на природном газе. Для этого уж сейчас в учебные планы специальности должны быть введены соответствующие курсы. Тренажёры машинного отделения должны иметь возможность моделировать работу не только на дизельном и тяжёлом топливе, но и на природном газе.

Создать теплотехнические партии, способные провести теплотехнические испытания судов, переоборудованных на газ.

### **Заключение**

В настоящее время в России производятся все элементы, необходимые для обеспечения работы на газовом топливе судов небольшого водоизмещения: двигатели, работающие на газомоторном топливе, специальные криогенные ёмкости для хранения сжиженного га-

за, приборы для анализа наличия природного газа в воздухе. Всё это оборудование имеет одобрение Российского Морского Регистра судоходства. Преодоление вышеприведённых проблем уже начато, и можно заключить, что в ближайшем будущем использование природного газа займёт своё место на судах. Технических трудностей и нормативных ограничений по применению на судах этого вида топлива в настоящее время нет [6].

### Список литературы

1. «Газпром» и Mitsui подписали меморандум по исследованиям в области СПГ-бункеровки [Электронный ресурс]: PortNews. Режим доступа: portnews.ru/top\_news/print/225594 (дата обращения 22.08.16).

2. Переоборудование энергоустановок речных теплоходов городских линий Московского региона (на примере теплохода пр. Р-51 «Москва») для работы на сжатом природном газе: отчёт о НИР / Московская гос. академия водного транспорта; рук. Толшин В.И.; отв. исполн.: Епифанов В.С.; исполн.: А.А. Фомин и др. М., 1997. 105 с. № ГР 01.97.0004875.

3. Разработка концепции применения сжиженного природного газа на водном транспорте: отчёт о НИР (заключ.) / Московская гос. академия водного транспорта; рук. Толшин В.И.; отв. исполн.: Епифанов В.С.; исполн.: А.А. Фомин и др. М., 2001. 61 с. № ГР 01.2.00113152.

4. Разработка технических требований к судам, использующим в качестве моторного топлива сжиженный природный газ: отчёт о НИР (заключ.) / Московская гос. академия водного транспорта; рук.: Толшин В.И.; отв. исполн.: Епифанов В.С., науч. консультант: Толшин В.И., исполн.: Крушинский В.В. М., 2005. 159 с. № ГР 0120.0502919.

5. Костылев И.И., Коняев Д.В. Бункеровка как фактор сдерживания применения газового топлива на судах // Вестн. ГУМРФ. 2016. Вып. № 5(39). С. 134–144.

6. Правила Российского Речного Регистра 2008 года издания: в 4 т. Т. 4. ПССП, ПЭБ. Дополнение № 2 «Временные технические требования к судам-газоходам, использующим КПП».

7. Соболенко А.Н., Воробьёв Б.Н. Об организации рабочего процесса при использовании газомоторного топлива в судовых дизелях. Проблемы транспорта Дальнего Востока: докл. двенадцатой Междунар. науч.-практ. конф. 18–20 октября 2017 г. Владивосток: ДВО Российской академии транспорта, 2017. С. 60–64.

8. Rainer Sakowcky. MAN Diesel. PrimeServ Academy Augsburg. 08.07.2013. 56 p.

**Сведения об авторах:** Соболенко Анатолий Николаевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: sobolenko\_a@mail.ru;

Воробьёв Борис Николаевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: vorobjev@msun.ru.

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

---

УДК 35.078.3

**А.Л. Блинова**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## **РЕФОРМА СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРОЛЯ (НАДЗОРА) ЗА СОБЛЮДЕНИЕМ ОБЯЗАТЕЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ, УСТАНОВЛЕННЫХ К РЫБЕ И РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ**

*Проведен анализ реформы в государствах-членах Евразийского экономического союза (ЕАЭС) системы государственного контроля и надзора за соблюдением обязательных требований, установленных к объектам технического регулирования. Обоснована целесообразность применения гармонизированных в рамках Евразийского экономического сообщества прогнозных механизмов управления рисками при планировании государственного контроля и надзора за продукцией. Рекомендованы формы и периодичность контрольно-надзорных мероприятий в отношении пищевой рыбной продукции.*

**Ключевые слова:** *государственный контроль (надзор), технические регламенты, Евразийский экономический союз, риск-ориентированный подход.*

**A.L. Blinova**

## **REFORM OF THE STATE CONTROL AND OVERSIGHT SYSTEM FOR COMPLIANCE WITH MANDATORY REQUIREMENTS FOR FISH AND FISH PRODUCTS**

*The analysis of reforms carried out in the member states of the Eurasian Economic Union for (EAEU) of the system of state control and supervision over observance of mandatory requirements, application to technical regulation facilities. The expediency of using the forecasted risk management mechanisms harmonized within the framework of the Eurasian Economic Community in the planning of product control and supervision is substantiated. The forms and frequency of control and supervision measures in the field of food fish products are recommended.*

**Key words:** *state control (supervision), technical regulations, Eurasian Economic Union, risk-oriented approach.*

В условиях свободного рынка первоочередной задачей контрольно-надзорных органов является своевременное определение фальсифицированной и несоответствующей нормам безопасности продукции, которая влечет опасные последствия для здоровья населения, а также ее быстрая изоляция.

В соответствии с Договором о Евразийском экономическом союзе (далее ЕАЭС или Союз) продукция, выпускаемая в обращение на его территории, должна быть безопасной. С целью защиты жизни и здоровья населения в рамках ЕАЭС принимаются технические регламенты (далее ТР). Для рыбы и рыбной продукции нормы безопасности содержатся в техническом регламенте ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции», а также в общих технических регламентах Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011), «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011) и «Пищевая продукция в части ее маркировки» (ТР ТС 022/2011).

Модель контрольно-надзорной деятельности обязывает соответствующие надзорные органы осуществлять с заданной периодичностью сплошные проверки юридических лиц и индивидуальных изготовителей. Это приводит к тому, что количество объектов надзора превышает потенциальные возможности надзорного органа, а значит, не обеспечивает приемлемый уровень безопасности реализуемой продукции посредством проверок. Тотальный контроль безопасности потребительских товаров в условиях значительного и распределенного рынка крайне сложен.

Ситуация усугубляется существенным расширением параметров, которые требуется исследовать при оценке безопасности товара. Адекватные установленным нормам безопасности современные лабораторно-инструментальные исследования, сопровождающие контрольно-надзорные мероприятия, существенно удорожающие процедуру контроля и надзора, должны использоваться исключительно целенаправленно и результативно.

Таким образом, встает проблема обоснованного выбора приоритетов при организации проверок за соблюдением установленных обязательных требований к объектам контроля и надзора. По отношению к пищевой продукции – это требования технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС. Эту проблему можно решить путем введения системы оценки риска при планировании субъектов и объектов надзора, с целью направления основного внимания контрольно-надзорных органов туда, где риск нарушений очевидно выше. Такое решение проблемы называется риск-ориентированным подходом при организации контрольно-надзорных мероприятий.

Целью исследования является определение пути возможного совершенствования контрольно-надзорной деятельности в области государственного контроля и надзора за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС в сфере обращения пищевой продукции на основе разработки рекомендаций по применению риск-ориентированного подхода.

Объект исследования – риск-ориентированный подход при осуществлении государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов Таможенного союза и ЕАЭС.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Обосновать важность введения системы оценки риска при организации государственного контроля и надзора за продукцией (риск-ориентированный подход).
2. Провести анализ степени реализации риск-ориентированного подхода при проведении проверок в государствах-членах Евразийского экономического союза.
3. Разработать рекомендации в области осуществления контроля и надзора за обращаемой на рынке ЕАЭС продукцией с целью гармонизации законодательства государств-членов ЕАЭС в указанной сфере.

Для оптимального использования трудовых, материальных и финансовых ресурсов, задействованных при осуществлении надзорных мероприятий, повышения результативности своей деятельности органы государственной власти при организации государственного надзора, в том числе за соблюдением обязательных требований технических регламентов, должны применять риск-ориентированный подход. Это риск-ориентированное мышление, при котором для принятия решения при планировании контрольно-надзорной деятельности необходимо использовать концепцию риска, т.е. рассматривать и анализировать возможные препятствия в виде событий, их вероятности и последствий.

Риск-ориентированный подход – это метод организации и осуществления государственного контроля (надзора), при котором выбор интенсивности (вида, продолжительности, периодичности) проведения мероприятий по надзору, мероприятий по предотвращению нарушения обязательных требований определяется отнесением деятельности субъекта надзора и реализуемой им продукции к определенной категории риска либо определенному классу опасности [1].

Риск-ориентированный подход должен включать:

- определение и идентификацию возможных рисков при планировании надзорной деятельности;
- оценку риска несоответствия продукции требованиям технических регламентов (степень опасности для потребителя);
- оценку вероятности присутствия в обращении продукции, несоответствующей требованиям технических регламентов на основе определения перечня факторов, повышающих вероятность риска нахождения несоответствующего продукта (группы продуктов) на рынке.

Выполнение этих действий позволит в большей степени:

- защитить потребителей от приобретения не соответствующей нормам безопасности и фальсифицированной продукции;
- оптимизировать затраты органов надзора на проведение проверок, повысить результативность их деятельности;
- снизить издержки проверяемых лиц (организаций и индивидуальных предпринимателей) от взаимодействия с проверяющими органами.

Отнесение к определенному классу (категории) опасности осуществляется органом государственного надзора с учетом тяжести потенциальных негативных последствий возможного несоблюдения юридическими лицами, индивидуальными предпринимателями обязательных требований, а к определенной категории риска – также с учетом оценки вероятности несоблюдения соответствующих обязательных требований.

Органам контроля (надзора) необходимо оценить возможные риски при планировании и проведении проверок. Выбор метода оценки риска должен:

- соответствовать рассматриваемой ситуации;
- предоставлять результаты в форме, способствующей повышению осведомленности о виде риска и способах его обработки;
- обеспечивать прослеживаемость, воспроизводимость и верификацию результатов оценки.

Для целей осуществления государственного контроля (надзора) с применением риск-ориентированного подхода выбрана оценка рисков методом наблюдения в виде составления контрольных листов. Это простая форма идентификации и оценки рисков, позволяющая представить и рассмотреть перечень источников неопределенности с использованием положений нормативных документов в рассматриваемой области.

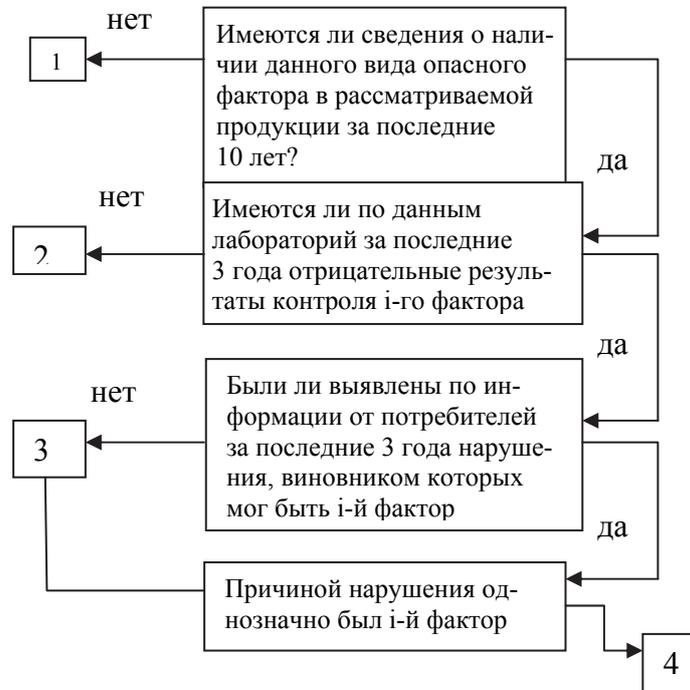
Контрольные листы представляют собой перечни опасностей, которые разрабатывают на основе полученного ранее опыта, результатов предыдущей оценки рисков. Входными данными для контрольного листа является предшествующая информация результатов проверок, обеспечивающая выбор вопросов и разработку значимого контрольного листа. Процесс выполнения метода включает:

- определение области применения контрольных листов;
- составление контрольного листа (составленный ранее контрольный лист не может быть использован при оценке новых опасностей или риска);
- должностные лица органа надзора должны последовательно к каждому элементу процедуры определять, представлен ли этот элемент в контрольном листе.

Выходными данными должны быть перечни опасностей, подлежащих проверке.

Критерии отнесения деятельности проверяемых лиц и выпускаемой ими продукции к определенной категории риска либо определенному классу опасности определяются с учетом вида деятельности предприятия, масштабов производства и степенью опасности/безопасности продукции. Первоначальное определение класса опасности может осуществляться органом надзора на основании имеющейся в его распоряжении информации,

в том числе данных о результатах ранее проведенных проверок. С помощью этих сведений можно оценить вероятность реализации опасных факторов, приводящих к присутствию на рынке опасной продукции. Оценка вероятности реализации опасного фактора приведена схематично на рисунке.



Оценка вероятности реализации опасного фактора  
Assessment of the probability realization of a dangerous factor

Рекомендуемые критерии отнесения деятельности юридических лиц и индивидуальных предпринимателей к определенной категории риска опасности, характеристика риска и, соответственно, целесообразная периодичность проведения плановых проверок в странах, входящих в ЕАЭС, различны.

Любая продукция, на которую разработан и введен в действие технический регламент Таможенного союза (ЕАЭС), должна отвечать его требованиям. Технические регламенты устанавливаются обязательными для применения и исполнения требований к продукции и связанным с требованиями к ней процессам производства (изготовления), хранения, перевозки (транспортирования), реализации и утилизации. Технические регламенты содержат формы оценки соответствия продукции этим требованиям. И если такие формы оценки соответствия, как государственная регистрация, санитарно-ветеринарная экспертиза, подтверждение соответствия гармонизированы в рамках законодательства стран ЕАЭС (прописаны в технических регламентах), то в отношении государственного контроля (надзора) за продукцией и связанным с требованиями к ней вышеперечисленных процессов они не гармонизированы. Так, в отношении пищевой рыбной продукции в соответствующем техническом регламенте ЕАЭС «О безопасности рыбы и рыбной продукции» указывается, что государственный контроль (надзор) осуществляется в соответствии с законодательством государства-члена Союза. Это значит, что одна и та же пищевая рыбная продукция оценивается на соответствие требованиям одного и того же технического регламента в разных странах Союза не одинаково.

Риск-ориентированная модель проверок уже используется в большинстве развитых стран мира. Её применение, по оценкам международных экспертов, позволило сократить общее количество проверок на 30–90 %, а отдельные категории бизнеса, в которых потенциальные риски для безопасности государства и общества минимальны, и вовсе перестали подвергаться плановым проверкам.

Государства-члены Союза также реформируют свое законодательство в сфере надзора за продукцией, находящейся в обращении на рынке, в том числе в части применения риск-ориентированного подхода. Однако механизмы применения такого подхода разрабатываются каждым государством-членом ЕАЭС самостоятельно.

В Российской Федерации вопросам контроля и надзора были посвящены исследования ряда ученых, которые внесли значительный вклад в разработку теоретических проблем контроля и надзора. Вместе с тем многие сферы правового регулирования контроля и надзора на рынке обращения продукции изучены недостаточно, либо остались за рамками научных исследований.

Вопрос о необходимости совершенствования технического законодательства в области надзорной деятельности ставится в течение последних лет Президентом и Правительством Российской Федерации – нужны изменения в законы и подзаконные акты, которые оптимизируют работу надзорных органов. Реформа контрольно-надзорной деятельности входит в число проектов, которые будут реализовываться в рамках работы Президентского совета по стратегическому развитию и приоритетным проектам.

В Российской Федерации впервые о необходимости проведения контрольно-надзорных мероприятий с применением риск-ориентированного подхода на законодательном уровне установлено Федеральным законом от 13.07.2015 № 246-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля». В этом законе установлено, что с 1 января 2018 г. контрольно-надзорные органы при осуществлении отдельных видов государственного надзора должны применять риск-ориентированный подход. Это значит, проводить проверки с интенсивностью, зависящей от отнесения субъекта проверки к определенной категории риска. При этом оценивать возможную частоту возникновения вреда, для того, чтобы в высокие категории риска не попали только объекты с потенциально высоким уровнем вреда.

В целях поэтапного перехода на риск-ориентированную модель проверок Правительство РФ установило, при каких видах государственного контроля и надзора будет применяться соответствующий подход (постановление Правительства РФ от 17 августа 2016 г. № 806 «О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства РФ»). В соответствии с документом указанный подход стал применяться к пяти видам государственного надзора, в том числе к федеральному государственному санитарно-эпидемиологическому надзору, который уполномочена проводить Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). Постановлением Правительства РФ от 02.03.2017 № 245 (ред. от 22.07.2017) «О внесении изменений в постановление Правительства Российской Федерации от 17 августа 2016 г. № 806» установлено, что общее число видов контроля и надзора, которые должны осуществляться с учётом риск-ориентированного подхода, достигло 37, в том числе и ветеринарный надзор, который уполномочена осуществлять Федеральная служба по ветеринарному и фитосанитарному надзору (Россельхознадзор).

Роспотребнадзор и Россельхознадзор осуществляют государственный надзор за соблюдением требований технических регламентов ЕАЭС на пищевую продукцию, в том числе рыбу и рыбную продукцию, в рамках проведения федерального государственного санитарно-эпидемиологического надзора и, соответственно, в рамках проведения федерального государственного ветеринарного надзора, а также регионального ветеринарного надзора.

Правила и критерии отнесения проверяемых объектов к тому или иному классу опасности или категории риска установлены постановлением Правительства Российской Федерации от 17.08.2016 № 806. Все проверяемые объекты разделяются на 6 категорий риска, присваиваемых не только исходя из потенциальной опасности, но и в зависимости от того, насколько часто выявляются нарушения на том или ином объекте.

Объекты классов опасности 1, 2 и 3, риски на которых оцениваются как чрезвычайно высокие, высокие и значительные, должны подвергаться регулярным плановым проверкам, например, лаборатории, работающие с патогенными микроорганизмами (1-й класс опасности). На предприятиях среднего и умеренного риска плановые проверки нельзя будет проводить чаще одного раза в период, предусмотренный конкретным видом госконтроля. А объекты 6-го класса опасности будут освобождены от плановых проверок. Постановление также предусматривает возможность перехода из одной категории риска в другую в зависимости от качества соблюдения обязательных требований.

В Республике Беларусь субъекты государственного надзора делятся на три группы риска: высокая, средняя и низкая. На основании Указа Президента Республики Беларусь от 16.10.2009 № 510 «О совершенствовании контрольной (надзорной) деятельности в Республике Беларусь» органы надзора имеют право проводить плановые проверки с периодичностью, указанной в табл. 1.

Таблица 1

### Периодичность проведения плановых проверок

Table 1

#### Periodicity of scheduled inspections

| Группа риска | Периодичность                  | Особые условия   |
|--------------|--------------------------------|--|
| Высокая      | Не чаще одного раза в год      | При отсутствии нарушений законодательства следующая плановая проверка субъекта назначается не ранее чем через два года |
| Средняя      | Не чаще одного раза в три года | При отсутствии нарушений законодательства следующая плановая проверка субъекта назначается не ранее чем через пять лет |
| Низкая       | Не чаще одного раза в пять лет | По мере необходимости  |

В Республике Казахстан субъекты государственного надзора относят к трем группам риска: высокого, среднего и незначительного. Периодичность плановых проверок соответственно один раз в год (при высокой степени риска); один раз в три года (при средней степени риска); один раз в пять лет (при незначительной степени риска).

Кроме того, в Республике Казахстан утверждены критерии оценки степени риска в области технического регулирования:

- объективные, когда степень риска на стадии обращения продукции определяется в зависимости от вероятности причинения вреда жизни и здоровью человека от употребления такой продукции;
- субъективные, установленные в результате проведенных проверок.

В Республике Армения периодичность проведения плановых проверок определяется с учетом степени риска, но не чаще одного раза:

- в год (при высокой степени риска);
- в три года (при средней степени риска);
- в пять лет (при незначительной степени риска).

При такой периодичности проведения плановых проверок надзорные органы обязаны разрабатывать и утверждать в Правительстве Армении листы проверок, так называемые чек-листы, являющиеся основанием для осуществления государственного надзора.

В Республике Кыргызстан проверки проводятся в соответствии с Законом Кыргызской Республики от 25.05.2007 г. № 72 «О порядке проведения проверок субъектов предпринимательства». Уполномоченные органы обязаны сформировать для однородных групп субъектов проверки проверочные листы, которые должны содержать вопросы, касающиеся только обязательных требований. Формы листов утверждаются уполномоченными органами надзора и органами по развитию предпринимательства. Все подлежащие проверке субъекты надзора относятся к одной из трех степеней риска: высокой, средней и незначительной. Если степень риска трудно установить, то данный субъект относится к группе с незначительной степенью риска.

Таким образом, внимание проверяющих органов во всех странах Союза согласно законодательству этих стран должно быть сконцентрировано на объектах (продукции), где нарушение безопасности может привести к наиболее тяжёлым последствиям, а также на злостных нарушителях.

Однако, по мнению автора, учитывая масштабы распространения продукции, специфики контингентов потребителей, известных видов опасностей, результатов контрольно-надзорной деятельности последних лет, к приоритетным видам продукции, экспортируемой странами-членами ЕАЭС на общий рынок [2], необходимо гармонизировать подходы к организации государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов ЕАЭС. При этом использовать мировую практику, в первую очередь, нормативное регулирование в сфере государственного контроля (надзора) Европейской экономической комиссии Организации Объединенных Наций. С этой целью целесообразно разработать Рекомендации по применению прогнозных инструментов управления рисками для целей надзора за обрабатываемой на территории стран Союза продукцией. Органы надзора любого государства-члена Евразийского экономического союза могли бы руководствоваться этими Рекомендациями при планировании своей деятельности на основе прогнозной оценки рисков продукции, подпадающей под их компетентность.

Введение системы оценки риска позволит органам государственного контроля (надзора) государств-членов Союза более тщательно и взвешенно планировать контрольно-надзорные мероприятия и определять необходимость проведения плановых проверок в зависимости от категории субъекта предпринимательской деятельности и степени опасности реализуемого им продукта [3].

В Рекомендациях целесообразно предусмотреть степень:

- опасности продукции, при ее несоответствии нормативным требованиям и, соответственно, помощь в оценке степени опасности продукции;
- вероятности того, что небезопасный продукт находится в обращении и, соответственно, помощь в определении факторов, повышающих вероятность риска присутствия такого продукта на рынке.

Также на основе оценки рисков причинения вреда человеку для пищевых производств, по мнению автора, целесообразно установить периодичность проведения плановых проверок согласно данным, приведенным в табл. 2.

Таблица 2

**Рекомендуемая периодичность проведения плановых проверок объектов надзора  
в соответствии с их классами опасности**

Table 2

**Recommended frequency of scheduled inspections of surveillance facilities  
in accordance with their hazard classes**

| Класс опасности объекта надзора (продукта) | Характеристика потенциального риска | Периодичность плановых проверок                             |
|--|-------------------------------------|---|
| 1-й  | Чрезвычайно высокий                 | Постоянный контроль (один раз в квартал)                    |
| 2-й  | Высокий                             | Не чаще одного раза в год                                   |
| 3-й  | Средний                             | Не чаще одного раза в три года                              |
| 4-й  | Низкий                              | Не чаще одного раза в пять лет или освобождение от проверок |

Пищевую рыбную продукцию следует отнести к 3-му классу опасности с характеристикой потенциального риска как средний, что соответствует проведению плановых проверок не чаще одного раза в три года.

Таким образом, на основе мирового опыта и практики применения риск-ориентированного подхода в странах Союза при контроле и надзоре за обрабатываемой на рынке продукцией, а также дальнейших исследований в этой сфере необходимо разработать Рекомендации по единому подходу к организации государственного контроля (надзора) за соблюдением требований единых технических регламентов Союза. Рекомендации должны содержать определение критериев оценки степени риска (класса опасности продукта) для целей планирования государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов Таможенного и Евразийского экономических союзов. Оценку рисков, присутствующих при осуществлении государственного контроля (надзора) за соблюдением требований технических регламентов, целесообразно проводить методом наблюдений с помощью составления контрольных листов, содержащих все риски. Контрольные листы должны быть разработаны на основе полученного опыта предыдущих проверок, результатов предыдущей оценки рисков, а также включения новых опасностей, выявленных при текущих проверках.

Риск-ориентированный подход при проведении государственного контроля (надзора) за безопасностью продукции позволит повысить в целом защищенность государств-членов Союза и их населения за счет повышения эффективности контрольно-надзорной деятельности и оптимизировать трудовые и финансовые ресурсы проверяющих органов государств-членов Союза.

### Список литературы

1. О применении риск-ориентированного подхода при организации отдельных видов государственного контроля (надзора) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации: Федер. закон от 17 августа 2016 г. № 806 (с изменениями на 2 марта 2017 г.) // Доступ из СПС «КонсультантПлюс».
2. Об итогах взаимной торговли товарами Евразийского экономического союза. URL:[http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr\\_i\\_makroec/dep\\_stat/tradestat/analytics/Documents/Analytics\\_I\\_201506.pdf](http://www.eurasiancommission.org/ru/act/integr_i_makroec/dep_stat/tradestat/analytics/Documents/Analytics_I_201506.pdf) (дата обращения: 11.08.2015).
3. Шаккалиев А.А., Бурмистров В.А., Климов А.А. Риск-ориентированный подход при организации государственного контроля // Стандарты и качество. 2017. № 11. С.78–82.

**Сведения об авторе:** Блинова Анна Лобсановна, старший преподаватель, e-mail: al\_blinova@mail.ru.

УДК 664.95

**В.Д. Богданов, А.А. Симдянкин**

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

### **ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧАСТКА ПО ПРОИЗВОДСТВУ СУХОГО КОНЦЕНТРАТА ТРЕПАНГА**

*Произведен подбор оборудования для обеспечения технологического процесса производства сухого концентрата трепанга производительностью 250 кг по сырью. Высокое качество готового продукта обеспечивается за счет поддержания низкой температуры во время всех технологических операций. Предложено расположение оборудования для получения сухого концентрата трепанга.*

**Ключевые слова:** сухой концентрат трепанга, оборудование, замораживание, измельчение.

**V.D. Bogdanov, A.A. Simdiankin**

### **TECHNOLOGICAL SUPPORT OF THE PLANT FOR MANUFACTURE OF DRY CONCENTRATE OF SEA CUCUMBER**

*A selection of equipment for providing the technological process for the production of dry sea cucumber concentrate with a capacity of 250 kg by raw material has been fabricated. High quality of the finished product is ensured by maintaining a low temperature during all technological operations. The location of equipment for obtaining dry sea cucumber concentrate is proposed.*

**Key words:** dry sea cucumber concentrate, equipment, freezing, grinding.

#### **Введение**

Процессы криообработки находят широкое применение в производстве криопорошков из сырья растительного и животного происхождения. Разработанные криопорошки могут быть использованы в качестве вкусоароматических и биологически активных добавок в производстве различных функциональных продуктов.

Основной тенденцией современного производства является переход к частичной и полной автоматизации всех процессов. Это позволяет повысить производительность, снизить количество необходимого персонала, обеспечить производство продукции требуемого качества.

Комплекс автоматического управления технологической линией должен предусматривать получение информации о параметрах процессов производства от оборудования, возможность регулирования заданных параметров как в ручном, так и автоматическом режимах [1].

В Дальрыбвтузе разработана технология сухого концентрата трепанга, технологическая схема представлена на рис. 1 [2]. Проектирование участка по производству сухого концентрата трепанга – один из этапов промышленного внедрения разработанной технологии [3].

Целью настоящей работы является подбор технологического оборудования для обеспечения производства сухого концентрата трепанга.

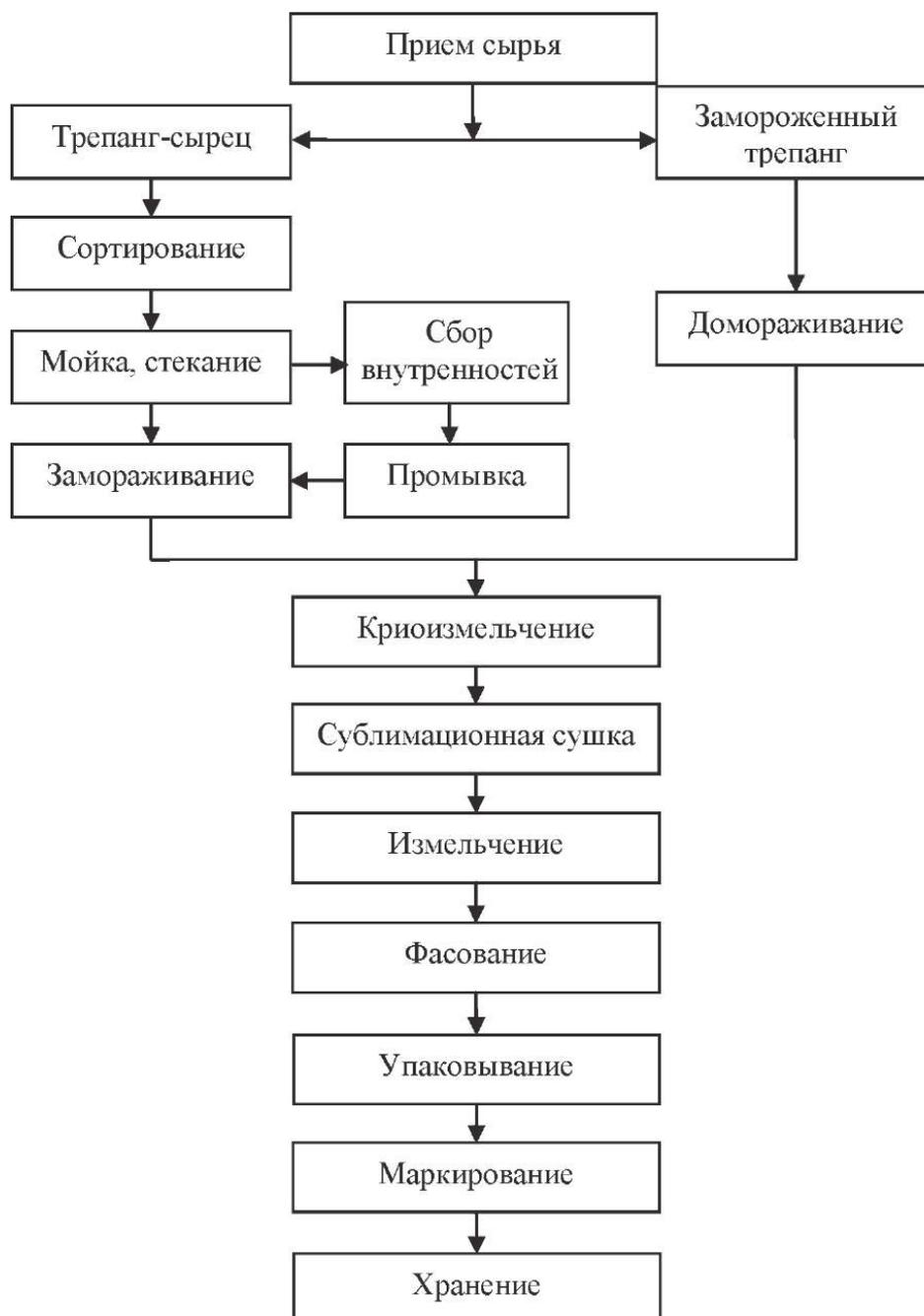


Рис. 1. Технологическая схема кормовой добавки из морских звезд комбинированным способом  
 Fig. 1. Technological scheme of fodder additive from sea stars in a combined way

#### Объекты и методы исследования

Объем вылова дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*) в бухте Северной зал. Славянка (Хасанский район, Приморский край) составляет 15 т в год. Цикл работы линии по производству сухого концентрата трепанга – 3 месяца. Суточное поступление сырья равно 250 кг. Подбор технологического оборудования производился по технологическим операциям (см. рис. 1).

Для выполнения проектных работ использовали методы анализа, сравнения, синтеза, моделирования.

Необходимое количество оборудования непрерывного действия рассчитываем по формуле

$$n = \frac{N}{B_0},$$

где  $n$  – необходимое количество машин и аппаратов;  $N$  – часовая производительность на заданной операции в весовых, объемных или штучных единицах;  $B_0$  – часовая производительность одной машины (аппарата) согласно технической характеристике (в тех единицах, что и  $N$ ).

Количество оборудования периодического действия рассчитывалось по формуле

$$n = \frac{N}{B \cdot \tau},$$

где  $M$  – масса сырья, кг;  $B$  – производительность одной машины;  $\tau$  – продолжительность работы, ч.

### **Результаты и их обсуждение**

При компоновке линии по производству сухого концентрата трепанга выбиралось современное оборудование, обеспечивающее сбор и обработку параметров технологических процессов.

Прием сырья производится в загрузочном бункере в виде треугольной односкатной призмы с выпуском через боковое окно.

Мойка дальневосточного трепанга осуществляется для удаления песка, ила и морской травы. Мойка может осуществляться путем погружения в воду или орошения. В проектируемой линии предлагается использовать моечный барабан. Внутри моечного барабана установлена спиралевидная лента, способствующая продвижению сырца к выходу. В результате движения сырца переворачивается и равномерно промывается водой. Предлагается использовать аппарат CHDWS-2600, машина предназначена для мойки всех видов рыб, производительность 800 кг/ч. Основываясь на расчете необходимых единиц технологического оборудования, принимаем 1 аппарат.

Стекание производится для удаления лишней воды после мойки дальневосточного трепанга. При выдерживании сырья в емкостях с перфорированным дном удаляется до 42 % жидкости.

Замораживание может производиться в воздушных морозильных аппаратах, бесконтактных, контактных аппаратах или скороморозильных аппаратах для замораживания продуктов хладоносителем. Воздушные аппараты – один из самых распространенных типов установок шоковой заморозки. К ним относятся скороморозильные установки туннельного типа, конвейерные и флюидизационные аппараты. Флюидизационные скороморозильные аппараты малой производительности чаще включают в состав автоматизированных производственных линий. Для замораживания нами предлагается использование скороморозильного аппарата с установленной низкотемпературной сплит-системой INTERCOLD, единовременная загрузка – 50 кг, время замораживание – 6 ч. Преимуществами данной системы является компактность, наличие дистанционного пульта управления, позволяющего контролировать основные параметры установки.

Измельчение замороженного трепанга может осуществляться при помощи щековых дробилок, режущих мельниц, ножевых мельниц.

В проектируемой линии предлагается использовать ножевую мельницу GM300, имеющую достаточную мощность и производительность и обеспечивающую измельчение сырья до заданных размеров частиц (от 3 до 20 мм). Потери при измельчении составляют около 2 %. Данная мельница позволяет измельчать замороженное сырье как при помощи резания в обычном режиме, так и при помощи удара – в реверсивном режиме, а также предварительное измельчение в интервальном режиме, она имеет встроенную память для хранения до десяти комбинаций параметров измельчения [4]. Согласно расчету принимаем 2 ножевые мельницы.

Сублимационная сушка продуктов физически состоит из двух основных этапов (замораживание и сушка продукта) и этапа досушивания. Первый этап – это замораживание продукта при температуре ниже его точки затвердевания. Второй этап – сублимирование, удаление льда или кристаллов растворителя при очень низкой температуре, т.е. непосредственно сушка продукта. При этом значительное влияние на качество сухопродукта и на время, требующееся для сушки, имеет этап заморозки. Чем быстрее и глубже замораживается продукт, тем менее крупные кристаллы льда образуются в продукте, тем быстрее они испаряются на втором этапе сушки продукта и тем выше качество получаемого продукта. Так как удаление основной массы влаги из объектов сушки происходит при отрицательных температурах (-20...-30 °С), а их досушивание осуществляется также при щадящем (не выше +32 °С) температурном режиме, то в результате достигается высокая степень сохранности всех биологически ценных компонентов исходного сырья.

В проектируемой линии предлагается использовать промышленную установку лиофильной сушки Scientz 600F производительностью 60 кг/сут. В данной установке температура полок постоянно поддерживается на заданном уровне, измеряется, настраивается и регулируется, что является оптимальным для промышленного производства малых партий и пилотных производств, точность поддержания температуры полок  $\pm 1$  °С. Лيوфильная сушка снабжена большим дисплеем для регулирования процесса сушки. Программное обеспечение позволяет хранить в памяти до 40 различных программ сушки, каждая до 40 уровней задания температуры. Имеется возможность как автоматического, так и ручного управления процессом. Имеется программа, позволяющая определить точку эвтектики замораживаемого продукта [5]. Исходя из расчета, принимаем 3 сушилки.

При сублимационной сушке удаляется до 92 % влаги, содержащейся в трепанге.

После сушки продукт отправляется на повторное измельчение, для чего в линию предлагается включить мельницу УИМ-2 производительностью 80 кг/ч, средний размер фракций после измельчения от 50 до 100 мкм. По расчету предлагается включить в линию 1 аппарат. Фасование сухого концентрата трепанга предлагается осуществлять в капсулы с помощью ручного капсулятора NJP800C производительностью 800 шт./мин. Состав технологической линии по производству сухого концентрата трепанга представлен в таблице.

### Состав технологической линии

#### Structure of technological line

| Наименование        | Марка        | Количество единиц |
|---------------------|--------------|-------------------|
| Моечный аппарат     | CHDWS-2600   | 1                 |
| Морозильный аппарат | INTERCOLD    | 1                 |
| Камера хранения     | -            | 1                 |
| Ножевая мельница    | GM300        | 2                 |
| Леофильная сушка    | Scientz 600F | 3                 |
| Измельчитель        | УИМ-2        | 1                 |
| Капсулятор          | NJP800C      | 1                 |

Компоновка оборудования в технологическую линию по производству сухого концентрата трепанга представлена на рис. 2.

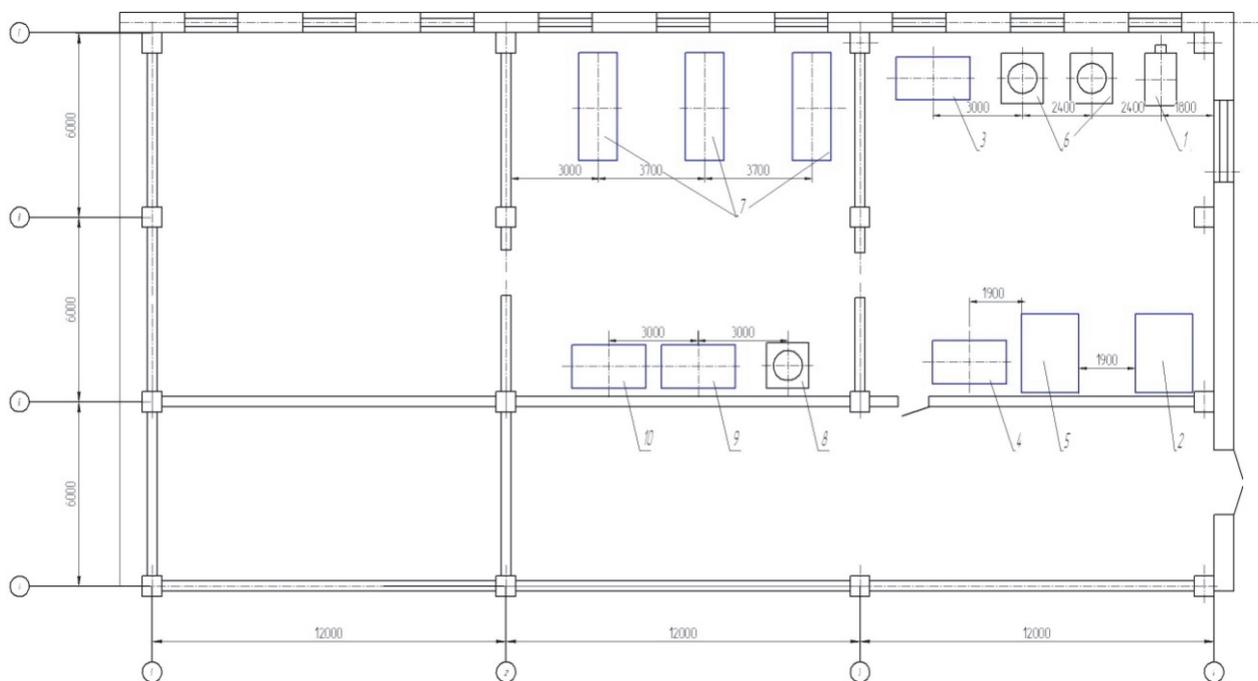


Рис. 2. Расположение оборудования для получения сухого пищевого концентрата из трепанга:

- 1 – моечный аппарат CHDWS-2600; 2 – морозильный аппарат; 3 – выбивка;  
4 – предварительное измельчение; 5 – камера хранения;  
6 – ножовая мельница GM300; 7 – лиофильная сушка Scientz 600F;  
8 – измельчитель УИМ-2; 9, 10 – фасование (капсулирование)

Fig. 2. Location of equipment for obtaining dry food concentrate from trepanga: 1 – CHDWS-2600 washing device; 2 – freezer; 3 – knockout; 4 – preliminary grinding; 5 – the Luggage storage; 6 – knife mill GM300; 7 – freeze drying Scientz 600F; 8 – chopper UIM-2; 9, 10 – packing (encapsulation)

Предложенная компоновка оборудования позволяет производить продукцию в соответствии с СТО 00471515-052-2017.

### Заключение

Подобранное и используемое в данной схеме технологическое оборудование может быть рекомендовано для проектирования участков по переработке трепанга с целью производства СКТ на других предприятиях, осуществляющих переработку водных биологических ресурсов.

### Список литературы

1. Богданов В.Д., Назаренко А.В., Симдянкин А.А. Криотехнология сухого пищевого концентрата из голотурий // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2016. № 38. С. 64–68.

2. Тунгусов Н.Г., Шадрина Е.В., Богданов В.Д. Технологическое обеспечение основных процессов комбинированной технологии производства кормовой добавки из морских звезд // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. № 43. С. 83–88.

3. Аксёнов В.В. Зюбин В.Е. Петухов А.Д. Автоматизация технологических линий производства кормовых паток из зернового сырья с использованием виртуальных объектов // Вестн. Красноярского гос. аграрного ун-та. 2012. № 1. С. 174–177.

4. Официальный сайт компании Retsch [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.retsch.ru/ru/>.

5. Официальный сайт компании Вилитек [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://vilitek.ru/products/liofilnye-sushki/>.

6. Официальный сайт компании Сельма [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.selma.ru/29>.

**Сведения об авторах:** Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;

Симдянкин Андрей Андреевич, старший преподаватель, e-mail: And-sim@mail.ru.

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, 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.

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

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) 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, межстрочный 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 уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

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

Рисунки должны быть представлены в формате \*.jpg или \*.tiff. Подрисовочная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Графики, диаграммы и т.п. рекомендуется выполнять в программах MS Excel или MS Graph. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

### Статья должна включать следующие данные:

1. Индекс УДК (на первой странице в левом верхнем углу).

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

3. Полное название учреждения (место работы), город, почтовый адрес и индекс.

Если авторов несколько и они работают в разных учреждениях, возле названия каждого учреждения и фамилии автора ставится соответствующий надстрочный символ.

4. Над фамилиями авторов справа указывается один из следующих разделов журнала:

- **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.**

5. Заголовок. Название статьи должно быть кратким (не более 10 слов). Заголовок набирают полужирными заглавными буквами. В заголовке не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных.

6. Аннотацию (не более 150–250 слов) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

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

**Введение**

**Объекты и методы исследований**

**Результаты и их обсуждение**

**Выводы**

9. 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].

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

- инициалы и фамилии авторов;
- заглавие статьи;
- текст аннотации;
- ключевые слова (Key words);
- подписи к рисункам и названия таблиц (приводятся в тексте по смыслу).

**Сведения об авторах** приводятся в конце статьи (после списка литературы) и включают в себя: Фамилия, имя, отчество (полностью), научная степень, звание, должность, e-mail.

**В редакцию предоставляются:**

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 3 на CD диске, флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc. Не допускается в одном файле помещать несколько файлов.

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 не требуется сопроводительное письмо).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати с гербовой печатью организации.

5. Заявка (Ф.И.О., город, учреждение, название статьи, название рубрики, контактные (рабочий, сотовый) телефоны, дата подачи статьи).

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

*Пример оформления статьи*

УДК 123

Ихтиология. Экология

**А.А. Иванов<sup>1</sup>, И.Б. Петров<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

<sup>2</sup> Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр,  
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4.

#### **НАЗВАНИЕ СТАТЬИ**

*Аннотация.*

**Ключевые слова:** гидробионты.

Данные на английском языке.

Текст статьи (по ширине страницы) [1, 2, 3].

#### **Список литературы**

**Сведения об авторах:** Иванов Александр Александрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: ivanovaa@mail.ru;

Петров Игорь Борисович, кандидат биологических наук, профессор, научный сотрудник, e-mail: petrov@mail.ru.

Адрес: 690091, Россия, Владивосток, ул. Светланская, 27  
Тел.: (423) 226-65-01, e-mail: nauch-tr@dgtru.ru  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

*Научное издание*

## **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА**

*Научный журнал*

№ 1, 2018

Том 44

Свидетельство Роскомнадзора о регистрации  
ПИ № ФС77-72402 от 5 марта 2018 г.

Подписной индекс 64553  
(каталог агентства «Роспечать»)

Редактор Т.В. Ломакина  
Технический редактор И.Н. Горланова  
Макет, обложка О.В. Нечипорук  
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 22.03.2018. Дата выхода в свет: 29.03.2018.  
Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 11,16. Уч.-изд. л. 9,00.  
Заказ 0682. Тираж 400 экз. (1-й завод 52 экз.). Цена свободная.  
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного  
государственного технического рыбохозяйственного университета  
690000, г. Владивосток, ул. Светланская, 27