

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК  
Камчатского  
государственного  
технического  
университета**



**Научный  
журнал**

---

Основан в 2002 г.

---

**Bulletin of Kamchatka State Technical University**

Журнал размещается  
в Научной электронной библиотеке (договор № 22-02/2011 R от 01.02.2011),  
в международной информационной системе по водным наукам и рыболовству ASFIS  
(Aquatic Sciences and Fisheries Information System) (соглашение от 17.05.2011)

Journal is sited in Scientific electronic library (contract № 22-02/2011 R of 01.02.2011),  
in Aquatic Sciences and Fisheries International Information System ASFIS  
(agreement of 17.05.2011)

**ВЫПУСК**

**30**

**2014**

Петропавловск-Камчатский

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

|                                                  |                                                                                                                                                                                                             |
|--------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Исаков А.Я.</b><br>(главный редактор)         | доктор технических наук, доцент, ректор Камчатского государственного технического университета                                                                                                              |
| <b>Клочкова Н.Г.</b><br>(научный редактор)       | доктор биологических наук, проректор по научной работе Камчатского государственного технического университета                                                                                               |
| <b>Ольхина О.В.</b><br>(ответственный секретарь) | заведующая издательством Камчатского государственного технического университета                                                                                                                             |
| <b>Климова А.В.</b><br>(технический секретарь)   | научный сотрудник отдела науки и инноваций Камчатского государственного технического университета                                                                                                           |
| <b>Адамов Н.А.</b>                               | доктор экономических наук, профессор, генеральный директор ОАО «ИТКОР», член-корреспондент Международной академии менеджмента                                                                               |
| <b>Дьяков Ю.П.</b>                               | доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских биологических ресурсов Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии                                 |
| <b>Кадникова И.А.</b>                            | доктор технических наук, старший научный сотрудник, ведущий научный сотрудник лаборатории проблем рационального использования водорослей Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра |
| <b>Карпенко В.И.</b>                             | доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета                                               |
| <b>Короченцев В.И.</b>                           | доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой приборостроения Дальневосточного федерального университета                                                                                |
| <b>Лобков Е.Г.</b>                               | доктор биологических наук, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета                                                          |
| <b>Мандрикова О.В.</b>                           | доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета                      |
| <b>Огий О.Г.</b>                                 | кандидат социологических наук, доцент, первый проректор Камчатского государственного технического университета                                                                                              |
| <b>Приходько Ю.В.</b>                            | доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой продуктов питания из растительного сырья и технологии живых систем Дальневосточного федерального университета                                       |
| <b>Пюкке Г.А.</b>                                | доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления Камчатского государственного технического университета                                                                                 |
| <b>Токарева Г.А.</b>                             | доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры истории и философии Камчатского государственного технического университета                                                                            |
| <b>Швецов В.А.</b>                               | доктор химических наук, доцент, профессор кафедры электро-и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета                                                                  |
| <b>Шевцов Б.М.</b>                               | доктор физико-математических наук, профессор, директор Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук                               |

## EDITORIAL BOARD

|                                              |                                                                                                                                                                                  |
|----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Isakov A.Y.</b><br>(Editor-in-chief)      | Doctor of Technical Science, Associate Professor, Rector of Kamchatka State Technical University                                                                                 |
| <b>Klochkova N.G.</b><br>(Scientific Editor) | Doctor of Biology, Vice-Rector for Research of Kamchatka State Technical University                                                                                              |
| <b>Olkhina O.V.</b><br>(Executive Secretary) | Head of Publishing House of Kamchatka State Technical University                                                                                                                 |
| <b>Klimova A.V.</b><br>(Technical Secretary) | Researcher of science and innovations department of Kamchatka State Technical University                                                                                         |
| <b>Adamov N.A.</b>                           | Doctor of Economics, Professor, General Director JSC Scientific Research Institute of Economics and Organization of Maintenance Supply, member of CEO                            |
| <b>D'yakov U. P.</b>                         | Doctor of Biology, Senior Researcher of marine biological resources chair of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography                                          |
| <b>Kadnikova I.A.</b>                        | Doctor of Technical Science, Senior Researcher, Leading Researcher of the seaweeds efficient usage problems laboratory of Pacific Research Fishery Centre                        |
| <b>Karpenko V.I.</b>                         | Doctor of Biology, Professor, Professor of water bioresources, fishery and aquaculture chair of Kamchatka State Technical University                                             |
| <b>Korochentzev V.I.</b>                     | Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Head of instrumentation chair of the Far East Federal University                                                                   |
| <b>Lobkov E.G.</b>                           | Doctor of Biology, Professor of water bioresources, fishery and aquaculture chair of Kamchatka State Technical University                                                        |
| <b>Mandrikova O.V.</b>                       | Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of information and telecommunication systems and technologies chair of Belgorod State National Research University   |
| <b>Ogiy O.G.</b>                             | Candidate of Sociology, Associate Professor, Senior Vice Rector of Kamchatka State Technical University                                                                          |
| <b>Prihod'ko J.V.</b>                        | Doctor of Technical Science, Professor, Head of food products from vegetal stuff and alive systems technologies chair of the Far East Federal University                         |
| <b>Pukke G.A.</b>                            | Doctor of Technical Science, Associate Professor, Professor of control systems chair of Kamchatka State Technical University                                                     |
| <b>Tokareva G.A.</b>                         | Doctor of Philology, Associate Professor, Professor of history and philosophy chair of Kamchatka State Technical University                                                      |
| <b>Shvetsov V.A.</b>                         | Doctor of Chemistry, Associate Professor, Professor of ships' electro- and radioequipment chair of Kamchatka State Technical University                                          |
| <b>Shevtsov B.M.</b>                         | Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Director of Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Science |

ISSN 2079-0333

© KamchatSTU, 2014  
© Authors, 2014

## Содержание

### РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Арчибисов Д.А., Касперович Е.В., Лякишев М.С.,  
Петренко О.Е., Швецов В.А.**

|                                                                                                                                                                                                                                                |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Обзор существующих устройств отбора проб донных отложений.<br>Необходимость и направления их модернизации .....                                                                                                                                | 6  |
| <b>Белов О.А.</b><br>Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора .....                                                                                                                                        | 11 |
| <b>Благодорова М.В.</b><br>Разработка технологии сухого низкотемпературного посола лососевых .....                                                                                                                                             | 16 |
| <b>Марченко А.А., Онищенко О.А., Труднев С.Ю.</b><br>Определение параметров напряжения при испытаниях асинхронных электродвигателей<br>под нагрузкой .....                                                                                     | 23 |
| <b>Потапов В.В., Бровкин А.Е., Хорошман Л.М.</b><br>Улучшение качества очистки природных вод на очистных сооружениях МУП «Петропавловский<br>водоканал» при применении коагулянтов и флокулянтов нового поколения .....                        | 29 |
| <b>Родимов Н.В.</b><br>Методы повышения качества и надежности системы энергоснабжения .....                                                                                                                                                    | 34 |
| <b>Труднев С.Ю., Марченко А.А.</b><br>Анализ и исследование параллельной работы синхронного генератора<br>и статического преобразователя .....                                                                                                 | 42 |
| <b>Швецов В.А., Белозёров П.А., Адельшина Н.В., Белавина О.А.,<br/>Петренко О.Е., Шунькин Д.В., Кириосенко В.В.</b><br>Влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала<br>стальных корпусов кораблей и судов ..... | 46 |

### РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Григорьев С.С., Седова Н.А.**

|                                                                                                                                                                                                              |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Таксономическое разнообразие морских рыб северо-востока России<br>на основании распределения ранних стадий развития .....                                                                                    | 55 |
| <b>Ильюшенко Н.А.</b><br>Экологическая емкость урбосистемы города Петропавловска-Камчатского .....                                                                                                           | 64 |
| <b>Климов А.В., Субботин С.И., Смородина Л.Н., Урусова Л.Ф., Тепнин О.Б.</b><br>Результаты учетной траловой съемки в эпипелагиали прибрежных вод<br>западной Камчатки в 2014 г. ....                         | 71 |
| <b>Климова А.В., Очеретяна С.О., Клочкова Н.Г.</b><br>Случай необычного нахождения одноклеточной эндофитной зеленой водоросли<br>в слоевище <i>Saccharina Bongardiana</i> (Phaeophyceae, Laminariales) ..... | 80 |
| <b>Панина Е.Г., Степанов В.Г.</b><br>Видовой состав голотурий дальневосточных морей России:<br>отряд Synaptida (=Apodida) cuénot, 1891 (Holothuroidea: Synaptida) .....                                      | 88 |

### РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

**Ю.С. Морозова**

|                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Отраслевое планирование в Российской Федерации: перспективы реализации<br>в рыбохозяйственном комплексе .....    | 100 |
| <b>О.Г. Огий</b><br>Этническая, религиозная, гражданская идентичности и проблема толерантности на Камчатке ..... | 104 |
| Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей .....                                       | 117 |
| Правила оформления рукописей статей .....                                                                        | 119 |
| Информация об авторах .....                                                                                      | 124 |

# Contents

## SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

|                                                                                                                                                                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Archibisov D.A., Kasperovich E.V., Lyakisnev M.S., Petrenko O.E., Shvetsov V.A.</b><br>Survey of modern sample splitting devices of sea-floor sediments. Necessity and tendencies<br>of their modernization .....                                     | 6  |
| <b>Belov O.A.</b><br>The estimation of technical readiness of the system under “the human factor” influence .....                                                                                                                                        | 11 |
| <b>Blagonravova M.V.</b><br>Development of dry low-temperature salmon salting technology .....                                                                                                                                                           | 16 |
| <b>Marchenko A.A., Onischenko O.A., Trudnev S.U.</b><br>Characterization of voltage during tests of asynchronous electric motors under loading .....                                                                                                     | 23 |
| <b>Potapov V.V., Brovkin A.E., Khoroshman L.M.</b><br>Conditioning of natural water purification at sewage disposal plants of municipal unitary<br>enterprise “Petropavlovsk water utility” with new generation coagulants and flocculants .....         | 29 |
| <b>Rodimov N.V.</b><br>Methods of enhancement and system safety of power supply .....                                                                                                                                                                    | 34 |
| <b>Trudnev S.U., Marchenko A.A.</b><br>Analysis and research of parallel operation of synchronous generator and static converter .....                                                                                                                   | 42 |
| <b>Shvetsov V.A., Belozarov P.A., Adelshina N.V., Belavina O.A., Petrenko O.E.,<br/>Shunkin D.V., Kirnosenko V.V.</b><br>Impact of operator’s qualification on results of protective potential measurements of steel hulls<br>of vessels and ships ..... | 46 |

## SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

|                                                                                                                                                                                                        |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Grigoriev S.S., Sedova N.A.</b><br>Taxonomic variety of marine fishes near north eastern Russia based on distribution of their early stages<br>of development .....                                 | 55 |
| <b>Ilyushenko N.A.</b><br>Ecological capacity of urban system in town Petropavlovsk-Kamchatsky .....                                                                                                   | 64 |
| <b>Klimov A.V., Subbotin S.I., Smorodina L.N., Urusova L.Ph., Tepnin O.B.</b><br>Results of registration trawling shooting in the epipelagic coastal waters<br>of western Kamchatka in 2014.....       | 71 |
| <b>Klimova A.V., Ocheretyana S.O., Klochkova G.</b><br>Case of unusual discovery of unicellular endophytic green algae in frond of <i>Saccharina bongardiana</i><br>(Phaeophyceae, Laminariales) ..... | 80 |
| <b>Panina E.G., Stepanov V.G.</b><br>List of species of the sea cucumbers in the Far-Eastern seas of Russia: the order Synaptida<br>(=Apodida) Cuénot, 1891 (Holothuroidea: Synaptida) .....           | 88 |

## SECTION III. SOCIO-ECONOMIC AND PUBLIC SCIENCES

|                                                                                                                              |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <b>Morozova Y.S.</b><br>Sectoral planning in the Russian Federation: prospects for implementation in the fisheries complex . | 100 |
| <b>Ogij O.G.</b><br>Ethnic, religious, civil identity and the tolerance problem in Kamchatka .....                           | 104 |
| Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication .....                                                       | 117 |
| Manuscripts guidelines .....                                                                                                 | 119 |
| Information about authors .....                                                                                              | 124 |

## РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 556.07 :[502.175:504.51]

Д.А. Арчибисов<sup>1,2</sup>, Е.В. Касперович<sup>1</sup>, М.С. Лякишев<sup>1</sup>, О.Е. Петренко<sup>2</sup>, В.А. Швецов<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море,  
Петропавловск-Камчатский, 683031;

<sup>2</sup> Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: d.a.archibisov@mail.ru

### ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ УСТРОЙСТВ ОТБОРА ПРОБ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ. НЕОБХОДИМОСТЬ И НАПРАВЛЕНИЯ ИХ МОДЕРНИЗАЦИИ

Обосновывается необходимость отбора и анализа проб донных отложений при проведении экологических обследований водных объектов. Рассмотрены существующие устройства для отбора проб донных отложений. Показана актуальность разработки, испытания и внедрения устройств по отбору проб донных отложений, имеющих лучшие характеристики по сравнению с существующими.

**Ключевые слова:** разгрузочный пункт, загрязняющие вещества, нефть и нефтепродукты, донные отложения, устройства по отбору проб.

D.A. Archibisov<sup>1,2</sup>, E.V. Kasperovich<sup>1</sup>, M.S. Lyakishev<sup>1</sup>, O.E. Petrenko<sup>2</sup>, V.A. Shvetsov<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Kamchatka's directorate for technical supply of sea supervision, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031, <sup>2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Survey of modern sample splitting devices of sea-floor sediments. Necessity and tendencies of their modernization**

Necessity of sea-floor sediments sample splitting and analysis during environmental inspection of water bodies was corroborated. Modern sample splitting devices of sea-floor sediments are examined. We demonstrated topicality of development, test and adaptation of devices used for sea-floor sediments sample splitting which have better specifications compared with existing ones.

**Key words:** discharge point, pollutants, oil and petroleum products, sea-floor sediments, sampling devices.

Одним из самых распространенных видов загрязнения морских водных объектов является загрязнение нефтью и нефтепродуктами, которые, как известно, являются основным энергоносителем, особенно в регионах российского Дальнего Востока, где использование других видов топлива (природного газа и т. д.) развито слабо или затруднено. Зачастую в такие регионы, например Камчатский край, нефтяное топливо завозится исключительно морским транспортом, а перевалка нефтепродуктов ведется через морские порты. Повышенная нагрузка по перевалке нефти и нефтепродуктов также ложится на морские порты регионов, в прибрежных шельфовых водах которых ведется добыча углеводородов. В таких случаях в ближайших к местам добычи морских портах часто оборудуются нефтяные терминалы, главная задача которых – перевалка добываемой на шельфе нефти на морской, трубопроводный, железнодорожный и автомобильный транспорт. Одним из таких терминалов является Де-Кастри в Хабаровском крае, запущенный в эксплуатацию в 2006 г. в рамках реализации проекта «Сахалин-1». Добываемая на шельфе о. Сахалина нефть поступает по трубопроводам на терминал, где накапливается в береговых хранилищах, а далее отгружается на морские танкеры. При этом средний грузооборот терминала Де-Кастри составляет 9,5–12 млн тонн в год [1].

Перевалка нефтепродуктов с танкеров и бункеровка судов в морских портах, как правило, осуществляется в отведенных местах – разгрузочных пунктах. Зачастую разгрузочные пункты подвержены хроническому загрязнению нефтепродуктами, попадающими в морскую среду в результате аварий, несанкционированного сброса льяльных вод и образования протечек топлива

(разливы нефти малой интенсивности) [2]. Как показали исследования в разгрузочных пунктах в бухте Авачинская губа, значительное количество загрязняющих веществ, содержащихся в поверхностных водах под слоем пленки нефтепродуктов, накапливается в донных отложениях на месте разлива. Концентрация нефтепродуктов в донных отложениях в некоторых разгрузочных пунктах в 4,6 раза превышала максимальную концентрацию загрязняющего вещества в пробах донных отложений из других районов бухты [3]. Таким образом, результаты исследований указывают на прямую связь между общим состоянием отдельных районов водного объекта (в рассмотренном случае – разгрузочных пунктов с повышенной антропогенной нагрузкой) и содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях этих районов.

Помимо результатов научных исследований, такая связь подтверждается и руководящими документами в области мониторинга состояния водных объектов. Так, в руководящем документе отмечено [4]: «...донные отложения являются важнейшей составляющей водных объектов, в значительной степени определяющей их состояние. В донных отложениях происходит аккумуляция большей части загрязняющих веществ, которые при определенных условиях могут переходить в водную толщу, вызывая ее вторичное загрязнение. Загрязненные донные отложения обычно токсичны и, являясь средой обитания многочисленных классов бентофауны, влияют на их видовой состав, бионакопление наиболее опасных веществ, нарушение цепи биоценоза. Поэтому информация о состоянии водных объектов без учета загрязненности их донных отложений может быть ошибочной».

Таким образом, очевидно, что анализ донных отложений является обязательным при проведении мониторинга водных объектов, экологических исследований, расследовании аварий и фактов загрязнений. Для проведения качественного и количественного анализа необходимо выполнить отбор проб и образцов донных отложений. Для этого требуются соответствующие технические средства, которые выбирают исходя из целей и задач исследования. Так, при оценке поверхностного распределения загрязняющих веществ (например, нефтепродуктов) и для определения степени загрязненности дна в настоящее время пробы отбирают из поверхностного слоя донных отложений. Для этого используют дночерпатели и драги. При определении распределения веществ в толще донных отложений (например, тяжелых металлов) и при исследовании распределения загрязняющих веществ по годам пробы отбирают по слоям донных отложений, применяя стратиметры и трубки различных конструкций [5].

В Камчатском крае отбор проб донных отложений проводится федеральным бюджетным учреждением «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море». Работы выполняются в рамках осуществления уставных функций учреждения (информационное и лабораторно-аналитическое и техническое обеспечение надзора на море и др.). Так, например, в 2009 г. с участием учреждения было реализовано природоохранное мероприятие «Установление источников повышенного риска и оценка воздействия на морскую акваторию Авачинской губы в районах мест бункеровки, разработка программы благоустройства мест бункеровки с целью предупреждения ЧС(Н)», в рамках которого проводилось комплексное обследование разгрузочных пунктов с отбором проб донных отложений. Устройства для отбора проб донных отложений выбирали исходя из целей и задач исследований и состава привлекаемых к работам технических средств. Так как обследование проводилось с применением водолазных работ, то и отбор проб донных отложений производился водолазом одновременно с другими работами. Для этого использовался «Универсальный пробоотборник воды и донных отложений, арт. 12.42», производитель – фирма «Eijkelkamp», Нидерланды.

В процессе отбора проб были выявлены некоторые конструктивные недостатки указанного пробоотборника. Кроме того, водолазные работы дорогостоящи, и их применение специально для отбора проб экономически нецелесообразно. Без водолаза использовать пробоотборник в разгрузочных пунктах в настоящее время не представляется возможным, так как его максимальная рабочая глубина не превышает 5 м. В 2011 г. во время работы в местах аварийных разливов нефтепродуктов предпринимались попытки применения устройства для отбора проб донных отложений, способного работать без привлечения водолаза. С борта катера использовалось устройство «Трубка ГОИНа ТГ-1,5», производитель – ООО «Гидрометеоприбор», г. Санкт-Петербург. Был выявлен ряд недостатков указанного устройства, что позволило, с одной стороны, сделать вывод об ограниченной возможности его применения, а с другой – сформулировать более конкретные требования к устройствам для отбора проб донных отложений.

По выявленным на практике критериям был осуществлен поиск имеющихся на рынке устройств по отбору проб донных отложений, собрана информация об их технических характеристиках, возможностях, конструкции и принципе действия. Информация о результатах такого поиска представлена в таблице.

#### Обзор существующих устройств по отбору проб донных отложений

| № п/п | Название (производитель)                                                 | Принцип действия                                                                                                                                                                                                                         | Преимущества (выявленные при эксплуатации или по техническому описанию устройства)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Недостатки (выявленные при эксплуатации или по техническому описанию устройства)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | Универсальный пробоотборник арт. 12.42 («Eijkkelkamp», Нидерланды)       | Вводится в грунт на жесткой штанге вручную. Пробоотборная трубка сверху запирается перемещаемым вручную поршнем, снизу не запирается                                                                                                     | Выявленные при эксплуатации:<br>1) прозрачные пробоотборные трубки легко заменяются и запираются, удобно транспортируются, позволяют визуально оценивать структуру образцов;<br>2) материалы не подвержены коррозии, легко отмываются;<br>3) простота и удобство использования, прочность и надежность конструкции;<br>4) возможность отбора вязких донных отложений без перемешивания слоев         | Выявленные при эксплуатации:<br>1) глубина пробоотбора не более 5 м, на большей глубине требуется привлечение водолаза;<br>2) нижняя часть пробоотборной трубки не запирается, что ведет к потере образцов грунтов низкой вязкости во время подъема;<br>3) высокая стоимость                                                                                                                                                                                                     |
| 2     | Пробоотборник Бикера арт. 04.23.SA («Eijkkelkamp», Нидерланды)           | Вводится в грунт на жесткой штанге вручную, может добываться кувалдой. Пробоотборная трубка сверху запирается перемещаемым вручную поршнем, снизу – пневматической резиновой мембраной, накачиваемой воздухом от переносного компрессора | Выявленные по описанию устройства:<br>1) прозрачные пробоотборные трубки легко заменяются и запираются, удобно транспортируются, позволяют визуально оценивать структуру образцов;<br>2) материалы не подвержены коррозии, легко отмываются;<br>3) возможность запирающей части трубки, что исключает потерю образцов при подъеме;<br>4) возможность отбора донных отложений без перемешивания слоев | Выявленные по описанию устройства:<br>1) глубина пробоотбора не более 5 м, на большей глубине требуется привлечение водолаза;<br>2) пневматическая система усложняет конструкцию и уменьшает надежность;<br>3) резиновая мембрана подвержена повреждениям;<br>4) высокая стоимость                                                                                                                                                                                               |
| 3     | Трубка ГОИНа ТГ-1 или ТГ-1,5 (ООО «Гидрометеоприбор», Санкт-Петербург)   | Тяжелая (14,5–19 кг) стальная трубка, врезается в грунт под действием собственного веса при свободном падении в воде. Трубка запирается сверху клапаном, снизу не запирается                                                             | Выявленные при эксплуатации:<br>1) возможно использование устройства без привлечения водолазов;<br>2) простота конструкции;<br>3) возможность отбора донных отложений без перемешивания слоев;<br>3) невысокая стоимость                                                                                                                                                                             | Выявленные при эксплуатации:<br>1) нижняя часть пробоотборной трубки не запирается, что ведет к потере образцов грунтов низкой вязкости;<br>2) материалы изготовления подвержены коррозии, после каждого использования необходима консервация/расконсервация;<br>3) наконечник трубки выполнен из мягкого материала и требует постоянного ремонта из-за повреждений о камни и твердые предметы на дне;<br>4) большие масса и габариты затрудняют транспортировку и использование |
| 4     | Дночерпатель штанговый «ГР-91» (ООО «Гидрометеоприбор», Санкт-Петербург) | Заборный ковш подносится ко дну на жесткой штанге. Ковш закрывается пружинным силовым приводом, активируемым с помощью троса                                                                                                             | Выявленные по описанию устройства:<br>1) простота и компактность конструкции;<br>2) невысокая стоимость                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Выявленные по описанию устройства:<br>1) максимальная глубина отбора проб не превышает 4 м;<br>2) невозможность отбора проб с сохранением структуры слоев донных отложений                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |

| № п/п | Название (производитель)                                                                                                                                   | Принцип действия                                                                                                                                                                                                                                            | Преимущества (выявленные при эксплуатации или по техническому описанию устройства)                                                                                                                                                                                                                                  | Недостатки (выявленные при эксплуатации или по техническому описанию устройства)                                                                                                                                                                                          |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5     | Ковшовые дночерпатели различных производителей («ковш Ван Вина», «Eijkelkamp», Нидерланды; дночерпатель бентосный ООО «Гидрометеоприбор», Санкт-Петербург) | С помощью крюка ковш удерживается в раскрытом состоянии. Ковш плавно опускается на дно водоема. При соприкосновении с дном крюк высвобождается и створки ковша плотно захлопываются под действием веса грузов. При подъеме створки ковша стягиваются тросом | Выявленные по описанию устройства:<br>1) относительная простота конструкции;<br>2) возможность работы на больших глубинах;<br>3) невысокая стоимость устройств отечественного производства                                                                                                                          | Выявленные по описанию устройства:<br>1) невозможность отбора проб с сохранением структуры слоев донных отложений;<br>2) возможно вымывание образца при подъеме;<br>3) твердые частицы, камни, попавшие между створками ковша, могут препятствовать его плотному закрытию |
| 6     | Дночерпатели трубчатые типа «ДТ-3» (ООО «Экотекникс», Москва)                                                                                              | Пробоотборник врезается в грунт под действием собственного веса при свободном падении в воде. Дночерпатель обеспечивает сохранность пробы (автоматическая герметизация пробоотборника подпружиненной крышкой)                                               | Выявленные по описанию устройства:<br>1) удобные в работе взаимозаменяемые трубчатые пробоотборные камеры из оргстекла или нержавеющей стали;<br>2) возможность запирания нижней части пробоотборника, что исключает потерю образцов при подъеме;<br>3) возможность отбора донных отложений без перемешивания слоев | Выявленные по описанию устройства:<br>1) при отборе проб донных отложений малой вязкости возможна потеря образца в момент отделения пробоотборника от дна;<br>2) высокая стоимость                                                                                        |

Анализ собранной информации позволяет сделать вывод, что представленные на рынке устройства для отбора проб донных отложений обладают теми или иными недостатками, которые существенно затрудняют их использование для проведения исследований морских водных объектов. Например, устройства штангового типа (трубчатые пробоотборники фирмы «Eijkelkamp», дночерпатель «ГР-91») не удовлетворяют требованиям по рабочей глубине. Максимальная глубина отбора проб такими устройствами не превышает 5–5,5 м, в то время как глубина водного объекта в разгрузочных пунктах даже непосредственно возле причала составляет минимум 6–8 м, а на рейде может достигать 25–28 м. Проблемой устройств трубчатого типа является отсутствие или несовершенство конструкции механизма запирания нижней части пробоотборной трубки, что часто ведет к потере образца при подъеме на поверхность. Ковшовые дночерпатели позволяют успешно решать задачи лишь в тех случаях, когда не требуется проводить отбор проб с сохранением слоев донных отложений.

Из предлагаемых устройств наиболее перспективным представляется трубчатый дночерпатель «ДТ-3», так как он, в соответствии с предоставленным производителем описанием, лишен большинства характерных недостатков и обладает достаточной универсальностью. Тем не менее фактическая пригодность дночерпателей «ДТ-3» (с комплектом дополнительных приспособлений) для отбора проб донных отложений в прикамчатских морских водах может быть проверена только на практике, что затруднено высокой стоимостью и длительными сроками изготовления этого устройства.

В процессе поиска существующих устройств для отбора проб донных отложений также встречалась информация об устройствах, которые были разработаны, изготовлены и опробованы на практике, но в серийное производство и свободную продажу не внедрены. Как правило, такие устройства изготавливаются (в том числе по индивидуальному заказу) в единичных экземплярах и используются различными научно-исследовательскими и проектными организациями для конкретных целей. Большую группу таких устройств составляют пробоотборники, предназначенные для морских инженерно-геологических изысканий. Они характеризуются большими габаритами и массой (от 150 кг), зачастую для их работы требуется электроэнергия или сжатый воздух, поэтому использоваться они могут только с борта судна, оборудованного соответствующими гру-

зоподъемными устройствами и энергетическими системами. Применение таких тяжелых технических средств для отбора проб донных отложений в портовых акваториях и разгрузочных пунктах нецелесообразно или затруднительно.

Для проведения экологических исследований морских водных объектов в прибрежной и портовой зоне требуются устройства небольшой массы и габаритов, способные работать с малых плавсредств и с причала. Указанным требованиям соответствует пробоотборник СПРУТ-2, информация о котором представлена в [6]. Это устройство используется в научно-исследовательских и учебных целях. Пробоотборник СПРУТ-2 выгодно отличается от других подобных устройств рядом конструктивных особенностей (сегментный отсечной механизм в нижней части пробоотборника, быстросъемные пробоотборные гильзы из оргстекла, возможность использования пробоотборника как на очень мягких осадках, так и на плотных грунтах). Вместе с тем пробоотборник СПРУТ-2 выпускался в единичном или мелкосерийном производстве, поэтому он не доступен для свободного приобретения всеми заинтересованными организациями. Очевидно, что помимо разработки и испытаний устройств по отбору проб донных отложений не менее важными задачами являются их внедрение и обеспечение свободного доступа к ним.

Таким образом, донные отложения – один из важнейших показателей в оценке загрязненности морских водных объектов. Для качественной оценки их экологического состояния и последующего мониторинга, включающего количественный химический и биологический анализ, необходим отбор проб донных отложений. Существующие устройства для отбора проб донных отложений обладают различными недостатками, которые существенно усложняют их использование для исследований прибрежных и портовых районов морских водных объектов. Поэтому актуальной задачей является разработка, испытание и внедрение устройств по отбору проб донных отложений, имеющих улучшенные характеристики по сравнению с существующими. При этом разрабатываемые устройства должны соответствовать следующим основным требованиям:

1. Возможность работы на глубинах до 100 м.
2. Способность отбирать пробы как с поверхностного слоя донных отложений, так и с сохранением послойной структуры.
3. Способность работы на донных грунтах различного гранулометрического состава и плотности.
4. Масса и габариты устройства должны позволять работать с малых плавсредств и с причала. Устройство должно обслуживаться одним-двумя операторами и работать без привлечения водолаза.
5. Конструкция должна обеспечивать сохранность пробы при подъеме на поверхность.
6. Материалы изготовления должны быть химически нейтральными, легко очищаться, обладать коррозионной стойкостью.
7. Конструкция должна обладать достаточной простотой и невысокой стоимостью для изготовления в серийном производстве.

Разработка, испытания и внедрение устройств по отбору проб, отвечающих указанным требованиям, позволит с высокой эффективностью проводить исследования донных отложений в прибрежных и портовых районах морских водных объектов и достоверно определять экологическое состояние мест высокой антропогенной нагрузки.

### Литература

1. Патин С.А. Нефтяные разливы и их воздействие на морскую среду и биоресурсы. – М.: ВНИРО, 2008. – 508 с.
2. Касперович Е. В. Техногенное влияние морских транспортных средств на состояние экосистем прикамчатских вод: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 28 с.
3. Касперович Е.В. Загрязнение поверхностных слоев Авачинской губы в районах разливов нефтепродуктов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы IV всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – С. 170–172.
4. РД 52.24.609-2013 Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов.

5. ГОСТ 17.1.5.01-80 Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность.

6. Бураева Е.А. Учебно-методическое пособие к курсу «Радиоэкология» для студентов физического факультета, обучающихся по специальности основного профессионального образования «Радиационная безопасность человека и окружающей среды». Лабораторный спецпрактикум (Методика пробоотбора) [Электронный ресурс]. – Ростов н/Д.: 2007. – URL: [http://sfedu.ru/www/umr.umr\\_show?p\\_startpage=2&p\\_umr\\_name=&p\\_umr\\_author=&p\\_umrc\\_id=&p\\_umrr\\_id=&p\\_per\\_id=5827](http://sfedu.ru/www/umr.umr_show?p_startpage=2&p_umr_name=&p_umr_author=&p_umrc_id=&p_umrr_id=&p_per_id=5827).

УДК 62

**О.А. Белов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: beloff.oo@gmail.ru*

### **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ ГОТОВНОСТИ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА**

Человеческий фактор в любой технической системе является слабоформализуемым явлением и неизбежно делает все такие системы вероятностными. Для определения степени готовности системы и оценки ее технического состояния, наряду с традиционными показателями, необходимо учитывать влияние человеческого фактора. Исходя из вероятностной природы этого явления, обычные методы оценки технической готовности оказываются неэффективными. В статье предлагается методика оценки технической готовности системы с учетом человеческого фактора.

**Ключевые слова:** вероятностный подход, техническая готовность, человеческий фактор, статистическая модель, вариация, коэффициент равномерности, профессиональная подготовка, уровень готовности, прогнозирование.

O.A. Belov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **The estimation of technical readiness of the system under the human factor influence**

The human factor in any technical system is a weakly formalizable phenomenon which inevitably makes such systems probabilistic. The human factor influence along with the other conventional factors must be taken into account for the determination of the readiness level of the system and the estimation its technical condition. Taking into account the probabilistic nature of the given phenomenon, conventional methods of the estimation of the technical readiness turn out to be ineffective. The article presents estimation approach of the technical readiness under the human factor influence.

**Key words:** probabilistic approach, technical readiness, the human factor, the statistical model, variation, the uniformity factor, vocational training, the readiness level, forecasting.

Вероятностные свойства системы, в основе которой лежит диалектическое единство случайного и закономерного, сохраняются при любом уровне изученности системы и при любых методах управления ею. То обстоятельство, что управление процессами обеспечения технической готовности включает в себя в качестве неотъемлемого элемента людей, а функционирование любой системы происходит в процессе принятия этими людьми множества решений, неизбежно делает все такие системы вероятностными. Вероятностный подход, то есть учет роли случайности в формировании изучаемых показателей, их вероятностной природы, отнюдь не тождествен построению вероятностных математических моделей. Это методологический принцип, основанный на определенной массовости и устойчивости явлений, связанных с обеспечением технической готовности и процессами подготовки обслуживающего персонала [1].

Человеческий фактор является особой группой объективно существующих явлений, влияющих на уровень технической готовности и взаимосвязанных с материальной и организационной структурами изучаемых объектов. В массовых процессах, связанных с человеческим фактором, распределения вероятностей и их параметры проявляются как устойчивые характеристики совокупностей, в виде определенных статистических закономерностей [2].

Первый шаг по пути от объекта моделирования к статистической модели – построение системы количественных характеристик, описывающих свойства изучаемых явлений и процессов. Возникающие при этом трудности связаны, прежде всего, с чрезвычайной сложностью процессов управления людьми. В результате любые, самые совершенные количественные показатели лишь частично отражают объективные свойства системы. Решение проблемы выбора адекватных показателей не может быть найдено только формальными приемами, оно должно базироваться также на качественном анализе сущности происходящих явлений [3].

Хотя значения номинальных качественных признаков не допускают количественного измерения, для статистического моделирования нужно представить эти признаки числами. Количественное представление номинальных качественных признаков может быть выполнено с помощью  $m$ -структурного многомерного накопителя, обобщенная характеристика которого представляется в виде вектора средних значений структурных показателей, то есть частоты (частостей) распределения [4]. Хорошо известно решение для частного случая двух групп (бинарных) отношений, у которых дисперсия вычисляется по формуле:

$$\tau = \omega(1 - \omega_1) = \omega_1\omega_2, \quad (1)$$

где  $\omega_i = \frac{f_i}{n}$ . Здесь  $\omega_i$  – частости соответствующей группы показателей, которая может быть представлена относительными показателями (например, коэффициентом уровня профессиональной подготовки персонала);  $n$  – объем совокупности;  $f_i$  – частота  $i$ -й группы.

Поэтому признаки вариации показателей могут быть построены на основе сопоставления фактической частоты с частотами (частостями) равномерного распределения или нормативными требованиями по качеству или уровню технической готовности. Именно на этом принципе основан предлагаемый ниже коэффициент равномерности уровня технической готовности (КУТГ), который характеризует концентрацию частот в отдельных группах показателей [5]. Так как группы по номинальному признаку перестановочны, то проранжируем частости в возрастающем порядке и вычислим кумулятивные частоты  $\omega_i$ :

$$\omega_i = \sum_{j=1}^i \omega_{ij}, \quad (2)$$

указывающие принадлежность  $j$ -го элемента технической готовности к  $i$ -й группе.

Сумму кумулятивных частостей обозначим через  $K$ :

$$K = \sum_i \omega_i. \quad (3)$$

Эта сумма достигает минимума при концентрации всех частостей в одной группе (после ранжирования), то есть  $\omega_i = \emptyset$ , ( $i = 1, 2, \dots, m$ ),  $m$  – число групп и  $\omega_m = 1$ . Отсюда  $\min(K) = 1$ .

Максимальное значение  $K$  достигается при равномерном распределении коэффициентов носительных показателей. В этом случае  $\omega_i = \frac{1}{m}$ . Кумулятивная частость  $i$ -й группы будет равна:

на:  $\omega_i = \sum_{j=1}^i \frac{1}{m} = \frac{i}{m}$ , а максимальное значение  $K$  определяется так:

$$\max(K) = \sum_{i=1}^m \frac{i}{m} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m i = \frac{m(m+1)}{2m} = \frac{m+1}{2}. \quad (4)$$

Таким образом, показатель  $K$  изменяется от 1 до  $\frac{m+1}{2}$ , интервал изменения  $K$  равен  $(m+1)/2 - 1 = (m-1)/2$ . Вычтя из фактической суммы  $K$  ее минимальное значение и разделив разность на интервал возможного изменения  $K$ , получим КУТГ  $R$ :

$$R = \frac{2(K-1)}{m-1}. \quad (5)$$

Коэффициент  $R$  изменяется в пределах от 0 до 1 и может быть рекомендован как инструмент номинально качественного сравнения уровня технической готовности однотипных систем, например электроэнергетической системы различных судов одного проекта.

При  $R = 0$  вариация отсутствует, то есть все частоты сосредоточены в одной группе, остальные группы имеют нулевую или отрицательную характеристику. Например, для отдельной системы – неудовлетворительное состояние дисциплины, для судна в целом – неудовлетворительная укомплектованность и т. д. При  $R = 1$  – вариация максимальная (равномерное распределение частот в группах, например, уровень профессиональной подготовки  $K \frac{(1)}{\text{кл}} = 0,6 \div 0,4$ ,

$$K \frac{(2)}{\text{кл}} = 0,3 \div 0,5, \quad K \frac{(3)}{\text{кл}} = 0,2 \div 0,4 \text{ и т. д.})$$

Пример расчета  $R$  выполним на основе сравнения уровня технической готовности двух судов одного проекта (табл. 1) применительно к группам факторов, отражающих уровни профессиональной, кадрово-квалификационной и морально-волевой подготовки (цифры условные).

Таблица 1

Определение показателей уровня технической готовности

| Факторы                                                         | Величина    | Судно А                                              |            | Судно Б                                              |            |
|-----------------------------------------------------------------|-------------|------------------------------------------------------|------------|------------------------------------------------------|------------|
|                                                                 |             | Частоты распределения<br>(относительный коэффициент) | $\omega_i$ | Частоты распределения<br>(относительный коэффициент) | $\omega_i$ |
| Объем выполненных элементов (задач) профессиональной подготовки | $x_1$       | 0,7                                                  | 1,0        | 0,3                                                  | 0,52       |
| Качество профессиональной подготовки<br>отл.<br>хор.<br>удов.   | $x_2^{(1)}$ | 0,5                                                  | 1,0        | 0,4                                                  | 0,6        |
|                                                                 | $x_2^{(2)}$ | 0,3                                                  | 0,5        | 0,3                                                  | 0,5        |
|                                                                 | $x_2^{(3)}$ | 0,2                                                  | 0,3        | 0,3                                                  | 0,28       |
| Квалификационный уровень экипажа                                | $x_3$       | 0,7                                                  | 1,0        | 0,5                                                  | 0,8        |
| Кадровая структура экипажа – стаж капитана                      | $x_4$       | 0,8                                                  | 1,0        | 0,7                                                  | 1,0        |
| Морально-волевой и дисциплинарный уровень                       | $x_5$       | 0,5                                                  | 0,7        | 0,8                                                  | 1,0        |
| Итого:                                                          |             | $K_a = 5,5$                                          |            | $K_b = 4,7$                                          |            |

Получаем следующие значения  $R_a$  и  $R_b$ :

$$R_a = \frac{2(K_a - 1)}{\sum x_i - 1} = \frac{2(5,5 - 1)}{12 - 1} = \frac{9}{11} = 0,87, \quad (6)$$

$$R_b = \frac{2(K_b - 1)}{11} = \frac{7,4}{11} = 0,69. \quad (7)$$

Так как  $R_a > R_b$ , то коэффициент равномерности уровня технической готовности судна А выше, чем у судна Б.

Относительные коэффициенты могут быть представлены в следующих группах:

1. *Квалификационные.*

$K_{\text{кл}}^{(1)} = \frac{n_1}{N}$  – относительный показатель специалистов 1 класса.

$N$  – общее число персонала,  $n_1$  – число классных специалистов 1 класса.

$K_{\text{кл}}^{(2)} = \frac{n_2}{N}$  – относительный показатель специалистов 2 класса и т. д.

Аналогично величина относительного квалификационного коэффициента может быть ориентирована на руководящий состав. Дальнейшая декомпозиция коэффициента (его структуризация) может быть выполнена с учетом динамики кадровой структуры, то есть числа классных специалистов по стажу работы (специалистов 1 класса со стажем 10 лет, 15 лет и 20 лет) и представлена в виде  $3 \times 3$  матрицы, то есть 3 классности и 3 варианта стажа работы, что позволяет сформировать и отслеживать кадровую динамику известными методами матричного анализа [6].

2. *Кадровые.*

Коэффициент стажа руководящего состава (звена управления: капитан, старпом, старший механик) в должности, считая 4-летнее нахождение в должности нормативности (период аттестации), тогда

$$K_{\text{кадр}} = \frac{T_d}{48}, \quad (8)$$

где  $T_d$  – время в должности (самостоятельное управление) в месяцах, 48 – аттестационный период (в месяцах). При  $T_d > 48$   $K_{\text{кадр}} = 1$ .

3. *Профессиональные.*

Объем выполнения профессиональной (специальной) подготовки выражается относительным коэффициентом условий обеспечения плановости подготовки по элементам задач в соответствии с курсами подготовки и представляет интегральный показатель, который записывается в виде [7]:

$$K_{\Pi} = \frac{\sum_1^n L_1 + \sum_1^m L_2 + \sum_1^k L_3}{3}, \quad (9)$$

где  $\sum_1^n L_1$  – суммарный удельный объем выполненных элементов по задаче № 1, соответственно

но  $\sum_i^n L_2$ ,  $\sum_i^n L_3$  – для задач № 2 и № 3.

В свою очередь суммарный удельный объем выполненных элементов по любой из задач определяется как отношение фактических выполненных элементов к нормативным по курсу, в зависимости от проекта судна.

Тогда для  $l$ -проекта по  $i$ -задаче удельный объем выполнения программы подготовки может быть записан в виде:

$$x_{li}^e = \frac{\sum n_{\Phi}}{N_n}, \quad i = 1, 2, 3; l = \overline{1M}, \quad (10)$$

где  $N_n$  – общий объем (нормативный по руководящим документам) элементов и специальных упражнений (тренировок) по задаче № 1,  $M$  – число проектов, ориентированных на специальные курсы специальной подготовки.

4. *Качественные.*

Относительный коэффициент качества выполнения задач профессиональной подготовки зависит от величины оценки сданных (принятых) задач. Оценка производится по 4-балльной шкале (отлично, хорошо, удовлетворительно, задача не принята). Непринятая задача в расчет отно-

сительного коэффициента качества не принимается, так как в этом случае  $K_{\text{кп}} = 0$ . Для оставшихся трех уровней качества введем вспомогательный весовой коэффициент  $A_{ij}$ , отражающий связь задачи с оценкой  $x_1, x_2, x_3$ , [6]:

$$A_{ij} = \begin{cases} 1+y, & \text{если } x_1 > x_3 \\ 1, & \text{если } x_1 = x_2, \\ 1-y, & \text{если } x_1 < x_3 \end{cases} \quad (11)$$

где  $0 < y < 1$ ,  $y$  – любое рациональное число в заданном интервале (например 0,5). На основе имеющейся информации по оценкам задач для данного судна (из журнала подготовки экипажа) строится расчетный коэффициент отношения:

$$K_p = \frac{\sum x_1^{(5)}}{\sum x_2^{(3)}} = \frac{x_1 \max}{x_2 \min}, \quad (12)$$

где  $\sum x_1^{(5)}$  – количество сданных элементов (задач) с оценкой «отлично» (max);  $\sum x_1^{(3)}$  – количество сданных элементов (задач) с оценкой «удовлетворительно» (min).

На основе системы сравнений полученных оценок (если получены только отличные оценки, расчет не проводится, и тогда относительный коэффициент качества  $K_{\text{кп}}$  принимается равным единице, то есть  $K_{\text{кп}} = 1$ ). При отсутствии удовлетворительных оценок вводится в качестве min «хорошо», строится матрица  $A = \|a_{ij}\|$  весовых коэффициентов (табл. 2).

Таблица 2

Определение коэффициента качества профессиональной подготовки

| $i \backslash j$ | $x_1$ | $x_2$ | $x_3$ |
|------------------|-------|-------|-------|
| $x_1$            | 1,0   | 1,5   | 1,5   |
| $x_2$            | 0,5   | 1,0   | 0,5   |
| $x_3$            | 0,5   | 1,5   | 1,0   |

Эти коэффициенты позволяют перейти к написанию общего выражения с учетом расчета определителя матрицы, то есть

$$K_{\text{кп}} = \frac{K_p \sqrt{\|a_{ij}\|}}{K_p + 1}. \quad (13)$$

##### 5. Психологические.

Относительный уровень морально-волевого и дисциплинарного состояния экипажа рассчитывается с помощью коэффициента, который учитывает нарушение технологической и трудовой дисциплины (инструкций по обслуживанию, дежурно-вахтенной службы ( $D_t$ ), наличия грубых проступков (пьянство, прогулы и другое) ( $D_r$ ), чрезвычайных проступков ( $D_q$ ), тогда общий показатель может быть расчетом  $n_3$  выражения [8]:

$$K_{\text{уд}} = \frac{P_i N_{\text{л}}}{10D_q + 5D_r + D_t + 3N_{\text{л}}}, \quad (14)$$

где  $P_i$  – общая оценка за дисциплину (уд.),  $N_{\text{л}}$  – общее число личного состава.

##### 6. Общие.

Круговая диаграмма обобщенного коэффициента личностного фактора технической готовности.

При выполнении расчетов показателей получается набор величин, отражающих относительный уровень и позволяющий определить  $R$ . Для возможной геометрической интерпретации и вывода зависимостей для траектории изменения показателей и возможного их прогнозирования необходимо построить графически круговую диаграмму показателей. Эта диаграмма может быть

рекомендована в виде планшета при ручных методах расчета или в виде выходного документа при автоматизированных методах расчета.

В результате данной оценки наглядно отражается уровень технической готовности судна с учетом человеческого фактора, что позволяет прогнозировать возможные технические происшествия и отказы, а также своевременно определять и устранять предпосылки к их возникновению.

### Литература

1. Артамонов А.В., Ванюрихин Г.И. Человеческий фактор и проблемы подготовки специалистов к безопасной деятельности // Сб. материалов 3-й Всерос. науч.-техн. конф. – Л.: Пушкин, 1993. – С. 59–68.
2. Белов О.А. Пути снижения аварийности технических средств ЭМБЧ // Пути и методы повышения качества профессиональной подготовки специалистов: материалы науч.-техн. конф. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2003 – С. 61–64.
3. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьев А.Д. Математические методы в теории надежности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
4. Вопросы математической теории надежности / Е.Ю. Барзилович, Ю.К. Беляев, В.А. Каштанов, И.Н. Коваленко, А.Д. Соловьев, И.А. Ушаков. – М.: Радио и связь, 1983. – 376 с.
5. Белов О.А., Горбачев В.А. Расчетно-аналитические методы прикладных задач безопасности сложных технических систем: метод. пособие. – СПб.: ВМИИ, 2005. – 24 с.
6. Горбачев В.А. Научные основы безаварийной эксплуатации кораблей и технических средств. – СПб.: ВМИИ, 2001. – 124 с.
7. Белов О.А., Горбачев В.А. Предупреждение аварийности объектов транспортных систем: метод. пособие. – СПб.: Академия военных наук, 2005. – 28 с.
8. Китаев-Смык Л.А., Боброва Э.С. Стресс как психологический фактор операторской деятельности // Психологические факторы операторской деятельности. – М.: Наука, 1988. – С. 111–125.

УДК 664.951.2:639.211.2

**М.В. Благоднравова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: mblagonravova@mail.ru*

### РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ СУХОГО НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПОСОЛА ЛОСОСЕВЫХ

В статье приводятся результаты исследований по разработке сухого низкотемпературного посола с использованием крупной соли. Предложенная в статье технология позволяет значительно упростить технологический процесс производства малосоленой рыбы и сокращает его продолжительность, это делает возможным посол непосредственно в местах добычи рыбы, зачастую труднодоступных, что для Камчатки является, безусловно, актуальной задачей.

**Ключевые слова:** посол, биохимическое созревание, малосоленая рыба, буферность, массовая доля соли.

M.V. Blagonravova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Development of dry low-temperature salmon salting technology**

The article deals with research results as for development of dry low-temperature salting with coarse salt. The technology offered in the article allows to simplify technological process of slightly salted fish manufacture considerably and reduces its time. It makes salting possible directly in the places of fish catch which are usually difficult of access that is certainly an actual problem for Kamchatka.

**Key words:** salting, biochemical maturing, slightly salted, buffer capacity, mass fraction of salt.

## Введение

Камчатка – один из последних регионов, где происходит естественное воспроизводство дикого лосося в больших масштабах. На Камчатке воспроизводится около пятой части мировых запасов природного лосося и наблюдается одно из самых больших в мире видовое разнообразие [1].

Лососевые рыбы – важнейший объект промысла в водоемах Камчатки, имеющий наибольшее значение как по объемам промысла и стоимости производимой продукции, так и с точки зрения пищевой ценности. Возможная добыча лососей в камчатских водоемах ежегодно составляет от 110 до 250 тыс. тонн [2]. Наиболее ценные виды лососевых, такие как чавыча и нерка, достигают промысловой численности только в прикамчатских водах [3]. Около 98% вылова лососевых составляют горбуша, кета, нерка и кижуч. Лососевые обладают высокой пищевой и биологической ценностью. Мясо лососевых богато аминокислотами, в том числе незаменимыми, водорастворимыми (В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>12</sub>, РР, пантотеновая кислота) и жирорастворимыми витаминами (А, D, Е) [4].

В то же время недооцененным и не используемым в должной мере является такой важный промысловый вид, как гольцы. Надо отметить, что годовой вылов этих рыб может достигать 0,5–1,5 тыс. тонн. Они широко распространены в водоемах камчатского полуострова, имеют большое видовое разнообразие [5], но при этом промышленной переработки их практически нет. Однако гольцы, как и другие лососевые, обладают высокой пищевой и биологической ценностью, нежным вкусным мясом и могут использоваться для производства соленой, копченой продукции, консервов и кулинарии [1]. В связи с высокой ценностью лососевых большое значение имеет совершенствование технологий их переработки, в частности разработка новых способов посола. При этом необходимо учесть, что посол является основным видом обработки лососевых рыб [6].

Разработанная на настоящий момент технология низкотемпературного посола лососевых путем инъектирования солевого раствора позволяет проводить первичное консервирование лососевых в местах добычи. Данная технология разрабатывалась для нерки, интерес вызывает разработка подобной технологии для гольцов. Вероятно, использование инъектирования в данном случае нецелесообразно. Как известно, оно проводится на оборудовании, которое имеет высокую стоимость, требует технического обслуживания, подготовки мест для размещения оборудования и специалистов для его обслуживания. Так как технология низкотемпературного посола предполагает посол рыбы в местах ее добычи, установка и обслуживание такого высокотехнологичного оборудования в условиях производства зачастую невозможны или вызывают значительные проблемы [7]. Также ценность гольцов значительно ниже нерки, в связи с чем встает вопрос о возможности низкотемпературного посола гольцов путем пересыпания солью, в частности солью крупного помола.

В ходе настоящего исследования впервые изучены процессы, происходящие при совмещенном замораживании и посоле крупной солью с применением подпрессовывания как фактора, ускоряющего процесс просаливания рыбы.

Разработанная технология производства малосоленых гольцов, в которой совмещаются процессы просаливания и замораживания с применением подпрессовывания как фактора, ускоряющего процесс просаливания, а также созревания и размораживания, позволяет упростить технологический процесс и сократить его продолжительность.

## Материалы и методы

Предметом исследования являлся голец-сырец (*Salvelinus*), мороженный и малосоленый голец. При подготовке проб к исследованиям гольца обесшкуривали, потрошили, филетировали и мышечную ткань измельчали на волчке.

При проведении исследований определяли органолептические показатели, массовую долю соли в мясе рыбы, предельное напряжение сдвига мяса рыб (ПНС), буферность. Отбор проб для лабораторных испытаний проводили по ГОСТ 31339–2006 [8]. Определение органолептических показателей проводили по ГОСТ 7631–2008 [9]. Для определения массовой доли хлористого натрия использовали стандартный аргентометрический метод по ГОСТ 7636–85 [10]. Буферность определяли по ГОСТ 19182–89 [11]. Предельное напряжение сдвига (ПНС) оценивали на структурометре СТ–1М методом, основанным на определении усилия нагружения конуса при его внедрении на определенную глубину в пищевой продукт и установлении времени релаксации напряжений, возникших при его деформировании.

Графическая обработка полученных данных проводилась при помощи программы «Microsoft Office Word 2007». Для получения достоверных результатов рассчитывали необходимое число опытов. Цифровые величины, указанные в таблицах и диаграммах, представляют арифметические средние, надежность которых (Р) 0,85–0,95, доверительный интервал ( $\Delta$ )  $\pm 10\%$ .

### **Исследование динамики просаливания рыбы при посоле сухим низкотемпературным способом с применением соли крупного помола**

Целью работы является изучение возможности проведения низкотемпературного посола голец с использованием сухого способа солью крупного помола. При проведении исследований охлажденный голец разделяли на филе с кожей и пересыпали солью помола № 2 с двух сторон в количестве 5% от массы рыбы. Пересыпанную рыбу замораживали до температуры минус 18°C и хранили при этой температуре. В процессе замораживания и холодильного хранения с целью исследования динамики просаливания в рыбе определяли содержание хлорида натрия в наружных и внутренних слоях, а также температуру.

Результаты исследований физико-химических показателей представлены в табл. 1.

*Таблица 1*

**Изменение физико-химических показателей мяса гольца сухого низкотемпературного посола с применением крупной соли в процессе замораживания и последующего холодильного хранения**

| Продолжительность замораживания и последующего холодильного хранения рыбы | Температура в слое мяса рыбы, °C |                 |                       | Содержание хлорида натрия в слое мяса рыбы, % |                 |                       |
|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------------------------------------|-----------------|-----------------------|
|                                                                           | Наружный слой без кожи           | Внутренний слой | Наружный слой с кожей | Наружный слой без кожи                        | Внутренний слой | Наружный слой с кожей |
| 0 ч                                                                       | +4°C                             |                 |                       | 0,3                                           |                 |                       |
| 1 ч                                                                       | –7°C                             | –4°C            | –7°C                  | 4,2                                           | 3,5             | 4,1                   |
| 2 ч                                                                       | –11°C                            | –10°C           | –11°C                 | 5,0                                           | 3,6             | 4,8                   |
| 3 ч                                                                       | –18°C                            | –18°C           | –18°C                 | 5,0                                           | 3,6             | 4,8                   |
| 4 ч                                                                       | –18°C                            | –18°C           | –18°C                 | 5,0                                           | 3,6             | 4,8                   |
| 2 недели                                                                  | –18°C                            | –18°C           | –18°C                 | 5,0                                           | 3,6             | 4,8                   |

Как видно из результатов исследования, уже в процессе замораживания (через 1 ч) содержание соли во всех слоях достигло значений, соответствующих требованиям стандарта для малосоленых лососевых (3–5%) [12]. В то же время интенсивность диффузионно-осмотических процессов через два часа замедлилась и практически не изменялась в течение последующего часа, что, очевидно, связано с понижением температуры в мясе и переходе воды в лед. Через 3 часа температура достигла значений, свойственных мороженой рыбе, и процесс просаливания прекратился.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что сухой посол филе гольца с кожей крупной солью, совмещенный с замораживанием, возможен. В то же время проведенная работа показывает, что, несмотря на то, что при разделке на филе с кожей можно получить продукт, соответствующий требованиям стандарта по массовой доле соли в мясе рыбы, уже в процессе замораживания. Распределение соли в мясе рыбы происходит неравномерно, и в процессе холодильного хранения рыбы при температуре минус 18°C перераспределения соли в мясе не происходит – содержание соли не изменяется послойно в течение последующих двух недель холодильного хранения. В связи с этим дальнейшие исследования были направлены на поиски путей интенсификации процесса просаливания внутренних слоев рыбы в процессе посола, совмещенного с замораживанием. С этой целью предложено использовать подпрессовывание рыбы.

Для проведения исследований голец, разделанный на филе с кожей, пересыпали солью помола № 2 в количестве 3 и 5% от массы рыбы и замораживали в условиях подпрессовывания. Контрольный образец замораживали без подпрессовывания, используя крупную соль в количестве 5% от массы рыбы. Как установлено (рис. 1–3), использование пересыпания солью помола № 2 в условиях подпрессовывания позволяет более равномерно просаливать внутренние и внешние слои, достигая значений содержания соли в мясе, свойственных малосоленой продукции из лососевых (3–5%). В то же время применение меньшего количества соли для пересыпания (3%) не позволяет получить продукцию, соответствующую требованиям стандарта.

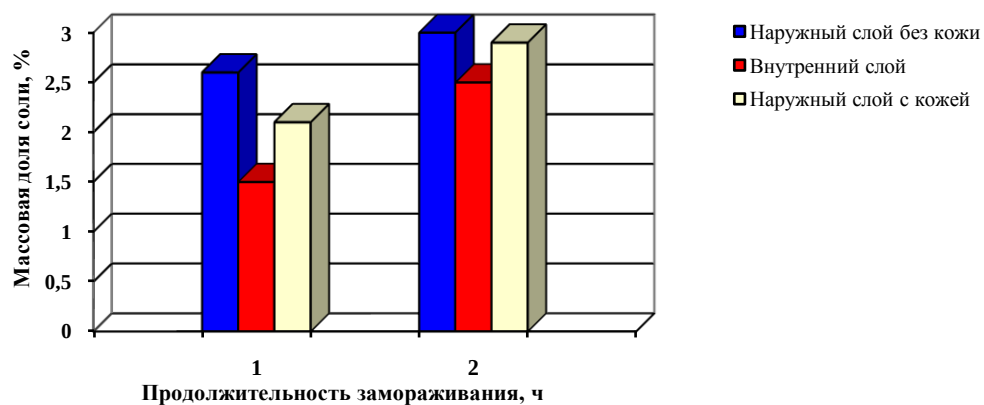


Рис. 1. Изменение массовой доли соли в мясе гольца при использовании сухого низкотемпературного посола с применением крупной соли в количестве 3% от массы рыбы в процессе замораживания в условиях подпрессовывания

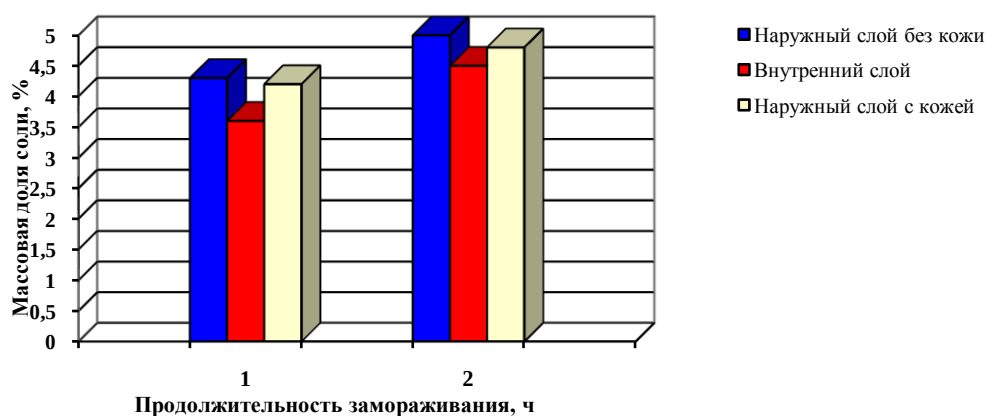


Рис. 2. Изменение массовой доли соли в мясе гольца при использовании сухого низкотемпературного посола с применением крупной соли в количестве 5% от массы рыбы в процессе замораживания в условиях подпрессовывания

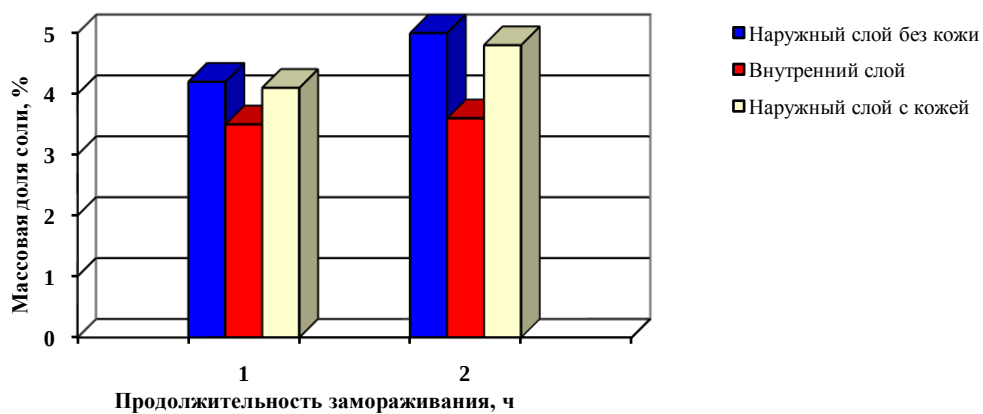


Рис. 3. Изменение массовой доли соли в мясе гольца при использовании сухого низкотемпературного посола с применением крупной соли в количестве 5% от массы рыбы в процессе замораживания без подпрессовывания (контроль)

Как известно, процесс посола состоит из двух протекающих параллельно явлений – просаливания и созревания. В связи с этим необходимо установить, успевает ли рыба созреть в процессе замораживания, совмещенного с просаливанием. Для получения ответа на этот вопрос в процессе замораживания и холодильного хранения определяли буферность как объективный показатель степени созревания рыбы, а также органолептические показатели продукции. Созревание рыбы является сложнейшим комплексом биохимических превращений белков, липидов и углеводов, входящих в состав мяса рыбы. В связи с вышесказанным органолептическая оценка и установление наличия «букета созревания» на настоящий момент является основным способом оценки процессов созревания, несмотря на успехи биохимии и наличие объективных аналитических способов.

Результаты исследований (табл. 2, 3) свидетельствуют об отсутствии процессов биохимического созревания при замораживании и холодильном хранении. Как видно, буферность мяса не изменялась в процессе замораживания и последующего хранения при температуре минус 18°C в течение 2 недель. Полученные результаты коррелируются с органолептической оценкой – появления «букета» созревшего мяса не произошло.

Таблица 2

**Изменение буферности мяса гольцов в процессе замораживания и холодильного хранения, °**

| Продолжительность замораживания и последующего холодильного хранения рыбы | Содержание соли, в % к массе рыбы |    |
|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|----|
|                                                                           | 3                                 | 5  |
| 0 ч                                                                       | 45                                | 45 |
| 1 ч                                                                       | 45                                | 45 |
| 2 ч                                                                       | 45                                | 45 |
| 3 ч                                                                       | 45                                | 45 |
| 4 ч                                                                       | 45                                | 45 |
| 2 недели                                                                  | 45                                | 45 |

Таблица 3

**Органолептическая оценка гольцов в процессе замораживания и холодильного хранения**

| Продолжительность замораживания и последующего холодильного хранения рыбы | Внешний вид поперечного среза | Запах сырости | Консистенция | «Букет» созревшего мяса |
|---------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|---------------|--------------|-------------------------|
| 0 ч                                                                       | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |
| 1 ч                                                                       | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |
| 2 ч                                                                       | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |
| 3 ч                                                                       | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |
| 4 ч                                                                       | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |
| 2 недели                                                                  | Не блестящий                  | Присутствует  | Плотная      | Отсутствует             |

Для установления возможности созревания рыбы в процессе размораживания исследуемые образцы размораживали при температуре 0 – минус 2°C. В процессе размораживания определяли буферность, органолептические показатели, а также предельное напряжение сдвига как показатель изменений упруго-пластичных свойств мяса, происходящих в результате биохимического созревания.

Результаты органолептической оценки малосоленого филе гольцов представлены в табл. 4. Как видно из табл. 4, при размораживании рыбы при температуре 0 – минус 2°C уже через сутки консистенция мяса рыбы становится мягкой и сочной, «букет» созревшего мяса выражен, то есть у рыбы появляются явные органолептические признаки созревания.

Таблица 4

**Органолептическая оценка гольцов сухого низкотемпературного посола после размораживания**

| Температура размораживания, °C | Способ разделки | Количество соли, используемой для пересыпания, % от массы рыбы | Продолжительность размораживания, сут | Консистенция   | «Букет» созревшего мяса |
|--------------------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------|-------------------------|
| 0 – минус 2°C                  | Филе с кожей    | 3                                                              | 1                                     | Мягкая, сочная | Ярко выражен            |
|                                |                 |                                                                | 3                                     |                |                         |
|                                |                 | 5                                                              | 1                                     |                |                         |
|                                |                 |                                                                | 3                                     |                |                         |

Сделанные выводы согласуются с результатами определения ПНС и буферности мяса, приведенными в табл. 5 и 6. Как видно, ПНС плавно снижается в процессе размораживания. Буферность мяса гольцов при этом увеличивается, причем наибольших значений достигает в образце, пересыпанном солью в количестве 3%, что очевидно связано с торможением биохимических процессов созревания под действием более высокой концентрации хлористого натрия.

Таблица 5

**Изменение предельного напряжения сдвига мяса гольцов после размораживания, кПа**

| Продолжительность хранения после размораживания, сут | Количество соли, используемой для пересыпания, в % к массе рыбы |      |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|------|
|                                                      | 3                                                               | 5    |
| 0                                                    | 14,2                                                            | 22,0 |
| 1                                                    | 13,7                                                            | 20,5 |
| 2                                                    | 12,9                                                            | 19,6 |

Таблица 6

**Изменение буферности мяса гольцов после размораживания, °**

| Продолжительность хранения после размораживания, сут | Содержание соли в % к массе рыбы |    |
|------------------------------------------------------|----------------------------------|----|
|                                                      | 2                                | 5  |
| 0                                                    | 45                               | 45 |
| 1                                                    | 52                               | 52 |
| 2                                                    | 58                               | 57 |

Таким образом, установлено, что размораживание малосоленых гольцов возможно совместить с созреванием в течение 1 суток при температуре 0 – минус 2°С и получить продукт полной кулинарной готовности.

На основании проведенных исследований предложена следующая схема технологического процесса получения малосоленого филе гольцов низкотемпературным способом с применением сухой крупной соли (рис. 4).

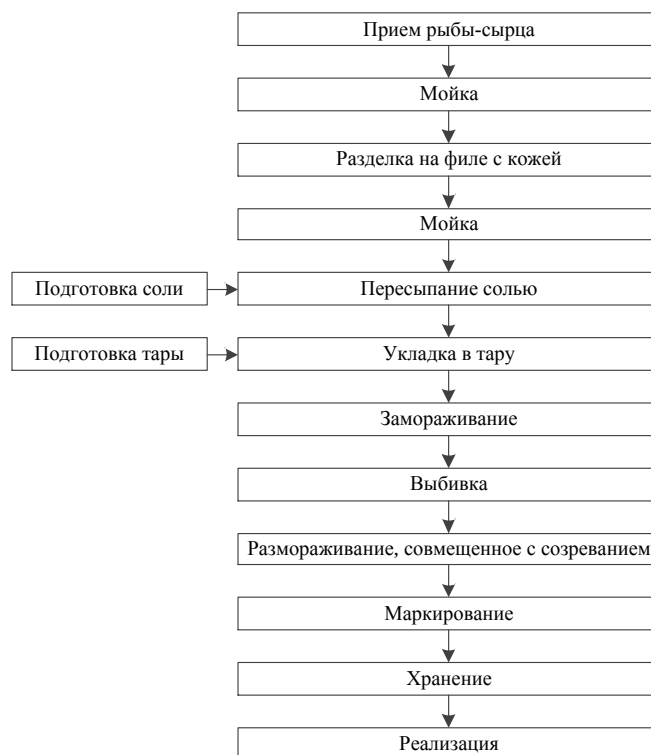


Рис. 4. Технологическая схема сухого низкотемпературного посола лососевых

## Выводы

На основании проведенных исследований установлена возможность сухого низкотемпературного посола гольцов с использованием крупной соли. Доказано, что просаливание происходит в процессе замораживания гольцов, разделанных на филе с кожей. Установлено, что использование подпрессовывания в процессе замораживания позволяет добиться более равномерного распределения соли во внутренних и внешних слоях рыбы.

Проведенные исследования позволили сделать вывод, что в процессе замораживания и последующего хранения при температуре минус 18°C процесс биохимического созревания мяса рыбы не происходит. Доказана возможность созревания рыбы и доведения ее до полной кулинарной готовности в процессе размораживания, совмещенного с созреванием, в течение 1 суток при температуре 0 – минус 2°C. Разработана технологическая схема сухого низкотемпературного посола гольцов крупной солью.

Разработанная технология значительно упрощает технологический процесс и сокращает его продолжительность, что позволит проводить посол гольцов непосредственно в местах добычи рыбы, зачастую труднотупных, что для Камчатки является, безусловно, актуальной задачей.

## Литература

1. *Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г.* Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2005. – 264 с.
2. Информация об итогах работы рыбохозяйственного комплекса Камчатского края в 2012 году [Электронный ресурс]. – URL: ([http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv\\_din&mcont=4575&menu=4&menu2=0&id=169](http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv_din&mcont=4575&menu=4&menu2=0&id=169)).
3. *Карпенко В.И., Рассадников О.А.* Состояние запасов дальневосточных лососей в современный период // Исследование водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2004. – С. 14–21.
4. *Кизеветтер И.В.* Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб Тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
5. *Бугаев В.Ф.* Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.
6. *Благонравова М.В., Маклакова М.А., Максимов С.Г.* Обоснование целесообразности посола гольцов низкотемпературным способом // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – № 13 – С. 10–15.
7. *Богданов В.Д., Благонравова М.В., Салтанова Н.С.* Современные технологии производства соленой продукции из сельди тихоокеанской и лососевых. – Петропавловск-Камчатский: Новая книга, 2007. – 235 с.
8. ГОСТ 31339–2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2007. – 15 с.
9. ГОСТ 7631–2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: ИПК Стандартов, 2008. – 73 с.
10. ГОСТ 7636–85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Изд-во стандартов, 1986. – 170 с.
11. ГОСТ 19182–89. Пресервы рыбные. Методы определения буферности. – М.: Изд-во стандартов. – 1989. – 5 с.
12. ГОСТ 16080–2002. Лососи дальневосточные соленые. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2002. – 11 с.

А.А. Марченко<sup>1</sup>, О.А. Онищенко<sup>2</sup>, С.Ю. Труднев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup>Одесская национальная морская академия,  
Украина, Одесса, 65029  
e-mail: Marchenko29@mail.ru

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПОД НАГРУЗКОЙ

В данной статье рассматривается метод нагружения асинхронного электродвигателя без использования дополнительной нагрузки. В настоящее время получили распространение полупроводниковые преобразователи частоты, позволяющие изменять координаты электропривода в более широком диапазоне. Изменение частоты напряжения напрямую влияет на момент на валу машины и ток электродвигателя. Применяя эти свойства, можно получить средний ток и момент, эквивалентные номинальному току и моменту, что является необходимым при испытании машин после ремонта. Для проверки данной гипотезы авторами была разработана математическая модель асинхронного электродвигателя с возможностью изменения перечисленных параметров. Далее модель была перенесена в программу Simulink для осуществления быстрых расчетов. В рамках исследования решались две основные задачи. Во-первых, опытным путем были определены значения пониженной частоты напряжения. Во-вторых, для определения параметров преобразователя были выявлены значения напряжения, соответствующие номинальному току электродвигателя. Далее для выявления зависимости эксперимент проводился на нескольких электрических двигателях серии 4А различной мощности. Результаты проведенных экспериментов свидетельствуют о возможности получения номинального тока электродвигателя без участия механической нагрузки при циклическом переводе машины в кратковременный генераторный режим.

**Ключевые слова:** асинхронный двигатель, мощность, режим противовключения, номинальный ток, преобразователь частоты, момент, коммутация, частота напряжения.

A.A. Marchenko<sup>1</sup>, O.A. Onischenko<sup>2</sup>, S.U. Trudnev<sup>1</sup> (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; <sup>2</sup>Odessa national maritime academy, Ukraine, Odessa, 65029) **Characterization of voltage during tests of asynchronous electric motors under loading**

Method of asynchronous electric motor loading without use of additional loading is given in the article. At present semiconductor frequency converters allowing to change electric drive characteristics in wider range gained distribution. Voltage frequency variation influences the moment on the machine shaft and electric motor current. Applying these properties it is possible to receive average current and the moment equivalent to rated current and the moment that is necessary at machine repair test. The mathematical model of asynchronous electric motor with possibility of change of the listed parameters was developed by the authors for given hypothesis test. Then the model was transferred to Simulink program for implementation of fast calculations. Two main problems were solved during research. First, values of voltage under frequency were estimated experimentally. Secondly, for estimation of converter's parameters we revealed voltage values corresponding to rated current of the electric motor. Then for detection of dependence experiment was made on several electric motors of type 4A of various capacities. The results of carried out experiments testify to possibility of receiving rated current of the electric motor without mechanical loading at cyclic transfer of the machine to the short-time generating mode.

**Key words:** asynchronous engine, power, opposition circuit mode, rated current, frequency converter, moment, switching, voltage frequency.

Поломки современного асинхронного электропривода чаще всего напрямую связаны с выходом из строя самого асинхронного электродвигателя.

Частое изменение параметров машины вследствие изменения характеристик сети (несинусоидальные формы напряжения и тока), а также вследствие скачкообразного изменения нагрузок является наиболее частой причиной неисправности машины. Кроме того, причиной могут быть износ отдельных частей и ошибки технологии производства электрической машины.

По статистике на флоте рыбной промышленности Дальнего Востока около 32% асинхронных электродвигателей подвергаются ремонту на судоремонтных предприятиях Владивостока, Петропавловска-Камчатского.

Как следствие судовладелец терпит убытки. Затраты на ремонт оборудования существенны (например, перемотка асинхронного двигателя мощностью 5–75 кВт в зависимости от модификации и исполнения обходится от 20 до 40 у.е./кВт), но проведение ремонта во время рейса связано с простоем оборудования, что в условиях промысла недопустимо. Кроме того, на большинстве судов не предусматривается оборудование для ремонта электродвигателей и отсутствует соответствующий персонал.

Своевременное определение неисправности электродвигателя может существенно уменьшить риск выхода всего электропривода и простоя судна в целом.

Наиболее перспективно проверять электрические машины под номинальным током, что соответствует работе машины под нагрузкой в составе электропривода [1]. Во-первых, это позволит определять техническое состояние машины отдельно от исполнительного механизма электропривода, что предотвратит поломку всей системы в случае неисправности электродвигателя. Во-вторых, проверка может проводиться на судоремонтном предприятии, где непосредственно осуществляется ремонт электродвигателей.

Для мониторинга технического состояния важно нагрузить машину, что соответствует получению номинального среднего тока и момента на валу.

Для получения процесса нагружения машины важно получить максимальный момент на валу, независимо от его знака при ограниченном изменении скорости в силу законов механической прочности. Это становится возможным при максимально быстром разгоне или торможении электродвигателя [2].

Известны способы регулирования частоты электродвигателей переменного тока. Самым перспективным является способ изменения частоты питающего напряжения. Для разгона наиболее подходящим является прямой пуск электродвигателя.

Напряжение сети при частотном регулировании с учетом закона Костенко для электропривода в современных преобразователях частоты может варьироваться в некоторых пределах. С учетом этого проведение испытаний электродвигателей под номинальным током требует как можно более точного нахождения оптимального значения частот и напряжений. Ясно, что процессы, проходящие внутри системы при данном виде нагружения, отличаются от процессов в электроприводе. Можно утверждать, что с изменением напряжения в широких пределах возможно получение режима, более схожего с нагрузочным по значениям токов и моментов электродвигателя. Применение данного подхода к проектированию преобразователя частоты обуславливает использование специального преобразователя частоты с определенными параметрами напряжения для определенного типа электродвигателя. С другой стороны, автоматизация процесса испытаний является необходимой в условиях существующей проблемы технического состояния флота и его постоянного ухудшения.

Кроме того, выявление оптимального режима нагружения позволит избежать аварийного режима, так как в тепловом соотношении при слишком больших токах данный режим является опасным и приведет к постепенному выгоранию статорных обмоток. Применение взаимной нагрузки исключает аварийный режим, так как двигатель работает при своих номинальных характеристиках. При существенном несовпадении номинальных данных с полученными в ходе испытаний делается вывод о неисправностях данного электродвигателя. В режиме испытаний с применением искусственного нагружения в условиях переключения с периодичностью в доли секунды визуальное определение неблагоприятного режима может быть проблематичным. Невоспадение номинальных данных и полученных в ходе испытаний с искусственной нагрузкой может свидетельствовать как о неисправности самого двигателя, так и введении электродвигателя в аварийный режим [3].

В настоящее время эта область является неисследованной. Первой задачей исследования являлось определение оптимального значения пониженной частоты напряжения. Для этого проводились эксперименты на всем диапазоне частот с пошаговым уменьшением напряжения для каждой частоты для разработанной модели [4] в программе Simulink (рис. 1).

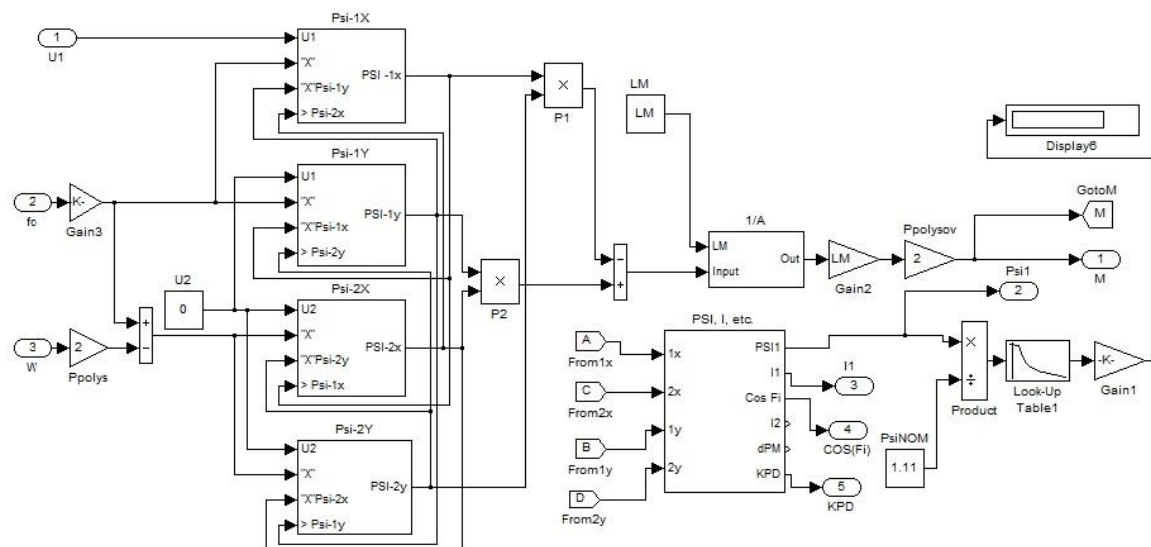


Рис. 1. Модель в Simulink

Результаты представлены в табл. 1. В первой строке записано отношение  $U/U_0$ , где  $U_n$  – номинальное напряжение,  $U_0$  – уменьшенное в ходе эксперимента напряжение. Во второй строке указано значение напряжения в вольтах. В третьей строке указан средний ток для каждого значения напряжения. В первом столбце соотношение  $U/U_0$  соответствует соотношению  $U/f = \text{const}$ . Далее в рамках эксперимента увеличивалось соотношение  $U/U_0$ , соответственно уменьшалось рабочее напряжение для заданной частоты сети.

В табл. 1 представлены результаты по нахождению среднего тока электродвигателя только для наиболее близких значений для данной частоты сети.

Таблица 1

Значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4A80A4

| Для частоты 38 Гц   |      |      |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| $U/U_0$             | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,8  |
| $U$ , В             | 292  | 271  | 253  | 237  | 211  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,91 | 2,97 | 3,31 | 3,45 | 3,65 |
| Для частоты 34 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 2    |
| $U$ , В             | 253  | 237  | 224  | 211  | 190  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 3,22 | 3,28 | 3,34 | 3,46 | 3,52 |
| Для частоты 32 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 1,6  | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2    |
| $U$ , В             | 237  | 224  | 211  | 200  | 190  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 3,44 | 3,52 | 3,58 | 3,63 | 3,71 |
| Для частоты 30 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 1,7  | 1,8  | 1,9  | 2    | 2,1  |
| $U$ , В             | 224  | 211  | 200  | 190  | 181  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 4,52 | 4,58 | 4,62 | 4,66 | 4,71 |
| Для частоты 28 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 1,8  | 1,9  | 2    | 2,1  | 2,2  |
| $U$ , В             | 211  | 200  | 190  | 181  | 173  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 3,5  | 3,6  | 3,7  | 3,8  | 4,02 |
| Для частоты 26 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 1,9  | 2    | 2,1  | 2,2  | 2,3  |
| $U$ , В             | 200  | 190  | 181  | 173  | 165  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 1,98 | 2,18 | 2,24 | 2,38 | 2,55 |
| Для частоты 24 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 2    | 2,1  | 2,2  | 2,3  | 2,4  |
| $U$ , В             | 190  | 181  | 172  | 165  | 158  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,32 | 2,42 | 2,64 | 2,71 | 2,78 |

| Для частоты 22 Гц   |      |      |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| $U/U_0$             | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,6  | 2,7  |
| $U$ , В             | 165  | 158  | 152  | 146  | 141  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,0  | 2,28 | 2,36 | 2,43 | 2,57 |
| Для частоты 20 Гц   |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,8  | 2,9  |
| $U$ , В             | 152  | 146  | 141  | 136  | 131  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 1,81 | 1,84 | 1,89 | 1,94 | 1,97 |

На основании данных таблицы был составлен график, по оси абсцисс которого отложено значение напряжения, по оси ординат – среднее значение тока (рис. 2). Согласно моделированию, оптимальным будет значение тока, близкое к 2,7 А. На графике в рамках допущения 10% выделены границы искомого среднего значения тока при испытаниях методом искусственного нагружения.

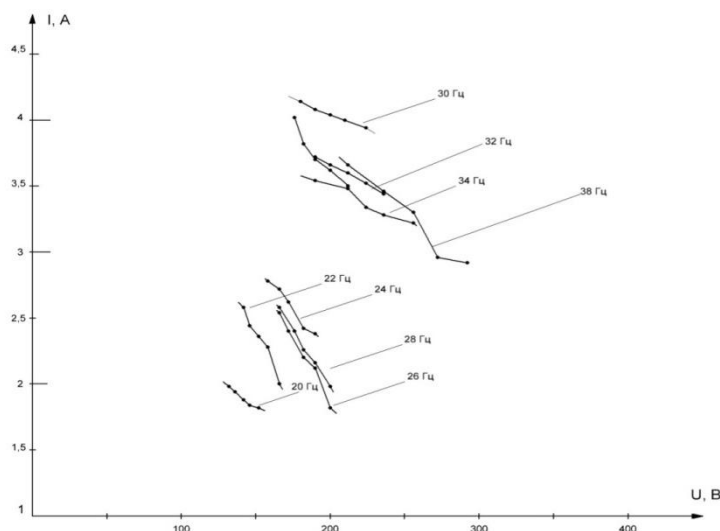


Рис. 2. Зависимость среднего тока электродвигателя серии 4А80А4 от напряжения различных частот

Из результатов проведения эксперимента можно сделать выводы. С уменьшением напряжения средний ток двигателя возрастает, поэтому все графики частот, находящиеся выше границы допустимых значений тока, являются неприемлемыми для дальнейшего изучения.

Как видно из графика, требуемое значение тока может быть получено циклическим переключением с 50 Гц до 38 Гц при  $U/f = \text{const}$ , то есть при напряжении 270 В. Также в диапазон номинального тока попадает нагружение с понижением частоты до 26 Гц при значениях напряжения ниже 165 В, до 24 Гц при напряжении ниже 170 В, до 22 Гц при напряжении ниже 150 В.

Результаты выполнения первой задачи совпадают с результатами, представленными в [5].

Следующей задачей являлось более детальное определение значения напряжения для некоторых видов электродвигателей.

Далее в рамках определения оптимального напряжения более детально рассматривался диапазон от 22 до 26 Гц. Результаты проведения эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2

Уточненные значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4А80А4

| Для частоты 22 Гц   |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| $U/U_0$             | 2,7  | 2,8  | 2,9  | 3    | 3,1  | 3,2  | 3,3  |
| $U$ , В             | 141  | 136  | 131  | 127  | 123  | 119  | 115  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,57 | 2,61 | 2,65 | 2,7  | 2,76 | 2,82 | 2,88 |
| Для частоты 23 Гц   |      |      |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 2,7  | 2,8  | 2,9  | 3    | 3,1  | 3,2  | 3,3  |
| $U$ , В             | 141  | 136  | 131  | 127  | 123  | 119  | 115  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,62 | 2,67 | 2,71 | 2,77 | 2,78 | 2,85 | 2,90 |
| Для частоты 24 Гц   |      |      |      |      |      |      |      |
| $U/U_0$             | 2,2  | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,8  |
| $U$ , В             | 172  | 165  | 158  | 145  | 123  | 119  | 115  |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,64 | 2,71 | 2,78 | 2,82 | 2,84 | 2,87 | 2,93 |

| Для частоты 25 Гц   |      |      |      |      |      |      |     |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|-----|
| $U/U_0$             | 2,2  | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,8 |
| $U$ , В             | 172  | 165  | 158  | 152  | 146  | 141  | 139 |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,65 | 2,7  | 2,77 | 2,84 | 2,92 | 2,97 | 3,2 |
| Для частоты 26 Гц   |      |      |      |      |      |      |     |
| $U/U_0$             | 2,3  | 2,4  | 2,5  | 2,6  | 2,7  | 2,8  | 2,9 |
| $U$ , В             | 165  | 158  | 152  | 146  | 141  | 139  | 131 |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 2,55 | 2,60 | 2,68 | 2,72 | 2,77 | 2,82 | 2,9 |

По полученным данным построен график зависимости среднего тока статора от напряжения преобразователя (рис. 3).

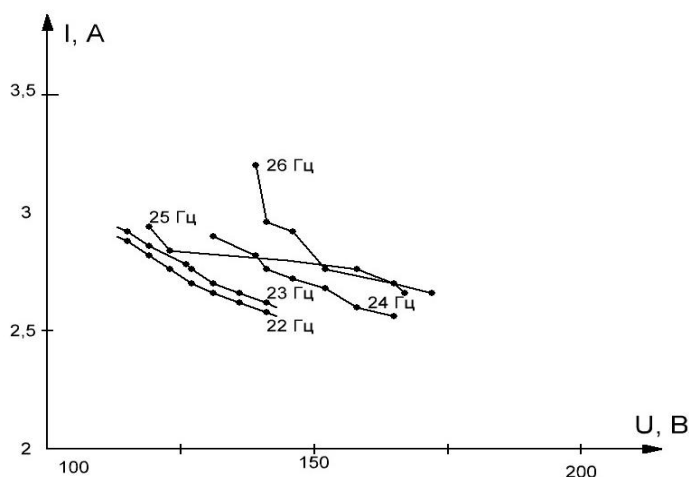


Рис. 3. Уточненная зависимость среднего тока электродвигателя серии 4A80A4 от напряжения различных частот

Из рис. 3 видно, что на всем диапазоне частот от 22–26 Гц средний ток равен номинальному для данного электродвигателя при напряжении ниже 170 В.

Для уточнения полученных данных подобные эксперименты проводились при помощи моделей электродвигателей 4A132S4 мощностью 7,5 кВт и 4A132M4 мощностью 11 кВт. В табл. 3 и 4 приведены уточненные данные для этих электродвигателей.

Таблица 3

**Значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4A132S4**

| Для частоты 24 Гц   |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $U/U_0$             | 2,2   | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   |
| $U$ , В             | 172   | 165   | 158   | 152   | 123   | 119   | 115   |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 12,87 | 13,12 | 13,67 | 14,17 | 14,34 | 14,92 | 15,1  |
| Для частоты 25 Гц   |       |       |       |       |       |       |       |
| $U/U_0$             | 2,2   | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   |
| $U$ , В             | 172   | 165   | 158   | 152   | 146   | 141   | 139   |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 13,77 | 13,90 | 14,24 | 14,48 | 14,87 | 14,97 | 15,22 |
| Для частоты 26 Гц   |       |       |       |       |       |       |       |
| $U/U_0$             | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   | 2,9   |
| $U$ , В             | 165   | 158   | 152   | 146   | 141   | 139   | 131   |
| $I_{\text{ср}}$ , А | 14,27 | 14,42 | 14,73 | 15,10 | 15,32 | 15,68 | 16,1  |

При сравнении результатов для 4A132S4 (рис. 4) и 4A80A4 видно, что средний номинальный ток получен при сбросе до тех же значений частот напряжения в пределах 24–26 Гц. В диапазон номинального тока попадает нагружение с понижением частоты до 26 Гц при значениях напряжения ниже 160 В, до 24 Гц при напряжении ниже 150 В, до 22 Гц при напряжении ниже 100 В.

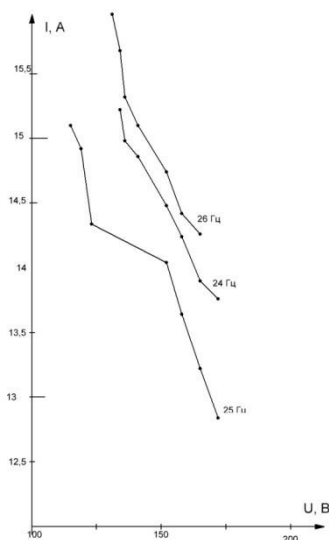


Рис. 4. Зависимость среднего тока электродвигателя серии 4A132S4 от напряжения различных частот

Результаты экспериментов для электродвигателя 4A132M4 приведены в табл. 4 и на рис. 5.

Таблица 4

Значения среднего тока при различных частотах напряжения электродвигателя 4A132M4

| Для частоты 24 Гц |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $U/U_0$           | 2,2   | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   |
| $U, В$            | 172   | 165   | 158   | 152   | 123   | 119   | 115   |
| $I_{ср}, А$       | 19,01 | 19,49 | 19,80 | 20,31 | 20,72 | 21,12 | 21,58 |
| Для частоты 25 Гц |       |       |       |       |       |       |       |
| $U/U_0$           | 2,2   | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   |
| $U, В$            | 172   | 165   | 158   | 152   | 146   | 141   | 139   |
| $I_{ср}, А$       | 19,35 | 19,78 | 20,07 | 20,22 | 20,80 | 21,14 | 21,32 |
| Для частоты 26 Гц |       |       |       |       |       |       |       |
| $U/U_0$           | 2,3   | 2,4   | 2,5   | 2,6   | 2,7   | 2,8   | 2,9   |
| $U, В$            | 165   | 158   | 152   | 146   | 141   | 139   | 131   |
| $I_{ср}, А$       | 20,06 | 20,33 | 20,64 | 21,19 | 21,52 | 21,87 | 22,15 |

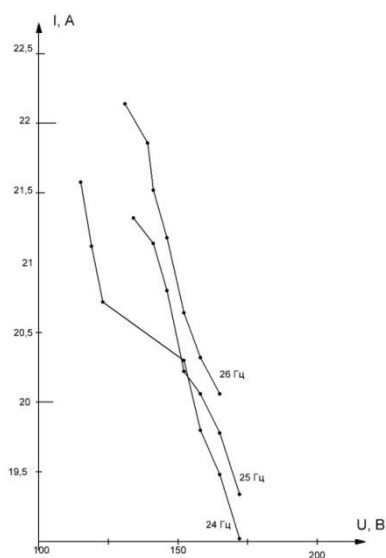


Рис. 5. Зависимость среднего тока электродвигателя серии 4A132M4 от напряжения различных частот

При сравнении полученных зависимостей тока электродвигателя от напряжения можно сделать вывод, что для получения номинального тока электродвигателя данный способ может быть приемлемым. При проведении экспериментов на ряде электродвигателей серии 4А мощностями от 1,1 до 11 кВт видно, что оптимальное значение среднего тока, сравнимое с номинальным значением, попадает в пределы от 22 до 24 Гц при пониженном значении напряжения около 160 В. Полученное значение следует использовать при выборе или проектировании преобразователя для проведения испытаний электродвигателя под нагрузкой.

В ходе исследования были выполнены все поставленные задачи. Во-первых, опытным путем были определены значения пониженной частоты напряжения. Во-вторых, для определения параметров преобразователя были выявлены значения напряжения, соответствующие номинальному току электродвигателя.

После проведения эксперимента на нескольких электрических двигателях серии 4А различной мощности можно сделать вывод о схожести параметров частоты и напряжения для получения номинального среднего тока. Это объясняется зависимостью тока двигателя от электромагнитного момента. Из этого следует, что при проектировании системы испытаний можно использовать средние промежуточные данные для целого ряда асинхронных электродвигателей.

### Литература

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин. 4-е изд. – Л.: Энергоатомиздат, 1984. – С. 351–354.
2. Вольдек А.И. Электрические машины: учеб. для высш. техн. заведений. 3-е изд. – Л.: Энергия, 1978. – С. 510–514.
3. Марченко А.А., Портнягин Н.Н. Моделирование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя // Современные проблемы науки и образования. – Пенза, 2012. – № 6. – С. 125.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: учеб. пособие. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – С. 233–239.
5. Марченко А.А., Портнягин Н.Н. Исследование процесса динамического нагружения асинхронного электродвигателя // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 1–2. – С. 408–412.

УДК 628.3(571.66-25)

**В.В. Потапов<sup>1,2</sup>, А.Е. Бровкин<sup>1</sup>, Л.М. Хорошман<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683012;

<sup>2</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: Nigtc@kgsnet.ru

### **УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОЧИСТКИ ПРИРОДНЫХ ВОД НА ОЧИСТНЫХ СООРУЖЕНИЯХ МУП «ПЕТРОПАВЛОВСКИЙ ВОДОКАНАЛ» ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОАГУЛЯНТОВ И ФЛОКУЛЯНТОВ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

В статье рассматриваются основные проблемы очистки природных вод с применением коагуляции. Приведены результаты экспериментов по применению коагулянтов нового поколения для очистки воды на очистных сооружениях МУП «Петропавловский водоканал». Уделено внимание проблемам очистки природных вод на территории Российской Федерации.

**Ключевые слова:** коагулянт, флокулянт, цветность воды, мутность воды, эффективность очистки.

V.V. Potapov<sup>1,2</sup>, A.E. Brovkin<sup>2</sup>, L.M. Khoroshman<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Scientific research geotechnological centre Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 683012, Petropavlovsk-Kamchatsky; <sup>2</sup>Kamchatka State Technical Uni-

versity, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Conditioning of natural water purification at sewage disposal plants of municipal unitary enterprise “Petropavlovsk water utility” with new generation coagulants and flocculants**

Main problems of natural water purification with coagulation are described in the article. Results of experiments concerning the use of new generation coagulants for water purification at sewage disposal plants of municipal unitary enterprise “Petropavlovsk water utility” are given. Problems of natural water purification on the territory of the Russian Federation are given consideration.

**Key words:** coagulant, flocculant, color of water, turbidity, purification efficiency.

Одним из важнейших факторов национальной безопасности любой страны является обеспечение населения питьевой водой.

В настоящее время в Российской Федерации централизованные системы водоснабжения имеют более тысячи городов (99% от общего количества городов) и около 2000 поселков городского типа (81%). Мощность водопроводов достигла в настоящее время примерно 102,5 млн м<sup>3</sup>/сут, в том числе коммунальных – 53,1 млн м<sup>3</sup>/сут.

Источниками централизованного водоснабжения служат поверхностные воды, доля которых в общем объеме водозабора составляет 68%, и подземные – 32%.

Необходимо отметить, что практически все поверхностные источники водоснабжения в последние годы подвергались существенному воздействию вредных антропогенных факторов. В последние годы заметно прогрессируют загрязнения и подземных вод, которые проникают со сточными и производственными водами в водоносные горизонты.

В настоящее время около 90% поверхностной и не менее 30% подземной воды подвергается обработке с удалением избыточных примесей [1].

Качество воды в природном источнике и в водопроводе после очистки определяется по данным анализа, при этом проба должна отражать действительный средний состав воды. Помимо общих сведений о роде источника, месте и времени отбора пробы в результатах анализа приводятся данные о физических и химических свойствах воды. Однако этих данных недостаточно для выбора рациональной схемы очистки воды, поскольку они не характеризуют ее технологические свойства.

Таким образом, для выяснения технологических свойств конкретного источника необходимо проводить пробное коагулирование, обесцвечивание и т. д. Наличие этих данных позволяет более правильно обосновать выбор метода очистки воды и значение расчетных параметров [2].

Основным технологическим приемом удаления из воды грубодисперсных примесей, находящихся во взвешенном состоянии, и коллоидных органических загрязнений, присутствующих в воде в растворенном виде, является процесс коагуляции за счет введения в воду коагулянтов.

В процессе коагуляционной очистки воды на 90–99% удаляются различные микробиологические загрязнения [1]. Эффективность их удаления зависит от глубины очистки воды по мутности, цветности и перманганатной окисляемости.

Эффективность очистки воды коагуляцией зависит от следующих параметров: температуры, щелочности, ионного состава и рН воды, а также концентрации взвешенных веществ, коллоидных и истинно растворенных органических соединений [3].

Влияние рН среды на очистку воды коагуляцией не вызывает сомнений, однако в реальных условиях эксплуатации сооружений для осветления воды этому параметру не уделяется должного внимания. Определение оптимального значения рН среды для проведения процесса очистки воды коагуляцией является весьма существенным фактором [4].

Для определения эффективности применения коагулянтов при очистке природных вод на территории Камчатского края были выбраны очистные сооружения МУП «Петропавловский водоканал», производящие очистку воды от поверхностных водозаборов Крутоберегово 1 и Крутоберегово 3.

Вода рек Крутоберегово 1 и Крутоберегово 3 отличается достаточно высоким уровнем рН = 7,13–7,6, значениями щелочности в диапазоне 0,60–0,98 мг экв/дм<sup>3</sup>, жесткости – 0,61–0,99 мг экв/дм<sup>3</sup>. В период ледостава (ноябрь – апрель) качество воды характеризуется следующими показателями: прозрачность 30 см, цветность 10–20 град., взвешенные вещества – 1–20 мг/дм<sup>3</sup>.

После вскрытия рек и до ноября цветность возрастает до 40–60 град., прозрачность снижается до 15–20 см. Такое ухудшение качества исходной воды, сохраняющееся в течение всего периода с апреля по ноябрь, объясняется неравномерным таянием снегов, частыми обильными дождями и рядом других факторов. В период повышенной цветности (апрель – октябрь) и увеличения концентрации гумуса преобладают плохо растворимые гуминовые кислоты над хорошо растворимыми фульвокислотами. Средняя молекулярная масса гумусовых кислот в образцах речной воды по данным гель-хроматографии составляет 8–10 кДальтон, гуминовые кислоты преобладают над фульвокислотами. В период повышенной цветности воду поверхностных водотоков Крутоберегово 1 и Крутоберегово 3 следует отнести к типу высокоцветных и маломутных.

Очистные сооружения построены по типовому проекту ВТ-8, разработанному «Гипрокоммун-водоканалом» в 1958 г., и предназначены для обработки воды поверхностного источника. Привязка проекта к местным условиям осуществлена в 1962 г. Проектная производительность очистных сооружений составляет 30 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Фактическая производительность достигает 28 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Пуск и наладка очистных сооружений осуществлялись Дальневосточным участком «Росводоканалналадка» в октябре 1968 г.

В настоящее время на очистных сооружениях ведутся автоматический учет поступающей на очистку воды, контроль за качеством поступающей, подаваемой в сеть воды, воды по этапам обработки. Обработка речной воды осуществляется в период с апреля по ноябрь, в остальное время вода подается в сеть без очистки. Обработка воды производится по двухступенчатой схеме с применением реагентов: коагулянта – сернокислого алюминия; гипохлорита кальция – для обеззараживания воды. Вода от водозаборов поступает по двум водоводам, попадает в диафрагмовый смеситель, перед которым вводятся коагулянт и раствор гипохлорита, далее в камеры реакции (хлопьеобразования), отстойники, скорые фильтры и накапливается в резервуарах чистой воды. Очищенная вода насосами 2-го подъема подается в сеть.

Исходная вода с 1-го ручья Крутоберегово поступает на очистные сооружения самотеком по трубопроводу  $D = 630$  мм, протяженность водовода равна 7 км. Расход воды составляет 850–900 м<sup>3</sup>/час. С 3-го ручья Крутоберегово подача воды осуществляется насосной станцией 1-го подъема по водоводу  $D = 450$  мм и протяженностью 12 км, расход подаваемой воды 350 м<sup>3</sup>/час.

В качестве коагулянта применяется сернокислый алюминий. В состав реагентной установки входят два растворных бака, емкостью 10 м<sup>3</sup> каждый, и два расходных бака, емкостью 8 м<sup>3</sup> каждый. Рабочий раствор 5–6% концентрации. Перемешивание осуществляется воздухом интенсивностью 10 л/с · м<sup>2</sup>. Подача реагента осуществляется в смеситель, который выполнен в виде диафрагмы, установленной на подающем трубопроводе  $D = 600$  мм. Перед смесителем вводятся коагулянт и раствор гипохлорита кальция. Смеситель такого типа обеспечивает достаточное смешение воды с реагентами.

На сооружениях построены и эксплуатируются четыре железобетонные камеры реакции (без слоя взвешенного осадка), совмещенные с горизонтальными отстойниками. Объем каждой камеры 45 м<sup>3</sup>. Распределение воды осуществляется дырчатой трубой  $D = 400$  мм, уложенной в нижней части конического днища. Сбор – четырьмя дырчатыми трубами  $D = 300$  мм с отверстиями  $D = 75$  мм, по горизонтальной образующей.

Наблюдения по всей площади показали, что в камерах реакции не образуются и не формируются хлопья, а наблюдается только помутнение. Плохое хлопьеобразование объясняется низкой температурой воды в летний период и отсутствием флокулирования. Один раз в четыре дня производятся опорожнение и промывка камер от накопившегося осадка.

В работе находятся четыре железобетонных горизонтальных отстойника со встроенными камерами реакции. Каждый отстойник имеет длину 40 м, ширину 6 м. Распределение поступающей из камер реакции и сбор отстоянной воды осуществляется через дырчатые перегородки. Средняя продолжительность отстаивания при поступлении на станцию 1500 м<sup>3</sup>/ч воды составила 2,5 часа, горизонтальные скорости движения воды в пределах 4,3 мм/с. Вода в отстойниках распределяется равномерно. Накопление осадка происходит медленно, это связано с небольшим содержанием взвешенных веществ в воде. Степень очистки составляет 10–20%, из этого следует, что отстойники не обеспечивают нормальной эффективности осветления, в связи с этим возрастает нагрузка на скорые фильтры. Полное опорожнение отстойника производят один раз в год, при этом высота накопленного осадка составляет 30–40 см. Удаление осадка осуществляется через трубу, расположенную в приямке.

На очистных сооружениях имеются 8 скорых фильтров с дренажом большого сопротивления общей площадью 200 м<sup>2</sup>. Дренаж выполнен из 12,0 стальных труб  $D = 150$  мм по 6 с каждой стороны распределительного коллектора  $D = 500$  мм. На каждом боковом ответвлении имеется по 34 отверстия ( $D = 12$  мм), расположенных под углом 45° к нижней образующей. Подача воды и отвод фильтрата осуществляется по трубопроводам  $D = 300$  мм. Для равномерного распределения поступающей и сбора промывной воды в фильтре установлено три сборно-распределительных желоба полукруглого сечения шириной по верху 48 см, высотой прямоугольной части 35 см, высотой полукруглой части 21 см.

Загрузка фильтров выполнена из гранодиоритового песка послойно с уменьшением крупности к поверхности фильтра: 1 слой (верхний) – 0,8 м, частицы песка с размерами 0,8–2 мм; 2 слой – 0,1 м, песок 1,5–3 мм; 3 слой – 0,1 м, песок 2–4 мм; толщина поддерживающего слоя 1,5 м, крупность 30 мм. Общая высота фильтра 2,5 м.

Средняя скорость фильтрации при нормальной работе и подаче воды 1500 м<sup>3</sup>/ч составила 7,5 м/час. Длительность фильтроцикла составляет 24 часа. Промывка осуществляется в течение 6–7 минут от промывного бака емкостью 220 м<sup>3</sup>.

Эксперименты по пробной коагуляции с образцами воды поверхностных водозаборов Крутоберегово 1 и Крутоберегово 3 проведены в период апрель – октябрь 2009 г. В ходе экспериментов был выполнен сравнительный анализ эффективности действия коагулянтов (сернокислый алюминий (СА), оксихлорид алюминия Аква-Аурат 30 (ОХА), гидроксохлорид алюминия (ГОХА)) и совместного действия коагулянтов и флокулянтов (Праестол 650 TR, Праестол 2515 TR). Доля полезного компонента  $Al_2O_3$  в СА наименьшая – 16 масс.%. Доля  $Al_2O_3$  в ОХА – 30 масс.%, в ГОХА – 42 масс.%. Эксперименты выполнены при различных значениях цветности, мутности и температуры природной воды.

В ходе проведения экспериментов производились вычисления эффективности очистки природной воды коагулянтами по цветности  $\mathcal{E}_c$ :

$$\mathcal{E}_c = (C_2 - C_1) / C_1 \cdot 100\%, \quad (1)$$

где  $C_1$  – начальная цветность (град.);  $C_2$  – цветность после добавления коагулянта (град.), а также эффективности очистки природной воды коагулянтами по мутности  $\mathcal{E}_m$ :

$$\mathcal{E}_m = (M_2 - M_1) / M_1 \cdot 100\%, \quad (2)$$

где  $M_1$  – начальная мутность (мг/дм<sup>3</sup>);  $M_2$  – мутность после добавления коагулянта (мг/дм<sup>3</sup>).

Эксперименты показали, что максимальной эффективностью очистки от цветности среди исследованных коагулянтов отличаются СА – 66–91% и ГОХА – 64–84%, минимальная эффективность очистки наблюдалась у ОХА – 46–83,7%. Эффективность очистки по мутности у всех трех коагулянтов была высокой – 70–100%. СА в отличие от ГОХА значительно подкисляет водную среду (в зависимости от расхода коагулянта до pH = 5,0 – 5,8) и характеризуется более высокими значениями остаточной концентрации  $Al^{3+}$ .

Использование флокулянтов серии Праестол 650 TR и 2515 TR при дозе 0,1–0,2 мг/дм<sup>3</sup> позволяет заметно повысить эффективность очистки природной воды коагулянтами от цветности – Праестол 650 TR – от 7% до 26–35%, Праестол 2515 TR – от 7% до 26–35%. Применение флокулянтов увеличивало скорость хлопьеобразования, размер хлопьев осадка, скорость оседания хлопьев и объем осадка.

Результаты проведенных экспериментов с обобщенными данными по обработке коагулянтами и флокулянтами приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Обобщенные результаты обработки воды коагулянтами

| Реагент                        | Температура воды $T$ , °C | $C_1$ , град | $C_2$ (180 мин), град | $M_1$ (30 мин), мг/дм <sup>3</sup> | $M_2$ , мг/дм <sup>3</sup> | $\mathcal{E}_c$ | $\mathcal{E}_m$ |
|--------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|-----------------|-----------------|
| 3мг/л ОХА + 0,1 мг/л Pr650TR   | 13,5                      | 47           | 42,1                  | 0,64                               | 0,75                       | 10              | 0               |
| 4 мг/л ОХА + 0,1 мг/л Pr650TR  |                           |              | 42                    |                                    | 0,55                       | 11              | 14              |
| 3 мг/л ОХА + 0,1 мг/л Pr2515TR |                           |              | 31                    |                                    | 1,18                       | 34              | 0               |
| 4 мг/л ОХА + 0,1 мг/л Pr2515TR |                           |              | 26                    |                                    | 0,5                        | 45              | 22              |
| 3мл ОХА + 0,1 мг/л Pr2515TR    | 12,5                      | 46           | 28                    | 1,19                               | 0                          | 39              | 100             |

| Реагент                        | Температура воды $T$ , °C | $C_1$ , град | $C_2$ (180 мин), град | $M_1$ (30 мин), мг/дм <sup>3</sup> | $M_2$ , мг/дм <sup>3</sup> | Эц  | Эм |
|--------------------------------|---------------------------|--------------|-----------------------|------------------------------------|----------------------------|-----|----|
| 3 мг/л ОХА + 0,2 мг/л Pr2515TR |                           |              | 0                     |                                    | 1,2                        | 100 | 0  |
| 3 мг/л ОХА + 0,3 мг/л Pr2515TR |                           |              | 15                    |                                    | 1,8                        | 67  | 0  |
| 3 мг/л ОХА + 0,4 мг/л Pr2515TR |                           |              | 6                     |                                    | 1,61                       | 87  | 0  |
| 4 мг/л ОХА + 0,1 мг/л Pr2515TR | 14,3                      | 46           | 17                    | 1,19                               | 0,2                        | 63  | 83 |
| 4 мг/л ОХА + 0,2 мг/л Pr2515TR |                           |              | 2                     |                                    | 1,15                       | 96  | 3  |
| 4 мг/л ОХА + 0,3 мг/л Pr2515TR |                           |              | 0,5                   |                                    | 2,2                        | 99  | 0  |
| 4 мг/л ОХА + 0,4 мг/л Pr2515TR |                           |              | 6                     |                                    | 1,5                        | 87  | 0  |

Таблица 2

## Зависимость pH исходной воды от дозы коагулянта

| Концентрация $Al_2O_3$ (мг/л) | 4    | 5    | 6    | 10   | 14   | 18   |
|-------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| СА                            | 7,23 | 7,12 | 6,07 | 5,37 | 5,25 | 4,88 |
| ОХА                           | 7,86 | 7,43 | 7,48 | 7,3  | –    | –    |
| ГОХА                          | 7,47 | 7,49 | 7,5  | 7,5  | 7,45 | 7,48 |

## Выводы

1. Максимальная эффективность очистки от цветности среди исследованных коагулянтов наблюдалась у СА – 66–91% и ГОХА – 64–84%, минимальная эффективность очистки – у ОХА – 46–83,7%. Эффективность очистки по мутности у всех трех коагулянтов была высокой – 70–100%.

2. СА, в отличие от ГОХА, значительно подкисляет водную среду (в зависимости от расхода коагулянта до pH = 5,0–5,8) и характеризуется более высокими значениями остаточной концентрации  $Al^{3+}$ .

3. Использование флокулянтов серии Праестол 650 TR и 2515 TR при дозе 0,1–0,2 мг/дм<sup>3</sup> позволяет заметно повысить эффективность очистки природной воды коагулянтами от цветности – Праестол 650 TR – от 7% до 26–35%, Праестол 2515 TR – от 7% до 26–35%. Применение флокулянтов увеличивает: скорость хлопьеобразования, размер хлопьев осадка, скорость оседания хлопьев и объем осадка.

4. Перед переходом на новый современный коагулянт необходима отработка режима коагуляции с использованием действующего коагулянта СА с учетом дозы. Требуется оснащение устройствами, позволяющими контролировать дозу коагулянта. Также необходим контроль за скоростью коагуляции, хлопьеобразования, накопления осадка в камере реакции и отстойниках и контроль за pH воды после ввода коагулянта в этих элементах технологической линии. Для осуществления дозированной подачи коагулянта необходимо провести оснащение лаборатории химического анализа оборудованием для пробной коагуляции с целью экспресс-определения дозы коагулянта при произвольных цветности и температуре воды, оснащение водозаборов – оборудованием для автоматического экспресс-определения цветности воды.

5. Следует обратить внимание на точку ввода гипохлорита кальция при коагуляции воды с повышенной цветностью. В настоящее время гипохлорит кальция, выполняющий двойную функцию подщелачивания и обеззараживания, вводится практически одновременно с коагулянтом СА. Таким образом, есть возможность образования трудноудаляемых вредных хлорорганических соединений до того, как успеет подействовать коагулянт и произойдет осаждение гумуса. По нашему мнению, хлорирование следует проводить после осаждения гумуса.

## Литература

1. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П., Гетманцев С.В. Коагуляция в технологии очистки природных вод. – М.: Науч. изд-во, 2005. – 576 с.
2. Кожин В.Ф. Очистка питьевой и технической воды. Примеры и расчеты. – М.: ООО БАСТЕТ, 2008. – 304 с.
3. Журавлев А.П., Амосова Э.Г., Прохоренко А.С. Особенности коагуляции маломутных цветных вод с низким солесодержанием // Очистка природных и сточных вод: сб. науч. тр. Юбилейный выпуск. – М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2009. – С. 7–12.
4. Драгинский В.Л. Особенности применения коагулянтов для очистки природных цветных вод // Водоснабжение и сан. техника. – 2008. – № 1. – С. 14–16.

**Н.В. Родимов**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: kok1632kol@mail.ru*

## **МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА И НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

В статье сравниваются существующие методы расположения питающих подстанций в городских районах. Приведенные доводы в пользу нового метода расположения питающих подстанций и определения центра энергетических нагрузок с целью уменьшения неблагоприятных воздействий на потребителей питающего напряжения, таких как потеря мощности, провалы напряжения, нестабильная частота, а также неоправданные затраты на питающие кабельные линии, идущие от подстанций к потребителям, подтверждены математическими расчетами.

**Ключевые слова:** центр энергетических нагрузок, питающие подстанции, качество электроэнергии.

N.V. Rodimov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Methods of enhancement and system safety of power supply**

Present pattern methods of main substations in town districts are compared in the article. Arguments are given for new pattern method of main substations and evaluation of power load center to decrease adverse effect on consumers of feeding voltage such as loss of power, voltage depression, unstable frequency and also unreasonable expenditure on feeding cable lines going from main substations to consumers are confirmed by mathematical calculations.

**Key words:** power load center, power main substations, power quality.

Все методики расположения питающих подстанций и нахождения центра энергетических нагрузок, о которых пойдет речь в статье, объединяет основной принцип – нахождения центра масс отдельно взятого потребителя и зоны всех потребителей в совокупности. Такой принцип известен всем из теоретической механики и физики. В случае с энергетикой центром масс будет являться та мощность, которую берет на себя потребитель.

На данный момент существует много математических методов расчета электрических нагрузок в распределительных линиях и математических методов определения расположения питающих подстанций [1, 2].

1. Симплексный метод заключается в том, что все нагрузки представляют собой точки, лежащие на плоскости. Метод основан на группировке этих точек на тройки (т. е. вершины треугольника) и последующем нахождении в таких треугольниках точки пересечения медиан. Точки, полученные при такой манипуляции, снова выбираются в качестве вершин треугольников, и находятся новые точки пересечения медиан заново полученных фигур. Это продолжается до тех пор, пока не будет найдена одна-единственная точка, соответствующая оптимальному положению подстанции в данном методе.

2. Метод центра электрических нагрузок, использующий некоторые положения теоретической механики, позволяет определить центр электрических нагрузок приближенно в зависимости от конкретных требований.

Так, если считать нагрузки потребителя равномерно распределенными по площади потребителя, то центр нагрузок можно принять совпадающим с центром тяжести фигуры, изображающей потребителя в плане.

Если учитывать действительное распределение нагрузок, то центр нагрузок уже не будет совпадать с центром тяжести фигуры потребителя в плане, и нахождение центра нагрузок сведется к определению центра тяжести данной системы масс по координатам:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i}{\sum_{i=1}^n P_i}; \\ y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i}{\sum_{i=1}^n P_i}. \end{array} \right. \quad (1)$$

3. Метод центра электрических нагрузок с учетом времени работы потребителей является разновидностью предыдущего, учитывает не только электрические нагрузки потребителей электроэнергии, но и продолжительность  $T_i$  работы этих потребителей в течение расчетного периода времени. Формулы для определения центра электрических нагрузок по этому методу записываются следующим образом:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i x_i T_i}{\sum_{i=1}^n P_i T_i}; \\ y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n P_i y_i T_i}{\sum_{i=1}^n P_i T_i}. \end{array} \right. \quad (2)$$

Все методы нахождения центра электрических нагрузок (ЦЭН) сводятся к тому, что этот центр представляется как постоянная точка на картограмме. Как показали исследования, такое положение нельзя считать правильным. Дело в том, что положение найденного по тому или иному математическому методу условного центра электрических нагрузок не будет постоянным из-за ряда причин:

- изменения потребляемой отдельным приемником-потребителем мощности в соответствии с графиком нагрузок; график может претерпевать постоянные изменения в связи с изменениями и внедрениями новых мощностей;
- развития района пользования [3].

Для решения задачи был выбран метод зоны рассеяния центра электрических нагрузок, так как он учитывает изменение положения точки центра электрических нагрузок в связи с заменой потребителей на более мощные или увеличением количества приемников. Кроме того, он является более экономичным, с точки зрения оптимизации, по затратам на расход проводникового материала и снижение потерь электрической энергии, количество и длину питающих линий.

Метод соответствует положению о том, что подстанция должна находиться как можно ближе к центру нагрузок, так как это позволяет приблизить напряжение к центру потребления электроэнергии, а также значительно сократить протяженность распределительных линий.

Для определения зоны рассеяния необходимо, прежде всего, найти закон распределения координат. Здесь точно невозможно знать, где может находиться координата центра электрических нагрузок при расширении, развитии района или увеличении мощностей. Поэтому этот метод сам собой предполагает использование закона о нормальном распределении ошибок – закон Гаусса – Лапласа, т. е.:

$$\left\{ \begin{array}{l} f(x) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-a_x)^2}{2\sigma_x^2}}; \\ f(y) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(y-a_y)^2}{2\sigma_y^2}}, \end{array} \right. \quad (3)$$

где  $a_x, a_y$  – математические ожидания случайных координат;  $\sigma_x^2, \sigma_y^2$  – дисперсия (рассеивания или отклонение) случайных координат.

Или

$$\begin{cases} f(x) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-h_x^2 x^2}; \\ f(y) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} e^{-h_y^2 y^2}, \end{cases} \quad (4)$$

где  $h_x, h_y$  – меры точности случайных величин:

$$\begin{cases} h_x = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2}}; \\ h_y = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2}}. \end{cases} \quad (5)$$

Плотности распределения вероятностей случайных координат изображаются в прямоугольной системе координат в виде кривой нормального распределения.

Двумерная плотность распределения вероятностей случайных независимых координат выражается формулой:

$$f(x, y) = \frac{h_x h_y}{\pi} e^{-(h_x^2 x^2 + h_y^2 y^2)}. \quad (6)$$

Это выражение получено при условии, что начало координат совмещено с математическим ожиданием. Функция  $f(x, y)$  может быть изображена в системе  $x, y$  поверхностью, носящей название поверхности нормального распределения.

Как видно из этого выражения, нормальный закон распределения определяется в случае независимых координат четырьмя параметрами: математическими ожиданиями  $a_x$  и  $a_y$ , определяющими положение условного центра нагрузок, и среднеквадратичными отклонениями

$$\sigma_x, \sigma_y \text{ или мерами точности } h_x, h_y: a_x = \sum_{i=1}^n x_k P_{kx}; a_y = \sum_{i=1}^n y_k P_{ky}; \sigma_x^2 = \sum p_k (x_k - a_x)^2, \\ \sigma_y^2 = \sum p_k (y_k - a_y)^2, h_x = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2}}; h_y = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2}}.$$

$p_k$  – значение относительной нагрузки  $i$ -го приемника или вероятность появления этой нагрузки.

Если считать, что случайные координаты независимы, а начало координат смещается в точку, определяемую математическими ожиданиями (координаты  $(a_x; a_y)$ ), получим функцию распределения двух случайных координат в двумерной плоскости:

$$f(x, y) = f(x) f(y). \quad (7)$$

То есть, исходя из вышесказанного, можем получить полную функцию распределения двух

случайных координат в двумерной плоскости:  $f(x, y) = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x-a_x}{2\sigma_x^2}} \cdot \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{y-a_y}{2\sigma_y^2}}$  или

$$f(x, y) = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y 2\pi} e^{-\frac{1}{2} \frac{x^2 + y^2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2}}.$$

Полученная формула определяет форму той зоны, в которой могут находиться случайные координаты центра нагрузок.

Если прологарифмировать получившееся выражение, получим уравнение эллипса:

$$\frac{x^2 + y^2}{\sigma_x^2 + \sigma_y^2} = \lambda^2. \quad (8)$$

Очевидно, что  $\lambda^2 = 2 \ln \frac{1}{\sigma_x \sigma_y 2\pi H}$ , где  $H$  – некоторое постоянное значение плотности распределения.

Вероятность попадания случайных координат в  $\lambda$ -эллипс:

$$P(\lambda) = \frac{1}{\sigma_x \sigma_y 2\pi} \int_{s_\lambda}^0 e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{x^2}{\sigma_x^2} + \frac{y^2}{\sigma_y^2} \right)} dx dy, \quad (9)$$

$s_\lambda$  – площадь, ограниченная  $\lambda$ -эллипсом.

Путем преобразований получаем значение вероятности попадания случайных координат в  $\lambda$ -эллипс  $P(\lambda) = 1 - e^{-\lambda^2}$ .

Из полученного очевидно, что вероятность попадания в эллипс случайных координат  $x$  и  $y$  есть функция параметра  $\lambda$ .

Также очевидно, что чем больше  $\lambda$ , тем больше вероятность попадания в эллипс случайной величины (т. е.  $\lambda$  стремится к единице).

В таком случае пользуются доверительной вероятностью (Ею пользуются, когда уверены в попадании случайной координаты в область. В данном случае  $\lambda$  – эллипс).

Доверительная вероятность попадания в эллипс  $P(\lambda) = 0,95$ , а значит  $\lambda^2 = 3$ .

Тогда полуоси эллипса будут равны:  $R_x = \sqrt{3} \cdot \sigma_x$ ;  $R_y = \sqrt{3} \cdot \sigma_y$ .

Исходя из изложенного можно сделать следующие выводы.

Зона рассеяния центра электрических нагрузок представляет собой эллипс. Форма эллипса зависит от соотношения величин  $h_x$  и  $h_y$ . При  $h_x = h_y$  эллипс превращается в круг.

Для построения зоны рассеяния центра электрических нагрузок объекта достаточно осуществить параллельный перенос осей координат так, чтобы начало новой системы совпало с математическими ожиданиями  $a_x$  и  $a_y$ . Из найденного выражения определяются значения полуосей эллипса, совпадающих по направлению с осями новой системы координат, и строится зона рассеяния координат. Местоположение главной понизительной или главной распределительной подстанции на генеральном плане выбирается в любой, наиболее удобной точке построенной зоны рассеяния центра нагрузок (рис. 1).

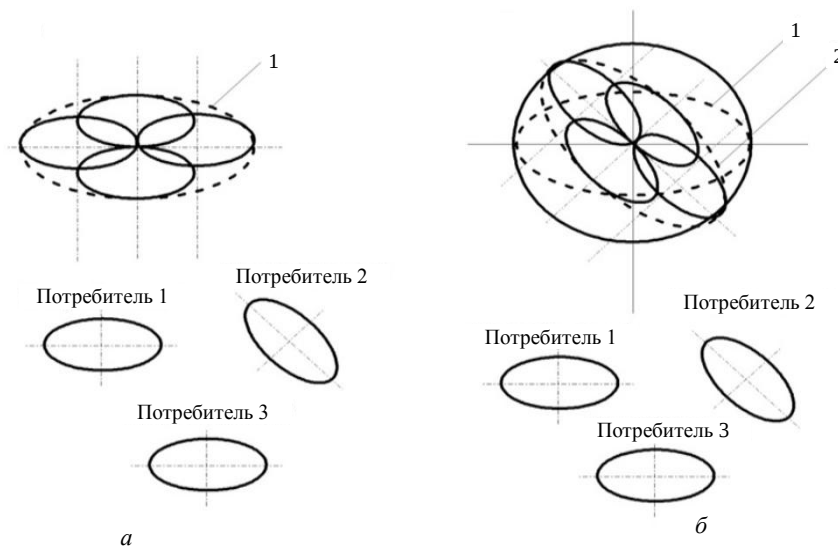


Рис. 1. Зоны рассеяния центра нагрузок: а – составляющая зона рассеяния ЦЭН от влияния потребителя 1; б – часть зоны рассеяния ЦЭН, созданная влиянием потребителей 1 и 2

Дальнейшее построение производится аналогично: 1 – эллипс рассеяния ЦЭН зоны потребления, получившийся от влияния потребителя 1; 2 – то же от влияния потребителя 2.

Кроме того, электрические нагрузки могут быть размещены по территории неравномерно, например, сосредоточены в двух или более местах. В этих случаях зоны рассеяния следует определять отдельно, разбив на генплане территорию на части с отдельными сосредоточенными нагрузками. На таких предприятиях для построения рациональной системы электроснабжения чаще всего сооружаются не одна главная распределительная подстанция, а две или несколько в зависимости от генплана и распределения нагрузок по его территории. Этот вопрос решается на основании технико-экономических расчетов [4, 5].

Для определения ориентации координатных осей, осей эллипса рассеяния и построения этого эллипса необходимо пользоваться коэффициентом корреляции:

$$K_k = \frac{\sum (x_i - a_x)(y_i - a_y)}{\sqrt{\sum (x_i - a_x)^2} \sqrt{\sum (y_i - a_y)^2}}. \quad (10)$$

Коэффициент берется для того, чтобы знать изменение какой-либо координаты (например,  $x$ ), от координаты (например,  $y$ ), и наоборот, где  $a_x, a_y$  – эмпирические математические ожидания.

Коэффициент корреляции может иметь значения в пределах  $-1 < K_k < 1$ .

Если же  $K_k = 0$ , то зависимости между величинами координат нет, если  $K_k$  стремится к +1, то изменение одной координаты влечет увеличение другой, если же  $K_k$  стремится к -1, то уменьшение.

Оси эллипса с учетом корреляции могут образовывать с осями координат некоторый угол

$$\alpha = \frac{\arctg \frac{2K_k \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}}{2}, \text{ где } \sigma_x^2 \text{ и } \sigma_y^2 - \text{эмпирические дисперсии.}$$

Следовательно, для ориентации осей эллипса рассеяния необходимо найти угол  $\alpha$ , который составляют оси эллипса рассеяния, с осью абсцисс произвольно взятой системы координат.

Для построения эллипса рассеяния начало координат необходимо перенести в точку  $(a_x; a_y)$ , а координатные оси повернуть на угол  $\alpha$ . При этом нормальный закон распределения в новой системе координат  $\psi, \varphi$  будет иметь вид:

$$f(\psi, \varphi) = \frac{1}{\sigma_\psi \sigma_\varphi 2\pi} e^{-\frac{1}{2} \frac{x^2 + y^2}{\sigma_\psi^2 + \sigma_\varphi^2}}. \quad (11)$$

Величины  $\psi$  и  $\varphi$  можно выразить через среднеквадратичные отклонения в прежней системе координат  $\sigma_\psi^2 = \sigma_x^2 \cos^2 \alpha + K_k \sigma_x \sigma_y \sin 2\alpha + \sigma_y^2 \sin^2 \alpha$  и  $\sigma_\varphi^2 = \sigma_x^2 \sin^2 \alpha + K_k \sigma_x \sigma_y \sin 2\alpha + \sigma_y^2 \cos^2 \alpha$ .

Полуоси эллипса определяются в этом случае следующим образом:

$$\begin{cases} R_\psi = \frac{\sqrt{3}}{h_\psi}; \\ R_\varphi = \frac{\sqrt{3}}{h_\varphi}, \end{cases} \quad (12)$$

$$\text{где } h_\psi = \frac{1}{\sigma_\psi \sqrt{2}} \text{ и } h_\varphi = \frac{1}{\sigma_\varphi \sqrt{2}}.$$

Для примера можно изобразить картограмму территории с потребляемыми мощностями (рис. 2).

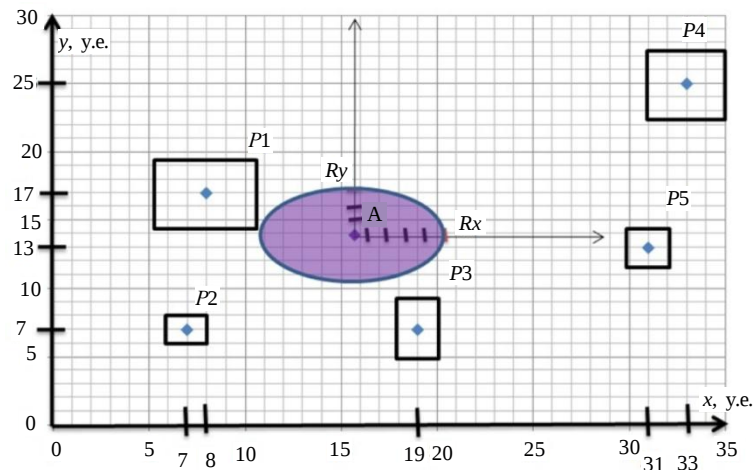


Рис. 2. Картограмма территории с потребляемыми мощностями  $P$

По осям  $x$  и  $y$  отложены условные единицы в соответствии с масштабом  $1 \text{ у. е.} = 30 \text{ м.}$

Для упрощения можем составить таблицу, где видно координату каждого потребителя в условных единицах и метрах (см. табл.).

Далее расчет можно вести в соответствии с условными единицами.

Данные о потребителях и их координаты

| $n$ | $P, \text{ кВт}$ | $x, \text{ у. е.}$ | $x, \text{ м}$ | $y, \text{ у. е.}$ | $y, \text{ м}$ |
|-----|------------------|--------------------|----------------|--------------------|----------------|
| 1   | 25               | 8                  | 240            | 17                 | 510            |
| 2   | 10               | 7                  | 210            | 7                  | 210            |
| 3   | 8                | 19                 | 570            | 7                  | 210            |
| 4   | 5                | 33                 | 990            | 25                 | 750            |
| 5   | 11               | 31                 | 930            | 13                 | 390            |

1. Можем определить координаты ЦЭН (точка  $A$ ) на картограмме как  $x_1 = \frac{\sum P_i x_i}{\sum P_i}$

и  $y_1 = \frac{\sum P_i y_i}{\sum P_i}$ .

$$x_1 = \frac{25 \cdot 8 + 10 \cdot 7 + 8 \cdot 19 + 5 \cdot 33 + 11 \cdot 31}{25 + 10 + 8 + 5 + 11} = 15,7,$$

$$y_1 = \frac{25 \cdot 17 + 10 \cdot 7 + 8 \cdot 7 + 5 \cdot 25 + 11 \cdot 13}{25 + 10 + 8 + 5 + 11} = 13,9.$$

2. Далее определяются параметры нормального распределения относительно точки  $A$ . Закон распределения случайных величин можно увидеть на рис. 3.

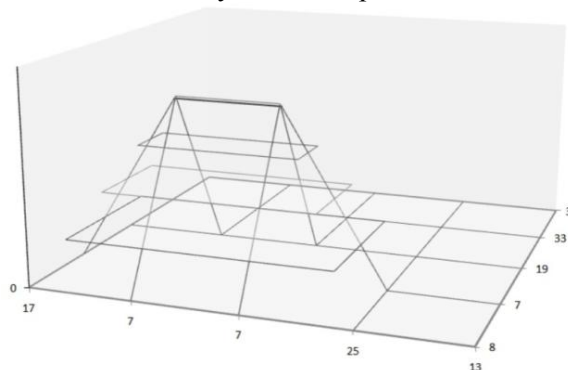


Рис. 3. Закон распределения случайных величин по мощностям

2.1. Математические ожидания координат будущей подстанции  $a_x = \sum x_i p_k$  и  $a_y = \sum y_i p_k$ .

Положение ЦЭН в зоне рассеяния зависит от координат мест расположения приемников в группе и их относительных нагрузок. Следовательно, зона рассеяния является геометрической характеристикой взаимного расположения объектов [6]. А это означает, что математические ожидания будут отличаться от координат ЦЭН незначительно, либо совсем не отличаться.

$p_k$  – значение относительной нагрузки  $i$ -го приемника (вероятности появления данной нагрузки),  $p_k = \frac{P_i}{\sum P_i}$ :

$$p_1 = \frac{25}{25+10+8+5+11} = 0,424,$$

$$p_2 = \frac{10}{25+10+8+5+11} = 0,169,$$

$$p_3 = \frac{8}{25+10+8+5+11} = 0,135,$$

$$p_4 = \frac{5}{25+10+8+5+11} = 0,085,$$

$$p_5 = \frac{11}{25+10+8+5+11} = 0,186,$$

$$\alpha_x = 8 \cdot 0,424 + 7 \cdot 0,169 + 19 \cdot 0,135 + 33 \cdot 0,085 + 31 \cdot 0,186 = 15,7,$$

$$\alpha_y = 17 \cdot 0,424 + 7 \cdot 0,169 + 7 \cdot 0,135 + 25 \cdot 0,085 + 13 \cdot 0,186 = 13,86.$$

Как видно, значения практически не отличаются от координат ЦЭН.

2.2. Полученные значения можно использовать для нахождения меры рассеяния (средне-квадратичного отклонения)  $\sigma_x^2 = \frac{1}{n-1} \sum p_k (x_k - a_x)^2$  и  $\sigma_y^2 = \frac{1}{n-1} \sum p_k (y_k - a_y)^2$ :

$$\sigma_x^2 = [0,424(8-15,7)^2 + 0,169(7-15,7)^2 + 0,135(19-15,7)^2 + 0,085(33-15,7)^2 + 0,186(31-15,7)^2] \frac{1}{59} = 4,18,$$

$$\sigma_y^2 = [0,424(17-13,9)^2 + 0,169(7-13,9)^2 + 0,135(7-13,9)^2 + 0,085(25-13,9)^2 + 0,186(13-13,9)^2] \frac{1}{59} = 1,97,$$

$$\sigma_x = \sqrt{4,18} = 2,046 \text{ и } \sigma_y = \sqrt{1,97} = 1,4.$$

2.3. Меры точности:

$$h_x = \frac{1}{\sigma_x \sqrt{2}} = \frac{1}{2,046 \sqrt{2}} = 0,345,$$

$$h_y = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2}} = \frac{1}{1,4 \sqrt{2}} = 0,5.$$

3. Полуоси эллипса рассеяния:

$$R_x = \frac{\sqrt{3}}{h_y} = \frac{\sqrt{3}}{0,345} = 5.$$

Соответственно

$$R_y = \frac{\sqrt{3}}{h_y} = \frac{\sqrt{3}}{0,5} = 3,44.$$

4. Коэффициент корреляции и угол  $\alpha$ :

$$K_k = \frac{\sum (x_i - a_x)(y_i - a_y)}{\sqrt{\sum (x_i - a_x)^2} \sqrt{\sum (y_i - a_y)^2}} = \frac{113617}{18731 \cdot 80179} = 0,9,$$

$$\alpha = \frac{\arctg \frac{2K_k \sigma_x \sigma_y}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2}}{2} = \frac{\arctg \frac{2 \cdot 0,9 \cdot 1,4 \cdot 2,046}{2,046^2 - 1,4^2}}{2} = 0,5.$$

В данном случае оси эллипса рассеяния имеют очень малый угол.

Из всего следует, что высшее напряжение будет максимально приближено к центру потребления электроэнергии, а распределительные сети будут иметь минимальную протяженность. Если по какой-либо причине (технологической или архитектурной [7]) эллипс рассеяния попадает на территорию потребителя и нельзя расположить источник питания в зоне рассеяния нагрузок, то его смещают в сторону от высшего потребителя.

Из примера можно видеть, что применение данного метода является более рациональным при определении центра электрических нагрузок в связи с увеличением мощностей или с увеличением числа потребителей.

Несмотря на использование в методе теории вероятности, расчет не является сложным, а его применение позволит сократить количество кабелей от подстанций в электрических сетях и как следствие сэкономят денежные средства.

### Литература

1. Инструкция по проектированию городских электрических сетей: РД 34.20.185-94. – М.: РАО ЕЭС России, 1994.
2. Инструкция по проектированию наружного освещения городов, поселков и сельских населенных пунктов: СН 541-82. – М.: Госгражданстрой, 1982.
3. Строительные нормы и правила. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СНиП 2.07.01-89. – М.: Госкомархитектуры, 1989.
4. Кротенок В.В., Рабская Ю.В. Техничко-экономическое обоснование выбора места расположения подстанции // Вестник ГТТУ имени П.О. Сухого. – 2011. – № 3. – С. 49–56.
5. Гринкруг М.С., Гордин С.А. Задача проектирования системы электроснабжения на основе минимизации приведенных затрат // Энергетика, экология, надежность, безопасность: материалы конф. XXII всерос. науч.-техн. конф. – Томск, 2006. – С. 29–32.
6. Местоположение и размещение подстанций [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.uran.donetsk.ua/--masters/2001/elti7dey/ellib/ct2.htm>.
7. Branch M.A., Coleman T.F., Li Y. A Subspace, Interior, and Conjugate Gradient Method for Large-Scale Bound – Constrained Minimization Problems // SIAM Journal on Scientific Computing. – 1999. – Vol. 21, No. 1. – P. 1–23.

**С.Ю. Труднев, А.А. Марченко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: trudnev@mail.ru*

## **АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА И СТАТИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Статья посвящена вопросам повышения качества электроэнергетических систем. Разработана математическая модель дизель-генераторного агрегата и статического преобразователя. Проанализирован динамический режим судовой электроэнергетической системы на примере виртуальной модели, разработанной в программе Matlab. Выявлен положительный эффект интеграции современных статических преобразователей в генераторные агрегаты. Обоснована необходимость совершенствования существующих судовых электростанций, которые смогут обеспечить выходные параметры качества электрической энергии с минимальными отклонениями. Доказана эффективность внедрения статического преобразователя в судовую электростанцию.

**Ключевые слова:** генератор, модель, Matlab, нагрузка, дизель.

S.U. Trudnev, A.A. Marchenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)  
**Analysis and research of parallel operation of synchronous generator and static converter**

The article deals with enhancement of electric power systems. The mathematical model of diesel generator set and static converter is developed. We analyzed the dynamic mode of ship electric power system on the example of the virtual model developed in the program Matlab. The positive effect of the integration of modern static converters in generator sets is detected. The necessity of improving the existing marine plants that will ensure the quality of the output parameters of electrical energy with minimal deviations is reasoned. The efficiency of the implementation of the static converter in the ship's power plant is proved.

**Key words:** generator, model, Matlab, loading, diesel.

Один из самых важных показателей эффективности действия электроэнергетической системы (ЭЭС) – качество электроэнергии в переходных и установившихся режимах, которые сопровождаются большим количеством статических и динамических процессов. Статический режим характеризуется незначительным изменением качества электрической энергии в пределах точности регулирования систем автоматического управления. Переходный процесс, относящийся к динамическому режиму, сопровождается значительными и резкими изменениями напряжения частоты при отключении или включении приемников в сеть, а источников на параллельную работу и при авариях.

Качество электроэнергии принято характеризовать рядом показателей: отклонения напряжения от номинального значения, длительные отклонения частоты, коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения и тока [1]. Работа всех потребителей электрической энергии, прежде всего, напрямую зависит от качества потребляемой ими энергии. Следовательно, напряжение и частота напряжения должны строго соответствовать номинальным значениям, а мощность, вырабатываемая источниками, должна превышать электрическую мощность, потребляемую приемниками. На практике отключение и включение потребителей происходит случайным образом, поэтому поддержание качества электрической энергии на должном уровне является проблематичным. Для улучшения параметров регулирования в ЭЭС получили широкое применение различные регуляторы частоты и напряжения, но даже они не всегда способны достаточно быстро и точно отработать динамическое возмущение. Проблему можно решить путем подключения в ЭЭС дополнительного источника переменного тока. Необходимо разработать математическую и имитационную модель, которая позволит решить вопрос о возможной параллельной работе синхронного генератора и статического преобразователя.

Рассмотрим математическую модель дизель-генератора:

$$J_{\Sigma} \frac{d\omega}{dt} = m_{\text{дв}} - m_{\text{эл}}, \quad (1)$$

где  $J_{\Sigma}$  – суммарный момент инерции;  $m_{\text{дв}}$  – движущий момент дизеля, о. е.;  $m_{\text{эл}}$  – электромагнитный момент нагрузки, о. е.

Электромагнитный момент нагрузки на валу синхронного генератора, работающего параллельно с сетью, может быть представлен как сумма двух составляющих – синхронного момента  $m_c$  и асинхронного момента  $m_a$ .

$$m_{\text{эл}} = m_c + m_a. \quad (2)$$

Составляющая  $m_c$  пропорциональна углу  $\theta$ , углу между вектором электродвижущей силы генератора и вектором напряжения сети, а составляющая  $m_a$  пропорциональна скорости вращения:

$$m_c = \delta \theta; \quad m_a = c \omega = c \frac{d\theta}{dt}, \quad (3)$$

где  $\delta$  – жесткость характеристики  $m = f(\theta)$  генератора;  $c$  – коэффициент демпфирования.

Коэффициенты пропорциональности  $\delta$  и  $c$  могут быть определены при заданных параметрах генератора, так как составляющие  $m_c$  и  $m_a$  могут быть выражены через параметры генератора и угол  $G$ .

Значение  $m_c$  и коэффициента  $\delta$  получим из выражения мощности трехфазного явнополюсного генератора:

$$P = \frac{UE}{x_d} \sin \theta + \frac{U^2}{2} \left( \frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \sin 2\theta, \quad (4)$$

где  $x_d$  – продольное синхронное индуктивное сопротивление генератора;  $x_q$  – поперечное синхронное индуктивное сопротивление.

Для малых приращений углов  $\Delta\theta$  можно принять  $\sin \Delta\theta \approx \Delta\theta$ , тогда уравнение (4) запишется в виде:

$$P = \frac{UE}{x_d} \sin \theta + U^2 \left( \frac{1}{x_q} - \frac{1}{x_d} \right) \Delta\theta. \quad (5)$$

Разделив обе части уравнения мощности (5) на  $\omega$  и учитывая, что для наиболее тяжелого режима работы генератора  $E = 2U$ , получим уравнение синхронного момента  $m_c$  в относительных единицах, приняв за базовые величины напряжение сети  $U$  и скорость  $\omega$ :

$$m_c = \left( \frac{1}{x_d} + \frac{1}{x_q} \right) \Delta\theta. \quad (6)$$

Из уравнения (6) очевидно, что в пределах принятых допущений в относительных единицах имеем:

$$\delta = \left( \frac{1}{x_d} + \frac{1}{x_q} \right).$$

Асинхронный момент  $m_a$  представим в виде суммы трех составляющих:

$$m_a = m'_d + m'_d + m''_q,$$

где  $m'_d$  – составляющая асинхронного момента, обусловленная изменением общего потока контуров ротора по продольной оси;  $m''_d$  – составляющая, обусловленная изменением потоков рассеяния контуров ротора;  $m''_q$  – составляющая, обусловленная потоками ротора по поперечной оси.

Все три составляющие  $m'_d$ ,  $m''_d$  и  $m''_q$ , а следовательно, и величина  $m_a$  выражаются через параметры генератора, что позволяет определить значение коэффициента  $c$ .

Выражая в левой части уравнения (1) угловую скорость  $\omega$  через угол  $\theta$  и учитывая выражения для  $m_c$  и  $m_a$ , получим уравнение дизель-генератора, работающего параллельно с сетью:

$$J \frac{d^2\theta}{dt^2} + c \frac{d\theta}{dt} + \delta\theta = m_{дв}, \quad (7)$$

где  $J$  – приведенный момент инерции, определяемый через  $J_\Sigma$  с учетом пересчета значений  $\omega$  в значения  $\theta$  для конкретного генератора при известном числе пар полюсов  $p$ .

Рассмотрим математическую и имитационную модель статического преобразователя:

$$\begin{aligned} U_a &\approx \sin w \cdot t, \\ U_b &\approx \sin(w \cdot t - 120^\circ), \\ U_c &\approx \sin(w \cdot t + 120^\circ). \end{aligned} \quad (8)$$

Анализируя уравнения (8), можно судить о том, что выходная характеристика статического преобразователя зависит от трех параметров: амплитудное отклонение напряжения ( $U_m$ ), циклическая частота колебаний ( $w$ ) и начальная фаза колебания, зависящая от времени включения.

На рис. 1 представлена имитационная модель автоматизированной электроэнергетической системы (АЭЭС), разработанная в программе Matlab.

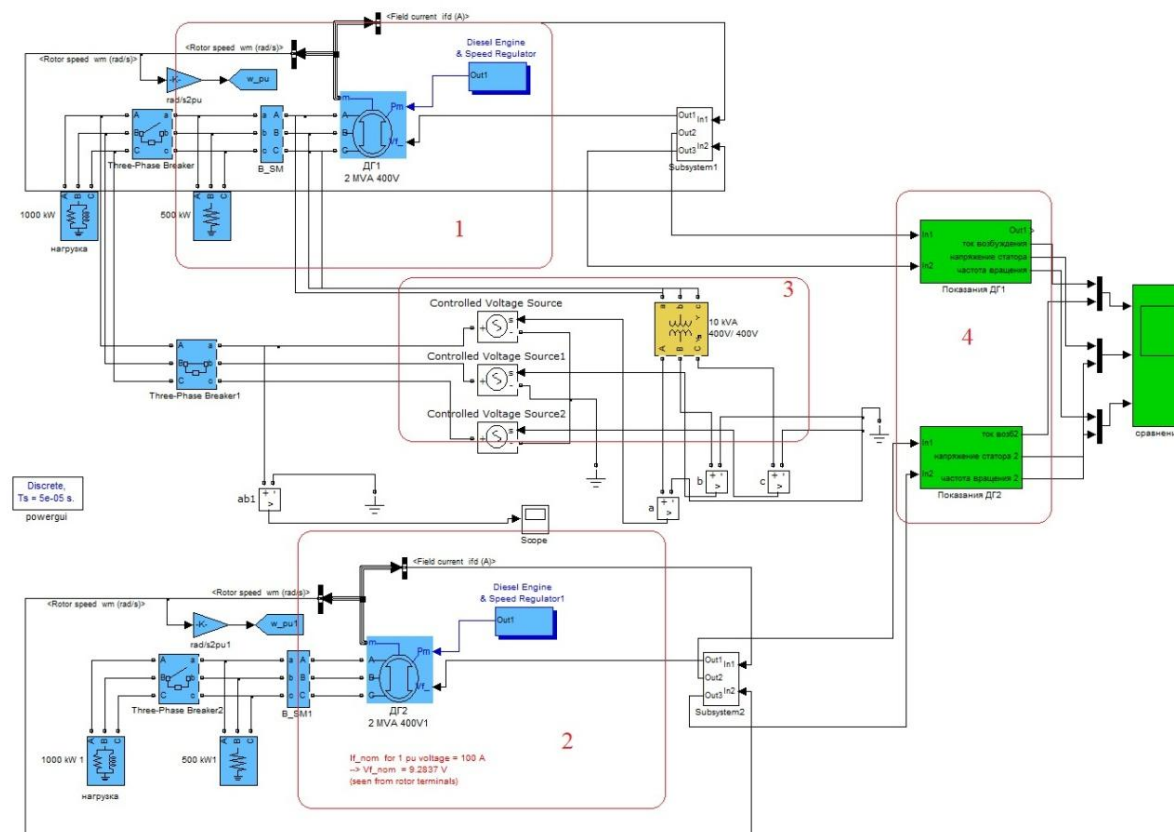


Рис. 1. Имитационная модель АЭЭС

Модель включает в себя 4 основных блока: дизель-генератор № 1, дизель-генератор № 2, статический преобразователь, блок измерительных устройств для сравнения показателей двух генераторов.

Дизель-генераторы № 1 и № 2 состоят из пяти основных блоков:

- 1) статическая нагрузка, активная мощность которой составляет 50% от мощности генератора;
- 2) синхронный генератор мощностью  $S = 2000 \text{ кВ} \cdot \text{А}$ ;
- 3) дизель (Diesel Engine & Speed regulator);
- 4) система автоматического регулирования напряжения (Subsystem) [2].

Согласно теории об устойчивости электроэнергетических систем при включении мощного потребителя будет нарушена динамическая устойчивость электроэнергетической системы. Исходя из условий нормальной работы потребителей, устройства автоматического регулирования должны обеспечивать постоянство частоты и напряжения питающей сети в пределах требований Морского регистра и Межгосударственных стандартов [3–5]. С другой стороны, требования Межгосударственного стандарта и Морского регистра сильно отличаются, а значит качество электрической энергии, а также устройства судовой и береговой автоматики будут разными. В системах берегового электроснабжения масса и габариты источника не играют большую роль, а значит и качество вырабатываемой электроэнергии будет значительно выше, чем в судовых АЭС. Анализируя вышесказанное, а также учитывая математическую модель ДГ, можно судить о том, что для улучшения параметров качества электрической энергии целесообразно внедрение статического безынерционного источника электрической энергии в судовые ЭЭС. Благодаря управляемому статическому преобразователю такой источник способен практически мгновенно взять на себя нагрузку и без дополнительных условий войти в синхронизм.

В подтверждение этого был произведен следующий эксперимент: на дизель-генераторы № 1 и № 2 в момент времени  $t = 3 \text{ с}$  на протяжении некоторого времени была подключена импульсная нагрузка, соизмеримая с мощностью одного генератора ( $P_{\text{нагрузки}} = 70\% \cdot P_{\text{генератора}}$ ). Отличием между работой двух генераторов было то, что в тот же момент времени  $t = 3 \text{ с}$  параллельно был подключен импульсный источник трехфазного питания (рис. 1). В ходе эксперимента были построены характеристики по устойчивости, представленные на рис. 2.

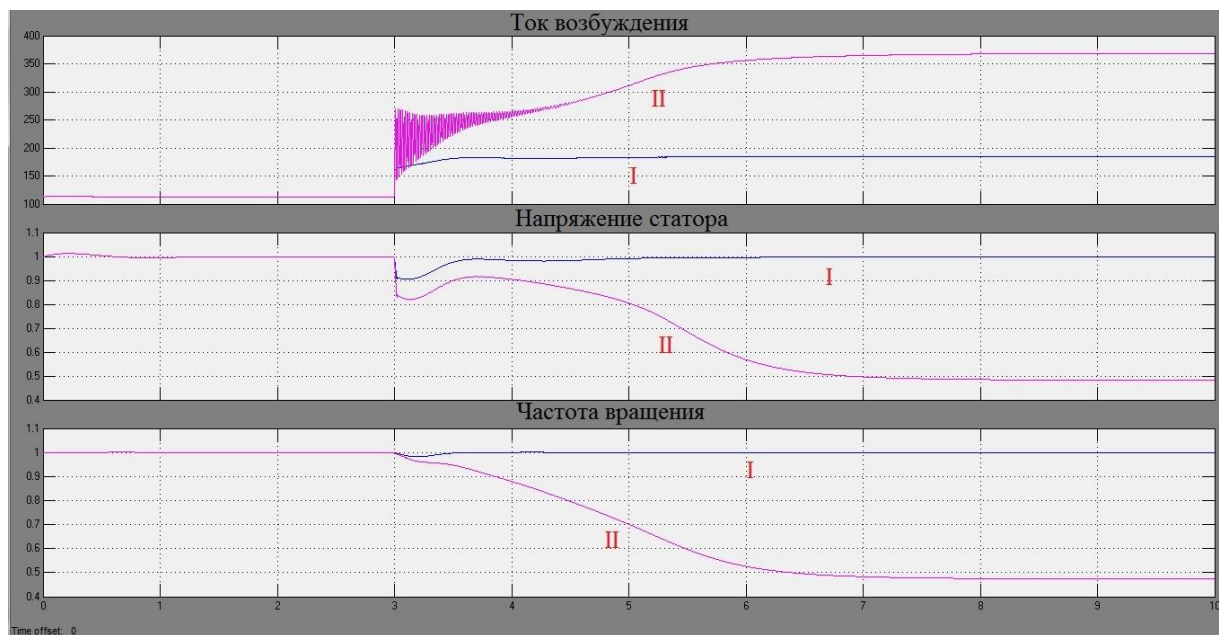


Рис. 2. Сравнительная характеристика ДГ № 1 и ДГ № 2:  
I – выходная характеристика ДГ № 1; II – выходная характеристика ДГ № 2

Как видно на всех трех характеристиках (тока возбуждения от времени, напряжения на статоре от времени и частоты вращения от времени), параметры качества электрической энергии ДГ № 1 значительно выше параметров качества электрической энергии ДГ № 2. Значит, можно судить о том, что внедрение безынерционных статических преобразователей в ЭЭС позволит существенно увеличить качество электрической энергии без значительных увеличений массы и габаритов энергосистемы в целом.

Откладывание реализации энергосберегающих мероприятий наносит значительный экономический ущерб предприятиям и негативно отражается на общей экологической и социально-

экономической ситуации. Помимо этого, дальнейший рост издержек рыбопромыслового флота и в других отраслях народного хозяйства сопровождается растущим дефицитом финансовых ресурсов, что задерживает обновление производственной базы предприятий в соответствии с достижениями научно-технического прогресса [6]. Уменьшение энергетической составляющей в издержках производства позволит получить дополнительные средства для обеспечения приемлемого уровня морального и физического износа технологического оборудования.

### Литература

1. Качество электрической энергии на судах: справочник / В.В. Шейнихович, О.Н. Климанов, Ю.И. Пайкин, Ю.Я. Зубарев. – Л.: Судостроение, 1988. – 160 с.
2. Черных И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB Sim Power Systems и Simulink. – М.: ДМК Пресс; 2008. – 88 с.
3. Правила классификации и постройки морских судов. – СПб.: Транспорт, 2010. – 280 с.
4. Межгосударственный стандарт ГОСТ 32144-2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 16 с.
5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 29322-92. – М.: Изд-во стандартов, 1992. – 7 с.
6. Труднев С.Ю. Разработка и исследование модели устройства активной защиты генераторного агрегата от кратковременных перегрузок // Вестник государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2014. – № 2. – С. 23–31.

УДК 620.193:629.5.023

**В.А. Швецов<sup>1</sup>, П.А. Белозёров<sup>2</sup>, Н.В. Адельшина<sup>3</sup>, О.А. Белавина<sup>1</sup>,  
О.Е. Петренко<sup>1</sup>, Д.В. Шунькин<sup>1</sup>, В.В. Кириносенко<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003;

<sup>2</sup>Министерство обороны РФ, Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>3</sup>Военно-восточный округ Министерства обороны РФ, Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>4</sup>ОАО «Камчатскэнерго», Петропавловск-Камчатский, 683030

e-mail: oni@kamchatgtu.ru

### **ВЛИЯНИЕ КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРА НА РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ**

Согласно ГОСТ 9.056-75 при эксплуатации систем защиты корпуса судна (корабля) от коррозии необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна. Однако экипажи судов и кораблей эту работу не выполняют. Одной из причин невыполнения экипажами своих обязанностей является отсутствие на судах квалифицированных специалистов-операторов. Цель исследования – установить возможность использования членов экипажей с различным уровнем квалификации для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов. Для достижения поставленной цели были выполнены планируемые эксперименты и необходимые математико-статистические расчеты. В результате исследования показано, что измерения потенциала по методике, предложенной авторами, способен выполнить любой оператор, независимо от его квалификации, при этом результаты измерений отличаются высокими метрологическими характеристиками.

**Ключевые слова:** коррозия стальных корпусов кораблей и судов, электрохимическая защита корпуса судна от коррозии, измерения защитного потенциала корпуса судна, электрод сравнения, методика измерения потенциала стальных корпусов кораблей и судов.

V.A. Shvetsov<sup>1</sup>, P.A. Belozarov<sup>2</sup>, N.V. Adelshina<sup>3</sup>, O.A. Belavina<sup>1</sup>, O.E. Petrenko<sup>1</sup>, D.V. Shunkin<sup>1</sup>, V.V. Kirnosenko<sup>4</sup> (<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; <sup>2</sup>Russian Military Department, Petropavlovsk-Kamchatsky; <sup>3</sup>Military-eastern region of Russian Military Department, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000; <sup>4</sup>Open joint-stock company «Kamchatskenergo», Petropavlovsk-Kamchatsky, 683030) **Impact of operator's qualification on results of protective potential measurements of steel hulls of vessels and ships**

According to State Standard 9.056-75 during maintenance of hull protection systems from corrosion it is necessary to measure ship hull potential periodically. But ships and vessels crew don't perform this duty. One of the reasons they don't do it is the absence of qualified specialists-operators onboard the ships. Research aim is to find out if crew members with different qualification level can measure protective potential of steel hulls of vessels and ships. To achieve this goal we made planned experiments and necessary mathematical-statistical calculations. In the result of research we stated that potential measurements can be done with the use of the method offered by the authors by any operator regardless of his qualification. At the same time measurements results are characterized by high metrological characteristics.

**Key words:** corrosion of vessels and ships steel hulls, electrochemical protection of ship hull from corrosion, measurements of protective potential of ship hull, comparison electrode, method of potential measurement of vessels and ships steel hulls.

Коррозия стальных корпусов кораблей и судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности [1, 2].

Предупреждение преждевременного износа корпуса судна (корабля) является повседневной задачей экипажа [3, 4].

Для защиты от коррозии на кораблях и судах используют системы электрохимической защиты (катодные и протекторные), которые должны обеспечить необходимый ( $-0,85$  В) защитный потенциал корпуса [5, 6]. Согласно нормативным документам (НД) [6] при эксплуатации систем электрохимической защиты необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна с помощью милливольтметра и хлорсеребряного электрода сравнения. Однако эти требования на кораблях и судах не выполняют. Одна из причин невыполнения экипажем своих обязанностей – отсутствие на судах подготовленных специалистов-операторов. Согласно результатам работ [7, 8] и действующего НД [9] квалификация оператора является фактором, влияющим на точность результатов измерений. Однако члены экипажа судна не имеют специальной подготовки, необходимой для измерений защитного потенциала корпуса судна. Целесообразно организовать такую подготовку для экипажей судов. Для того чтобы эта подготовка была эффективной, необходимо предварительно оценить влияние квалификации оператора на результаты измерения защитного потенциала корпуса судна. Такие исследования на сегодняшний день никто не выполнял.

Цель: установить возможность использования членов экипажей с различным уровнем квалификации для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов.

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие исследования. Для подготовки операторов были отобраны четыре участника эксперимента с различным уровнем квалификации (образования). При этом только два из них имеют опыт эксплуатации судового оборудования (операторы № 1, 2). Квалификационные характеристики обучаемых операторов приведены в табл. 1.

Подготовка операторов осуществлялась в КамчатГТУ на кафедре электро- и радиооборудования в течение одной недели.

Таблица 1

**Квалификационные характеристики обучаемых операторов**

| № оператора | Возраст | Квалификация           | Место работы                        | Должность                  |
|-------------|---------|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|
| 1           | 26      | Инженер-электромеханик | Пассажирское судно                  | Судовой электромеханик     |
| 2           | 37      | Электрик 2 класса      | Пассажирское судно                  | Моторист-электрик          |
| 3           | 25      | Инженер-электромеханик | Проектно-конструкторский отдел      | Проектировщик электросетей |
| 4           | 26      | Инженер-электромеханик | Служба релейной защиты и автоматики | Инженер I категории        |

Затем в течение четырех дней операторы независимо друг от друга измеряли защитный потенциал корпуса пассажирского судна «Василий Завойко» в одной и той же контрольной точке (№ 5), расположенной в районе кормы по левому борту судна.

Измерения выполняли по методике [10] с помощью переносного милливольтметра и переносного электрода сравнения. В качестве переносного милливольтметра использовали цифровой мультиметр UT203, а в качестве переносного электрода сравнения – сначала графитовый электрод, а затем хлорсеребряный электрод (ХСЭ) марки ЭСО-01. Каждый оператор выполнил 50 измерений потенциала с помощью каждого электрода (представительная выборка измерений). Измерения потенциала корпуса проводили при стояночном режиме судна в Авачинской губе, при хорошей погоде, при минимальном волнении моря. Для каждой из полученных четырех выборок (серий) измерений рассчитали среднее значение результатов измерений, выборочную дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации [9]. Результаты эксперимента и статистических расчетов приведены в табл. 2 и табл. 3.

Для всех серий экспериментов проверили гипотезу соответствия результатов измерения потенциала корпуса судна нормальному закону распределения по методике [9].

Для этого вычислили значение установленного НД [9] критерия  $d$  по формуле:

$$d = \frac{\sum_{i=1}^n |C_i - C_c|}{nS^*}, \quad (1)$$

где  $S^*$  – смещенное среднее квадратичное отклонение, вычисляемое по формуле:

$$S^* = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - C_c)^2}{n}}. \quad (2)$$

Таблица 2

**Результаты измерений защитного потенциала корпуса пассажирского судна «Василий Завойко» в контрольной точке № 5, выполненных различными операторами при помощи графитового электрода**

| № измерения | Показания защитного потенциала при помощи графитового электрода |                          |                         |                         |
|-------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             | Оператор 1<br>(6.01.15)                                         | Оператор 2<br>(20.12.14) | Оператор 3<br>(3.01.15) | Оператор 4<br>(6.01.15) |
| 1           | 481                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 2           | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 3           | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 4           | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 5           | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 6           | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 7           | 480                                                             | 480                      | 479                     | 480                     |
| 8           | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 9           | 480                                                             | 481                      | 481                     | 479                     |
| 10          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 11          | 480                                                             | 481                      | 480                     | 480                     |
| 12          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 13          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 14          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 15          | 480                                                             | 480                      | 479                     | 480                     |
| 16          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 17          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 478                     |
| 18          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 19          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 20          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 21          | 481                                                             | 480                      | 481                     | 480                     |
| 22          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 23          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 24          | 480                                                             | 480                      | 481                     | 481                     |
| 25          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 26          | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 27          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 28          | 481                                                             | 480                      | 481                     | 480                     |
| 29          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 30          | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |

| № измерения                | Показания защитного потенциала при помощи графитового электрода |                          |                         |                         |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                            | Оператор 1<br>(6.01.15)                                         | Оператор 2<br>(20.12.14) | Оператор 3<br>(3.01.15) | Оператор 4<br>(6.01.15) |
| 31                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 32                         | 480                                                             | 480                      | 481                     | 481                     |
| 33                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 34                         | 480                                                             | 481                      | 480                     | 480                     |
| 35                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 36                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 37                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 38                         | 481                                                             | 481                      | 480                     | 479                     |
| 39                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 478                     |
| 40                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 41                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 42                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 43                         | 480                                                             | 480                      | 479                     | 480                     |
| 44                         | 481                                                             | 481                      | 480                     | 480                     |
| 45                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 479                     |
| 46                         | 480                                                             | 482                      | 481                     | 480                     |
| 47                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 48                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 49                         | 481                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| 50                         | 480                                                             | 480                      | 480                     | 480                     |
| Среднее значение $C_c$     | 480,14                                                          | 480,16                   | 480,06                  | 479,8                   |
| Стандартное отклонение $S$ | 0,4                                                             | 0,5                      | 0,42                    | 0,57                    |
| Дисперсия $S^2$            | 0,16                                                            | 0,25                     | 0,17                    | 0,32                    |
| Коэффициент вариации, %    | 0,08                                                            | 0,1                      | 0,08                    | 0,11                    |

Таблица 3

**Результаты измерений защитного потенциала корпуса пассажирского судна «Василий Завойко»  
в контрольной точке № 5, выполненных различными операторами при помощи хлорсеребряного электрода**

| № измерения | Показания защитного потенциала при помощи хлорсеребряного электрода |                          |                         |                         |
|-------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|             | Оператор 1<br>(6.01.15)                                             | Оператор 2<br>(20.12.14) | Оператор 3<br>(3.01.15) | Оператор 4<br>(6.01.15) |
| 1           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 2           | 610                                                                 | 611                      | 610                     | 611                     |
| 3           | 611                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 4           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 611                     |
| 5           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 6           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 7           | 609                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 8           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 9           | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 10          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 11          | 611                                                                 | 610                      | 611                     | 609                     |
| 12          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 13          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 14          | 610                                                                 | 610                      | 611                     | 610                     |
| 15          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 16          | 609                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 17          | 611                                                                 | 610                      | 611                     | 611                     |
| 18          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 611                     |
| 19          | 610                                                                 | 611                      | 611                     | 611                     |
| 20          | 610                                                                 | 611                      | 611                     | 609                     |
| 21          | 610                                                                 | 611                      | 611                     | 610                     |
| 22          | 610                                                                 | 610                      | 611                     | 610                     |
| 23          | 610                                                                 | 611                      | 611                     | 610                     |
| 24          | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 25          | 611                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 26          | 612                                                                 | 611                      | 610                     | 610                     |

| № измерения                | Показания защитного потенциала при помощи хлорсеребряного электрода |                          |                         |                         |
|----------------------------|---------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                            | Оператор 1<br>(6.01.15)                                             | Оператор 2<br>(20.12.14) | Оператор 3<br>(3.01.15) | Оператор 4<br>(6.01.15) |
| 27                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 28                         | 610                                                                 | 611                      | 609                     | 610                     |
| 29                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 30                         | 609                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 31                         | 609                                                                 | 610                      | 609                     | 610                     |
| 32                         | 609                                                                 | 611                      | 611                     | 611                     |
| 33                         | 610                                                                 | 611                      | 611                     | 611                     |
| 34                         | 610                                                                 | 610                      | 611                     | 610                     |
| 35                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 609                     |
| 36                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 37                         | 610                                                                 | 609                      | 609                     | 610                     |
| 38                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 39                         | 611                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 40                         | 610                                                                 | 610                      | 609                     | 609                     |
| 41                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 42                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 43                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 611                     |
| 44                         | 610                                                                 | 610                      | 611                     | 611                     |
| 45                         | 611                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 46                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| 47                         | 610                                                                 | 609                      | 611                     | 610                     |
| 48                         | 610                                                                 | 609                      | 611                     | 611                     |
| 49                         | 609                                                                 | 609                      | 609                     | 610                     |
| 50                         | 610                                                                 | 610                      | 610                     | 610                     |
| Среднее значение $C_c$     | 610,04                                                              | 610,1                    | 610,16                  | 610                     |
| Стандартное отклонение $S$ | 0,57                                                                | 0,5                      | 0,58                    | 0,63                    |
| Дисперсия $S^2$            | 0,32                                                                | 0,25                     | 0,33                    | 0,39                    |
| Коэффициент вариации, %    | 0,09                                                                | 0,08                     | 0,09                    | 0,1                     |

Получили следующие значения критерия  $d$  для графитового электрода:

$$d_1 = 0,8534 < 0,8648; \quad d_2 = 0,8573 < 0,8648; \quad d_3 = 0,8632 < 0,8648; \quad d_4 = 0,8452 < 0,8648.$$

Для хлорсеребряного электрода получаем соответствующие значения:

$$d_1 = 0,8633 < 0,8648; \quad d_2 = 0,8627 < 0,8648; \quad d_3 = 0,8614 < 0,8648; \quad d_4 = 0,8632 < 0,8648.$$

Таким образом, результаты измерений во всех сериях экспериментов можно считать распределенными нормально.

Затем в соответствии с требованиями НД [9] проверили результаты измерений на соответствие нормальному закону распределения, используя второй критерий, согласно которому считают, что результаты измерений соответствуют нормальному закону распределения, если не более  $m$  разностей  $(C_i - C_c)$  превысили значение  $Z_{p/2} \cdot S$  (где  $S$  – среднеквадратическое отклонение,  $Z_{p/2}$  – верхний квантиль распределения нормированной функции Лапласа, соответствующий вероятности  $P/2$ ).

Значения вероятности  $P$  определяли в соответствии с выбранным уровнем значимости  $q_2$ , % и числом результатов измерений  $n$  согласно НД [9]. Так как для всех серий результатов измерений, полученных операторами  $n = 50$ , то  $m = 2$ , а  $P = 99\%$  для уровня значимости  $q_2 = 1\%$ . Следовательно, общее количество разностей  $(C_i - C_c)$  не должно превышать значение  $Z_{p/2} \cdot S$  более двух раз, при этом  $Z_{p/2} = 2,58$ .

Проверили, сколько разностей во всех сериях измерений  $(C_i - C_c)$  превышает допустимое значение  $Z_{p/2} \cdot S$ . Результаты проверки представлены в табл. 3 и табл. 4.

Из результатов, приведенных в табл. 4 и табл. 5, следует, что разности  $(C_i - C_c)$  во всех сериях измерений не превышают допустимое значение. Таким образом, повторно показано, что результаты измерений соответствуют нормальному закону распределения.

В соответствии с НД [9] из результатов измерений необходимо исключить промахи. Для выявления промахов использовали критерий Граббса [11, 12], предполагая, что наибольший  $C_{\max}$  или наименьший  $C_{\min}$  результат измерений вызван грубыми погрешностями.

Результаты обработки измерений потенциала корпуса судна для каждого оператора приведены в табл. 6 и табл. 7.

Из результатов расчетов, приведенных в табл. 4 и табл. 5, следует, что во всех случаях  $G_1 < G_T$  и  $G_2 < G_T$ . Следовательно,  $C_{\max}$  и  $C_{\min}$  в каждой серии измерений не являются промахами.

Затем результаты измерений потенциала корпуса, выполненные различными операторами, (приведенные в табл. 2 и табл. 3), подвергли дополнительной статистической обработке [11, 12]. При сравнении дисперсий по критерию Кохрена установили их однородность, так как:

$$G_{1\max} = S_{\max}^2 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2) = 0,32 / (0,16 + 0,25 + 0,17 + 0,31) = 0,36 < 0,38,$$

$$G_{2\max} = S_{\max}^2 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2) = 0,39 / (0,32 + 0,25 + 0,33 + 0,39) = 0,3 < 0,38.$$

Таким образом, показали, что результаты измерений потенциала корпуса судна в контрольной точке характеризуются однородной случайной составляющей погрешности.

Чтобы проверить значимость систематических расхождений между средними значениями результатов измерений, полученных в разные дни разными операторами, сравнили их по критерию Стьюдента, используя усредненное значение стандартного отклонения  $S_{cp} = 0,47$  при  $f = 196$  для графитового электрода и  $S_{cp} = 0,57$  при  $f = 196$  для хлорсеребряного.

Получили следующие значения  $t$  критерия:

а) для графитового электрода  $t_{1,2} = 0,15$ ;  $t_{1,3} = 0,61$ ;  $t_{2,3} = 0,72$ ;  $t_{2,4} = 2,43$ ;

б) для хлорсеребряного электрода  $t_{1,2} = 0,2$ ;  $t_{1,3} = 0,78$ ;  $t_{2,3} = 0,4$ ;  $t_{2,4} = 0,65$  (при табличных значениях  $t(0,05,196) = 1,98$  и  $t(0,01,196) = 2,62$ ).

Таблица 4

**Проверка результатов измерений потенциала корпуса судна  
при помощи графитового электрода на нормальность распределения**

| № измерения | Расчетные характеристики измерений |                     |             |                     |              |                     |             |                     |
|-------------|------------------------------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|
|             | I оператор                         |                     | II оператор |                     | III оператор |                     | IV оператор |                     |
|             | $C_i - C_c$                        | $Z_{p/2} \cdot S_1$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_2$ | $C_i - C_c$  | $Z_{p/2} \cdot S_3$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_4$ |
| 1           | 0,86                               | 1,03                | 0,16        | 1,29                | 0,06         | 1,08                | 0,8         | 1,47                |
| 2           | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 3           | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 4           | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 5           | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 6           | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 7           | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 1,06         |                     | 0,2         |                     |
| 8           | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 9           | 0,14                               |                     | 0,84        |                     | 0,94         |                     | 0,8         |                     |
| 10          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 11          | 0,14                               |                     | 0,84        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 12          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 13          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 14          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 15          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 1,06         |                     | 0,2         |                     |
| 16          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 17          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 1,8         |                     |
| 18          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 19          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 20          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 21          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,94         |                     | 0,2         |                     |
| 22          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 23          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 24          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,94         |                     | 1,2         |                     |
| 25          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 26          | 0,14                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 27          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 28          | 0,86                               |                     | 0,16        |                     | 0,94         |                     | 0,2         |                     |

| Расчетные характеристики измерений |             |                     |             |                     |              |                     |             |                     |
|------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|
| № измерения                        | I оператор  |                     | II оператор |                     | III оператор |                     | IV оператор |                     |
|                                    | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_1$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_2$ | $C_i - C_c$  | $Z_{p/2} \cdot S_3$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_4$ |
| 29                                 | 0,86        | 1,03                | 0,16        | 1,29                | 0,06         | 1,08                | 0,2         | 1,47                |
| 30                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 31                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 32                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,94         |                     | 1,2         |                     |
| 33                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 34                                 | 0,86        |                     | 0,84        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 35                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 36                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 37                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 38                                 | 0,14        |                     | 0,84        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 39                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 1,8         |                     |
| 40                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 41                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 42                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 43                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 1,06         |                     | 0,2         |                     |
| 44                                 | 0,86        |                     | 0,84        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 45                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |
| 46                                 | 0,86        |                     | 2,84        |                     | 0,94         |                     | 0,2         |                     |
| 47                                 | 0,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 48                                 | 1,86        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 49                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,2         |                     |
| 50                                 | 0,14        |                     | 0,16        |                     | 0,06         |                     | 0,8         |                     |

Таблица 5

**Проверка результатов измерений потенциала корпуса судна  
при помощи хлорсеребряного электрода на нормальность распределения**

| Расчетные характеристики измерений |             |                     |             |                     |              |                     |             |                     |
|------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|
| № измерения                        | I оператор  |                     | II оператор |                     | III оператор |                     | IV оператор |                     |
|                                    | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_1$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_2$ | $C_i - C_c$  | $Z_{p/2} \cdot S_3$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_4$ |
| 1                                  | -0,04       | 1,47                | -0,1        | 1,29                | -0,16        | 1,49                | 0           | 1,62                |
| 2                                  | -0,04       |                     | 0,9         |                     | -0,16        |                     | 1           |                     |
| 3                                  | 0,96        |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 4                                  | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 1           |                     |
| 5                                  | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 6                                  | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 7                                  | -1,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 8                                  | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 9                                  | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 10                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 11                                 | 0,96        |                     | -0,1        |                     | 0,84         |                     | -1          |                     |
| 12                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 13                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 14                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | 0,84         |                     | 0           |                     |
| 15                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 16                                 | -1,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 17                                 | 0,96        |                     | -0,1        |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 18                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 1           |                     |
| 19                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 20                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | -1          |                     |
| 21                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | 0           |                     |
| 22                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | 0,84         |                     | 0           |                     |
| 23                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | 0           |                     |
| 24                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 25                                 | 0,96        |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 26                                 | 1,96        |                     | 0,9         |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 27                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 28                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | -1,16        |                     | 0           |                     |
| 29                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 30                                 | -1,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |

| Расчетные характеристики измерений |             |                     |             |                     |              |                     |             |                     |
|------------------------------------|-------------|---------------------|-------------|---------------------|--------------|---------------------|-------------|---------------------|
| № измерения                        | I оператор  |                     | II оператор |                     | III оператор |                     | IV оператор |                     |
|                                    | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_1$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_2$ | $C_i - C_c$  | $Z_{p/2} \cdot S_3$ | $C_i - C_c$ | $Z_{p/2} \cdot S_4$ |
| 31                                 | -1,04       | 1,47                | -0,1        | 1,29                | -1,16        | 1,49                | 0           | 1,62                |
| 32                                 | -1,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 33                                 | -0,04       |                     | 0,9         |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 34                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 35                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | -1          |                     |
| 36                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 37                                 | -0,04       |                     | -1,1        |                     | -1,16        |                     | 0           |                     |
| 38                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 39                                 | 0,96        |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 40                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -1,16        |                     | -1          |                     |
| 41                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 42                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 43                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 1           |                     |
| 44                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 45                                 | 0,96        |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 46                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |
| 47                                 | -0,04       |                     | -1,1        |                     | 0,84         |                     | 0           |                     |
| 48                                 | -0,04       |                     | -1,1        |                     | 0,84         |                     | 1           |                     |
| 49                                 | -1,04       |                     | -1,1        |                     | -1,16        |                     | 0           |                     |
| 50                                 | -0,04       |                     | -0,1        |                     | -0,16        |                     | 0           |                     |

Таблица 6

## Результаты вычислений критерия Граббса для измерений, выполненных с помощью графитового электрода

| Расчетные значения критерия Граббса: $G_1$ и $G_2$ |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | $G_T$ , табличное допустимое значение для уровня значимости 1% |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| I оператор                                         |                                    | II оператор                        |                                    | III оператор                       |                                    | IV оператор                        |                                    |                                                                |
| $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$                 | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ |                                                                |
| 2,15                                               | 0,35                               | 1,68                               | 0,32                               | 2,23                               | 2,52                               | 2,1                                | 1,4                                | 3,381                                                          |

Таблица 7

## Результаты вычислений критерия Граббса для измерений, выполненных с помощью хлорсеребряного электрода

| Расчетные значения критерия Граббса: $G_1$ и $G_2$ |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    |                                    | $G_T$ , табличное допустимое значение для уровня значимости 1% |
|----------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| I оператор                                         |                                    | II оператор                        |                                    | III оператор                       |                                    | IV оператор                        |                                    |                                                                |
| $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$                 | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ | $G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$ | $G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$ |                                                                |
| 1,68                                               | 1,82                               | 1,8                                | 2,2                                | 1,44                               | 2                                  | 1,58                               | 1,58                               | 3,381                                                          |

Из результатов расчетов следует, что между средними значениями результатов измерений потенциала корпуса, выполненных различными операторами, нет значимых систематических расхождений.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Измерения потенциала корпуса судна, полученные методикой [10], способен выполнить любой оператор, независимо от его квалификации.
2. Результаты измерений потенциала корпуса судна, выполненные по методике [10], отличаются высокими метрологическими характеристиками.

## Литература

1. *Марткович А.М.* Борьба с коррозией корпуса судна. – М.: Морской транспорт, 1955. – 170 с.
2. *Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В.* Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
3. *Максимаджи А.И., Беленький Л.М., Бринер А.С.* Оценка технического состояния корпусов морских судов. – Л.: Судостроение, 1982. – 156 с.
4. *Коробцов И.М.* Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
5. *Улиг Г.Т., Ревя Р.У.* Коррозия и борьба с ней. – Л.: Химия, 1989. – 454 с.
6. ГОСТ 9.056–75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017>.
7. *Миф Н.П.* Методика выполнения измерений. – М: ТОО «ТОТ», 1996. – 18 с.
8. *Швецов В.А.* Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 222 с.
9. ГОСТ Р 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.
10. Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 7–12.
11. Алгоритмы оперативного и статического контроля качества работы аналитической лаборатории / А.Н. Смагунова, Е. И. Шмелева, В.А. Швецов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
12. *Смагунова А.Н., Карпукова О.М.* Методы математической статистики в аналитической химии. – Ростов н/Д.: Феникс, 2012. – 346 с.

## РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 597.5(265.5)

С.С. Григорьев<sup>1,2</sup>, Н.А. Седова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000;

<sup>2</sup>Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: sgri@inbox.ru

### ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МОРСКИХ РЫБ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ НА ОСНОВАНИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РАННИХ СТАДИЙ РАЗВИТИЯ

Имеются данные по нересту и раннему развитию 129 видов рыб, относящихся к 34 семействам, составляющих 9 отрядов, в морях и внутренних водоемах северо-востока России. Типично морские рыбы по способу откладывания икры разделены на 2 группы: 1) с пелагической икрой, 2) с донной икрой. По численности и распространению значительно преобладают икринки и личинки минтая (*Theragra chalcogramma*). Второе по значению место занимают икринки и личинки камбал, среди которых преобладают весенненерестующие виды: охотоморская и северная палтусовидные камбалы (*Hippoglossoides elassodon*, *H. robustus*) и желтобрюхая камбала (*Pleuronectes quadrituberculatus*). Летом преобладают икринки и личинки летненерестующих видов: желтоперой (*Limanda aspera*), сахалинской (*L. sakhalinensis*) и хоботной (*L. proboscidea*) камбал. Из прочих видов значительные концентрации в планктоне могут образовывать в летнее время личинки песчанки (*Ammodytes hexapterus*) и мойвы (*Mallotus villosus catervarius*). Разнообразие видов пелагических ранних стадий развития рыб увеличивается от весны к середине лета, затем уменьшается.

**Ключевые слова:** нерест, икринки, личинки, таксономическое разнообразие.

S.S. Grigoriev<sup>1,2</sup>, N.A. Sedova<sup>2</sup> (<sup>1</sup>Kamchatka Branch of Pacific Institute of Geography, Russian Academy of Sciences, Far-East Department, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, <sup>2</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Taxonomic variety of marine fishes near north eastern Russia based on distribution of their early stages of development**

Information on spawning and early development of 129 species (34 families, 9 orders) in seas and inland water bodies of North eastern Russia is available. Typically marine fishes are divided into 2 groups based on the method of fertilization habit: 1) with pelagic eggs, 2) with demersal eggs. Depending on features of spawning fishes were divided into ecological groupings. Eggs and larvae of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) were significantly dominated by their abundance and distribution. The eggs and larvae of flat fishes were in the second place. Among them more abundant were spring spawning species: flat heat sole (*Hippoglossoides elassodon*), Bering flounder (*H. robustus*), and Alaska plaice (*Pleuronectes quadrituberculatus*). In summer eggs and larvae of summer spawning, yellow fin flounder (*Limanda aspera*), Sakhalin flounder (*L. sakhalinensis*), and long head dab (*L. proboscidea*) dominated. In summer among other fish species the significant concentrations in plankton can form larvae of sand lance (*Ammodytes hexapterus*) and capelin (*Mallotus villosus catervarius*). Species diversity of pelagic early development stages of fish increases from spring to mid-summer, and then decreases.

**Key words:** spawning, eggs, larvae, taxonomic variety.

Северная часть Тихого океана представляет собой уникальный по экологическим условиям район, расположенный в различных климатических зонах. В отличие от Северной Атлантики, все пространство северо-западной части Тихого океана занято водными массами субарктической структуры. Глубоководная котловина, расположенная в зоне, занимающей промежуточное положение между океаном и материком, накладывает отпечаток на формирование климатических особенностей данного региона. Оказывают влияние и холодные воздушные массы Арктики и Сибири. В западной части Северной Пацифики наблюдаются очень большие сезонные колеба-

ния температуры как воздуха, так и воды в верхних слоях. Особое значение имеют главные атмосферные центры, которые определяют направление и интенсивность переноса воздушных масс, что в свою очередь оказывает влияние на температуру воздуха и поверхностную циркуляцию вод. В связи с действием главных атмосферных центров широтная зональность в распределении приповерхностной температуры воздуха в Северной Пацифике нарушается, что определяет особенности распределения ихтиофауны данного региона.

В морях и внутренних водоемах северо-востока России обитают более 500 видов морских, проходных и пресноводных рыб [1–3]. В прибрежных морских водах северо-востока России достоверно зарегистрированы 478 видов и подвидов рыбообразных и рыб, относящихся к 3 классам, 20 отрядам и 63 семействам [4]. Подавляющее число видов составляет морская ихтиофауна. Так, в Беринговом море обитает более 300 видов, в Охотском море, по разным оценкам, от 200 видов (в северной части) до 300 видов (в южной части) [2, 5–11].

Фауна рыб, обитающих в прибрежных морских водах северо-востока России, исключительно богата и разнообразна. Это один из наиболее продуктивных районов мира, дающий ежегодно свыше 2 млн т рыбопродукции [12]. Съем рыбопродукции в этом регионе приближается к 2 т с км<sup>2</sup> поверхности моря [13].

Таксономическое разнообразие (или биоразнообразие) в последнее время стало одним из самых распространенных понятий в научной литературе, природоохранном движении и международных связях. Доказано, что необходимым условием нормального функционирования экосистем и биосферы в целом является достаточный уровень природного разнообразия на нашей планете. Биологическое разнообразие рассматривается как основной параметр, дающий представления о состоянии надорганизменных систем. Термин «биоразнообразие» обычно используется для описания числа разновидностей и изменчивости живых организмов. Разнообразие, отнесенное к видам и другим таксонам, распространенным в определенном ареале, принято называть таксономическим разнообразием.

Основные научные концепции биоразнообразия были сформулированы лишь в середине XX в. Используя математический аппарат «статистики разнообразия», Г. Хатчинсон [14, 15] показал эффективность его применения в полевой экологии. Впоследствии Р. Мак-Артуром и Е. Уильсоном [16] эти представления были развиты в виде основных положений географической экологии и иерархической биоорганизации ландшафта. Наконец, Р. Уитгекер (1980) [17] структурировал уровни экосистемного разнообразия и исследовал зависимости биоразнообразия от факторов окружающей среды [18]. Термин «биоразнообразие» часто рассматривают как синоним «*видового разнообразия*», в частности «богатства видов», которое есть число видов в определенном местообитании или биотопе. Экосистемное разнообразие связывают с многомерным разнообразием факторов (экологическая ниша), оценивая плотности распределения вида в этом пространстве и строя модели конкурентной борьбы популяций за ресурсы среды. Из-за отсутствия конкретных и общепринятых методик оценки различных уровней разнообразия каждый из исследователей вкладывает в их понятия свой персональный смысл. Поэтому на практике за *экосистемное* (полное) разнообразие чаще всего принимается оценка частот встречаемости разных видов на территории или в биотопе либо подсчет частных сумм показателей относительного обилия (совокупной численности или биомассы) на разных трофических уровнях или по различным таксономическим группам [19].

Виды не всегда служат лучшей единицей для оценки разнообразия, так как разные стадии жизненного цикла или разные жизненные формы одного и того же вида часто занимают разные местообитания и экологические ниши и вносят свой вклад в разнообразие [20]. Это можно отнести и к ранним стадиям развития морских рыб, которые у многих видов имеют планктонные стадии, разносимые течениями, а во взрослом состоянии часто придерживаются более или менее постоянных биотопов.

Нельзя не признать, что именно виды имеют наиболее четкий адрес в той или иной таксономической системе, а имеющиеся базы компьютерной информации об организмах, как правило, проиндексированы по видовому принципу. Сведения по биологии и экологии видов рыб являются основой для выработки необходимых мер их охраны в природе, организации рационального рыболовства, сохранении в аквакультуре. В лице вида мы охраняем как отдельных особей, так и представителей рода или семейства, или жизненные формы раннего развития. Таким образом, вид – это удобная форма группировки элементов в таксоны. В связи с этим для оценки состояния морской прибрежной экосистемы северо-западной части Тихого океана в данной работе используется термин «таксономическое разнообразие».

В связи с географическим положением видовой состав рыб, обитающих в морских водах данного района, различен. Состав ихтиофауны здесь включает как характерные для умеренных и арктических вод виды, большая часть жизни и размножение которых проходит в данном районе, так и сравнительно тепловодные, обычно размножающиеся южнее, но появление которых на ранних стадиях возможно в периоды потеплений. Более разнообразная ихтиофауна характерна для морских вод, омывающих южную оконечность Камчатки и близлежащих Курильских островов. Акватории, примыкающие к Арктическому бассейну, значительно беднее в отношении видового состава рыб. В связи с этим целью работы было рассмотреть таксономическое разнообразие морских рыб северо-востока России на основании распределения их ранних стадий развития, а также встречаемость и количественное распределение морских рыб в период раннего развития.

### Материал и методика

Район северо-востока России включает внутренние водоемы материковой части севернее Охотского моря до Камчатки, Чукотки и окружающие морские воды: северную часть Охотского моря (севернее о. Сахалин), западный шельф Камчатки, западную часть Берингова моря, юго-западную часть Чукотского моря, а также прилегающие к восточной Камчатке и Курильским островам воды Тихого океана. Биологические ресурсы рассматриваемого района как в морских водах, так и во внутренних водоемах имеют важное экономическое значение. Район исследования представляет собой северо-восточную оконечность России, малоизученную в отношении раннего развития рыб. По широте район простирается от 46° до 69° с. ш., от Курильских островов на юге и до Чукотского моря на севере. Северная часть района находится за полярным кругом, а его северо-восточная оконечность – в западном полушарии (рис. 1).

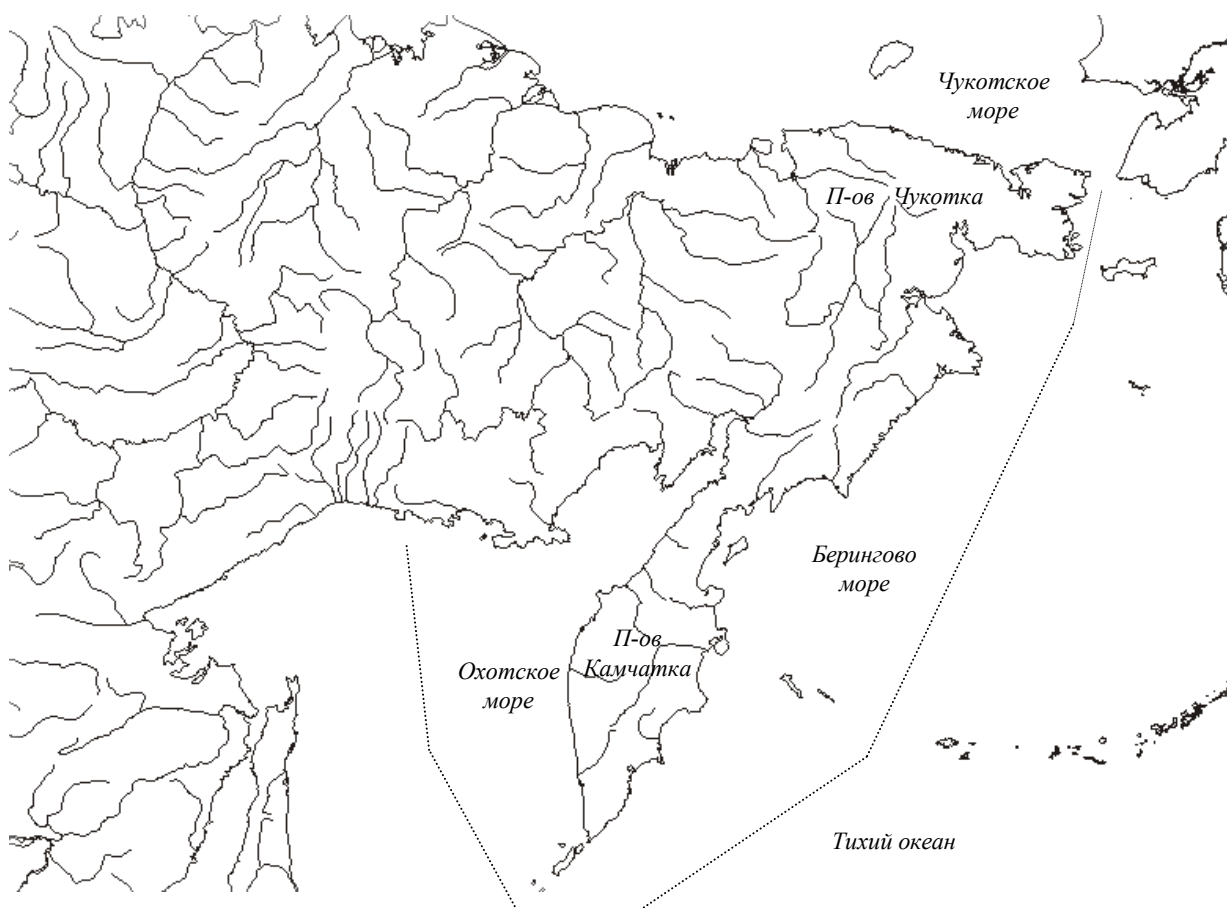


Рис. 1. Схема и условная граница района исследований ранних стадий развития морских рыб северо-востока России

Основой при выполнении данной работы послужили обширные материалы, которые собраны в шельфовых районах северо-западной части Тихого океана (Охотское и Берингово моря,

юго-восточное побережье Камчатки) при проведении съемок по учету численности икринок и личинок минтая. Для обсуждения и обобщения материалов использовались значительные литературные сведения. Обширные сведения по репродуктивной биологии и раннему развитию морских рыб заимствованы из американских и японских источников [21, 22]. Зоогеографические категории и биотопические группировки рассматривались в соответствии с принятыми в литературе представлениями и определялись с учетом имеющихся данных [1, 2, 8, 23]. Для анализа таксономического разнообразия построена таблица данных, в которой в каждой строке записан объект исследования (вид рыбы, таксон), а в столбцах размещаются данные по встречаемости на ранних стадиях развития. При этом предполагалось, что внутри таксона все особи идентичны.

## Результаты

Район российского Дальнего Востока, особенно его крайняя, северо-восточная часть, включая водоемы Камчатки, Чукотки, прилегающей части азиатского материка, а также омывающие их морские воды, в течение долгого времени оставался наименее изученным в отношении ихтиофауны. Значительное широтное протяжение рассматриваемого района определяет многообразие видового состава ихтиофауны.

Таксономическое разнообразие рыб, обитающих в северо-западной части Тихого океана, сформировалось в результате изменчивости видов под влиянием условий окружающей среды. Особенное влияние условия среды имеют на ранних стадиях, когда происходит закладка всех жизненных органов и формируется приспособляемость организмов к условиям внешней среды и выживаемость за счет способности к изменчивости. Значительное разнообразие условий среды в северо-западной части Тихого океана определило формирование многообразного комплекса ихтиофауны, обитающего в этом регионе.

Несмотря на значительное количество видов морских рыб, встречающихся в рассматриваемом районе (около 500 видов), к настоящему времени имеются данные по нересту и раннему развитию всего 113 видов рыб, относящихся к 28 семействам, составляющих 7 отрядов (табл. 1).

Таблица 1

**Число видов в составе морской ихтиофауны северо-востока России, для которых известны стадии раннего развития**

| Отряды            | Количество |       |
|-------------------|------------|-------|
|                   | Семейств   | Видов |
| CLUPEIFORMES      | 1          | 1     |
| SALMONIFORMES     | 3          | 10    |
| GADIFORMES        | 3          | 9     |
| GASTEROSTEIFORMES | 1          | 2     |
| SCORPAENIFORMES   | 9          | 52    |
| PERCIFORMES       | 10         | 21    |
| PLEURONECTIFORMES | 1          | 18    |
| Всего             | 28         | 113   |

Наиболее многочисленными по количеству семейств и видов были представители отрядов окунеобразных и скорпенообразных, которые составляли более половины от известных на ранних стадиях видов. Отряды камбалообразных и лососеобразных, включающие единичные семейства, содержали значительное количество известных на ранних стадиях видов. Такие отряды, как сельдеобразные и колюшкообразные, включали лишь единичные виды.

Вероятная встречаемость ранних стадий рыб в планктоне морских прибрежных вод северо-востока России представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Встречаемость икринок и личинок рыб в планктоне морских вод северо-востока России**

| Систематический список                    | Икринки | Личинки |
|-------------------------------------------|---------|---------|
| ОТРЯД CLUPEIFORMES – СЕЛЬДЕОБРАЗНЫЕ       |         |         |
| Семейство Clupeidae – Сельдевые           |         |         |
| <i>Clupea pallasii</i> – восточная сельдь | –       | +       |

| Систематический список                                          | Икринки | Личинки |
|-----------------------------------------------------------------|---------|---------|
| <b>ОТРЯД SALMONIFORMES – ЛОСОСЕОБРАЗНЫЕ</b>                     |         |         |
| Семейство Microstomatidae – Малоротковые                        |         |         |
| <i>Bathylagus pacificus</i> – тихоокеанский батилаг             | +       | +       |
| <i>Leuroglossus schmidtii</i> – дальневосточная серебрянка      | +       | +       |
| <i>Lipolagus ochotensis</i> – охотский липолаг                  | +       | +       |
| <i>Nansenia candida</i> – белая нансеня                         | +       | +       |
| <i>Pseudobathylagus milleri</i> – батилаг Миллера               | +       | +       |
| Семейство Opisthoproctidae – ОпиSTOPPOCTОВЫЕ                    |         |         |
| <i>Macropinna microstoma</i> – малоротая макропинна             | +       | +       |
| Семейство Osmeridae – Корюшковые                                |         |         |
| <i>Hypomesus olidus</i> – речная малоротая корюшка              | –       | +       |
| <i>Mallotus villosus catervarius</i> – тихоокеанская мойва      | –       | +       |
| <i>Osmerus mordax dentex</i> – тихоокеанская зубастая корюшка   | –       | +       |
| <b>ОТРЯД GADIFORMES – ТРЕСКООБРАЗНЫЕ</b>                        |         |         |
| Семейство Moridae – Моровые                                     |         |         |
| <i>Laemonema longipes</i> – длинноперая лемонема                | +       | +       |
| Семейство Gadidae – Тресковые                                   |         |         |
| <i>Boreogadus saida</i> – сайка                                 | –       | +       |
| <i>Eleginus gracilis</i> – тихоокеанская навага                 | –       | +       |
| <i>Gadus macrocephalus</i> – тихоокеанская треска               | –       | +       |
| <i>Theragra chalcogramma</i> – минтай                           | +       | +       |
| Семейство Macrouridae – Долгохвостовые                          |         |         |
| <i>Albatrossia pectoralis</i> – малоглазый макрурус             | +       | +       |
| <i>Coryphaenoides acrolepis</i> – черный макрурус               | +       | +       |
| <i>Coryphaenoides cinereus</i> – пепельный макрурус             | +       | +       |
| <b>ОТРЯД GASTEROSTEIFORMES – КОЛЮШКООБРАЗНЫЕ</b>                |         |         |
| Семейство Gasterosteidae – Колюшковые                           |         |         |
| <i>Gasterosteus aculeatus</i> – трехиглая колюшка               | –       | +       |
| <i>Pungitius pungitius pungitius</i> – девятииглая колюшка      | –       | +       |
| <b>ОТРЯД SCORPAENIFORMES – СКОРПЕНООБРАЗНЫЕ</b>                 |         |         |
| Семейство Sebastidae – Морские окуни                            |         |         |
| <i>Sebastes aleutianus</i> – алеутский морской окунь            | –       | +       |
| <i>Sebastes alutus</i> – тихоокеанский морской окунь            | –       | +       |
| <i>Sebastes ciliatus</i> – бурый морской окунь                  | –       | +       |
| <i>Sebastes polyspinis</i> – многоиглый морской окунь           | –       | +       |
| <i>Sebastolobus alascanus</i> – аляскинский шипоцек             | –       | +       |
| Семейство Anoplopomatidae – Аноплопомовые                       |         |         |
| <i>Anoplopoma fimbria</i> – угольная рыба                       | +       | +       |
| Семейство Hexagrammidae – Терпуговые                            |         |         |
| <i>Hexagrammos lagocephalus</i> – зайцеголовый терпуг           | –       | +       |
| <i>Hexagrammos octogrammus</i> – бурый терпуг                   | –       | +       |
| <i>Hexagrammos stelleri</i> – пятнистый терпуг                  | –       | +       |
| <i>Pleurogrammus monopterygius</i> – северный одноперый терпуг  | –       | +       |
| Семейство Cottidae – Рогатковые                                 |         |         |
| <i>Enophris diceraus</i> – двурогий бычок                       | –       | +       |
| <i>Gymnocanthus detrisus</i> – широколобый шлемоносец           | –       | +       |
| <i>Gymnocanthus pistilliger</i> – нитчатый шлемоносец           | –       | +       |
| <i>Gymnocanthus tricuspis</i> – арктический шлемоносец          | –       | +       |
| <i>Hemilepidotus gilberti</i> – пестрый получешуйник            | –       | +       |
| <i>Hemilepidotus hemilepidotus</i> – пятнистый получешуйник     | –       | +       |
| <i>Hemilepidotus jordani</i> – белобрюхий получешуйник          | –       | +       |
| <i>Hemilepidotus zapus</i> – чешуехвостый получешуйник          | –       | +       |
| <i>Megalocottus platycephalus</i> – дальневосточная широколобка | –       | +       |
| <i>Myoxocephalus scorpius</i> – ледовитоморская рогатка         | –       | +       |
| <i>Myoxocephalus jaok</i> – керчак яок                          | –       | +       |
| <i>Myoxocephalus polyacanthocephalus</i> – многоиглый керчак    | –       | +       |
| <i>Myoxocephalus stelleri</i> – мраморный керчак                | –       | +       |
| Семейство Hemitriptidae – Волосатковые                          |         |         |
| <i>Blepsias bilobus</i> – двудлопастной бычок                   | –       | +       |
| <i>Blepsias cirrhosus</i> – трехлопастной бычок                 | –       | +       |
| <i>Hemitripterus villosus</i> – бычок-ворон                     | –       | +       |
| Семейство Psychrolutidae – Психролотовые                        |         |         |
| <i>Dasycottus setiger</i> – щетинистый бычок                    | –       | +       |

| Систематический список                                        | Икринки | Личинки |
|---------------------------------------------------------------|---------|---------|
| <i>Gilbertidia sigalutes</i> – мягкий бычок                   | –       | +       |
| <i>Malacocottus zonurus</i> – черноперый бычок                | –       | +       |
| <i>Psychrolutes paradoxus</i> – психролут удивительный        | –       | +       |
| Семейство Agonidae – Лисичковые                               |         |         |
| <i>Aspidophoroides bartoni</i> – тихоокеанский щитонос        | –       | +       |
| <i>Bathyagonus nigripinnis</i> – черноперая лисичка           | –       | +       |
| <i>Hypsagonus quadricornis</i> – северный гипсагон            | –       | +       |
| <i>Leptagonus decagonus</i> – длинноусая лисичка              | –       | +       |
| <i>Ocella dodecaedron</i> – двенадцатигранная лисичка         | –       | +       |
| <i>Percis japonicus</i> – японская лисичка                    | –       | +       |
| <i>Podothecus acipenserinus</i> – многоусая лисичка           | –       | +       |
| <i>Podothecus sturioides</i> – дальневосточная лисичка        | –       | +       |
| <i>Sarritor leptorhynchus</i> – тонкорылая лисичка            | –       | +       |
| Семейство Cyclopteridae – Круглоперые                         |         |         |
| <i>Aptocyclus ventricosus</i> – рыба-лягушка                  | –       | +       |
| <i>Eumicrotremus orbis</i> – шаровидный круглопер             | –       | +       |
| Семейство Liparidae – Липаровые                               |         |         |
| <i>Liparis brashnikovi</i> – липарис Бражникова               | –       | +       |
| <i>Liparis fabricii</i> – липарис Фабриция                    | –       | +       |
| <i>Liparis latifrons</i> – полосатый липарис                  | –       | +       |
| <i>Liparis ochotensis</i> – охотский липарис                  | –       | +       |
| <i>Nectoliparis pelagicus</i> – пелагический морской слизень  | –       | +       |
| <i>Polypera greeni</i> – полипера Грина                       | –       | +       |
| <i>Rhinoliparis barbulifer</i> – многоусый морской слизень    | –       | +       |
| ОТРЯД PERCIFORMES – ОКУНЕОБРАЗНЫЕ                             |         |         |
| Семейство Bathymasteridae – Батимастеровые                    |         |         |
| <i>Bathymaster signatus</i> – обозначенный батимастер         | –       | +       |
| Семейство Zoarcidae – Бельдюговые                             |         |         |
| Zoarcidae (Gen.sp.) – бельдюга                                | –       | +       |
| Семейство Stichaeidae – Стихеевые                             |         |         |
| <i>Acantholumpenus makayi</i> – колючий люмпен                | –       | +       |
| <i>Alectrias alectrolophus</i> – морской петушок              | –       | +       |
| <i>Bryozoichthys lysimus</i> – длинноперая мшанковая собачка  | –       | +       |
| <i>Chirolophis snyderi</i> – северная мохнатоголовая собачка  | –       | +       |
| <i>Ernogrammus hexagrammus</i> – шестилинейный стихей         | –       | +       |
| <i>Leptoclinus maculatus diaphanocarus</i> – пятнистый люмпен | –       | +       |
| <i>Lumpenella longirostris</i> – длиннорылый люмпен           | –       | +       |
| <i>Lumpenus fabricii</i> – люмпен Фабриция                    | –       | +       |
| <i>Lumpenus sagitta</i> – стреловидный люмпен                 | –       | +       |
| <i>Opisthocentrus ocellatus</i> – глазчатый опистоцентр       | –       | +       |
| <i>Stichaeus punctatus</i> – пятнистый стихей                 | –       | +       |
| Семейство Pholididae – Маслоковые                             |         |         |
| <i>Pholis fasciatus</i> – полосатый маслок                    | –       | +       |
| Семейство Anarhichadidae – Зубатковые                         |         |         |
| <i>Anarhichas orientalis</i> – восточная зубатка              | –       | +       |
| Семейство Ptilichthyidae – Птилихтовые                        |         |         |
| <i>Ptilichthys goodie</i> – птилихт                           | –       | +       |
| Семейство Zaproridae – Запроровые                             |         |         |
| <i>Zaprora silenus</i> – запрора                              | –       | +       |
| Семейство Trichodontidae – Волосозубовые                      |         |         |
| <i>Trichodon trichodon</i> – северный волосозуб               | –       | +       |
| Семейство Ammodytidae – Песчанковые                           |         |         |
| <i>Ammodytes hexapterus</i> – тихоокеанская песчанка          | –       | +       |
| Семейство Icosteidae – Тряпичниковые                          |         |         |
| <i>Icosteus enigmaticus</i> – тряпичник                       | –       | +       |
| ОТРЯД PLEURONECTIFORMES – КАМБАЛООБРАЗНЫЕ                     |         |         |
| Семейство Pleuronectidae – Камбаловые                         |         |         |
| <i>Atheresthes evermanni</i> – азиатский стрелозубый палтус   | +       | +       |
| <i>Atheresthes stomias</i> – американский стрелозубый палтус  | +       | +       |
| <i>Embassichthys bathybius</i> – глубинная камбала            | +       | +       |
| <i>Glyptocephalus stelleri</i> – малорот Стеллера             | +       | +       |
| <i>Glyptocephalus zachirus</i> – длинноперый малорот          | +       | +       |

| Систематический список                                                      | Икринки | Личинки |
|-----------------------------------------------------------------------------|---------|---------|
| <i>Hippoglossoides dubius</i> – южная палтусовидная камбала                 | +       | +       |
| <i>Hippoglossoides elassodon</i> – узкозубая палтусовидная камбала          | +       | +       |
| <i>Hippoglossoides robustus</i> – северная палтусовидная камбала            | +       | +       |
| <i>Hippoglossus stenolepis</i> – тихоокеанский белокорый палтус             | +       | +       |
| <i>Lepidopsetta polyxystra</i> – северная двухлинейная камбала              | –       | +       |
| <i>Limanda aspera</i> – желтоперая камбала                                  | +       | +       |
| <i>Limanda sakhalinensis</i> – сахалинская камбала                          | +       | +       |
| <i>Myxopsetta proboscidea</i> – хоботная камбала                            | +       | +       |
| <i>Microstomus pacificus</i> – американский малорот                         | +       | +       |
| <i>Platichthys stellatus</i> – звездчатая камбала                           | +       | +       |
| <i>Pleuronectes glacialis</i> – полярная камбала                            | +       | +       |
| <i>Pleuronectes quadrituberculatus</i> – желтобрюхая камбала                | +       | +       |
| <i>Reinhardtius hippoglossoides matsuurae</i> – тихоокеанский черный палтус | +       | +       |

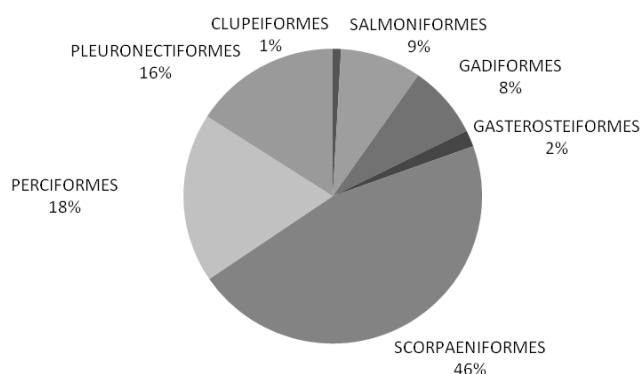


Рис. 2. Распределение отрядов морской фауны северо-востока России по числу таксонов (в %), известных в раннем онтогенезе

Наиболее изученными в отношении раннего периода развития были представители отрядов окунеобразных (Perciformes) и скорпенообразных (Scorpaeniformes). Отряд скорпенообразных также включал наибольшее число видов, известных на ранних стадиях развития, для которых описаны икринки и/или личинки. Кроме того, значительное число видов включали отряды окунеобразных, камбалообразных (Pleuronectiformes) и лососеобразных (Salmoniformes) (рис. 2).

Самым многочисленным семейством по числу видов было сем. камбаловых (Pleuronectidae) (18 видов). Значительное число видов, описанных на ранних стадиях

развития, включали семейства рогатковых (Cottidae) (16 видов), стихеевых (Stichaeidae) (11 видов), лисичковых (Agonidae) (10 видов) и липаровых (Liparidae) (8 видов) (рис. 3).

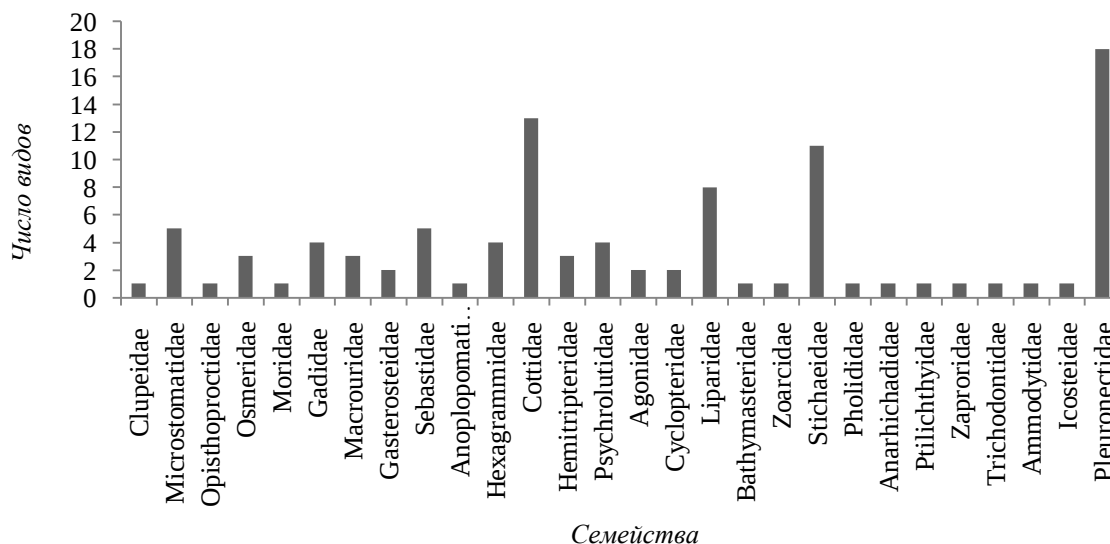


Рис. 3. Количественное распределение видов в составе семейств морской ихтиофауны северо-востока России, известных в раннем онтогенезе

Между тем ранние стадии развития далеко не всех видов известны. Раннее развитие морских рыб рассматриваемого региона известно менее чем для четверти обитающих там видов. Число известных в раннем онтогенезе видов и их доля в процентах от общего числа известных видов в составе семейств морской ихтиофауны северо-востока России показаны на рис. 4.

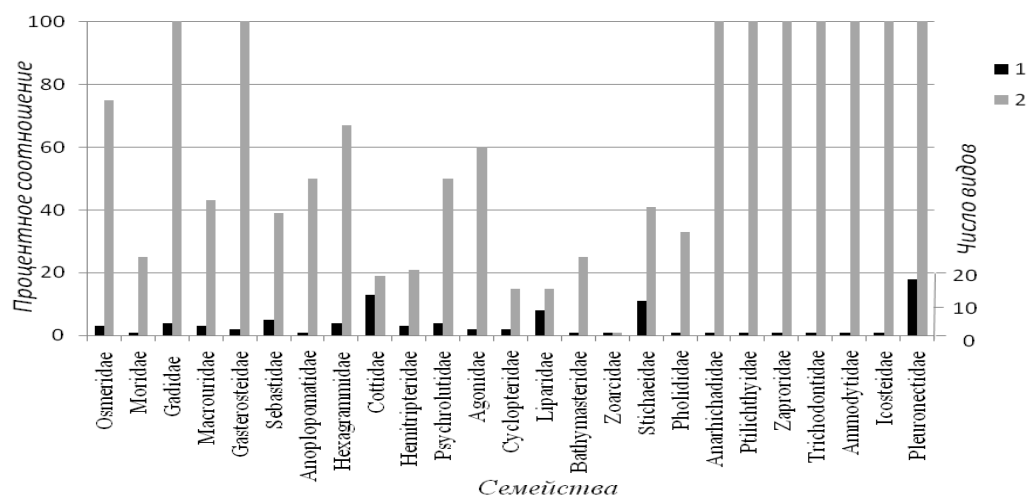


Рис. 4. Число известных в раннем онтогенезе видов (1) и их доля в % (2) от общего числа известных видов в составе семейств морской ихтиофауны северо-востока России

Раннее развитие всех видов в составе семейства известно для более половины семейств, включающих, как правило, небольшое число видов. Это связано, вероятно, со значительными морфологическими и экологическими различиями ранних стадий развития между семействами. Исключение здесь составляют камбаловые рыбы (*Pleuronectidae*), включающие значительное количество видов, все из которых в большей или меньшей степени известны на ранних стадиях. Хорошая изученность ранних стадий развития камбал связана, прежде всего, с их промысловым значением.

Наоборот, для семейств, включающих большое число видов, таких как рогатковые (*Cottidae*), волосатковые (*Hemirhamphidae*), круглоперые (*Cyclopteridae*), липаровые (*Liparidae*), бельдюговые (*Zoarcidae*), раннее развитие известно лишь для небольшого числа видов.

### Заключение

Видовой состав пелагических ранних стадий прибрежных вод северо-востока России включает икринки 29 видов и личинки 112 видов рыб. Из них около 30 видов рыб выметывают пелагическую икру и более 70 видов рыб – донную икру. По численности и распространению значительно преобладают икринки и личинки минтая (*Theragra chalcogramma*). Икринки минтая начинают преобладать в планктоне с ранней весны (март) и до мая-июня, затем доминируют личинки минтая.

Второе по значению место занимают икринки и личинки камбал, среди которых преобладают весеннерестующие виды: охотоморская и северная палтусовидные камбалы (*Hippoglossoides elassodon*, *H. robustus*) и желтобрюхая камбала (*Pleuronectes quadrituberculatus*). Летом преобладают икринки и личинки летнерестующих видов: желтоперой (*Limanda aspera*), сахалинской (*L. sakhalinensis*) и хоботной (*L. proboscidea*) камбал. Из прочих видов значительные концентрации в планктоне могут образовывать в летнее время личинки песчанки (*Ammodytes hexapterus*) и мойвы (*Mallotus villosus catervarius*). Разнообразие видов пелагических ранних стадий развития рыб увеличивается от весны к середине лета, затем уменьшается.

Из других промысловых рыб плотные скопления пелагических личинок наблюдались у мойвы. На основании выполненных ихтиопланктонных исследований отмечены следующие черты биологии тихоокеанской мойвы: развивающиеся личинки вскоре после нереста и вылупления из икринок до достижения длины около 10 мм держатся в узкой прибрежной зоне над небольшими глубинами вблизи мест нереста. По мере роста личинки разносятся основными ветвями течений вдоль западного побережья, распространяясь по большей акватории и над большими глубинами.

Большинство морских рыб северо-востока России (более 70 видов) откладывают демерсальную, клейкую икру, обычно развивающуюся в виде кладок на скальных, песчаных или илистых грунтах, камнях, водорослях. Несмотря на меньшее в рассматриваемом районе количество видов морских рыб, откладывающих пелагическую икру (30 видов), этот способ нереста более важен для интересов рыбного хозяйства.

## Литература

1. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий / под ред. Р.С. Моисеева и А.М. Токранова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – 166 с.
2. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря / В.В. Федоров, И.А. Черешнев, А.В. Назаркин, А.В. Шестаков, В.В. Волобуев. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 198 с.
3. Черешнев И.А., Шестаков А.В., Скопец М.Б. Определитель пресноводных рыб Северо-востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 128 с.
4. Датский А.В., Андронов П.Ю. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2007. – 261 с.
5. Шмидт П.Ю. Рыбы восточных морей Российской империи. – СПб.: Изд-во Геогр. о-ва, 1904. – 466 с.
6. Шмидт П.Ю. Рыбы Охотского моря // Тр. Тихоокеан. Комитета. – 1950. – Т. 6. – С. 68–73.
7. Шунтов В.П. Биологические ресурсы Охотского моря. – М.: Агропромиздат, 1985. – 224 с.
8. Черешнев И.А. Биогеография пресноводных рыб Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 130 с.
9. Парин Н.В. Ихтиофауна океанической эпипелагиали. – М., Наука, 1968. – 185 с.
10. Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. Промысловые рыбы материкового склона прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2005. – 59 с.
11. Хоружий А.А., Найденов С.В. Видовая структура и межгодовая динамика биомассы nekтона в верхней эпипелагиали прикурильских вод Тихого океана в летние периоды 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 176. – С. 16–36.
12. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 1953. – Т. 40. – С. 1–288.
13. Борец Л.А. Донные биоценозы Российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. – Владивосток: ТИНРО, 1997. – 217 с.
14. Hutchinson G.E. The concept of pattern in ecology // Proc. Acad. Nat. Sci. Philad. – 1953. – Vol. 105. – P. 1–12.
15. Hutchinson G.E., MacArthur R.H. A Theoretical Ecobgical Model of Size Distribution among Species of Animal // American Nature. – 1959. – Vol. 93. – P. 117–125.
16. MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. – Princeton: Princeton Univ. Press, 1967. – 293 p.
17. Уитгекер Р. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
18. Шитиков В.К., Розенберг Г.С. Оценка биоразнообразия: попытка формального общения // Структурный анализ экологических систем // Количественные методы экологии и гидробиологии: сб. науч. тр., посвященный памяти А.И. Баканова / отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – С. 91–129.
19. Розенберг Г.С., Мозговой Д.П., Гелашвили Д.Б. Экология. Элементы теоретических конструкций современной экологии. – Самара: СамНЦ РАН, 1999. – 396 с.
20. Одум Ю. Основы экологии. – М.: Мир, 1975. – 740 с.
21. Matarese, A.C., Stevens E.G., and Watson W. Icosteioidei: Development and relationships: In Moser, H.G., et al. (eds.), Ontogeny and systematics of fishes: Spec. Publ. 1, Am. Soc. Ichthyol. Herpetol. – Allen Press, Lawrence, KS, 1984. – P. 576–577.
22. Okiyama M. An Atlas of the early stage fishes in Japan. – Tokyo: Tokai Univ. Press, 1988. – 1160 p.
23. Федоров В.В., Парин Н.В. Пелагические и бентопелагические рыбы тихоокеанских вод России. – М.: ВНИРО, 1998. – 156 с.

**Н.А. Ильюшенко**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: KGTU.Ecol@ya.ru*

## **ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЕМКОСТЬ УРБОСИСТЕМЫ ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА-КАМЧАТСКОГО**

Проанализированы вопросы функционирования урбосистем, соотношения в них природных и техногенных элементов. Определено понятие экологической емкости урбосистем и основных ее составляющих. Приведены результаты оценки экологической емкости территории г. Петропавловска-Камчатского через оценку частных емкостей урбосистемы, а именно: демографической емкости, репродуктивного потенциала территории, экологической техноемкости и суммарной предельно-допустимой нагрузки города.

**Ключевые слова:** урбосистема, экологическая емкость, демографическая емкость, репродуктивный потенциал, экологическая техноемкость, суммарная предельно-допустимая нагрузка.

N.A. Ilyushenko (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Ecological capacity of urban system in town Petropavlovsk-Kamchatsky**

We analyzed functioning issues of urban systems, ratio of natural and anthropogenic elements in them. We also defined the notion of ecological capacity of urban systems and the main its components. Results of ecological capacity estimation of the territory of town Petropavlovsk-Kamchatsky by means of estimation of particular urban system capacities: demographic capacity, territory's reproductive potential, ecological techno capacity and total maximum permissible town load.

**Key words:** urban system, ecological capacity, demographic capacity, reproductive potential, ecological techno capacity, total maximum permissible load.

Сегодня урбанизация стала главным фактором экономического развития и изменения территориальной организации общества большинства стран мира. Это определяет резкое увеличение количества городов, особенно крупных, и возрастание количества городских жителей. Результатом этого являются формирование урбосистем с нарушением природного равновесия экосферы, снижение экологической емкости территории, что в контексте постоянного роста площади городских ландшафтов требует тщательного изучения.

В целом под урбосистемой понимают пространственно ограниченную природно-техногенную систему, состоящую из природных и техногенных компонентов, создающих городскую среду жизни человека [1]. Наиболее важным свойством урбосистем как субъекта экосферы является способность становиться центром критического состояния, которое выражается в постоянном, негативном воздействии на окружающую природную среду и угнетении всех остальных частей экосистемы, а зачастую почти полной ее деформации, непригодности для воспроизводства биоты. При этом территория влияния и жизненных интересов урбосистемы расширяется за счет вторичной зоны загрязнений, увеличивая воздействие на прилегающие аграрные районы, их обеднение, отчуждения биологически ценных земель в пользу урбоструктур (под градостроение, технологические объекты и городские свалки), истощения сырьевых ресурсов.

Вместе с тем экосфера урбанизированной территории – сложная природная, саморегулирующаяся система, внутри которой создаются перегрузы природных защитных механизмов, деградация которых может порождать состояния неустойчивости равновесных колебаний экологической системы, способных влиять на производственную, экономическую, социальную деятельность и степень привлекательности города для проживания в нем [2].

Между этими двумя сторонами существует многофакторная связь, определяющая динамику системы в целом, что позволяет рассматривать урбосистему как комплексную, динамическую систему, в которой внутренние и внешние зависимости между элементами нелинейны, процес-

сы, протекающие в ней, недетерминированы, стохастичны и не допускают однозначного описания. Но без оценки экологической емкости урбосистем невозможна выработка научно обоснованных рекомендаций по развитию устойчивой и рационально организованной территории города, комфортной для жизнедеятельности человека.

Для того чтобы было обеспечено устойчивое развитие урбосистем, суммарная антропогенная нагрузка не должна превышать самовосстановительный потенциал природных систем, который во многом отталкивается от понятия экологической емкости территории.

Понятие «экологическая емкость» подразумевает способность экосистемы сохранять свою структуру и функциональные особенности под воздействием внешних факторов. Нередко «экологическая емкость» рассматривается как синоним экологической устойчивости (стабильности). Устойчивость экосистем не может быть сохранена и обеспечена, если будет нарушен закон внутреннего динамического равновесия. Суть этого закона состоит в том, что природная система обладает внутренней энергией, веществом, информацией, а также определенными динамическими качествами, связанными между собой настолько, что любое изменение одного из этих показателей влечет за собой функционально-количественные перемены, сохраняющие сумму вещественно-энергетических, информационных и динамических показателей всей природной системы [3].

Таким образом, экологическая емкость территории характеризуется возможностью сохранения экологических условий, приемлемых для жизнедеятельности человека, также она является пределом, который не должен быть нарушен в процессе производства и расселения людей.

Данное понятие применимо в случае проектирования хозяйственного освоения и заселения конкретной территории, для регламентации хозяйственной деятельности с целью обеспечения совместимости емкости территории с экологическим равновесием данного ландшафта и может рассматриваться и с точки зрения частных экологических емкостей и как общий показатель техногенной нагрузки [4].

Необходимо констатировать, что при оценке экологической емкости территории всегда существует погрешность, которая связана с многопрофильностью предлагаемых подходов и со сложностью учета всех условий функционирования территориальных городских систем.

Наиболее устоявшейся методикой расчета экологической емкости урбосистем является методика, предложенная Т.В. Михиной, в которой оценивается экологическая емкость города через расчет частных экологических емкостей, а именно: демографической емкости, репродуктивного потенциала биоты, экологической техноемкости территории, суммарной предельно допустимой техногенной нагрузки. Именно такой подход представляется как наиболее объективный [5].

Город Петропавловск-Камчатский, как административный центр Камчатского края и один из крупных восточных портов России, бесспорно, может характеризоваться всеми признаками и свойствами современной урбосистемы, с тенденциями к возрастанию негативного воздействия на окружающую среду и, как следствие, снижению комфортности для проживающего населения.

Орографические особенности города имеют ярко выраженный расчлененный горный рельеф (в его центральной части возвышаются сопки Мишенная, Зеркальная, Новая, Никольская, Петровская и др.) с относительными превышениями в 100–200 м. Склоны сопки изрезаны узкими, оврагоподобными долинами ручьев с врезами, достигающими 60–80 м, которые расширяются близ впадения в бухту Авачинскую [6].

Основным климатообразующим процессом в г. Петропавловске-Камчатском является атмосферная циркуляция воздуха. К факторам, определяющим рассеивание примесей, относится стратификация атмосферы, в том числе температурные инверсии. Климат города умеренный, морской с большим среднегодовым количеством осадков.

Среди факторов формирования особенностей мезоклимата современного г. Петропавловска-Камчатского главными являются высота над уровнем моря, форма рельефа, застройка и благоустройство территории, загрязнение атмосферы и искусственный нагрев ее городскими тепловыделениями [7].

На территории г. Петропавловска-Камчатского находятся крупные массивы естественных зеленых насаждений, расположенные в основном на склонах сопки, а также рожи, не занятые застройкой, в то время как межквартальное и природное озеленение практически отсутствует. Местами вблизи городских построек склоны сопки из-за сильной экспозиции лишены растительности. Роль зеленых насаждений, площадь которых в городской черте достигает 40%, а на застроенной части города менее 2%, относительно невелика [8].

Используя методику Т.В. Михиной [5], были произведены расчеты экологической емкости урболандшафта г. Петропавловска-Камчатского, включающей демографическую емкость, репродуктивный потенциал, экологическую техноемкость и суммарную предельно-допустимую техногенную нагрузку. Данные, используемые в расчетах экологической емкости г. Петропавловска-Камчатского и ее составляющих, были взяты из ежегодных статистических сборников [6, 8, 12].

**Демографическая емкость урбосистемы.** Концепция демографической емкости впервые была сформулирована П.П. Семеновым-Тян-Шанским [9], дальнейшее развитие получила в трудах В.В. Покшишевского и Е.Б. Лопатиной [9]. В современных научных исследованиях она нашла широкое применение в работах С.М. Мягкова [10], Ф.Н. Рянского [4], Е.Г. Петровой [11] и др.

Под демографической емкостью понимается максимальная численность населения, способного получать средства к существованию, проживая на данной территории и используя ее природные ресурсы. Демографическая емкость зависит от эффективности потребления природных ресурсов. В то же время она служит порогом, определяющим целесообразность интенсификации использования земель, водных и лесных ресурсов.

Демографическая емкость определяется исходя из наименьшего значения частных демографических емкостей: по наличию территории и по обеспеченности водными ресурсами.

Произведем расчеты каждой из частных демографических емкостей.

1. *По наличию территории.* Рассчитывается по формуле:

$$D_T = \frac{S \cdot 1000}{H}, \quad (1)$$

где  $S$  – территория застройки, га;  $H$  – потребность в территории 1000 жителей в зависимости от характера производительной базы (для сельскохозяйственных зон с высокой потребностью в частных наделах она составляет 30–40 га, для промышленных районов – 20–30 га) [5].

$$D_{ТПК} = \frac{6147 \cdot 1000}{20} = 307350 \text{ чел.}$$

На 2014 г., по официальным данным, в г. Петропавловске-Камчатском зарегистрировано 182 711 человек. Этот показатель почти в 1,5 раза меньше определенной экологической емкости. Это означает, что территория города способна выдержать большее количество жителей, чем зарегистрированная численность. Тем не менее пространственная организация территории города используется нерационально. Так, многие районы г. Петропавловска-Камчатского являются центрами сосредоточения экономических, социальных, административных, промышленных, селитебных и других функций, что приводит к их перегруженности, другие же районы остаются не вовлеченными в функциональные связи, что приводит к их заброшенности. Вследствие этого население перемещается в наиболее застроенные зоны, где формируются участки максимальной скученности населения, а следовательно, возрастает агрессивность среды и снижается комфортность проживания городского населения.

Все это требует более тщательной проработки системы пространственной организации г. Петропавловска-Камчатского для равномерного распределения населения по территории.

2. *По обеспеченности водными ресурсами*  $D_w$  (складывается из запасов подземных и поверхностных вод). Рассчитывается по формуле:

$$D_w = D_{пов} + D_{подз}, \quad (2)$$

где  $D_{пов}$  – частная демографическая емкость по запасам поверхностных вод, чел. (3);  $D_{подз}$  – частная демографическая емкость по запасам подземных вод (4).

$$D_{пов} = \frac{QK \cdot 1000}{B_{пов}}, \quad (3)$$

где  $Q$  – сумма расходов воды в водотоках на входе в территорию, м<sup>3</sup>/сут;  $K$  – коэффициент разбавления сточных вод водой (для северных районов – 0,1, для южных – 0,25);  $B_{пов}$  – нормативная

обеспеченность водой поверхностных источников 1 тыс. жителей в сутки на бытовые, производственные и рекреационные нужды, принимается в пределах 1000–2000 м<sup>3</sup>/сут [5].

$$D_{\text{пов}} = \frac{1,3 \cdot 10^6 \cdot 0,1 \cdot 1000}{1221} = 106470 \text{ чел.}$$

$$D_{\text{подз}} = \frac{ES \cdot 1000}{B_{\text{подз}}}, \quad (4)$$

где  $E$  – эксплуатационный модуль подземного стока, м<sup>3</sup>/(сут км<sup>2</sup>);  $S$  – площадь территории, км<sup>2</sup>;  $B_{\text{подз}}$  – нормативная водообеспеченность подземными водами 1 тыс. жителей в экстремальных ситуациях (40 м<sup>3</sup>/сут) или 0,04 м<sup>3</sup>/(сут чел.) [5].

$$D_{\text{подз}} = \frac{6 \cdot 36214 \cdot 1000}{40} = 54321 \text{ чел.}$$

$$D_w = 106470 + 54321 = 160791 \text{ чел.}$$

Таким образом, демографическая емкость территории по обеспеченности водными ресурсами является наименьшей частной емкостью и равна 160 791 чел.

При сравнении показателей рассчитанных видов демографических емкостей очевидно, что территория г. Петропавловска-Камчатского может выдержать гораздо большее количество людей, чем фактическая численность, а вот показатель демографической емкости по обеспеченности водными ресурсами лишь на 20 тыс. человек меньше сегодняшней численности города. Это значит, что возможное увеличение численности города в будущем может привести к увеличению антропогенной нагрузки на водные ресурсы города и как следствие снижению качества хозяйственно-бытового обслуживания.

**Репродуктивный потенциал территории.** Репродуктивный потенциал территории рассчитывается исходя из репродуктивной способности территории по кислороду и по водным ресурсам.

1. *Репродуктивная способность территории по кислороду.* Определяется через биологическое производство органического вещества растительных сообществ по формуле:

$$P_k = CSK_1, \quad (5)$$

где  $C$  – ежегодное производство органического вещества  $i$ -м растительным сообществом (принимается равным: для смешанного леса – 1,0–1,5; пашни – 0,5–0,6; пастбища – 0,4–0,5; зеленых зон населенных мест – 0,08–0,1 тыс. т/км);  $S$  – площадь территории, км<sup>2</sup>;  $K_1$  – коэффициент перехода от биологической продуктивности к свободному кислороду (принимается равным 1,45) [5].

$$P_k = 100 \cdot 36214 \cdot 1,45 = 52510,3 \text{ т (для всей площади города);}$$

$$P_k = 100 \cdot 61,47 \cdot 1,45 = 891315 \text{ т (для всей территории застройки).}$$

Была установлена величина биологического производства органического вещества зеленой зоны г. Петропавловска-Камчатского. Очевидно, что репродуктивная способность общей площади города по кислороду в пределах нормы, а вот репродуктивная способность по территории застройки гораздо меньше, так как сложный рельеф, скученность зданий и инженерных сооружений, а также минимальное озеленение и асфальтизация приводят к значительному снижению этого показателя.

2. *Репродуктивная способность территории по водным ресурсам.* Определяется по формуле:

$$P_w = \lambda SK_2, \quad (6)$$

где  $\lambda$  – модуль поверхностного стока данного участка, тыс. м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>;  $S$  – площадь территории, занимаемая участками с известными модулями стока, км<sup>2</sup>;  $K_2$  – коэффициент неравномерности стока (в зависимости от конкретных условий от 0,1 до 1,0) [5].

$$II_{\text{в}} = 60 \cdot 165,35 \cdot 0,5 = 4960,5 \text{ м}^3.$$

Был произведен расчет репродуктивной способности территории по водным ресурсам. Этот показатель довольно низкий, так как самоочищение водоемов и водотоков не происходит в достаточной мере в силу сильного загрязнения поверхностных вод сточными водами.

**Экологическая техноёмкость территории (ЭТТ).** Расчет превышения экологической техноёмкости территории основан на эмпирически подтвержденном допущении, согласно которому ЭТТ составляет долю общей экологической ёмкости территории, определяемую коэффициентом вариации отклонений характеристического состава среды от естественного уровня и его колебаний.

Если трем компонентам среды обитания – воздуху, воде и земле (включая биоту экосистем и совокупность реципиентов) предписывать индексы соответственно 1, 2 и 3, то ЭТТ может быть приближенно вычислена по формуле:

$$H_T = \sum_i \mathcal{E}_i X_i A_i, \quad (7)$$

где  $\mathcal{E}_i$  – оценка экологической ёмкости  $i$ -й среды (т/год);  $X_i$  – коэффициент вариации для естественных колебаний содержания основной субстанции в среде (т/год);  $A_i$  – коэффициент перевода массы в условные тонны (коэффициент относительной опасности примесей принимается равным в пределах 0,3–0,6).

Экологическая техноёмкость рассчитывается для каждого компонента среды по формуле:

$$\mathcal{E} = VCF, \quad (8)$$

где  $V$  – экстенсивный параметр, определяемый размером территории, площадью (км<sup>2</sup>) или объемом (км<sup>3</sup>):

– для воздуха:

$$V_1 = SH, \quad (9)$$

где  $S$  – площадь территории (км<sup>2</sup>);  $H$  – приведенная высота слоя воздуха (км), подвергающегося техногенному загрязнению (в зависимости от типа ландшафтов от 0,01 до 0,05 км).

– для воды  $V_2$  – полный среднегодовой объем всех поверхностных водоемов и водотоков территории (км<sup>3</sup>);

– для земли:

$$V_3 = S; \quad (10)$$

$C$  – содержание (концентрация, плотность) главных экологических значений субстанции в  $i$ -й среде (т/км<sup>2</sup> или т/км<sup>3</sup>):

– для воздуха (содержание кислорода и углекислого газа)  $C_1 = 3 \cdot 10^5$  (т/км<sup>3</sup>);

– для воды  $C_2 = 10^9$  т/км<sup>3</sup>;

– для земли  $C_3$  – плотность поверхностного распределения сухого вещества биомассы территории (т/км<sup>2</sup>);

$F$  – скорость кратного обновления объема или массы среды (год)<sup>–1</sup>:

– для воздуха

$$F_1 = 55896 \frac{v}{\sqrt{s}}, \quad (11)$$

где  $v$  – годовая средняя скорость ветра, м/с;

– для воды:

$$F_2 = \frac{0,0315f + 3 \cdot 10^{-6} WS}{V}, \quad (12)$$

где  $f$  – сумма расходов воды в водотоках при входе в территорию ( $\text{м}^3/\text{с}$ ),  $W$  – среднее годовое количество осадков (мм);

– для биоценозов территории:

$$F_3 = \frac{P_B}{B}, \quad (13)$$

где  $P_B$  – средняя годовая продукция сухого вещества биомассы (т/год);  $B = C_3 V_3$  – среднегодовая биомасса сухого вещества (т).

$X$  – коэффициент:

– для воздуха (естественные колебания содержания кислорода и углекислого газа в атмосферном воздухе):

$$X_1 = 3 \cdot 10^{-6}, \quad (14)$$

– для воды равнинных рек и озер:

$$X_2 = (4 \pm 0,2) 10^{-5}; \quad (15)$$

– для биоты на основании данных о дисперсиях продукции биоценозов; в зависимости от типа биоценозов изменяются от 0,03 до 1:

$$X_3 = 0,43 F_3 \quad [12]. \quad (16)$$

Расчеты приведены на основании докладов о состоянии окружающей среды в Камчатском крае и представлены в таблице [8, 12].

Экологическая техноёмкость территории по трем компонентам среды обитания

| Воздух                                                                                           | Вода                                                                                                                           | Земля                                                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $\mathcal{O} = VCF$                                                                              |                                                                                                                                |                                                                                                                   |
| $V = SH$<br>$V = 362,14 \cdot 0,03 = 10,9 \text{ км}^2$                                          | $V = 0,32 \text{ км}^3$                                                                                                        | $V = S$<br>$V = 362,14 \text{ км}^2$                                                                              |
| $C = 3 \cdot 10^5 \text{ т/км}^3$                                                                | $C = 10^9 \text{ т/км}^3$                                                                                                      | $C = 131,7 \text{ км}^2$                                                                                          |
| $F = 55896v / \sqrt{S}$<br>$F = \frac{55896 \cdot 4,3}{\sqrt{362,14}} = 12650 \text{ км/с}$      | $F = (0,0315f + 3 \cdot 10^{-6} WS) / V$<br>$F = \frac{0,0315 \cdot 15 + 3 \cdot 10^{-6} \cdot 900 \cdot 362,14}{0,32} = 3,05$ | $F = P_B / B$<br>$B = 131,7 \cdot 362,14 = 47693,8 \text{ т}$<br>$F = \frac{158617}{476938} = 0,33 \text{ т/год}$ |
| $X = 3 \cdot 10^{-6}$                                                                            | $X = (4 \pm 0,2) \cdot 10^{-5}$                                                                                                | $X = 0,43F$<br>$X = 0,43 \cdot 0,33 = 0,14$                                                                       |
| $\mathcal{O} = 10,9 \cdot 3 \cdot 10^5 \cdot 12650 =$<br>$= 413655 \cdot 10^5 \text{ т/год}$     | $\mathcal{O} = 0,32 \cdot 10^9 \cdot 3,05 = 10^9$                                                                              | $\mathcal{O} = 15739 \text{ т/год}$                                                                               |
| $H_t = \mathcal{O}XA$                                                                            |                                                                                                                                |                                                                                                                   |
| $H_t = 413655 \cdot 10^5 \cdot 3 \times$<br>$\times 10^{-6} \cdot 0,46 = 57084,39 \text{ т/год}$ | $H_t = 10^9 \cdot 4 \cdot 10^{-5} A =$<br>$= 4 \cdot 10^4 \cdot 0,3 = 12000 \text{ т/год}$                                     | $H_t = 15739 \cdot 0,14 \cdot 0,5 =$<br>$= 1101,75 \text{ т/год}$                                                 |

После проведения расчетов экологической техноёмкости территории г. Петропавловска-Камчатского их необходимо сравнить с величиной фактической техногенной нагрузки, полученной по статистике эмиссий и загрязнения среды. В результате получим либо превышение либо допустимость показателя экологической техноёмкости территории.

К сожалению, для г. Петропавловска-Камчатского такие эмпирически подтвержденные допущения техногенной нагрузки отсутствуют, так как на территории города экологическому мониторингу подвергаются основные среды (водные, воздушные и т. д.), а исследования, связанные с техногенной нагрузкой отдельных антропогенных источников и комплексного их влияния, отсутствуют.

**Суммарная предельно-допустимая техногенная нагрузка.** Энергетический эквивалент суммарной предельно-допустимой техногенной нагрузки рассчитывается по формуле:

$$ПДТН_{\Sigma} = k_{АН} - (72R + 123W + 0,6P)S - kEN, \quad (17)$$

где  $k_{АН}$  – коэффициент, учитывающий антропогенную насыщенность территории;  $R$  – радиационный баланс территории (по материалам климатического описаниях ккал/(см<sup>2</sup> · год);  $W$  – средний модуль поверхностного стока (при отсутствии прямых указаний для большинства районов РФ принимается равным  $0,01w$ , где  $w$  – годовое количество осадков, мм), м<sup>3</sup>/(га · сут.);  $P$  – удельная продукция сухого вещества биомассы, т/(км<sup>2</sup> · год) ( $P = PB/S$ );  $S$  – площадь территории, км<sup>2</sup>;  $k_E$  – нормативный минимум бытового расхода энергии на одного человека, туг/(чел. · год) (в зависимости от климатических условий);  $N$  – общая численность населения территории, чел. [11].

$$\begin{aligned} ПДТН_{\Sigma} &= 1 + \lg(400) - (72 \cdot 35 + 123 \cdot 9 + 0,6 \cdot 0,4)36\,214 - 1 \cdot 17\,980 = \\ &= 2,6 - (2520 + 1845 + 0,24)36\,214 - 179\,800 = 15\,808\,280 - 179\,800 - 2,6 = \\ &= 131\,177\,066,76 \text{ ккал/см}^2 = 131,177 \text{ МДж/м}^2. \end{aligned}$$

Было определено количество преобразованной солнечной энергии для процессов самоочищения и регенерации, которая необходима для условий сохранения целостности экосистем и качества среды для данной местности.

Данный показатель предельно допустимой техногенной нагрузки составляет 131,177 МДж/м<sup>2</sup>. Именно такое количество солнечной радиации необходимо для нормального протекания процессов самоочищения и регенерации экосистем г. Петропавловска-Камчатского. Данная величина сравнима и находится в относительных пределах фактической годовой суммарной солнечной радиации, получаемой территорией г. Петропавловска-Камчатского и равной 130,07 МДж/м<sup>2</sup> [7].

Исходя из этого можно сделать вывод, что территория г. Петропавловска-Камчатского характеризуется достаточно благоприятными условиями преобразования солнечной энергии для процессов самоочищения и регенерации. Однако при дальнейшем развитии существующих тенденций техногенных проявлений антропогенной нагрузки, а также увеличении ее темпов природные условия могут не справиться с сохранением целостности экосистемы, что повлечет за собой необратимые изменения качества среды как для человека, так и для окружающей среды в целом.

Таким образом, экологическая емкость урбосистемы г. Петропавловска-Камчатского характеризуется достаточно высоким потенциалом экологического равновесия, необходимого для качественной жизнедеятельности населения. Тем не менее современные тенденции развития хореологической и социально-экономической составляющей урбосистемы города дают основания констатировать, что при дальнейшем росте города возможно появление глубокого конфликта между экологическими возможностями территории и величиной техногенной нагрузки.

## Литература

1. Семенченко П.М. Управление природопользованием в современных урбосистемах / под ред. П.М. Семенченко. – Донецк: Донеччина, 1998. – 264 с.
2. Битюкова В.Р. Социально-экологические проблемы развития городов России. – М.: Либроком, 2009. – 448 с.
3. Плеханов Г.Ф., Бондаренко Е.С. Экологическая емкость территории // Проблемы региональной экологии. – 2000. – № 8. – С. 14–17.
4. Рянский Ф.Н. К разработке концепции сбалансированного эколого-экономического развития региона // Региональные проблемы. – 1995. – № 1–2. – С. 67–71.
5. Хаустов А.П. Природопользование, охрана окружающей среды и экономика: Теория и практикум: учеб. пособие / под ред. А.П. Хаустова. – М.: РУДН, 2006. – 613 с.

6. Петропавловск-Камчатский в цифрах. 2012: стат. сб. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2012. – 141 с.
7. Кондратюк В.И. Климат Петропавловска-Камчатского. – СПб.: Гидрометеиздат, 1983. – 164 с.
8. Доклад о состоянии окружающей среды в Камчатском крае в 2011 году / Министерство природных ресурсов и экологии Камчатского края. – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 234 с.
9. Лопатина Е.Б., Покишиевский В.В. К истории понятия «емкость территории» в отечественной литературе по географии населения // Вопросы географии населения СССР. – М., 1961. – 64 с.
10. Мягков С.М. Пути к социально-экологической устойчивости России // Вестник МГУ. Сер 5. Геогр. – 1995. – № 5. – С. 3–9.
11. Петрова Е.Г. Демографическая емкость территории субъектов РФ при экологически устойчивом типе природопользования // Вестник МГУ. Серия 5. Геогр. – 1997. – № 5. – С. 28–33.
12. Охрана окружающей среды в Камчатском крае: стат. сб. – Петропавловск-Камчатский: Камчатстат, 2012. – 73 с.

УДК 597.552.511(571.66-15)"2014"

**А.В. Климов, С.И. Субботин, Л.Н. Смородина, Л.Ф. Урусова, О.Б. Тепнин**

*Камчатский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: klimov@kamniro.ru*

#### **РЕЗУЛЬТАТЫ УЧЕТНОЙ ТРАЛОВОЙ СЪЕМКИ В ЭПИПЕЛАГИАЛИ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ В 2014 ГОДУ**

Приведены данные ежегодной учетной траловой съемки, проводившейся в рамках реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». В работе дан анализ полученных результатов по распределению и численности молоди тихоокеанских лососей, их нектонному окружению. Показаны повидовые отличия в характере роста лососей.

**Ключевые слова:** тихоокеанские лососи, молодь, ранний морской период жизни, нектон, планктон, эпипелагаль, западная Камчатка.

A.V. Klimov, S.I. Subbotin, L.N. Smorodina, L.Ph. Urusova, O.B. Tepnin (Kamchatka Research Institute of Fishery and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000) **Results of registration trawling shooting in the epipelagic coastal waters of western Kamchatka in 2014**

Data of annual registration trawling shooting carried out within the framework of realization of "Conception of Far Eastern basin-type program aimed at Pacific salmon study is given in the article. Analysis of obtained results concerning distribution and number of Pacific salmon fry, their nekton environs is also provided in the article. We demonstrated specific differences in salmon growth form.

**Key words:** pacific salmon, young salmon, early marine period of life, nekton, plankton, epipelagic, western Kamchatka.

Летние траловые учетные съемки молоди лососей в морских прибрежьях западной и восточной Камчатки КамчатНИРО выполняет начиная с 2004 г. Основной целью данных работ является изучение условий формирования численности лососей на ранних этапах освоения морских пространств. Среди решаемых задач наиболее важными являются:

– количественный учет молоди лососей с использованием данных в прогнозе возврата производителей;

– изучение физиологического состояния молоди лососей при освоении морских нагульных акваторий.

Анализ материалов, полученных в аналогичных рейсах с 2004 по 2013 гг., показал, что наблюдения с мая по июнь не представляют прогностической ценности. Более адекватную связь между численностью смолтов и нагульной молоди показывают морские наблюдения в июле. Учитывая то, что скат из оз. Курильское продолжается до конца июля, предполагается, что июльские учеты в море все-таки могут быть неполными. Неизвестная по количеству часть молоди продолжает оставаться в недоступной для трала (из-за малых глубин и прибойных явлений) прибрежной полосе, шириной от нескольких сотен метров до нескольких километров. Для решения этой проблемы было запланировано исследование пространственного распределения молоди разделить на два рейса: 1-й – июль (территориальные воды), 2-й – август (территориальные воды и ИЭЗ).

### Материал и методика

Первая траловая учетная съемка на НИС МРТК-316 в водах Охотского моря выполнена в период с 4 по 10 июля 2014 г. в пределах 12-мильной зоны в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах (рис. 1). Всего за рейс в июле было проведено 52 контрольных траления (к. т.).

В августе проводилась вторая съемка, в тех же подзонах, в два этапа: 1 этап – за пределами 12-мильной зоны (23 к. т.; 19–22.08.2014), 2 этап – в пределах 12-мильной зоны (12 к. т.; 27–29.08.2014) (рис. 1). На каждой траловой станции регистрировалась гидрологическая обстановка.

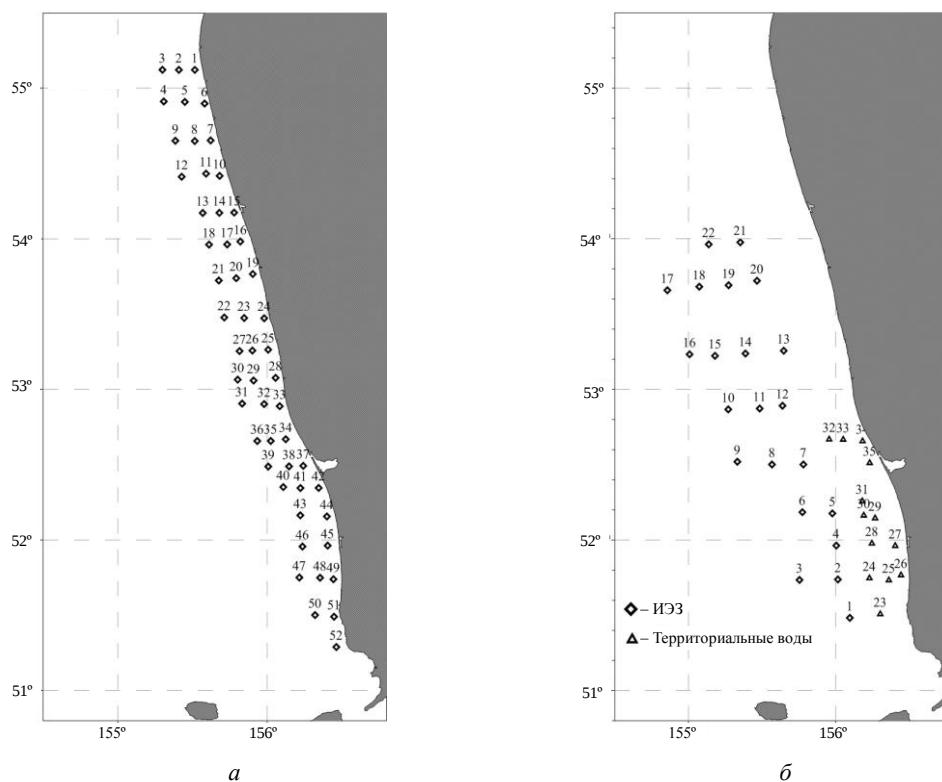


Рис. 1. Схема расположения траловых станций в июле (а) и августе (б) в 2014 г., выполненных на НИС МРТК-316 в прибрежных водах западной Камчатки

**Гидрологические работы** в период выполнения учетной траловой съемки производились гидрологическим зондом Rinko-Profiler ASTD-102 (JFE, Япония). В слое вод от поверхности до дна измерялись температура, давление, электропроводность (соленость), уровень растворенного кислорода, мутность и концентрация хлорофилла-а. Всего для анализа было принято 87 гидрологических станций с глубиной зондирования от поверхности до 80,5 м.

Полученные при вертикальном зондировании толщи вод гидрологические данные использовались для расчета глубины и солености по уравнениям состояния, предложенным ЮНЕСКО в 1978 г. (PSS-78) и реализованным в поставляемом с прибором программном обеспечении. Последующее вычисление параметров и визуализация полученных результатов выполнялись в программе Ocean Data View (ODV 4.6.3, Schlitzer, R., Ocean Data View, <http://odv.awi.de>, 2014).

**Ихтиологические работы.** Уловы всех видов рыб (включая молодь тихоокеанских лососей) в каждом трале просчитывали и взвешивали. По возможности всю молодь лососей, присутствующую в уловах, определяли до вида и замораживали для последующего уточнения видового состава и проведения биологического анализа и других специальных исследований в лабораторных условиях.

## Результаты исследований

### Гидрологические условия

Несмотря на существенное различие сеток станций между проведенными съемками, мы попытались провести сравнение основных определяемых параметров. Вертикальное распределение измеренной в ходе двух съемок температуры различалось по глубине залегания слоя скачка температуры (термоклин). За период времени между первой и второй съемками он опустился в среднем не более чем на 5 м.

Поля горизонтального распределения температуры на поверхности и горизонте 10 м представлены на рис. 2. Исходя из построенных карт можно выделить некоторые основные особенности в их строении:

- большая неоднородность распределения температуры поверхности в июле («пятнистость») связана с относительно большой длительностью проведения съемки и, очевидно, малой штормовой активностью, а также малой удаленностью от побережья;

- в августе поле температуры поверхности отличалось большей однородностью, с ростом значений в направлении от побережья, при этом минимум наблюдался на траверзе устья р. Большой;

- на горизонте 10 м поле температуры в июле было более однородно, хотя и имело несколько локальных «пятен», значительно контрастирующих с окружающим фоном;

- в августе на этом уровне отличие было не столь значимым, структура поля сохранялась, очевидно, во всем 10-метровом слое с понижением абсолютных значений.

### Видовой состав уловов

Ихтиоценоз прибрежных вод западной Камчатки в июле и августе имел значительные различия. От июля к августу изменилось как соотношение численности массовых видов рыб, так и их биомассы на фоне роста размеров особей.

В период учетных тралений в прибрежных водах западной Камчатки в июле 2014 г. отмечено 15 видов рыб (а также медузы). На долю песчанки *Ammodytes hexapterus*, волосозуба *Trichodon trichodon*, молоди лососей (*Oncorhynchus gorbuscha*, *O. keta*, *O. nerka*, *O. kisutch*, *O. tshawytscha*, *O. masou*) и наваги *Eleginus gracilis* пришлось 94% общей численности и 92% массы улова, при этом на долю песчанки в улове пришлось 87% числен-

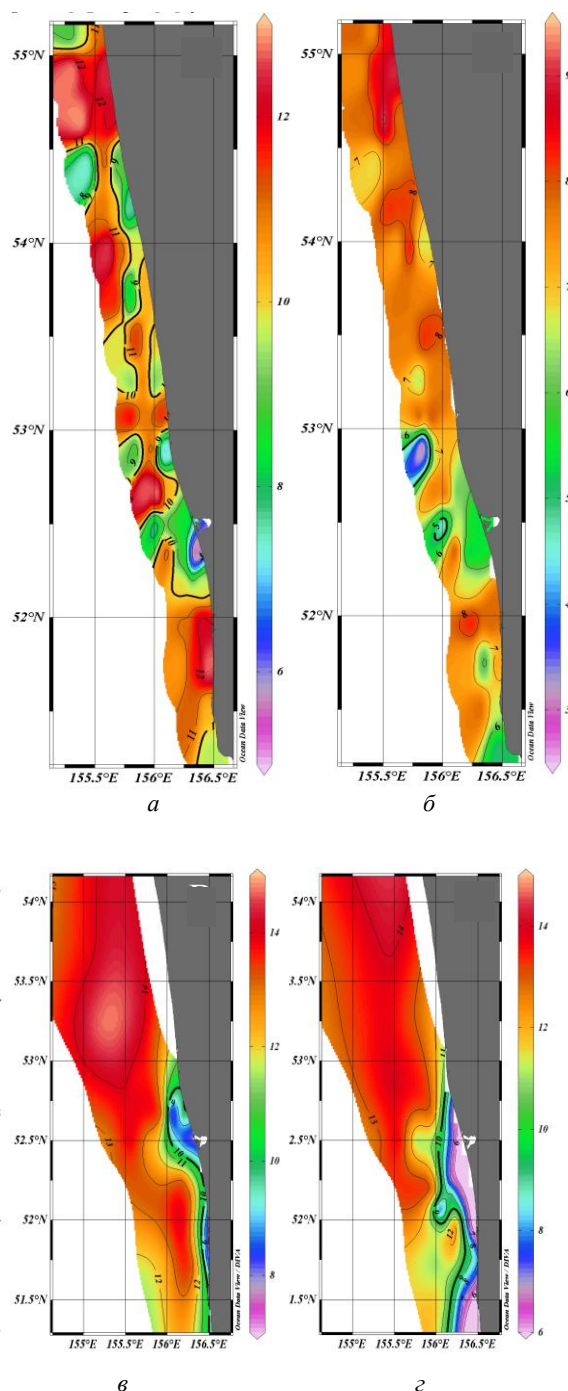


Рис. 2. Горизонтальное распределение температуры в прибрежных водах западной Камчатки в 2014 г.  
Июль: а – слой 0 м, б – слой 10 м, и август:  
в – слой 0 м, г – слой 10 м

ности (рис. 3). Стоит отметить, что в большом количестве (2% общей численности и 15% биомассы рыб) в июле 2014 г. присутствовала навага. Молодь лососей составила 5% численности и 2% биомассы уловов (рис. 4).

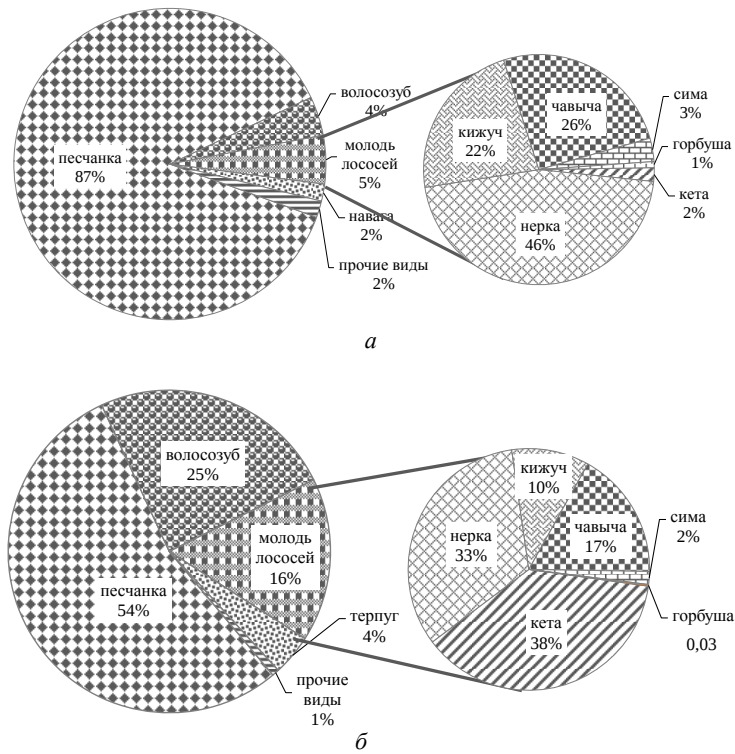


Рис. 3. Соотношение численности массовых видов рыб в июле (а) и августе (б) 2014 г.

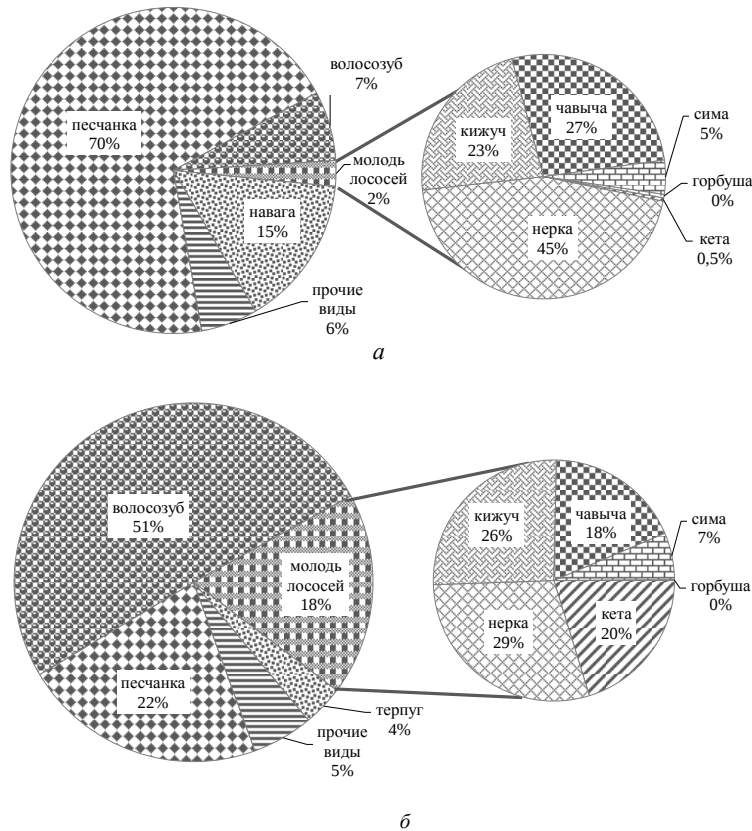


Рис. 4. Соотношение биомассы массовых видов рыб в июле (а) и августе (б) 2014 г.

В августе ситуация изменилась – увеличилось попадание молоди лососей и взрослого волосозуба; в уловах стали отмечаться молодь волосозуба, молодь терпуга *Pleurogrammus monopterygius*, отсутствовавшие в июле. Наибольший вклад в биомассу уловов в августе внесли взрослые особи волосозуба – 51% и песчанки – 22%. Молодь лососей, по сравнению с июлем, увеличила свою относительную биомассу в 6 раз и составила 18% (рис. 4).

В июле по частоте встречаемости в уловах доминировали волосозуб (71%), молодь лососей (65%), навага (23%), а также песчанка (20%) (рис. 5). Желтоперая (*Limanda aspera*) и звездчатая (*Platichthys stellatus*) камбалы присутствовали в 42% тралений. Такое большое количество указанных видов рыб наблюдалось в 2005 и 2007 гг., во всех остальных ежегодных съемках начиная с 2004 г. количество камбаловых (Pleuronectidae) было значительно ниже (см. табл.). Помимо массовых видов в уловах также встречались: мойва *Mallotus villosus* – 8 экз., незрелая кунджа *Salvelinus leucomaenis* – 2 экз., двулопастной бычок *Blepsias bilobus* – 4 экз., бычки (Cottidae) – 2 экз.

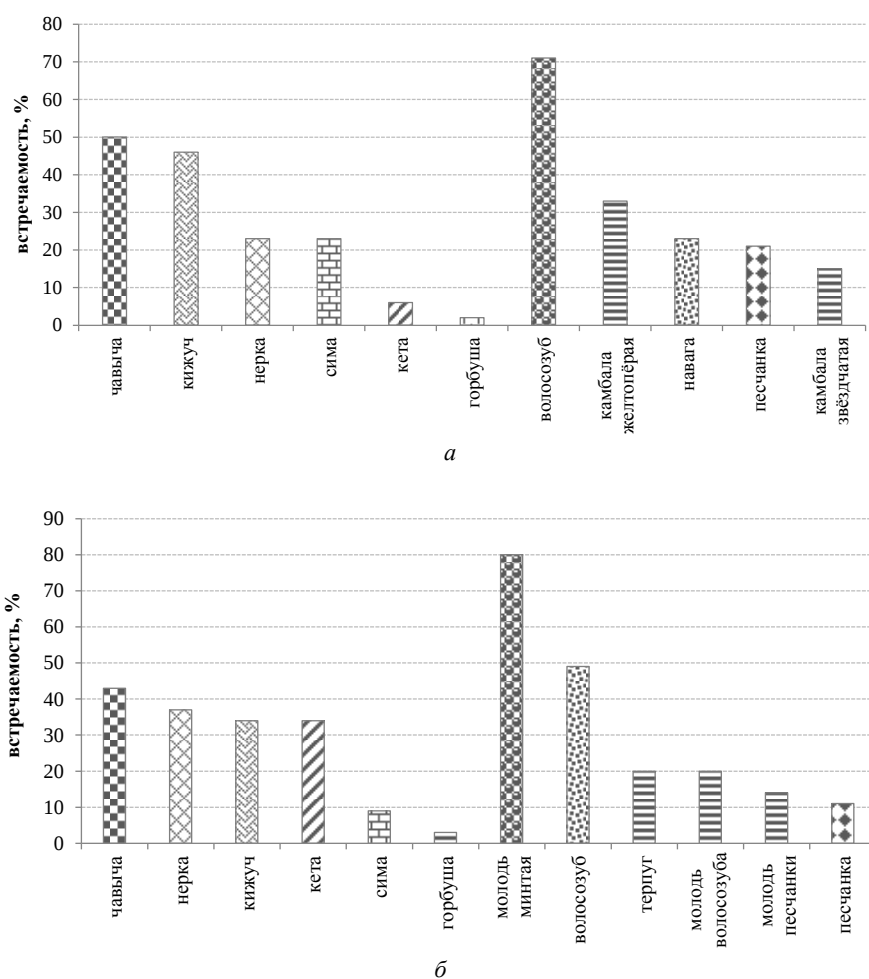


Рис. 5. Встречаемость массовых видов рыб на западном побережье Камчатки в июле (а) и августе (б) 2014 г.

В августе наиболее встречаемой была молодь минтая *Theragra chalcogramma*. Особи этого вида в июле присутствовали только в одном тралении, в августе встречались повсеместно (встречаемость 80%). В связи с тем что они находились в том числе и в обьёйке трала, их количественную оценку выполнить не удалось. Встречаемость молоди лососей практически не изменялась – 63% (в июле 65%). В августе в 20% уловов присутствовала молодь волосозуба.

Значительно реже в уловах попадались: корюшка *Osmerus dentex* – 10 экз., колючий люппен *Acantholumpenus mackayi* – 3 экз., дальневосточная зубатка *Anarhichas orientalis* – 3 экз., двулопастной бычок – 5 экз., бычки (Cottidae Sp.) – 1 экз.

Всего было выловлено 940 кг всех видов рыб в июле, составивших 15% суммарной доли общей биомассы учтенного нектона и планктона, и 163 кг – в августе (49% общей биомассы),

учитывая, что основную долю биомассы уловов составляли медузы: 85% в июле и 51% в августе. На суммарный улов молоди лососей пришлось 1192 экз. (24 кг) в июле и 588 экз. (30 кг) в августе (см. табл.).

**Суммарный вылов (экз.) и доля массовых видов рыб (% от общей численности рыб в уловах) в прибрежных водах западной Камчатки в мае – августе 2004–2014 гг.**

| Год  | Месяц  | Вид  |          |       |           |                |        |         |             | Сумма, экз. | Тралений |
|------|--------|------|----------|-------|-----------|----------------|--------|---------|-------------|-------------|----------|
|      |        | Улов | Песчанка | Мойва | Волосозуб | Молодь лососей | Минтай | Камбалы | Прочие виды |             |          |
| 2004 | Июнь   | экз. | 0        | 1     | 963       | 123            | 1      | 93      | 178         | 1359        | 25       |
|      |        | %    | 0        | 0,1   | 70,9      | 9,1            | 0,1    | 6,8     | 13,1        |             |          |
|      | Июль   | экз. | 0        | 5651  | 2640      | 4              | 141    | 227     | 109         | 8772        | 28       |
|      |        | %    | 0        | 64,4  | 30,1      | +              | 1,6    | 2,6     | 1,2         |             |          |
| 2005 | Май    | экз. | 1643     | 276   | 1789      | 0              | 32     | 580     | 51          | 4371        | 40       |
|      |        | %    | 37,6     | 6,3   | 40,9      | 0              | 0,7    | 13,3    | 1,2         |             |          |
|      | Июнь   | экз. | 201573   | 41482 | 5205      | 2041           | 405    | 72      | 69          | 250847      | 38       |
|      |        | %    | 80,4     | 16,5  | 2,1       | 0,8            | 0,2    | +       | +           |             |          |
| 2005 | Июль   | экз. | 3111     | 0     | 1692      | 2990           | 0      | 11      | 61          | 7865        | 36       |
|      |        | %    | 39,6     | 0     | 21,5      | 38,0           | 0      | 0,1     | 0,8         |             |          |
| 2006 | Июнь   | экз. | 4978     | 44    | 254       | 810            | 9      | 48      | 11          | 6154        | 40       |
|      |        | %    | 80,9     | 0,7   | 4,1       | 13,2           | 0,1    | 0,8     | 0,2         |             |          |
|      | Июль   | экз. | 552      | 14    | 651       | 2199           | 7      | 4       | 366         | 3793        | 53       |
|      |        | %    | 14,6     | 0,4   | 17,2      | 58,0           | 0,2    | 0,1     | 9,6         |             |          |
| 2007 | Июнь   | экз. | 18908    | 2575  | 2280      | 1608           | 16     | 449     | 1612        | 27448       | 64       |
|      |        | %    | 68,9     | 9,4   | 8,3       | 5,9            | 0,1    | 1,6     | 5,9         |             |          |
| 2010 | Июль   | экз. | 7679     | 1240  | 1277      | 5584           | 2623   | 75      | 163         | 18641       | 62       |
|      |        | %    | 41,2     | 6,7   | 6,9       | 30,0           | 14,1   | 0,4     | 0,9         |             |          |
| 2011 | Июль   | экз. | 99767    | 8560  | 2451      | 5796           | 11     | 34      | 183         | 116802      | 66       |
|      |        | %    | 85,4     | 7,3   | 2,1       | 5,0            | +      | +       | 0,2         |             |          |
| 2012 | Июль   | экз. | 8725     | 4661  | 16445     | 2584           | 48     | 3       | 67          | 32533       | 48       |
|      |        | %    | 26,8     | 14,3  | 50,5      | 7,9            | 0,1    | +       | 0,3         |             |          |
| 2013 | Июль   | экз. | 156347   | 0     | 4680      | 2281           | 16     | 34      | 7           | 163372      | 82       |
|      |        | %    | 95,7     | 0     | 2,9       | 1,4            | +      | 0,6     | +           |             |          |
| 2014 | Июль   | экз. | 20670    | 198   | 962       | 1192           | 0      | 207     | 418         | 23647       | 52       |
|      |        | %    | 87       | 1     | 4         | 5              | 0      | 1       | 2           |             |          |
|      | Август | экз. | 1943     | 0     | 881       | 588            | 0      | 0       | 172         | 3461        | 35       |
|      |        | %    | 54       | 0     | 25        | 16             | 0      | 0       | 5           |             |          |

**Количественное распределение уловов массовых видов нектона в западном побережье Камчатки**

***Молодь тихоокеанских лососей***

**Горбуша**, выловленная за период съемок, относится к генерации нечетных лет. Численность этой линии не высока и в уловах представлена редко. В июле молодь горбуши, как и в августе, встречалась только в одном тралении, между 53° и 54° с. ш. В первом рейсе было поймано 10 экз. с размерами 5,5–7,7 см (1,4–3,6 г), во втором 1 экз. размером 14,9 см (34 г).

**Кета** в июле попадалась единично. Максимальный улов (36 экз./15 мин) наблюдался между 53° и 54° с. ш. (рис. 6). В августе встречаемость и количество молоди кеты в уловах значительно возросло. Станции, на которых была поймана молодь, располагались за 12-мильной зоной, максимальный улов (107 экз./15 мин) был зафиксирован, как и в июле, между 53° и 54° с. ш. Размеры молоди с июля по август возросли в среднем в два раза – с 7 см до 14 см, при этом масса уве-

личилась в среднем в 10 раз – с 3 г до 32 г. Если взять во внимание географическое ние размеров молоди, то в августе на станции с максимальным уловом (к. т. № 13) длина тела рыб была несколько больше (14,2 см), чем выловленных южнее (13,8 см).

Большая часть уловов молоди **нерки** в июле располагалась между 53° и 54° с. ш., образуя скопление. Максимальный улов молоди (260 экз./15 мин) являлся ядром этого скопления (рис. 7). В августе основные уловы нерки располагались южнее 53° с. ш. Количество пойманной молоди за траление не превышало 40 экз./15 мин. Размеры рыб с июля по август возросли в среднем от 11,4 см (16,8 г) до 15,4 см (48,6 г) (рис. 8). В июле максимальные размеры особей наблюдались на станции с наибольшим уловом (12,3 см, 18,2 г). В августе длина тела рыб на всем полигоне исследований была на уровне средней величины.

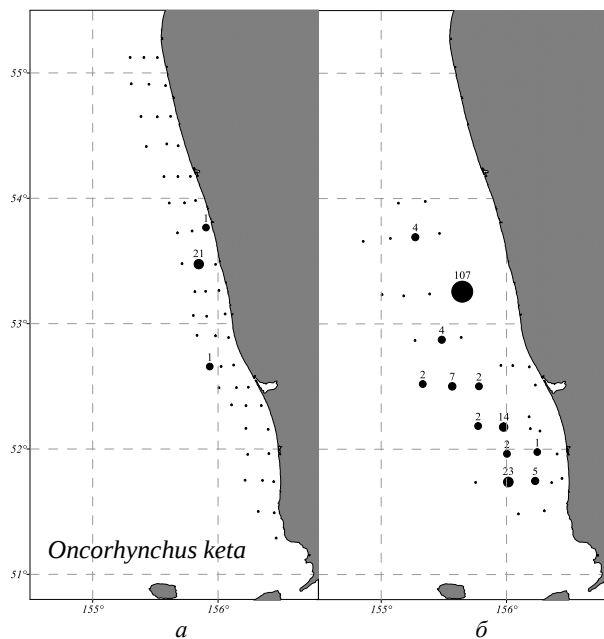


Рис. 6. Распределение уловов молоди кеты (экз./15 мин траление) в прибрежных водах западной Камчатки. 2014 г.

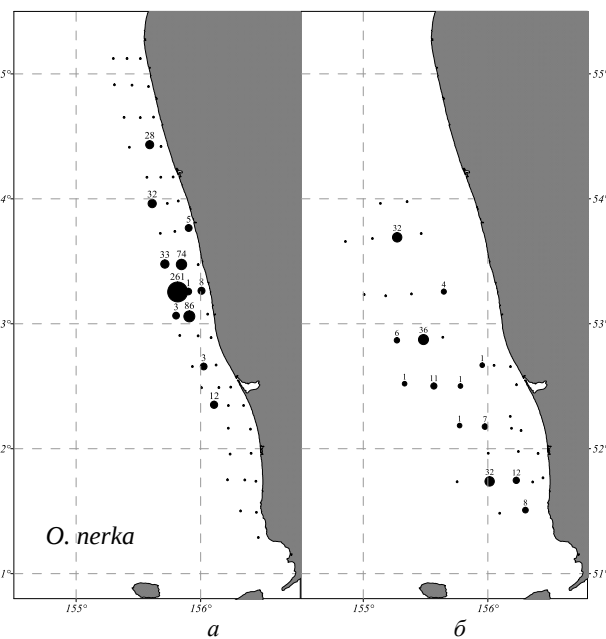


Рис. 7. Распределение уловов молоди нерки (экз./15 мин траление) в прибрежных водах западной Камчатки. 2014 г.

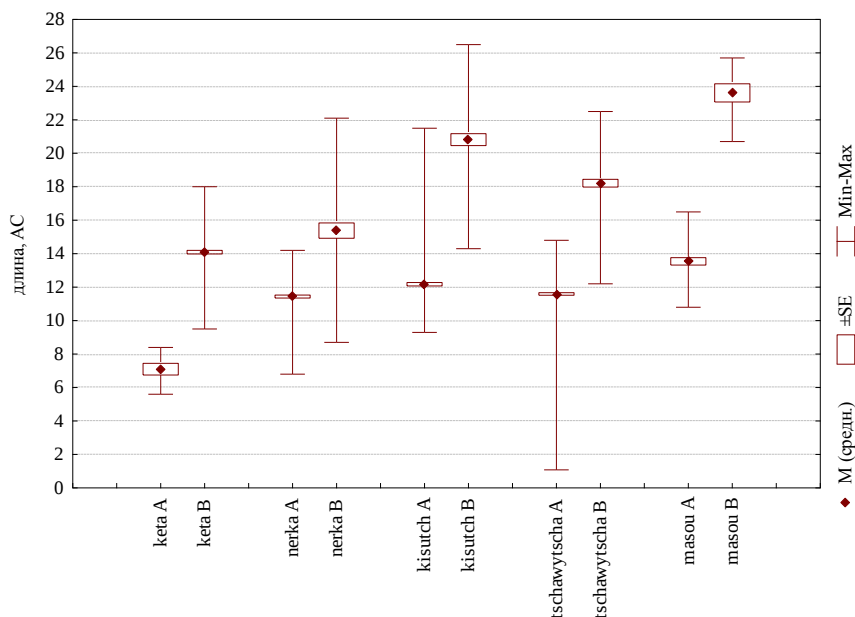


Рис. 8. Размеры молоди тихоокеанских лососей в прибрежных водах западной Камчатки. 2014 г.  
После названия вида литера А – июль, литера В – август

В июле наибольшие уловы молоди **кижуча** наблюдались севернее  $54^{\circ}$  с. ш. Уловы варьировали от 1 до 67 экз./15 мин. В августе молодь встречалась только южнее  $53^{\circ}$  с. ш. и ее уловы не превышали 8 экз./15 мин. (рис 9). Размеры увеличивались от 12,2 см (20 г) в июле до 21 см (137 г) в августе (рис. 8). Как в июле, так и в августе особых различий в размерах рыб на разных станциях не наблюдалось.

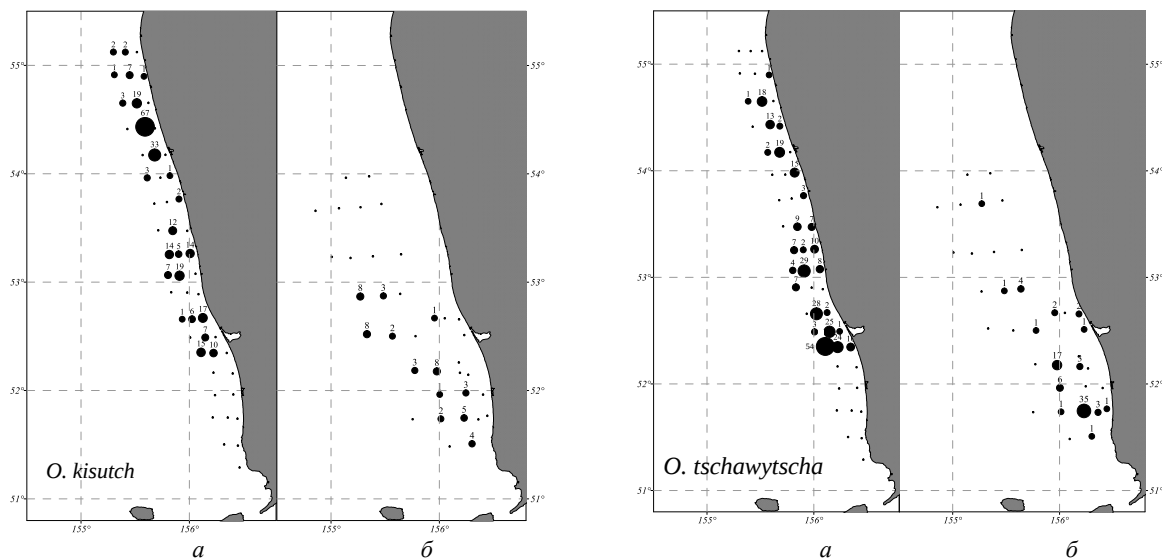


Рис. 9. Распределение уловов молоди тихоокеанских лососей (экз./15 мин траление) в прибрежных водах западной Камчатки. 2014 г.

Наибольшие уловы молоди **чавычи** (54 экз./15 мин), в отличие от кижуча, в июле отмечались южнее  $53^{\circ}$  с. ш., такая тенденция сохранялась и в августе (рис. 9). Размеры молоди с июля по август возросли в среднем с 11,6 см (18 г) до 18,2 см (88 г) (рис. 8). Так же, как и в случае с молодь кижуча, средние размеры чавычи на разных станциях исследуемых полигонов менялись незначительно.

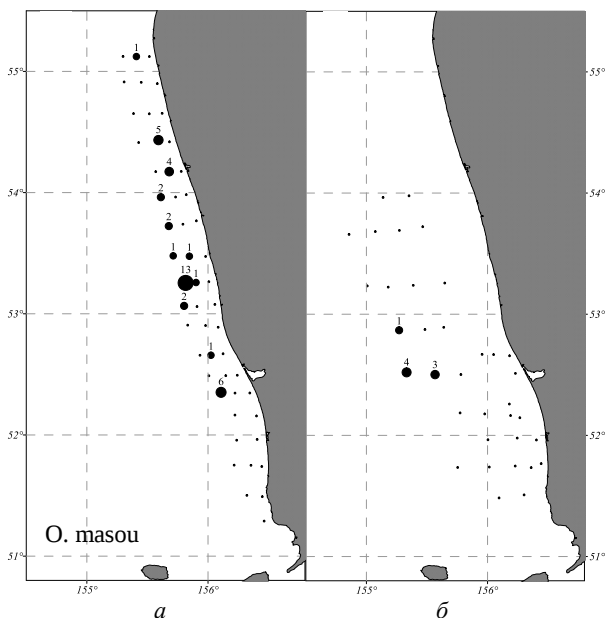


Рис. 10. Распределение уловов молоди тихоокеанских лососей (экз./15 мин траление) в прибрежных водах западной Камчатки. 2014 г.

$53^{\circ}$  с. ш. В северной части исследованной акватории (выше  $54^{\circ}$  с.ш.) уловы этого вида, как правило, не превышали 40 экз./15 мин траление. В августе за пределами 12-мильной зоны всего в 4 станциях встречался волосозуб, но его уловы достигали до 140 экз./15 мин. В пределах 12-мильной зоны на-

**Сима** в уловах первой съемки в основном встречалась севернее  $53^{\circ}$  с. ш. Уловы были незначительны и не превышали 13 экз./15 мин. В августе сима встретила только на трех станциях (рис. 10). Размеры молоди в июле составили в среднем 14 см (30 г), в августе увеличились до 25 см (200 г) (рис. 8). Всего было поймано 38 экз. в июле и 8 экз. в августе. Увеличение размеров в августе, вероятней всего, свидетельствует не о темпе роста молоди симы, а о подходе сахалинских и южно-курильских популяций.

### Сопутствующие виды рыб

**Волосозуб.** Данный вид в пределах 12-мильной зоны в траловых уловах 1-й съемки встречался практически повсеместно (частота встречаемости 71%). Но наибольшие уловы (112–196 экз./15 мин) наблюдались южнее

против, особи этого вида присутствовали во всех тралениях. Важно отметить, что только в августе в уловах встречалась молодь волосозуба. Размеры в июле были в пределах 9–23 см (14–190 г), в августе размеры несколько увеличились до 14–24 см (34–200 г).

**Песчанка.** В период траловых учетных работ в июле 2014 г. массовые скопления песчанки отмечены между 52°30' и 53° с. ш. района исследований. При относительно низкой частоте встречаемости (21%) ее суммарное учтенное количество было максимальным среди всех видов рыб. Отмечено, что распределение песчанки было приурочено к глубинам не более 30 м, а максимальные уловы этого вида так же, как и в другие годы, наблюдались на мелководье севернее устья р. Большой. Так, в 2014 г. на одной из станций ее улов достиг 8600 экз./15 мин.

**Навага.** В ходе проведения первой съемки при встречаемости 23% было выловлено 414 экз. наваги. Наиболее массовые уловы (до 286 экз./15 мин) располагались севернее 54° с. ш. Размеры были в пределах 30–42 см (300–750 г). В августе был пойман только 1 экземпляр этого вида.

**Минтай.** В июле молодь минтая находилась в улове только на одной северной станции, в августе, напротив, молодь встречалась повсеместно. Точную количественную оценку выполнить не удалось. За весь период съемок в уловах взрослые особи минтая не отмечались.

**Терпуг.** Молодь терпуга встречалась только во втором рейсе южнее 53° с. ш. Размеры варьировали от 14 до 21 см, в среднем 17 см (50 г). Всего было поймано 147 шт.

**Камбалы.** Желтоперая и звездчатая камбалы присутствовали только в июле (42% уловов). Их суммарное количество составило 207 экз. Основная часть уловов желтоперой и звездчатой камбал находилась южнее 53° с. ш. Размеры были в пределах от 15 до 37 см (18–720 г).

### Обсуждение

В августе в прибрежье западной Камчатки особи нерки, кижуча и чавычи встречались на самых южных станциях (51°30' с. ш.) полигона. Подобное распределение молоди лососей за 10 лет исследований отмечалось только в 2006 г. Съемка проводилась с 25.07.2006 по 05.08.2006 [1]. В остальных же случаях самые южные станции, на которых встречалась молодь лососей, располагались в районе 52° с. ш.

Анализируя данные, представленные на рис. 8, мы видим, что в июле размеры молоди нерки, кижуча, чавычи и симы при значительно отличающихся пределах имеют близкие средние значения 11–14 см. В августе картина меняется, и кижуч, имея наивысший темп роста [2, 3], занимает верхнее положение на рис. 8. Выловленная в августе молодь симы намеренно не вовлекается в сравнение, потому что она, как описывалось выше, вероятно, относится к генерации сахалинских и южно-курильских популяций. Кета, имея в июле наименьшие средние размеры (7 см), к августу приближается по этому показателю к нерке (рис. 8).

Анализ размерно-массовых характеристик показал, что в сравнении с молодью, выловленной в июле, длина тела молоди кеты, кижуча и чавычи увеличилась практически в два раза, длина тела молоди нерки – на 40%. Средняя масса молоди нерки увеличилась в 2 раза, кеты – в 3 раза, а кижуча и чавычи – более чем в пять раз. Это свидетельствует о том, что поступающей с пищей энергии хватает для активного соматического роста. Вероятно, что адаптация к пищевому ресурсу, отличному от прежнего, и функциональная перестройка комплекса регуляторных систем к августу уже завершаются [4].

### Заключение

В 2014 г. были произведены две учетные траловые съемки верхней эпипелагиали прибрежных вод западной Камчатки в периоды: 4–10 июля и 19–29 августа.

Гидрологические условия в верхнем 10-метровом слое вод у западного побережья Камчатки в период с июля по август отличались значительной динамикой. Между двумя съемками разница температуры превысила в среднем 2°C. При этом поля температуры в июле отличались большей неоднородностью, чем в августе.

В июле за период съемки в составе ихтиоценоза прибрежных вод западной Камчатки отмечено 14 видов рыб, однако основу численности формировали всего несколько видов: песчанка, волосозуб, молодь лососей и навага, суммарная доля которых составляла 94% общей численности рыб. Всего за период съемки было выловлено 940 кг всех видов рыб, а их суммарная доля составила около 15% общей биомассы учтенных обитателей пелагиали за период съемки, так как 85% биомассы улова приходилось на долю медуз.

В августе ихтиоцен имел значительные отличия: отсутствовали камбалы, мойва, навага (пойман всего один экземпляр). И наоборот, регистрировалось наличие таких видов, как терпуг (молодь), люмпен колючий, зубатка дальневосточная, корюшка, их количество в уловах было незначительно, но, тем не менее, они отсутствовали в июльской съемке. В уловах в значительных количествах стали встречаться взрослые особи и молодь волосозуба, а также молодь лососей. Наибольший вклад в биомассу уловов в августе внесли взрослые особи волосозуба – 51% и песчанки – 22%. Молодь лососей, по сравнению со съемкой в июле, увеличила свою относительную биомассу в 6 раз и составила – 18%. Также отмечено, что присутствие молоди лососей на самых южных разрезах полигона (южнее 52° с. ш.) ранее наблюдалось только в 2006 г. Всего в августе было поймано 163 кг всех видов рыб, что составило 49% общей биомассы, на долю медуз приходилось 51% биомассы улова.

Анализ размерно-массовых характеристик показал, что в сравнении с молодькой, выловленной в июле, молодь кеты, кижуча и чавычи увеличила свои размеры в два раза, темпы роста нерки были значительно ниже.

### Литература

1. Коваль М.В. Результаты траловых исследований КамчатНИРО в прибрежных водах Камчатки в июне-августе 2007 г. // Бюллетень № 2. Реализации концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей. – Владивосток, ТИНРО-центр, 2007. – С. 196–202.
2. Зорбиди Ж.Х. Кижуч азиатских стад. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2010. – 306 с.
3. Ерохин В.Г., Климов А.В. О зависимости миграций молоди горбуши и кеты от их физиологического состояния // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2011. – № 6. – С. 271–274.
4. Klimov A.V., Lozovoy A.P., Zhiganova I.V. Behavioral and biochemical adaptations of juvenile Pacific salmon in the Okhotsk Sea // NPAFC 3rd International Workshop, «Migration and Survival Mechanisms of Juvenile Salmon and Steelhead in Ocean Ecosystems». – Honolulu, Hawaii, 2013. – № 9. – P. 57.

УДК 582.263(571.66-11)

**А.В. Климова, С.О. Очеретяна, Н.Г. Клочкова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: annaklimovae@mail.ru*

### **СЛУЧАЙ НЕОБЫЧНОГО НАХОЖДЕНИЯ ОДНОКЛЕТОЧНОЙ ЭНДОФИТНОЙ ЗЕЛЕННОЙ ВОДОРОСЛИ В СЛОЕВИЩЕ *SACCHARINA BONGARDIANA* (*PHAEOPHYCEAE*, *LAMINARIALES*)**

Описан необычный случай нахождения хлорохитриум-подобной одноклеточной зеленой водоросли в черешках двухлетних растений *Saccharina bongardiana*, собранных в условиях сильного антропогенного загрязнения. Рассматривается история изучения хлорохитриум-подобных эндофитов у водных растений, в том числе представителей рода *Chlorophytrium*, являющихся стадией развития многоклеточных зеленых морских водорослей. Изложены взгляды авторов на необоснованность включения в список морской альгофлоры восточной Камчатки *Spongomorpha aeruginosa* только на основании нахождения здесь одноклеточных эндофитов, похожих на спорофит этого вида, называемый *Chlorochytrium inclusum*.

**Ключевые слова:** *Chlorochytrium inclusum*, *Saccharina bongardiana*, *Spongomorpha aeruginosa*, эндофитизм, эпифитизм, биотические взаимоотношения, жизненный цикл, восточная Камчатка.

A.V. Klimova, S.O. Ocheretyana, G. Klochkova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Case of unusual discovery of unicellular endophytic green algae in frond of *Saccharina bongardiana* (Phaeophyceae, Laminariales)**

Unusual case of discovery of Chlorohytrium-like unicellular green algae in petioles of biennial plants *Saccharina bongardiana*, collected in the conditions of strong anthropogenic pollution is described in the article. Study history of *Chlorohytrium*-like endophytes with water plants including representatives of genus *Chlorophytrium* which are a development stage of multicellular green algae is also stated. There are also authors' opinions concerning groundlessness of putting *Spongomorpha aeruginosa* in the list of sea algal flora of eastern Kamchatka only on the basis of unicellular endophytes' location here similar to sporophyte of this species called *Chlorochytrium inclusum*.

**Key words:** *Chlorohytrium inclusum*, *Saccharina bongardiana*, *Spongomorpha aeruginosa*, endophytism, epiphytism, biotic relationship, life history, eastern Kamchatka.

Морские сообщества макрофитобентоса представляют собой сложный комплекс макроскопических донных растений, основу которого составляют представители трех групп водорослей – Chlorophyta, Rhodophyta и Phaeophyceae. Такая биологическая система имеет сложную ценотическую структуру и определенное видовое соотношение слагающих ее крупных таксонов. Так, для альгофлоры бореальных районов западной части Тихого океана характерно соотношение представителей красных, бурых и зеленых водорослей, составляющее 58%, 29% и 13% соответственно [1]. Изменения таксономических пропорций альгофлор в отдельных районах этого обширного региона может говорить о воздействии на них антропогенных факторов.

Сложную ценотическую структуру сообществ макрофитобентоса обуславливает не только высокое видовое богатство водорослей, но и тесные биотические связи между слагающими его видами. Известны многочисленные примеры таких взаимоотношений. В одних случаях они имеют лишь пространственную основу взаимодействия (эпи-, эндофитизм), в других трофическую (паразитизм и полупаразитизм). Встречаются и смешанные взаимодействия, например, при поселении в слоевищах макроскопических базифитов микроскопических эндофитов. В начале сожительства они не оказывают выраженного воздействия на организм растения-хозяина, а при чрезмерном количественном развитии вызывают у них физиологическое угнетение или гибель. Тогда характер межвидовых взаимоотношений, в контексте их сосуществования, может изменяться от нейтрализма к паразитизму. Терминологические аспекты, описывающие тесное пространственное и трофическое взаимодействие водорослей между собой, разработаны еще не вполне удовлетворительно. Обзор всех известных попыток их классификации можно найти в работах К.Л. Виноградовой [2] и Д. Коррея [3]. Следуя терминологии, предложенной этими авторами, взаимоотношения «эпифит-базифит» и «эндофит-базифит» мы рассматриваем лишь в аспекте пространственных взаимоотношений.

Эпи- и эндофитизм являются чрезвычайно распространенным явлением в сообществах макрофитов. Наиболее часто оно отмечается у многолетних водорослей. Довольно обстоятельно оно изучено для массовых и промысловых видов, в первую очередь, представителей таких родов, как *Laminaria*, *Porphyra*, *Saccharina*, *Undaria* и морских трав [4–6]. В умеренных широтах довольно обычны случаи произрастания эктокарповых (*Ectocarpus*, *Pylaiella* и др.) и акрохетиевых (*Acrochaetium*, *Phodophysema* и др.) водорослей на стареющих слоевищах ламинариевых и багрянков. Бурая хордариевая водоросль *Halothrix lumbricalis* и зеленая ульвовая водоросль *Kornmannia zostericola* являются типичными обрастателями морской травы *Zostera marina* [7, 8]. Массовое развитие комплекса эндофитных эктокарповых водорослей родов *Laminariocolax*, *Laminarionema* и *Streblonema* на талломах *Laminaria digitata*, *L. hyperborea*, *Saccharina latissima* и других ламинариевых приводит к значительным деформациям слоевищ последних и снижению их физиологической активности [9–11]. Это нередко исключает возможность промыслового использования макроводорослей с обильным биообрастанием и приводит к значительным финансовым потерям в морской аквакультуре.

Часто эндофитами макроскопических растений являются представители микроскопических стадий развития видов, имеющих дигенетические гетероморфные жизненные циклы с чередующимися микро- и макроскопическими поколениями. До проведения культуральных исследований очень часто гаметофиты и спорофиты одного и того же вида относили к разным родам. Такие случаи известны для всех отделов морских водорослей-макрофитов. Так, например, у красных водорослей нитчатая спорофитная стадия у видов родов *Rhodophyta Porphyra*, *Puropia* и *Windellmania*, имеющих пластинчатое строение, первоначально была описана как род

*Conhocelis* [12]. У некоторых бурых водорослей гаметофиты также могут развиваться как эндофиты нитчатых и пластинчатых красных водорослей [13–15]. А среди зеленых водорослей статус самостоятельного таксона, названного *Codiolum petrocelides*, имел макроскопический спорофит *Spongomorpha coalita*, живущий в красной водоросли *Mastocarpus*.

В течение ряда лет авторы изучали в Авачинской губе явление, известное под названием «зеленый прилив». Оно наблюдается в районах с сильным антропогенным загрязнением и сопровождается деструкцией литоральных сообществ макрофитобентоса и замещением красных и бурых водорослей зелеными. Одновременно нами изучались эпи- и эндофиты ламинариевых, растущих в тех же неблагоприятных в экологическом отношении районах. В ходе изучения эпи- и эндобиионтов внутри черешков *Saccharina bongardiana* был зарегистрирован необычный ранее не описанный в научной литературе эндофит – одноклеточная хлорохитриум-подобная зеленая водоросль. Обсуждению этого случая посвящена настоящая работа.

### Материалы и методы

Использованный в настоящей статье материал был собран в Авачинской губе у м. Санникова в декабре 2013 г. Это место можно охарактеризовать как одно из наиболее неблагоприятных в экологическом отношении прибрежных районов Авачинской губы. Поскольку здесь производится бункеровка судов и разгрузка танкеров, оно подвержено хроническому воздействию нефтяного и металлического загрязнения [16, 17]. Разновозрастные растения *Saccharina bongardiana* отбирали на литорали и из береговых выбросов с целью изучения их физиологического состояния и биообрастания. Одновременно собирали другие литоральные водоросли. Поскольку встречающиеся здесь представители отдела Chlorophyta с гетероморфными циклами развития в это холодное время года находятся в стадии мелких одноклеточных растений или покоящихся апланоспор вместе с водорослями собирали небольшие камни и делали соскобы с жесткого грунта.

В ходе камеральной обработки собранного материала для изучения эпи- и эндофитов *S. bongardiana* вручную лезвием безопасной бритвы изготавливали срезы отдельных частей ее слоевища и готовили временные и постоянные желатино-глицериновые препараты для микроскопирования по стандартным методикам [18]. Для подготовки микропрепаратов эпилитного биообрастания каменистого субстрата также использовали лезвие безопасной бритвы. Изучение микроскопических препаратов и микрофотографирование растений проводили с помощью микроскопа Olympus BX43 (Olympus Inc., Japan) и фотокамеры Infinity 2-3C (Lumenera Corp., Canada) с программным обеспечением Infinity Analyze 6.3.

### Результаты и обсуждение

Среди разных эпи- и эндофитов, изученных образцов *Saccharina bongardiana* были найдены одноклеточные зеленые водоросли коккоидного типа (рис. 1–6). Все они были обнаружены только у сахарин самой старшей возрастной группы, находящейся в постфертильной фазе вегетации. Развитие эпифитов имело место в разных частях слоевищ, но наиболее разнообразными и многочисленными они были на ризоидах, стволике, обтрепанных верхушках пластин и ее участках, покрытых разрушенными сорусами спорангиев.

Хлорохитриум-подобные зеленые водоросли были встречены и как эпифит, и как эндофит. Последние были найдены в стволиках сахарины Бонгарда. Глубина проникновения ее клеток в ткани хозяина была разной. В одних случаях она была погружена в мелкоклеточный слой мериостодермы, в других – в крупноклеточный слой внутренней коры. Клетки эндофита в базифите всегда располагались в межклеточном пространстве. Несмотря на высокую плотность окружающих их клеток, одноклеточные слоевища эндофита были малodeформированными. Они сохраняли шаровидную, овальную или близкую к таковым у свободноживущих одноклеточных зеленых водорослей форму (рис. 1–6). Размеры их клеток составляли  $20\text{--}63,5 \times 16,7\text{--}63,5$  мкм (табл. 1). У многих сахарин на поверхности стволика развивались другие эпифиты, чаще всего *Laminariocolax tomentosum* и *Reingardia laminariicola*. В таких случаях хлорохитриум-подобные клетки находились под их массивным наслоением (рис. 3). Крайне редко они встречались между поверхностными тканями базифита и гиппоталлием амфиэпифитной красной водоросли *R. laminariicola* (рис. 6).

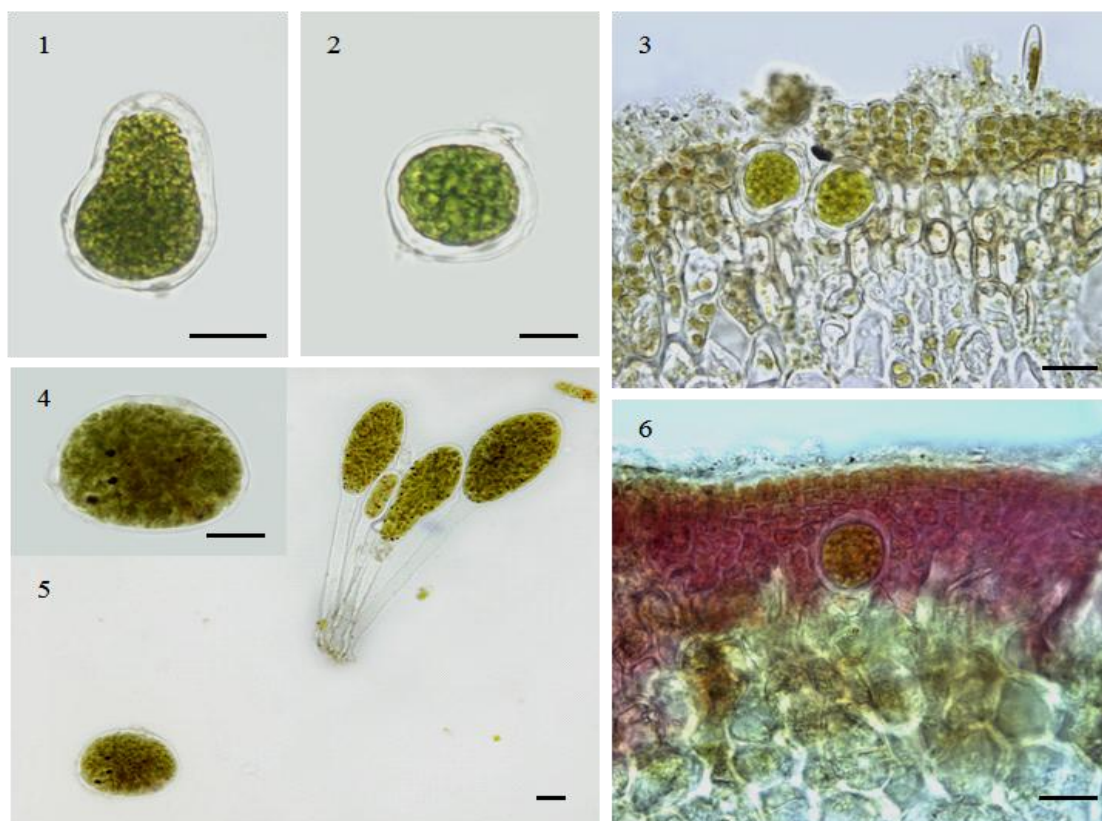


Рис. 1–6. Хлорохитриум-подобная зеленая водоросль из Авачинской губы, декабрь 2013 г. (масштабная линейка – 20 мкм): 1, 2 – свободноживущие формы *Chlorochytrium* sp.; 3, 6 – эндофитные формы *Chlorochytrium* sp. в стволиках *Saccharina bongardiana*; 4, 5 – эпифитные *Chlorochytrium*- и *Codium*-подобные зеленые водоросли в одной пробе

Эпифитная форма зеленой одноклеточной водоросли встречалась гораздо чаще, чем эндофитная. Ее клетки также были шаровидными, овальными, яйцевидными или имели неопределенные очертания и достигали  $26,7\text{--}50 \times 26,7\text{--}45$  мкм (табл. 1). Их размеры ( $40,4 \times 39,1$  мкм) были в среднем несколько крупнее, чем у представителей эндофитной формы, но меньше, чем у свободноживущей.

Таблица 1

Размерные показатели найденных форм *Chlorochytrium* sp.

| Размерная характеристика водоросли | Показатель |            |            |
|------------------------------------|------------|------------|------------|
|                                    | $\bar{x}$  | $x_{\min}$ | $x_{\max}$ |
| <b>Свободноживущая форма</b>       |            |            |            |
| Длина, мкм                         | 45,3       | 16,7       | 68,5       |
| Ширина, мкм                        | 34,4       | 15,03      | 54,5       |
| <b>Эпифит</b>                      |            |            |            |
| Длина, мкм                         | 40,4       | 26,7       | 50         |
| Ширина, мкм                        | 39,1       | 26,7       | 45         |
| <b>Эндофит</b>                     |            |            |            |
| Длина, мкм                         | 38,8       | 20         | 63,5       |
| Ширина, мкм                        | 32,1       | 16,7       | 63,5       |

Содержимое клеток хлорохитриум-подобных водорослей, встречающихся как на поверхности, так и во внутренних тканях черешков *S. bongardiana*, было гетерогенным, поскольку в них формировались продукты размножения. При этом разные клетки находились на различной стадии фертилизации. Все найденные эпи- и эндофитные водоросли имели значительно утолщенные клеточные стенки, от 2 до 7 мкм.

При изучении биообрастания жесткого каменистого субстрата, собранного в местах сбора ламинариевых водорослей, на нем были обнаружены эпифитные зеленые водоросли, подобные тем, которые были найдены на стволиках *S. bongardiana* как эпи- и эндофиты (рис. 1, 2, 4). Их морфоло-

гия и размерные показатели, как это видно из приведенных выше рис. 1–6 и табл. 1, были практически идентичными. Кроме хлорохитриум-подобных водорослей, в пробах, собранных на литорали, встречались представители порядка Ulotrichales – виды родов *Acrosiphonia*, *Ulothrix* и *Urospora*. Известно, что в цикле развития каждого из них имеется одноклеточная ‘*Chlorochytrium*’ или ‘*Codiolum*’-подобная стадия [19]. Определить, к какому виду или видам указанных родов принадлежали изученные нами одноклеточные растения, не представлялось возможным.

В альгологической практике морские одноклеточные эндофитные зеленые водоросли обычно относят к роду *Chlorochytrium*. Во флоре водорослей-макрофитов восточной Камчатки указано два представителя этого рода – *C. inclusum* и *C. schmitzii* [19]. Согласно литературным данным оба вида считаются облигатными эндофитами багрянок – *Cruoria*, *Dilsea*, *Kallymeniopsis*, *Mazzaella*, *Neoabbottiella*, *Neodilsea*, *Palmaria*, *Turnerella* и *Velatocarpus* [20]. Размерные и морфологические характеристики найденных нами образцов достаточно хорошо соответствуют признакам *C. inclusum*. Считается, что он сохраняет свое присутствие в загрязненной Авачинской губе в отличие от стенозапробного вида *C. schmitzii*, который с конца XX в. здесь уже не регистрируется [21].

Ламинариевые водоросли, имеющие большое практическое значение, активно и всесторонне изучаются во многих регионах мира. В работах, посвященных обзору их эпи- и эндобиионтов, коккоидные зеленые водоросли до сих пор никем не указывались [22–27], хотя стоит отметить, что Ю.Е. Петров [28] приводит сведения о находке *Chlorochytrium* sp. на бурой водоросли *Ascoseira mirabilis* у о. Завадовского (Южные Сандвичевы острова). Из-за относительно простого морфологического строения представителей рода *Chlorochytrium* и, как следствие этого, скудного набора таксономических признаков идентифицировать его видовую принадлежность не удалось.

Тесное сосуществование разных видов макрофитов в альгологическом мире не считается уникальным явлением. Насколько хлорохитриум-подобные виды привязаны к определенным хозяевам, судить по имеющимся в литературе данным трудно. В этой связи стоит упомянуть интересную точку зрения Д.Е. Вуджика и Р.Х. Томпсона [29], которые полагают, что эндофитизм у *Chlorochytrium* является лишь способом распространения спор и что представители этого рода не избирательны к растительному субстрату. Единственным критерием его выбора является возможность дальнейшего развития осевших спор. Проникать в базифит они могут через устьица, поры или повреждения поверхности растений. Указанные выше авторы считают, что привязанности *Chlorochytrium* к определенным видам растений-хозяев не существует и этот признак не имеет таксономической ценности.

Описываемый нами случай нахождения *Chlorochytrium*-подобной водоросли в стволике *Saccharina bongardiana* лишний раз подтверждает мнение Д.Е. Вуджика и Р.Х. Томпсона. Так, черешки ламинариевых водорослей в отличие от их пластин являются многолетними образованиями. Они постоянно испытывают механическое воздействие волн, поедаются фитофагами. Воздействие этих и других факторов может приводить к появлению у стволиков ламинариевых повреждений и трещин. Это в свою очередь способствует активному заселению их эпи- и эндофитами.

Хлорохитриум-подобные одноклеточные организмы имеют широкое экотопическое и географическое распространение. Они могут быть свободноживущими организмами или эпи- и эндобитами водорослей и высших водных растений и обитать как в пресной, так и в морской среде. Морфология таких растений чрезвычайно примитивна. Поэтому в полевых условиях их идентификация представляется крайне затруднительной. В роде *Chlorochytrium* в настоящее время насчитывается 5 видов, и только один из них, *C. lemnae*, является пресноводным [20]. Он встречается в свободноживущем состоянии или как эндофит живых или мертвых высших растений – *Lemna*, *Potamogeton*, *Elodea*, *Sphagnum* [30]. Остальные четыре вида являются морскими и указываются как облигатные эндофиты красных водорослей [31, 32].

Впервые род *Chlorochytrium* и его типовой вид *Chlorochytrium lemnae* описал Ф. Кон [33]. Он считал его паразитом пресноводных высших водных растений *Lemna trisulca*. К началу XIX в. по *Chlorochytrium*-подобным зеленым коккоидным водорослям накопился обширный материал (табл. 2). Б. Бристол, проводя анализ видов этого рода, описанных к 20-м годам прошлого столетия, и близких к ним водорослей, выделил 6 пресноводных, 4 морских и 3 сомнительных вида [34]. При этом он объединил всех представителей родов *Centrosphaera*, *Chlorocystis*, *Endosphaera*, *Scotinosphaera* и *Stomatocytrium* в род *Chlorochytrium*. Использование в практике альгологических исследований методов лабораторного культивирования и молекулярно-генетического анализа привело к изменению взглядов на его внутривидовую таксономию (табл. 2).

Таблица 2

Обзорная схема таксономических изменений внутри рода *Chlorochytrium* и некоторые экологические характеристики его видов (по литературным данным)

| До 1920 г.                                                                                                                                                                      | Bristol, 1920 г.                             | Algaebase, 2014 г.                                                     | Таксономический статус              | Экология                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Chlorochytrium aecherianum</i> , Hieron<br><i>Chlorochytrium lemnae</i> , Cohn<br><i>Chlorochytrium pallidum</i> , Klebs<br><i>Chlorochytrium knyanum</i> , Cohn & Szymanski | <i>Chlorochytrium. lemnae</i>                | <i>Chlorochytrium lemnae</i>                                           | Самостоятельный вид                 | Пресноводный, эпи- и эндофит высших водных растений <i>Elodea</i> , <i>Lemna</i> , <i>Sphagnum</i>   |
| <i>Endosphaera biennis</i> , Klebs                                                                                                                                              | <i>Chlorochytrium bienne</i>                 |                                                                        |                                     |                                                                                                      |
| <i>Stomatochytrium limnanthemum</i> , Cunningh                                                                                                                                  | <i>Chlorochytrium limnanthemum</i>           |                                                                        |                                     |                                                                                                      |
| <i>Scotinosphaera paradoxa</i> , Klebs                                                                                                                                          | <i>Chlorochytrium paradoxum</i>              |                                                                        |                                     |                                                                                                      |
| <i>Chlorochytrium graeophilum</i> , Bohlin<br><i>Kentosphaera facciolae</i> , Borzi                                                                                             | <i>Chlorochytrium facciolae</i>              | <i>Scotinosphaera paradoxa</i>                                         | Самостоятельный вид                 | Пресноводный, эндофит высших водных растений <i>Lemna</i>                                            |
| <i>Kentosphaera minor</i> , Borzi                                                                                                                                               | <i>Ch. facciolae</i> var. <i>minor</i>       |                                                                        |                                     |                                                                                                      |
| —                                                                                                                                                                               | <i>Chlorochytrium grande</i>                 | <i>Scotinosphaera grande</i>                                           | Самостоятельный вид                 | Пресноводный, свободноживущий                                                                        |
| <i>Chlorochytrium inclusum</i> , Kjellmann<br><i>Chlorochytrium schmitzii</i> , Rosenvinge                                                                                      | <i>Chlorochytrium inclusum</i>               | <i>Spongomorpha aeruginosa</i>                                         | Спорофитная стадия жизненного цикла | Морской, эндофит красных водорослей                                                                  |
|                                                                                                                                                                                 |                                              | <i>Chlorochytrium schmitzii</i> ,                                      | Самостоятельный вид                 | Морской, эндофит красных водорослей                                                                  |
| <i>Chlorochytrium dermatocolax</i> , Reinke                                                                                                                                     | <i>Ch. inclusum</i> var. <i>dermatocolax</i> | <i>Chlorochytrium dermatocolax</i>                                     | Самостоятельный вид                 | Морской, эндофит <i>Sphacelaria</i> , <i>Dictyosiphon</i> , <i>Polysiphonia</i> , <i>Phodometela</i> |
| <i>Chlorocystis sarcophyci</i> , Whitting                                                                                                                                       | <i>Chlorochytrium sarcophyci</i>             | <i>Chlorochytrium sarcophyci</i>                                       | Самостоятельный вид                 | Морской, эндофит <i>Durvillaea</i>                                                                   |
| <i>Chlorocystis cohnii</i> (Wright) Reinhardt<br><i>Chlorochytrium reinhardtii</i> , Gardner                                                                                    | <i>Chlorochytrium cohnii</i>                 | <i>Chlorochytrium cohnii</i>                                           | Самостоятельный вид                 | Морской, эндофит <i>Polysiphonia</i> , <i>Schizonema</i> , <i>Porphyra</i>                           |
| <i>Chlorochytrium porphyrae</i> , Gardner                                                                                                                                       | <i>Ch. cohnii</i> var. <i>porphyrae</i>      | <i>Chlorochytrium porphyrae</i> (= <i>Halochlorococcum porphyrae</i> ) | Самостоятельный вид                 | Морской, эндофит <i>Porphyra</i>                                                                     |
| <i>Chlorocystis cohnii</i> , Moore                                                                                                                                              | <i>Chlorochytrium moorei</i>                 | <i>Halochlorococcum moorei</i>                                         | Самостоятельный вид                 | Морской, эпифит <i>Enteromorpha</i> , <i>Blidingia</i>                                               |

В настоящее время 10 видов рода *Chlorochytrium*, указывавшиеся Б. Бристолом, отнесены к 4 родам – *Halochlorococcum*, *Scotinosphaera*, *Spongomorpha* и *Chlorochytrium* [30]. Принимая во внимание то, что три из них принадлежат к разным порядкам внутри класса Ulvophyceae, а последний входит в состав класса Chlorophyceae, можно говорить, во-первых, о значительном таксономическом разнообразии одноклеточных хлорохитриум-подобных Chlorophyta и, во-вторых, о том, что часть из них представляет собой стадию развития в гетероморфном жизненном цикле нитчатых зеленых макроводорослей порядка Ulotrichales [35, 36].

Молекулярно-генетическое изучение родственных связей кодиолум- и хлорохитриум-подобных растений с американского побережья Северной Пацифики показало их идентичность и принадлежность к роду *Acrosiphonia*, а именно *A. arcta* [36]. Эти исследования подтвердили предположение П. Корнманна [35], что одноклеточная стадия у макроскопических зеленых водорослей может существовать как в форме кодиолум-подобных (прикрепленных к субстрату слизистой ножкой), так и хлорохитриум-подобных (свободноживущих) растений. Наши исследования подтверждают эту точку зрения, поскольку при изучении соскобов жесткого субстрата у м. Санникова прикрепленные и неприкрепленные растения встречались в одних и тех же микроскопических препаратах.

В отношении вида *Chlorochytrium inclusum*, указывавшегося в дальневосточной альгофлоре [19], следует отметить, что после изучения в лабораторных культурах цикла развития атлантического вида *Spongomorpha aeruginosa* это название было закреплено за ее одноклеточной генерацией [35]. Следовательно, использование его для одноклеточных генераций дальневосточных представителей акросифоновых водорослей стало не возможным. В 2011 г. вышла статья [37], в которой был приведен список эпи- и эндофитов камчатских представителей рода *Palmaria*. В нем в отделе Chlorophyta на основании нахождения в изученном материале эндофитов, похожих на *C. inclusum*, в состав альгофлоры была включена *Spongomorpha aeruginosa*. Мы полагаем, что основанием для этого может быть только нахождение у Камчатки его макроскопических растений и в настоящее время этот атлантический вид должен быть исключен из состава ее альгофлоры.

Проведенные нами исследования дополняют имеющиеся в научной литературе сведения о развитии и встречаемости в прикамчатских водах одноклеточных зеленых водорослей. Они показывают, что таковые имеют низкую избирательную способность к субстрату и могут встречаться как эндофиты и как свободноживущие и существовать в двух разных морфологических формах. Внедряться в качестве эндофитов они могут не только в красные водоросли, но и в бурые, ламинариевые. Такая гибкая стратегия воспроизводства представителей отдела Chlorophyta, имеющих гетероморфные циклы развития, и их способность переживать холодный зимний период в слоевищах других водорослей определяют их активное участие в формировании зеленых приливов в местах с высокой антропогенной нагрузкой.

## Литература

1. Ключкова Н.Г. Водоросли-макрофиты дальневосточных морей России: дис. ... д-ра биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 1998. – 277 с.
2. Виноградова К.Л. Эпифитизм водорослей: уточнение терминологии // Бот. журн. – 1989. – Т. 74, № 9. – С. 1291–1293.
3. Correa J.A. Infections by pigmented algal endophytes: misuse of concepts and terminology // Revista Chilena de Historia Natural. – 1994. – Vol. 67. – P. 4–8.
4. Neill K., Heesch S., Nelson W. Diseases, pathogens and parasites of *Undaria pinnatifida*. – MAF Biosecurity New Zealand Technical Paper No: 2009/44, 2009. – 108 p.
5. Algal diseases: spotlight on a black box / C.M.M. Gachon, T. Sine-Ngano, M. Strittmatter, A. Chambouvet, G.H. Kim // Trends in Plant Science. – 2010. – Vol. 15. – P. 633–640.
6. A revaluation of algal diseases in Korean Pyropia (Porphyra) sea farms and their economic impact / G.H. Kim, J.B. Shim, K.-H. Moon, J.-Y. Kim, T.A. Klochkova // Algae. – 2014. – Vol. 29. – P. 249–265.
7. Паймеева Л.Г. Обрастания zostеры Японского моря // Известия ТИНРО. – 1975. – Т. 98. – С. 193–201.
8. Ключкова Н.Г. Аннотированная библиография по морским водорослям-макрофитам Татарского пролива (Японское море). – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 108 с.

9. Apt K.E. Etiology and development of hyperplasia induced by *Streblonema* sp. (Phaeophyta) on members of the Laminariales (Phaeophyta) // J. Phycol. – 1988. – Vol. 24. – P. 28–34.
10. Peters A.F., Schaffelke B. *Streblonema* (Ectocarpales, Phaeophyceae) infection in the kelp *Laminaria saccharina* (Laminariales, Phaeophyceae) in the western Baltic // Hydrobiologia. – 1996. – Vol. 327. – P. 111–116.
11. Ellertsdottir E., Peters A.F. High prevalence of infection by endophytic brown algae in populations of *Laminaria* spp. (Phaeophyceae) // Mar. Ecol. Prog. Ser. – 1997. – Vol. 146. – P. 135–143.
12. Drew K.M. *Conchocelis*-phase in the life history of *Porphyra umbilicalis* (L.) Kuetz. // Nature. – 1949. – Vol. 164. – P. 748–749.
13. Preliminary observations on the development of kelp gametophytes endophytic in red algae / D.J. Garbary, K.Y. Kim, T. Klinger and D. Duggins // Hydrobiologia. – 1999. – Vol. 398/399. – P. 247–52.
14. Red algae as hosts for endophytic kelp gametophytes / D.J. Garbary, K.Y. Kim, T. Klinger, D. Duggins // Mar. Biol. – 1999. – Vol. 135. – P. 35–40.
15. Occurrence of the gametophyte of *Agarum clathratum* (Laminariales, Phaeophyceae) as an endophyte in *Orculifilum denticulatum* / H. Sasaki, S.C. Lindstrom, J.R. Waaland, H. Kawai // Phycological Research. – 2003. – Vol. 53. – P. 192–202.
16. Очеретяна С.О., Клочкова Н.Г. Позднеосенний состав зеленых эфемерных водорослей в районах бункеровок флота в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. – 2010. – Вып. 11. – С. 58–64.
17. Бурая водоросль *Saccharina bongardiana* как показатель экологического состояния мест нефтяного загрязнения в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) / А.В. Климова, Е.В. Касперович, А.Э. Кусиди, Н.Г. Клочкова // Вестник КамчатГТУ. – 2014. – Вып. 29. – С. 65–74.
18. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы / Р.П. Барыкина, Т.Д. Веселова, А.Г. Девятков, Х.Х. Джалилова, Г.М. Ильина, Н.В. Чубатова. – М.: МГУ, 2004. – 312 с.
19. Виноградова К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР. Зеленые водоросли. – Л.: Наука, 1979. – 145 с.
20. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – URL: <http://www.algaebase.org>. (дата обращения: 10.10.2014).
21. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Водоросли камчатского шельфа. Распространение, биология, химический состав. – Владивосток, Петропавловск: Дальнаука, 1997. – 155 с.
22. Tobler F. Epiphyten der Laminarien. Botanischen-morphologische Studien // Engler Botanischen Jahrbucher für Systematik, Pflanzengeschichte. – 1909. – Vol. 23. – P. 51–90.
23. Tokida J. Marine algae epiphytic on Laminariales plants // Bull. Fac. Fish. – 1960. – Vol. 11, № 3. – P. 73–105.
24. Блинова Е.И. Эпифиты ламинариевых Мурманского побережья Баренцева моря // Распределение и состав промысловых водорослей Баренцева моря // Тр. ММБИ. – 1965. – Вып. 8, № 12. – С. 56–62.
25. Суховеева М.В. Эпифиты ламинариевых дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 98. – С. 184–192.
26. Пржеменецкая В.Ф., Климова В.Л. Эпифиты ламинарии (*Laminaria japonica*, Phaeophyta) в культуре // Марикультура на Дальнем Востоке. – Владивосток: ТИНРО, 1983. – С. 110–119.
27. Михайлова Т.А., Штрик В.А. Макроэпифиты *Laminaria hyperborean* (Laminariaceae) Баренцева и Белого морей // Бот. журн. – 2007. – Т. 12, № 12. – С. 1818–1828.
28. Петров Ю.Е. О находке *Chlorochytrium* на *Ascoseira mirabilis* Scottsb. с острова Завадского // Новости сист. низш. раст. – 1964. – Т. 1. – С. 149–151.
29. Wujek D.E., Thompson R.H. Endophytic unicellular chlorophytes: a review of *Chlorochytrium* and *Scotinosphaera* // Phycologia. – 2005. – Vol. 44. – P. 254–60.
30. Morphology and phylogenetic position of the freshwater green microalgae *Chlorochytrium* (Chlorophyceae) and *Scotinosphaera* (Skotinosphaerales, ord. nov., Ulvophyceae) / P. Skaloud, T. Kalina, K. Nemjová, O. De Clerck, F. Leliaert // Journal of Phycology. – 2013. – Vol. 49, № 1. – P. 115–129.
31. Jónsson S. Sur l'identification du sporophyte du *Spongomorpha lanosa* // C.R. Acad. Sci. Paris. – 1966. – Vol. 262. – P. 626–629.
32. West J.A., Smith C.M., McBride D.L. Observations on the marine unicellular endophyte *Chlorochytrium porphyrae* (Chlorophyceae) // Bot. Mar. – 1988. – Vol. 31. – P. 299–305.
33. Cohn F. Über parasitische Algen // Beitr. Biol. Pflanzen. – 1872. – Vol. 1, № 1. – P. 87–106.

34. Bristol B.M. A review of the genus *Chlorochytrium* Cohn // J. Linn. Soc. London, Bot. – 1920. – Vol. 45. – P. 1–28.
35. Kornmann P. Zur Biologie von *Spongomorpha aeruginosa* (Linnaeus) van den Hoek // Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. – 1964. – Vol. 11. – P. 200–208.
36. Identification of green algal endophytes as the alternate phase of *Acrosiphonia* (Codiolales, Chlorophyta) using ITS1 and ITS2 ribosomal DNA sequence data / A.V. Sussmann, B.K. Mable, R.E. DeWreede, M.L. Berbee // Journal of Phycology. – 1999. – Vol. 35. – P. 607–614.
37. Жигадлова Г.Г. Эпифиты и эндофиты водорослей рода *Palmaria* Stackhouse у берегов восточной Камчатки // Известия ТИНРО. – 2011. – Т. 164. – С. 300–311.

УДК 593.96(265.5)

**Е.Г. Панина, В.Г. Степанов**

*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: panina1968@mail.ru*

## **ВИДОВОЙ СОСТАВ ГОЛОТУРИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ: ОТРЯД SYNAPTIDA (=APODIDA) CUÉNOT, 1891 (HOLOTHUROIDEA: SYNAPTIDA)**

Приводится видовой состав отряда безногих голотурий (Synaptida) дальневосточных морей России в соответствии с современной номенклатурой указанного отряда. Для каждого вида голотурий указаны синонимия, информация по распространению в Беринговом, Охотском, Японском морях, у юго-восточной Камчатки и Курильских островов. Некоторые виды проиллюстрированы оригинальными фотографиями внешнего вида животных.

**Ключевые слова:** голотурия, морской огурец, Holothuroidea, Synaptida, Apodida, синонимия, видовой состав, распространение, дальневосточные моря России.

E.G. Panina, V.G. Stepanov (Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000) **List of species of the sea cucumbers in the Far-Eastern seas of Russia: the order Synaptida (=Apodida) Cuénot, 1891 (Holothuroidea: Synaptida)**

Species composition of the order of apodalsea cucumbers (Synaptida) in the Far-Eastern seas of Russia is given in accordance with modern nomenclature of the mentioned order. For every species of sea cucumbers we provided synonymy, info about distribution in the Bering, Okhotsk seas, Sea of Japan, at south-eastern Kamchatka and Kuril Islands. Some species are illustrated by original pictures of zooms appearance.

**Key words:** holothurian, sea cucumber, Holothuroidea, Synaptida, Apodida, synonymy, list of species, distribution, Far-Eastern seas of Russia.

### **Введение**

Голотурии – одна из широко распространенных и значительных по численности и биомассе групп морских беспозвоночных. Они распространены во всех широтных зонах Мирового океана в широком диапазоне глубин – от литорали до ультраабиссали. Представители этой группы являются важными компонентами зообентоса, оказывают большое влияние на жизнь других организмов, активно участвуют в биопереработке донных осадков, являются важнейшими объектами питания многих рыб и беспозвоночных. Представители этой группы зообентоса часто вступают в своеобразные симбиотические отношения с другими гидробионтами: бактериями, грибами, плоскими червями, полихетами, ракообразными, морскими пауками, двусторчатными моллюсками, рыбами и др.

Обзор литературы и анализ собственных данных показал, что в дальневосточных морях России обитает более 94 видов голотурий, относящихся к 3 подклассам, 5 отрядам, 16 семействам и 47 родам. В настоящей работе приводится список видов отряда безногих голотурий (Synaptida) дальневосточных морей. В соответствии с таксономической системой класса Holothuroidea, предложенной в 2012 г. А.В. Смирновым, для каждого вида указывается систематическое положение, синонимия, информация по распространению в российских водах Берингова, Охотского и Японского морей, у тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов. Некоторые виды проиллюстрированы оригинальными фотографиями.

### Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили коллекции голотурий, собранные авторами в разных районах российского побережья дальневосточных морей, а также материалы, переданные им на обработку коллегами из разных НИИ: Института океанологии РАН (г. Москва), Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург), Института биологии моря ДВО РАН (г. Владивосток), Тихоокеанского института биоорганической химии (г. Владивосток), ТИНРО-Центра (г. Владивосток), КамчатНИРО (г. Петропавловск-Камчатский). Дополнительно был проведен критический анализ литературных данных, содержащих сведения по видовому составу голотурий отряда Synaptida, распространенных в дальневосточных морях России. Результаты проведенного исследования показали, что данный отряд у российского побережья Дальнего Востока представлен 20 видами, входящими в 10 родов и 3 семейства. Ниже приводится их описание.

### Характерные признаки отряда безногих голотурий – Synaptida (=Apodida)

Тело обычно червеобразное. Стенка тела тонкая. Щупальца пальчатые, пальцевидные или перистые. Рот терминальный или субвентральный. Амбулакральные ножки, радиальные каналы амбулакральной системы, водные легкие, интроверт и мышцы-ретракторы отсутствуют. Ампулы щупалец не свешиваются свободно в полость тела. Мадрепорит располагается в проксимальной или дистальной части каменистого канала. Каменистый канал открывается наружу или в полость тела. Продольные мышечные ленты одинарные. Могут присутствовать прикрепленные к мезентерию ресничные воронки (урночки). Известковое кольцо простое, массивное. Спиккулы имеют вид якоря, якорных пластинок, колес, сигмовидных тел. Развитие личиночной стадии аурикулярия. Эпибентические и закапывающиеся формы. Распространены от литорали до ультраабиссали по всему Мировому океану. Отряд Synaptida включает 2 подотряда: Myriotrochina и Synaptina. Первый включает семейство Myriotrochidae, второй – семейства Chiridotidae и Synaptidae. В дальневосточных морях России, как показывают наши исследования, встречаются представители всех указанных выше семейств.

**Подкласс Synaptacea Cuénot, 1891**

**Отряд Synaptida (=Apodida) Cuénot, 1891**

**Подотряд Myriotrochina Al. Smirnov, 1998**

**Семейство Myriotrochidae Théel, 1877**

**Род Myriotrochus Steenstrup, 1851**

***Myriotrochus longissimus* Belyaev, 1970**

*Myriotrochus longissimus* Беляев, 1970<sup>1</sup>: 471–474, рис. 6, 7, 14, 15, табл. II, рис. 3, 4; Беляев, Миронов, 1977: 168–169, рис. 4; 1982: 105, рис. 15.

**Распространение.** Желоба: Курило-Камчатский, Японский, Филиппинский и Палау; ложе океана к востоку от Гавайских островов; глубины от 5422 до 7370 м.

***Myriotrochus mitsukurii* Ohshima, 1915**

*Myriotrochus mitsukurii* Ohshima, 1915: 287–288, pl. 11, fig. 36; Савельева, 1933: 51, рис. 16; 1941: 90–91, рис. 16; Дьяконов, 1938: 486; 1949: 79; Поганкин, 1952: 183; Дьяконов и др., 1958: 379; Беляев, 1970: 462, рис. 14–15; Беляев, Миронов, 1982: 100–101, рис. 12, 15, табл. 1–2, 9, табл. III, 2–5; Список видов ..., 2013: 197.

<sup>1</sup> Здесь и далее приводятся ссылки на литературные источники, указанные в конце статьи в алфавитном порядке.

**Распространение.** Известен из Охотского (в восточной части и у юго-западного берега Камчатки) и Японского (зал. Петра Великого, зал. Сяоху, побережье Хоккайдо) морей. Встречается на глубинах от 67 до 1760 м.

***Myriotrochus rinkii* Steenstrup, 1851**

*Myriotrochus rinkii* Steenstrup, 1851: 55, pl. III, figs. 7–10; Lütken, 1857: 21, 22; Selenka, 1867: 367; Théel, 1877: 2, pl. I; Danielssen, Koren, 1882: 28–31, pl. V, fig. 1; H.L. Clark, 1907: 128, pl. VIII, fig. 22; Ohshima, 1914: 481; 1915: 287; Дьяконов, 1926: 100; 1933: 159, рис. 84, А; 1949: 78–79, рис. 129; 1952: 309; Шорыгин, 1928: 68–69, рис. 37; 1948: 495, табл. СХХIII, рис. 10; Heding, 1931: 694; 1935a: 19–22, textfigs III, 1–6, pl. 1, figs. 4–7, pl. 2, figs. 1–4, 9–12, 23–25, 29–31; 1935b: 63–65; Савельева, 1933: 51; 1941: 90; 1955: 218, табл. LXIV, рис. 9; Östergren, 1938: 143–145, taf. II, figs. 1–10; Баранова, 1957: 245–246; 1962a: 4; 1962b: 352; Беляев, 1970: 462, 477, 481, 484, рис. 14; Беляев, Миронов, 1982: 84–85, 94–97, рис. 7–8, табл. II, 1, 2; Смирнов, Смирнов, 1990: 428–429, рис. 7; Madsen, Hansen, 1994: 120–122, figs. 64F, 81–83; map 33; Список видов ..., 2013: 197.

*Chiridota brevis* Huxley, 1852: cxxi.

**Распространение.** Крайние северные места нахождения – 81–82° с. ш. (Северная Гренландия, Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Северная Земля). В Атлантическом океане на западе отмечен у побережий Канады и к югу до 45° с. ш. (у побережий Ньюфаундленда), на востоке – вдоль всего побережья Норвегии до Скагеррака. Все северные евроазиатские моря: от Баренцева (известно одно нахождение в Белом море в северной части Онежского залива) до Чукотского. Море Бофорта (у м. Барроу), Канадская Арктика. В бассейне Тихого океана распространен в Беринговом (наиболее южное местонахождение у о. Прибылова – 57° с. ш.) и Охотском морях, у юго-западного побережья Камчатки, о. Парамушир и о. Сахалин (севернее 53° с. ш.). Повсюду встречается на глубинах от 2 до 790 м, но чаще всего – на глубине 10–320 м.

**Род *Prototrochus* Belyaev et Mironov, 1982**

***Prototrochus kurilensis* (Belyaev, 1970)**

*Prototrochus kurilensis* Беляев, Миронов, 1982: 88–89, рис. 4, табл. I, 4, IV, 6.

*Myriotrochus kurilensis* Беляев, 1970: 468–471, рис. 4, 5, табл. II, рис. 1, 2.

**Распространение.** Вид известен из Курило-Камчатского желоба с глубин от 7795 до 8430 м.

***Prototrochus minutus* (Östergren, 1905) (рис. 1)**

*Prototrochus minutus* Беляев, Миронов, 1982: 86–88, 92, рис. 3, 6, табл. 1, 3; Степанов, Панина, 2012: 292–297; Список видов ..., 2013: 197.

*Myriotrochus minutus* Östergren, 1905: 194–196, fig. 1A; H.L. Clark, 1907: 129; Ohshima, 1914: 482; Савельева, 1933: 52; Östergren, 1938, taf. I, figs. 10, 20–22; Дьяконов, 1949: 79; Поганкин, 1952: 184–185; Беляев, 1970: 462, рис. 14, 15.



Рис. 1. Внешний вид фиксированного в спирте образца *Prototrochus minutus*

**Распространение.** Известен с побережья полуострова Корея, зал. Петра Великого и западной части Японского моря от 40°10' до 43°01' с. ш. Встречается на глубинах от 60 до 3357 м.

***Prototrochus zenkevitchi* (Belyaev, 1970)**

*Prototrochus zenkevitchi* Беляев, Миронов, 1982: 94, рис. 6; Список видов ..., 2013: 197.

*Myriotrochus zenkevitchi* Беляев, 1970: 462–468, рис. 2, 3, 14, 15, табл. 1–6, табл. I, рис. 1–7; Беляев, Миронов, 1977: 167–168, рис. 3, табл. 1; 1981: 170–171, рис. 5, табл. 1.

*Myriotrochus zenkevitchi atlanticus* Беляев, Миронов, 1978: 199–201, рис. 1–2, табл. 1–2, табл. I, 7–8.

**Примечание.** В Курило-Камчатском желобе обитают два подвида *P. z. zenkevitchi* и *P. z. exiguus*. Последний отличается от типового подвида очень малым числом спикул в виде колес, вплоть до их отсутствия у некоторых особей.

**Распространение.** *P. zenkevitchi* включает три подвида, встречающиеся в желобах Тихого и Атлантического океанов: *P. z. zenkevitchi* (Belyaev, 1970) (Курило-Камчатский, Японский и Идзу-Бонинский желоба, глубины 7500–9735 м); *P. z. atlanticus* (Belyaev et Mironov, 1970) (желоб Романш, глубины 7400–7600 м); *P. z. exiguus* (Belyaev, 1970) (Курило-Камчатский желоб, глубины 8060–8135 м).

**Род *Siniotrochus* Pawson, 1971**  
***Siniotrochus spiculifer* Belyaev et Mironov, 1981**

*Siniotrochus spiculifer* Беляев, Миронов, 1981: 172–173, рис. 6, табл. 1, 5, табл. I, 6–10; 1982: 109; Список видов ..., 2013: 197.

*Myriotrochus* (?) sp. Беляев, 1970: 480–481, рис. 12.

**Примечание.** Спикулы в виде колес из фрагментов кожи у животных, собранных в Курило-Камчатском желобе, по большинству признаков сходны с таковыми у экземпляров с других мест обитания, но отличаются от них несколько более широкой ступицей и наличием расположенного внутри нее на стороне, противоположной зубцам, многоугольного поля неправильной формы. Его структура иная, чем у остальной ступицы.

**Распространение.** Нижняя абиссаль северной части Тихого океана: к востоку от Японии и в зал. Аляска, глубины от 4650 до 5690 м; предположительно в Курило-Камчатском желобе, глубины 8330–8430 м.

**Подотряд Synaptina Al. Smirnov, 1998**  
**Семейство Chiridotidae Östergren, 1898**  
**Подсемейство Chiridotinae Östergren, 1898, sensu Al. Smirnov, 1998**  
**Род *Chiridota* Eschscholtz, 1829**  
***Chiridota albatrossii* Edwards, 1907**

*Chiridota albatrossii* Edwards, 1907: 50, fig. 1–3; Oshima, 1915: 284–285; Heding, 1928: 285–287, fig. 56; Дьяконов и др., 1958: 379; Баранова, 1962б: 352; Смирнов, 1979: 97; Lambert, 1984: 9; 1997: 26, 131, 133–135, 137, figs. 70, 71, photo 34; Smirnov et al., 2000: 327.

**Распространение.** Встречается близ южной оконечности о. Сахалин, в зал. Анива, в районе м. Терпения, у о. Ребун (Японское море) и о. Кунашир, вдоль восточного и южного берегов о. Хоккайдо; на тихоокеанском побережье Северной Америки от юго-восточного берега Аляски до о. Ванкувер. Встречен на глубинах 46–1000 м.

***Chiridota discolor* Eschscholtz, 1829 (рис. 2)**

*Chiridota discolor* Eschscholtz, 1829: p. 13, tab. X, fig. 2; Brandt, 1835a: 59; 1835b: 259; J. van der Hoeven, 1850: 150; 1856: 159; Dujardin, Hupe, 1862: 616; H.L. Clark, 1907: 26–28; Ohshima, 1915: 285; Heding, 1928: 283, fig. 55 (5); Савельева, 1933: 50–51; 1941: 91–92; Виноградов, 1946: 340; Поганкин, 1952: 184–185, 196–197; Баранова, 1957: 245; Lambert, 1997: 135, photo 35; Список видов ..., 2013: 197.



Рис. 2. Внешний вид *Chiridota discolor*  
(фото К.Э. Санамян)

*Chiridota tauiensis* Степанов и др., 2012: 16, рис. 5.

**Распространение.** Вид известен с тихоокеанского побережья Северной Америки, из Берингова и Охотского морей. В морях России встречен у Командорских островов, в Авачинском заливе, на западном побережье Камчатки, в районе м. Кривобок, в б. Провидения и в западной части Охотского моря. Поганкин (1952) указывает этот вид для западной и юго-западной частей зал. Петра Великого. Встречается от литорали до глубины 1037 м, но чаще на глубинах до 400 м.

***Chiridota ochotensis* Saveljeva, 1941**

*Chiridota ochotensis* Савельева, 1941: 94–96, рис. 22–27; Дьяконов, 1949: 78, табл. XXII, рис. 124b, 127; Список видов ..., 2013: 197.

**Распространение.** Встречен в Охотском море: в южной части на глубинах 1276–1366 м, у юго-западной оконечности Камчатки на глубине 591 м, в центральной части моря на глубине 1150 м, у северо-восточного побережья о. Сахалин на глубине 1643 м.

***Chiridota orientalis* Smirnov, 1981 (рис. 3)**

*Chiridota orientalis* Смирнов, 1981: 78–83, рис. 1–3; Степанов и др., 2012: 15–16, рис. 3, 4; Список видов ..., 2013: 197.

**Распространение.** Вид был найден у побережья восточной Камчатки: в Олюторском заливе, возле м. Африка, в Кроноцком заливе, в Авачинском заливе и у юго-восточной Камчатки; у юго-

западной Камчатки; у северных Курильских островов; у северо-восточного берега о. Сахалин, в Сахалинском заливе и к северу от него. Встречен на глубинах 10–382 м, в основном на глубинах 50–100 м.

***Chiridota pellucida* Vahl, 1806**

*Chiridota pellucida* Vahl, 1806; Heding, 1935a: 13; Савельева, 1941: 92–94, рис. 17–21; 1955: 218, табл. LXIV, рис. 8; Дьяконов, 1949: 78, рис. 124а, 125; 1952б: 309; Баранова, 1957: 245; 1962б: 352; Дьяконов и др., 1958: 378–379; Кузнецов, 1963: 76, рис. 16а, табл. 37, 63, 70, 71, 99, 100, 114.

**Распространение.** Распространен по берегам Исландии, Шпицбергена, вдоль побережья Норвегии; в Баренцовом, Белом, Чукотском, Беринговом и Охотском морях. В дальневосточном регионе встречен в зал. Терпения, в Татарском проливе, в Беринговом проливе (у южного берега о. Крузенштерна), у западного побережья Камчатки (у м. Лопатка и напротив р. Ичи), между островами Шикотан и Кунашир (Курильские острова). Найден на глубинах 32–252 м.



Рис. 3. Внешний вид фиксированного в формалине образца *Chiridota orientalis*

***Chiridota tauiensis* Saveljeva, 1941**

*Chiridota tauiensis* Савельева, 1941: 96–97, рис. 28–29; Дьяконов, 1949: 78, рис. 124с, 126; Баранова, Кунцевич, 1977: 118; Кусакин и др., 1997: 126; Список видов ..., 2013: 197.

Non *Chiridota tauiensis* Степанов и др., 2012: 16, рис. 5.

**Распространение.** Обнаружен в Охотском море (Тауйская губа, о. Ольский, Лагунное озеро на м. Северном; зал. Константина; Шантарские острова, губа Якшина) от литорали до глубины 1 м.

**Подсемейство Taeniogyrinae Al. Smirnov, 1998**

**Род Taeniogyrinae gen. sp.**

**Taeniogyrinae gen. sp. (рис. 4)**

*Taeniogyrinae gen. sp.* Степанов и др., 2012: 15, рис. 1, 2; Список видов ..., 2013: 197.

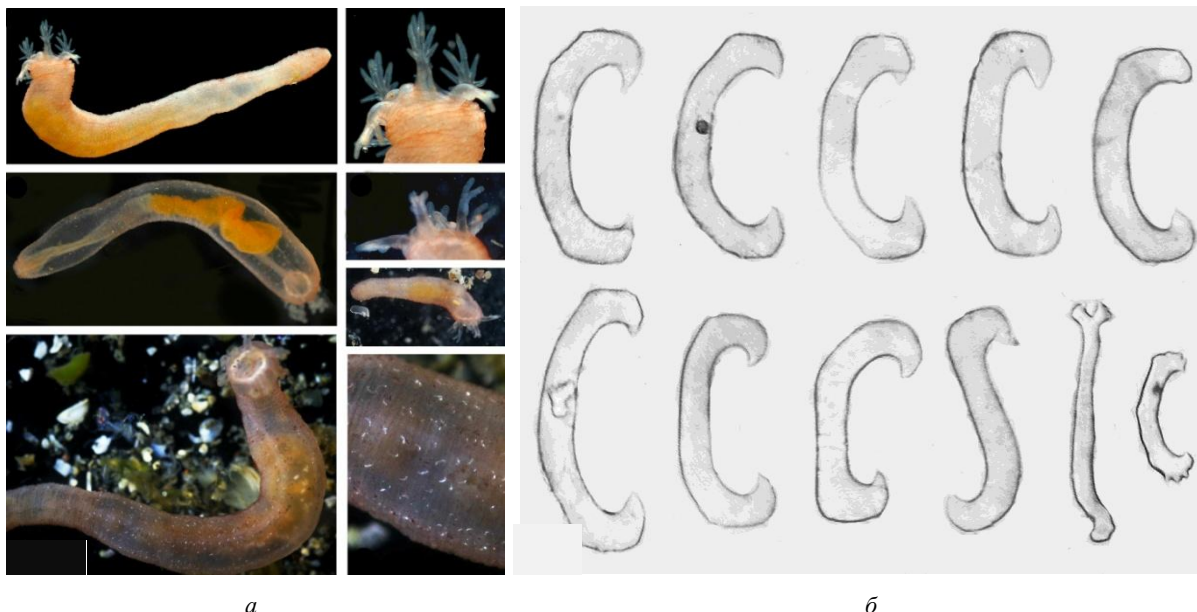


Рис. 4. *Taeniogyrinae gen. sp.*: а – внешний вид и отдельные части тела (фото К.Э. Санамян); б – спикулы кожи тела и щупалец

**Распространение.** Обнаружен в Авачинском заливе в пробах песка на глубинах 10–23 м.

**Род *Scoliorhapis* H.L. Clark, 1946**

***Scoliorhapis lindbergi* (Djakonov in Djakonov, Baranova et Saveljeva, 1958)**

*Scoliorhapis lindbergi* O'Loughlin, VandenSpiegel, 2010: 76; Список видов..., 2013: 197.

*Scoliodota lindbergi* Дьяконов и др., 1958: 377–378, рис. 14; Баранова, 1962б: 352; Баранова, Кунцевич, 1977: 118–119; Смирнов, 1979: 97; 1982: 113; Кусакин и др., 1997: 126.

*Scoliodotella uchidai* Oguro, 1961: 1–4, figs. 1–7.

*Scoliodotella lindbergi* Левин, 1982:1960–1920, рис. 1–2.

**Распространение.** Встречен у материкового побережья Японского моря от б. Витязь, до м. Сосунова, на побережье о. Сахалина (от м. Чихачева на юге до м. Уанди на севере, в зал. Анива), у о. Монерон, в Южно-Курильском проливе, у о. Кунашир и Хоккайдо (зал. Аккеси). В зал. Анива и в б. Буссе *S. lindbergi* вид отмечен на литорали и на глубинах 7,5 и 22 м; в Южно-Курильском проливе – на глубинах 60–65 м (Дьяконов и др., 1958). У побережья Японии этот вид встречается в верхних горизонтах литорали (Огуго, 1961), преимущественно на глубинах 10–20 м.

#### **Род *Taeniogyrus* Semper, 1868**

##### ***Taeniogyrus inexpectatus* (Smirnov, 1989)**

*Taeniogyrus inexpectatus* O’Loughlin, VandenSpiegel, 2010: 24; Список видов ..., 2013: 197.

*Trochodota inexpectata* Смирнов, 1989: 156–160, рис. 1–3.

**Распространение.** Имеется единственное указание этого вида у охотоморского побережья о. Симушир, у скалы Красноватая, на скалистой платформе, на глубине 10 м.

#### **Семейство Synaptidae (Burmeister, 1837), sensu Östergren, 1898**

##### **Подсемейство Rynkatorpinae Al. Smirnov, 1998**

##### **Род *Rynkatorpa* Rowe et Pawson, 1967**

##### ***Rynkatorpa duodactyla* (H.L. Clark, 1907)**

*Rynkatorpa duodactyla* Rowe, Pawson, 1967: 31; Смирнов, 1983а: 75–82, рис. 1–4; 1983б: 546–552, рис. 1–2; Maluf, 1988: 104; Список видов ..., 2013: 197.

*Protankyra duodactyla* H.L. Clark, 1907: 101, pl. 4, pl. IV, figs. 1–7.

**Распространение.** Обитает у восточных берегов Японии и у южных Курильских о-вов; в Беринговом море, в центральной части между Алеутской грядой и Беринговым проливом, у северо-западного побережья Северной Америки: от побережья штата Орегон до о. Уналашка (Алеутские острова). Встречается на глубинах 1006–2980 м.

##### **Подсемейство Leptosynaptinae Al. Smirnov, 1998**

##### **Род *Anapta* Semper, 1868**

##### ***Anapta amurensis* Britten, 1906**

*Anapta amurensis* Britten, 1906: 153–154; Дьяконов, 1949: 78; Баранова, Кунцевич, 1977: 118.

**Распространение.** Вид известен только из типового места нахождения – южной части Амурского лимана (Охотское море), с глубины 4,2 м.

##### ***Anapta ludwigi* Britten, 1906**

*Anapta ludwigi* Britten, 1906: 152–153; Дьяконов, 1949: 77; Дьяконов и др., 1958: 377; Баранова, Кунцевич, 1977: 118.

**Распространение.** Вид встречается в Охотском море у Шантарских островов, в заливах Сахалинский и Анива (лагуна Буссе), в Японском море распространен у юго-западного Сахалина. Глубина обитания от литорали до 53 м.

##### **Род *Labidoplax* Östergren, 1898**

##### ***Labidoplax variabilis* (Théel, 1886)**

*Labidoplax variabilis* Heding, 1928: 248–250, fig. 45; Савельева, 1933: 49–50, рис. 12–14; Дьяконов, 1949: 77, рис. 123; Поганкин, 1952: 185, табл. 3; Баранова, 1971: 249; 1978: 127.

*Synapta incerta* var. *variabilis* Théel, 1886: 14, pl. 1, fig. 5.

*Labidoplax dubia* (partim.) H.L. Clark, 1907: 96.

**Распространение.** Вид встречен у о. Кей, расположенного между Новой Гвинеей и Австралией, на восточном побережье Японии и в заливах Посьета и Петра Великого. Глубина обитания 0–250 м.

Вертикальное распределение представителей обсуждаемого отряда представлено в таблице.

**Вертикальное распределение голотурий отряда Synaptida, встречающихся в фауне дальневосточных морей России**

| Вид                             | Глубина, м |       | Характеристика вида в соответствии с его принадлежностью к вертикальной зоне океана* |
|---------------------------------|------------|-------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|                                 | Мин.       | Макс. |                                                                                      |
| <i>Myriotrochus longissimus</i> | 5422       | 7370  | абиссально-хадальный                                                                 |
| <i>Myriotrochus mitsukurii</i>  | 67         | 1760  | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Myriotrochus rinkii</i>      | 2          | 790   | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Prototrochus kurilensis</i>  | 7795       | 8430  | хадальный                                                                            |
| <i>Prototrochus minutus</i>     | 60         | 3357  | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Prototrochus zenkevitchi</i> | 7400       | 9735  | хадальный                                                                            |
| <i>Siniotrochus spiculifer</i>  | 4650       | 5690  | абиссальный                                                                          |
| <i>Chiridota albatrossii</i>    | 46         | 1000  | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Chiridota discolor</i>       | 1          | 1037  | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Chiridota ochotensis</i>     | 591        | 1643  | батиальный                                                                           |
| <i>Chiridota orientalis</i>     | 10         | 383   | сублиторально-батиальный                                                             |
| <i>Chiridota pellucida</i>      | 32         | 252   | сублиторальный                                                                       |
| <i>Chiridota tuiensis</i>       | 0          | 1     | сублиторальный                                                                       |
| <i>Taeniogyrae gen. sp.</i>     | 10         | 23    | сублиторальный                                                                       |
| <i>Scoliorhapis lindbergi</i>   | 8          | 65    | сублиторальные                                                                       |
| <i>Taeniogyra inexpectatus</i>  | 10         | 10    | сублиторальные                                                                       |
| <i>Rynkatorpa duodactyla</i>    | 1006       | 2980  | батиальные                                                                           |
| <i>Anapta amurensis</i>         | 4,2        | 4,2   | сублиторальные                                                                       |
| <i>Anapta ludwigi</i>           | 0          | 53    | сублиторальные                                                                       |
| <i>Labidoplax variabilis</i>    | 0          | 250   | сублиторальные                                                                       |

\* вертикальные зоны океана даны по А.И. Кафанов, В.Н. Кудряшов (2000).

Из представленной таблицы видно, что 14 представителей отряда (*Myriotrochus mitsukurii*, *M. rinkii*, *Prototrochus minutus*, *Chiridota albatrossii*, *Ch. discolor*, *Ch. orientalis*, *Ch. pellucida*, *Ch. tuiensis*, *Taeniogyrae gen. sp.*, *Scoliorhapis lindbergi*, *Taeniogyra inexpectatus*, *Rynkatorpa duodactyla*, *Anapta amurensis*, *A. ludwigi* и *Labidoplax variabilis*) могут встречаться в верхнем горизонте сублиторали, где, как известно, наблюдается самое сильное гидродинамическое воздействие. Неудивительно, что почти все виды, обитающие в этом диапазоне глубин, зарываются в грунт или, как, например, *Myriotrochus mitsukurii*, могут встречаться в зарослях водорослей (Поганкин, 1952), которые значительно уменьшают неблагоприятное воздействие прилива и волнения. Упомянутый вид был отмечен также в биоценозе *Homaxinella* + известковые мшанки (Дьяконов, 1938). Судя по литературным данным, мелководные голотурии имеют более сложное питание, чем глубоководные, поскольку на малых глубинах состав интерстициальной флоры и фауны богаче, чем на больших и особенно на самых больших глубинах (Hyman, 1955).

Относительная доля видов с различным вертикальным распределением в общем составе представителей отряда Synaptida, встречающихся в фауне голотурий дальневосточных морей России, показана на рис. 5.

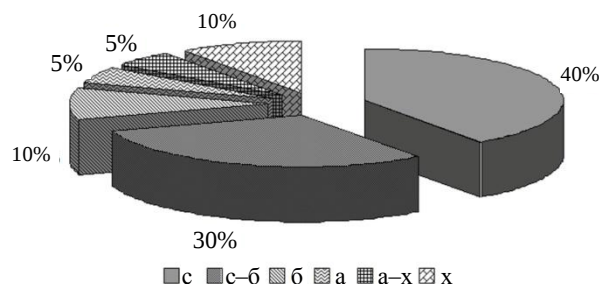


Рис. 5. Процентное соотношение голотурий отряда Synaptida, входящих в фауну дальневосточных морей России, имеющих разное вертикальное распределение. Обозначения: с – сублиторальные, с-б – сублиторально-батиальные, б – батиальные, а – абиссальные, а-х – абиссально-хадальные, х – хадальные

Из рис. 5 и таблицы видно, что в дальневосточных морях России отряд Synaptida представлен в основном относительно мелководными сублиторальными и батияльными видами, и только в семействе Myriotrochidae встречаются абиссальные и ультраабиссальные (хадалные) виды: *Myriotrochus longissimus*, *Prototrochus kurilensis*, *P. zenkevitchi*, *Siniotrochus spiculifer*.

Самая большая группа среди дальневосточных представителей отряда Synaptida – сублиторальные виды: *Chiridota pellucida*, *Ch. tauiensis*, *Taeniogyrinae gen. sp.*, *Scoliorhapis lindbergi*, *Taeniogyrus inexpectatus*, *Anapta amurensis*, *A. ludwigi*, *Labidoplax variabilis*. Их доля составляет 40%. Следующая по численности группа видов, 30% от их общего числа, – сублиторально-батияльные: *Myriotrochus mitsukurii*, *M. rinkii*, *Prototrochus minutus*, *Chiridota albatrossii*, *Ch. discolor*, *Ch. orientalis*. При этом большинство из них, как это видно из таблицы, тяготеют к верхним отделам шельфа и до настоящего времени известны для глубин 0–383 м. Остальные 30% представителей обсуждаемого отряда встречаются на глубинах ниже указанной отметки. Самыми глубоководными среди них являются *Prototrochus kurilensis* и *P. zenkevitchi*, которые собраны на глубинах свыше 8,5 км. Таким образом, проведенный выше обзор видов отряда Synaptida и анализ их вертикального распространения показывает, что представителям этого отряда свойственно вертикальное распространение в огромном диапазоне глубин – от литорали до глубин свыше 9 км. Отметим, что среди родов, отмеченных до глубины 400 м, три включают от 3 до 5 видов. Тогда как роды, обнаруженные на больших глубинах, включают только по одному виду. С одной стороны это может говорить о недостаточной изученности глубоководных голотурий, а с другой – отражать особенности истории развития группы.

Авторы сердечно благодарят коллектив ООО «Подводсервис» и экипаж судна «Чайка» за помощь в сборе материала, К.Э. Санамян (КФ ТИГ ДВО РАН) за предоставленные фотографии и Н.П. Санамян (КФ ТИГ ДВО РАН) за сбор водолазных проб.

### Литература

1. Баранова З.И. Иголкожие Берингова моря // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1957. – Вып. 4. – С. 149–266.
2. Баранова З.И. Голотурии дальневосточных морей СССР // Тезисы конференции по совместным исследованиям фауны и флоры. – Л.: ЗИН АН СССР, 1962а. – С. 1–7.
3. Баранова З.И. Иголкожие Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1962б. – Вып. 8. – С. 347–363.
4. Баранова З.И. Иголкожие залива Посьета Японского моря // Фауна и флора залива Посьета Японского моря. – Л.: Наука, 1971. – С. 242–264. (Исслед. фауны морей. Вып. 8 (16)).
5. Баранова З.И. Иголкожие в биоценозах верхних отделов шельфа залива Посьета и юго-западного побережья о. Сахалин (Японское море) // Советско-американский симпозиум по программе «Биологическая продуктивность и биохимия Мирового океана». – Л.: Наука, 1978. – С. 126–128.
6. Баранова З.И., Кунцевич З.В. Список типов голотурий, хранящихся в Зоологическом институте Академии наук СССР (Ленинград) // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 21 (29). – С. 114–119.
7. Беляев Г.М. Ультраабиссальные голотурии рода *Myriotrochus* (отр. Apoda, сем. Myriotrochidae) // Труды ин-та океанологии АН СССР. – 1970. – Т. 86. – С. 458–483.
8. Беляев Г.М., Миронов А.Н. Голотурии рода *Myriotrochus* из глубоководных желобов Тихого океана // Труды ин-та океанологии АН СССР. – 1977. – Т. 108. – С. 165–172.
9. Беляев Г.М., Миронов А.Н. Голотурии рода *Myriotrochus* из южной части Атлантического океана // Труды ин-та океанологии АН СССР. – 1978. – Т. 113. – С. 198–207.
10. Беляев Г.М., Миронов А.Н. Новые глубоководные виды голотурий семейства Myriotrochidae из северной и юго-западной частей Тихого океана // Труды ин-та океанологии АН СССР. – 1981. – Т. 115. – С. 165–173.
11. Беляев Г.М., Миронов А.Н. Голотурии семейства Myriotrochidae (Apoda): состав, распространение и происхождение // Труды ин-та океанологии АН СССР. – 1982. – Т. 117. – С. 81–120.
12. Бритаев Т.А., Лыскин С.А. Биология краба *Lissocarcinus orbicularis* (Crustacea, Decapoda, Portunidae), ассоциированного с тропическими голотуриями // Ломоносов: материалы междунар. конф. студентов и аспирантов по фундаментальным наукам. – М.: МГУ, 2000. – Вып. 4. – С. 17.

13. Виноградов К.Н. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1946. – 767 с.
14. Дьяконов А.М. Иголокожие Баренцева, Карского и Белого морей // Тр. Ленингр. общ-во естествоисп. – 1926. – Т. 61. – Вып. 2. – С. 98–131.
15. Дьяконов А.М. Иголокожие северных морей. – Л.: АН СССР, 1933. – Вып. 8. – 166 с. (Серия Определители фауны СССР).
16. Дьяконов А.М. Иголокожие (Echinodermata) залива Сяохе в Японском море // Тр. гидро-биологической экспедиции ЗИН АН 1934 г. на Японском море. – 1938. – Вып. 2. – С. 425–498.
17. Дьяконов А.М. Определитель иглокожих дальневосточных морей (Берингова, Охотского и Японского) // Изв. ТИНРО. – 1949. – Т. 30. – 130 с.
18. Дьяконов А.М. Иголокожие (Echinodermata) Чукотского моря и Берингова пролива // Крайний северо-восток СССР. Т. 2 Фауна и флора Чукотского моря. – Л.: АН СССР, 1952. – С. 286–310.
19. Дьяконов А.М., Баранова З.И., Савельева Т.С. Заметка о голотуриях (Holothuriodea) района южного Сахалина и южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1958. – Вып. 5. – С. 358–380.
20. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография: учеб. пособие. – М.: Наука, 2000. – 176 с.
21. Кузнецов А.П. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. – М.: Изд-во АН СССР, 1963. – 272 с.
22. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. и др. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 168 с.
23. Левин В.С. Новые данные о голотурии *Scoliodotella linbergi* (Apoda, Chiridotidae) // Зоол. журн. – 1982. – Т. 61. – Вып. 2. – С. 1916–1920.
24. Левин В.С. Питание мелководных голотурий и его влияние на донные осадки. – СПб: Политехника, 1999. – 254 с.
25. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. – СПб: Голланд, 2000. – 200 с.
26. Лыскин С.А., Бритаев Т.А. Внутри- и межвидовые взаимодействия симбионтов голотурий Южного Вьетнама // Актуальные проблемы экологии и эволюции в исследованиях молодых ученых: материалы конференции молодых сотрудников и аспирантов Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова (20–21 апреля 2004). – М., 2004. – С. 98–103.
27. Поганкин М.В. Материалы по экологии иглокожих зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО. – 1952. – Т. 37. – С. 175–200.
28. Савельева Т.С. К фауне голотурий Японского и Охотского морей // Исследование морей СССР. – 1933. – Вып. 19. – С. 37–58.
29. Савельева Т.С. К фауне голотурий дальневосточных морей, II // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1941. – Вып. 1. – С. 73–103.
30. Савельева Т.С. Класс голотурии – Holothuriodea // Атлас беспозвоночных Дальневосточных морей СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 215–219.
31. Смирнов А.В. Фауна иглокожих залива Анива Охотского моря // XIV Тихоокеан. науч. конгр.: Ком. Ф. Мор. науки. Секция F II. Мор. биология. Подсекция F IIa. Биология шельфов: тез. докл. – М., 1979. – С. 96–97.
32. Смирнов А.В. *Chiridota orientalis* (Apoda, Chiridotidae) – новый вид голотурий из дальневосточных морей СССР // Зоол. журн. – 1981. – Т. 60. – Вып. 1. – С. 78–83.
33. Смирнов А.В. Фауна иглокожих залива Анива Охотского моря // Фауна и гидробиология шельфовых зон Тихого океана: материалы XIV Тихоокеанского научного конгресса (Хабаровск, август 1979 г.). Секция «Морская биология». – Владивосток, 1982. – Вып. 4. – С. 112–117.
34. Смирнов А.В. *Rynkatorpa duodactyla* (Apoda, Synaptidae) – новый для фауны СССР вид голотурий из северной части Тихого океана // Зоол. журн. – 1983а. – Т. 62. – Вып. 1. – С. 75–82.
35. Смирнов А.В. Изменчивость якорных пластинок голотурии *Rynkatorpa duodactyla* (Apoda, Synaptidae) // Зоол. журн. – 1983б. – Т. 62. – Вып. 4. – С. 546–552.
36. Смирнов А.В. *Trochodota inexpectata* – новый вид голотурий (Synaptida, Chiridotidae) из района острова Симушир (Курильские острова) // Зоол. журн. – 1989. – Т. 68. – Вып. 6. – С. 156–160.
37. Смирнов А.В., Смирнов И.С. Иголокожие моря Лаптевых // Экосистемы Новосибирского мелководья и фауна моря Лаптевых и сопредельных вод Арктического океана: сб. науч. трудов. – Л.: Наука, 1990. – С. 411–462. (Исслед. фауны морей. Т. 37(45)).

38. Список видов свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России // Исследования фауны морей. – СПб.: ЗИНРАН, 2013. – Вып. 75 (83). – 256 с.
39. Степанов В.Г., Панина Е.Г. Распределение, размерный состав и некоторые морфологические характеристики *Prototrochus minutus* (Östergren, 1905) (Apodida: Myriotrochina: Myriotrochidae) западной части Японского моря // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XIII междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня рождения известного отечественного специалиста в области лесоведения, ботаники и экологии д.б.н. С.А. Дыренкова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. – С. 292–297.
40. Степанов В.Г., Панина Е.Г., Морозов Т.Б. Фауна голотурий Авачинского залива (северо-восточная часть Тихого океана) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. трудов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. – 2012. – Вып. 26. – Ч. 1. – С. 12–32.
41. Шорыгин А.А. Иглокожие Баренцова моря // Тр. Морского Научного Института. – 1928. – Т. 3. – Вып. 4. – С. 5–107.
42. Шорыгин А.А. Тип Echinodermata – Иглокожие // Определитель фауны и флоры северных морей СССР. – М.: Советская наука, 1948. – С. 465–687.
43. Cuénot L. Études morphologiques sur les Echinodermes // Arch. Biol., Paris. – 1891. – Vol. 11. – P. 313–680.
44. Brandt J.F. Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio in orbis terrarum. Circumnavigatione observatorum. – 1835a. – 75 p.
45. Brandt J.F. Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum // Recueil des actes de la sesnce publique de l'academie imperiale des sciences. St-Petersbourg, Leipzig: – W. Graeff, L. Voss., 1835b. – P. 201–275.
46. Britten M. Holothurien aus dem Japanischen und Ochotskischen Meere // Bull. l'Acad. Imper. Sci. St.-Peterburg. – 1906. – Bd. 25, ser. 5, no. 1. – S. 123–157.
47. Burmeister H. Handbuch der Naturgeschichte // Zweite Abt. Zoologie. – Berlin: Verlag von Theod. Chr. Friedr. Gnelin, 1837. – S. 369–858.
48. Clark H.L. The Apodous Holothurians: A monograph of the Synaptidae and Molpadiidae, including a Report on the representatives of these families in the Collections of the United National Museum // Smithsonian Contributions Knowledge. – 1907. – Vol. 35. – 231 p.
49. Clark H.L. Echinoderm Fauna of Australia: Its composition and origin // Carnegie Institute Washington Publication. – 1946. – Vol. 566. – 567 p.
50. Danielssen D.C., Koren J. Holothurioidea // Den Norske Nordhavs-Expedition 1876–1878, 6. Zoologi. – Christiania: Grøndahl og søns, 1882. – 94 p.
51. Doignon G., Jangoux M., Feral J.-P., Eeckhaut I. The endosymbiotic turbellarians infesting *Holothuria tubulosa* at Banyuls-sur-mer (France) // SPC Beche-de-mer Information Bulletin. – 2002. – Vol. 16. – P. 22.
52. Dujardin M.F., Hupe M.H. Histoire naturelle des zoophytes echinodermes. – P.: A la librairie encyclopedique de Robert, 1862. – 627 p.
53. Edwards C.L. The holothurians of the North Pacific Coast of North America collected by the Albatross in 1903 // Proc. U. S. Nat. Mus. – 1907. – Vol. 33. – P. 49–68.
54. Eschscholtz F. Zoologischer Atlas; enthaltend Abbildungen und Beschreibungen neue Thierarten wahrend der Flottcapitains von Kotzebue zweiter reise um die Welt 1823-26. – Berlin: Reimer, 1829. – Bd. 2. – 13 p.
55. Hamel J.-F., Ng P.K.L., Mercier A. Life cycle of the pea crab *Pinnotheres halingi* sp. nov., an obligate symbiont of the sea cucumber *Holothuria scabra* Jaeger // SPC Beche-de-mer Information Bulletin. – 2000. – Vol. 13. – P. 47–48.
56. Heding S.G. Synaptidae: Papers from Dr. T. Mortensen's Pacific Expedition 1914-1916 XLVI // Kobenhavn: Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening, 1928. – Vol. 85. – P. 105–323.
57. Heding S.G. Über die Synaptiden des Zoologischen Museums zu Hamburg // Zool. Jarb. (Syst.). – 1931. – Bd. 61. – S. 637–696.
58. Heding S.G. Holothurioidea. Part 1. Apoda. Molpadioidea. Gephyrothurioidea // Danish Ingolf-Expedition. – Copenhagen: Hagerup, 1935a. – Vol. 4. – Part 9. – P. 5–84.
59. Heding S.G. The Scoresby Soubd Committee's 2nd East Grrenland Expedition in 1932 to King Christian IX's Land. Echinoderms. Medd. Grønland. – 1935b. – Bd. 104, no. 13. – S. 1–68.

60. *J. van der Hoeven*. Handbuch der zoologie. – Leipzig: Leopold Voss, 1850. – 822 s.
61. *J. van der Hoeven*. Handbook of Zoology. Vol. 1. Invertebrate animals. – L.: Cambridge University Press, 1856. – 853 p.
62. *Huxley T.W.* Remarks upon some specimens collected and preserved in spirits by Dr. Sutherland // Appendix to vol. II of Sutherland's Journal of Penny's Voyage in Baffin's Bay and Barrow's Strait, 1850–1851. – L: 1852. – P. 211–212.
63. *Hyman L.H.* The invertebrates: Echinodermata. – N.Y., Toronto, L.: McGraw-Hill Book Company, 1955. – Vol. 4. – 763 p.
64. *Lambert P.* British Columbia marine faunistic survey report: holothurians from the Northeast Pacific // Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1984. – № 1234. – 32 p.
65. *Lambert P.* Sea cucumbers of British Columbia. Southeast Alaska and Puget Sound. – Vancouver: UBC Press, 1997. – 166 p.
66. *Lundin K., Hendelberg J.* Ultrastructure of the epidermis of *Meara stichopi* (Platyhelminthes, Nemertodermatida) and associated extra-epidermal bacteria // Hydrobiologia. – 1995. – Vol. 305, № 1–3. – P. 161–165.
67. *Lütken C.* Oversigt over Gronlands Echinodermata // Vidensk. Meddeles.dansk naturh. Foren. – 1857. – S. 1–55.
68. *Madsen F.J., Hansen B.* Echinodermata: Holothurioidea. Marine invertebrate of Scandinavia. – Copenhagen: Scandinavian Univ. Press, 1994. – Vol. 9. – 143 p.
69. *Maluf L.Y.* Composition and distribution of the central Eastern Pacific Echinoderms // Natural History Museum of Los Angeles County. Technical Reports. – 1988. – № 2. – P. 87–110.
70. *Oguro C.* The fauna of Akkeshi Bay Holothuroidea // Publications from the Akkeshi Marine Biological Station. – 1961. – Vol. 11, № 26. – P. 1–4.
71. *Ohshima H.* The Synaptidae of Japan // Annot. Zool. Jap. – 1914. – Vol. 8. – Parts 3–4. – P. 467–482.
72. *Ohshima H.* Report on the Holothurians collected by the United States fisheries Steamer «Albatross» in the Northwestern Pacific during the summer of 1906 // Proceed. U.S. Nat. Mus. – 1915. – Vol. 48, № 2073. – P. 213–291.
73. *Östergren H.* Das system der Synaptiden // Öfvers Kongelige Vetenskaps-Akademien Förhandlingar. – 1898. – Bd. 55, № 2. – S. 111–120.
74. *Östergren H.* Zwei Koreanische Holothurien // Paris. Archives de Zoologie Expérimentale et Générale (4) Notes et Revue. – 1905. – Vol. 3, № 8. – P. 192–199.
75. *Östergren H.* Studien über die seewalzen. Meddelanden från Göteborgs musei zoologiska avdelning. 74. Göteborg: Elanders Boktryckeri Aktiebolag. – 1938. – Bd. 5, ser. B, № 4. – XXII + 151 s.
76. *O'Loughlin P.M., VandenSpiegel D.* A revision of Antarctic and some Indo-Pacific apodid sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea: Apodida) // Memoirs of Museum Victoria. – 2010. – Vol. 67. – P. 61–95.
77. *Ozaki Y.* On a new genus of parasitic turbellaria, *Xenometra* and a new species of *Anoplodium* // Y. Ozaki // J. Sci., Ser. B, Div. I (Zool.). – 1932. – Vol. 1. – Part. 6. – P. 81–89.
78. *Parmentier E., Fine M., Vandewalle P., Ducamp J.-J., Lagardere J.-P.* Sound production in two carapids (*Carapus acus* and *C. mourlani*) and through the sea cucumber tegument // Acta Zool. (Stockh.). – 2006. – Vol. 87. – P. 113–119.
79. *Parmentier E., Vandewalle P.* Further insight on carapid holothuroid relationships // Mar. Biol. 2005. – Vol. 146, № 3. – P. 455–465.
80. *Pawson D.L.* *Siniotrochus phoxus* new genus, new species, a Myriotrochid holothurian new to the United States east coast // Washington: Proceedings Biological Society. – 1971. – Vol. 84, Iss. 28. – P. 231–234.
81. *Pivkin M.V.* Filamentous fungi associated with holothurians from the Sea of Japan, off the Primorye Coast of Russia // Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole. – 2000. – Vol. 198, № 1. – P. 101–109.
82. *Rowe F.W.E., Pawson D.L.* A new genus in the holothurian family Synaptidae, with a new species from Tasmania // Pap. Proc. Roy. Soc. Tasmania. – 1967. – Vol. 101. – P. 31–35.
83. *Selenka E.* Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien // Zeitschrift Wissenschaftliche Zoologie. – 1867. – Bd. 17. – S. 291–374.

84. *Semper C.* Reisen im Archipel der Philippinen. 2 Theil. Wissenschaftliche Resultate. Holothurien. – Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1868. – Bd. 1. – 288 s.
85. *Smirnov A.V.* On the classification of the apodid holothurians // Echinoderms: San Francisco: proc. Ninth Int. Echinoderm Conf. San Francisco, California, USA, 1996 / R. Mooi, M. Telford (eds.). – Rotterdam: Brookfield: A.A. Balkema, 1998. – P. 517–522.
86. *Smirnov A.V.* System of the Class Holothuroidea // Paleontological Journal. – 2012. – Vol. 46, № 8. – P. 793–832.
87. *Smirnov A.V., Gebruk A.V., Galkin S.V., Shank T.* New species of holothurian (Echinodermata: Holothuroidea) from hydrothermal vent habitats // J. Mar. Biol. Ass. U.K. – 2000. – Vol. 80, № 2. – P. 321–328.
88. *Steenstrup J.* *Myriotrochus rinkii* // Videnskabelige Meddelelser Dansk Naturhistorisk Forening, Kjobenhavn. – 1851. – S. 55–60.
89. *Théel H.* Notes sur quelques Holothuries des mers de la Nouvelle Zemble // Nova Acta R. Soc. Scient. – Uppsala, 1877. – Vol. 17. Ser. 3. – P. 1–18.
90. *Théel H.* Report on the Holothurioidea dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. Part II // Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger during the Years 1873–1876 under the Command of Captain George S. Nares and Captain Frank Tourle Thomson. Zoology / Thomson, C.W. and Murray J. (eds.). – London, Edinburgh, Dublin: Neill and Co, 1886. – Vol. 14, Iss. 34. – 290 p.
91. *Vahl M.O.F.* Müller Zoologia Danica. – 1806. – Vol. 4. – P. 1–46.

### РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 005.51:639.2(470+571)

**Ю.С. Морозова**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683000  
e-mail: mus@kamchatgtu.ru*

#### **ОТРАСЛЕВОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

Определены проблемы и перспективы реализации стратегического планирования в рыбохозяйственном комплексе, обусловленные изменением федерального законодательства. Предложена схема организации стратегического планирования развития рыбной отрасли с использованием механизмов государственно-частного партнерства.

**Ключевые слова:** рыбная отрасль, стратегическое планирование, отраслевое планирование, государственно-частное партнерство.

Y.S. Morozova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Sectoral planning in the Russian Federation: prospects for implementation in the fisheries complex**

Problems and prospects of implementation of strategic planning in the fisheries complex, due to a change in Federal legislation are identified. The diagram for organization of strategic planning in the fisheries sector using some mechanisms of the state private partnership is proposed.

**Key words:** fisheries sector, strategic planning, sector planning, state-private partnership.

Принятие в июне 2014 г. Федерального закона «О стратегическом планировании в Российской Федерации», безусловно, можно считать знаковым событием в формировании системы современного макропланирования. «Нормативный вакуум» в области планирования социально-экономических систем наблюдался на протяжении более чем пятнадцати лет: после принятия в 1995 г. Федерального закона «О государственном прогнозировании и программах социально-экономического развития» (с изменениями и дополнениями 1999 г.) других нормативных документов подобного уровня в стране не было, как не было и документов, регулирующих вопросы отраслевого планирования.

Вместе с тем новый федеральный закон, внося определенный вклад в решение отдельных организационных проблем государственного и муниципального планирования, очень слабо затрагивает вопросы стратегического планирования отдельных отраслей, сфер и видов экономической деятельности. Так, закон вводит понятие «отраслевого документа» стратегического планирования, под которым понимается «документ, в котором определены приоритеты, цели и задачи государственного и муниципального управления и обеспечения национальной безопасности Российской Федерации, способы их эффективного достижения и решения в соответствующей отрасли экономики и сфере государственного и муниципального управления Российской Федерации, субъекта Российской Федерации, муниципального образования» [1].

С точки зрения теории планирования данное определение небызукоризненно и, даже принимая допущение о том, что законы не должны претендовать на некоторую степень научности, остается неясной формальная сторона вопроса: что понимается под «сферой управления» и как осуществлять плановые работы по отрасли? Понятие «сфера государственного и муниципального управления» законодательно не закреплено, а аналитические работы по «отрасли» выполнять практически невозможно после перехода от Общероссийского классификатора отраслей народного хозяйства (ОКОНХ) к Общероссийскому классификатору видов экономической деятельности (ОКВЭД).

До настоящего времени государственное стратегическое планирование рыбохозяйственного комплекса осуществлялось в форме доктрин, концепций, стратегий, программ и проектов. Все существующие документы целеполагания рассчитаны на плановый период до 2020 г.: «Морская доктрина Российской Федерации на период до 2020 года», «Концепция развития рыбного хозяйства Российской Федерации на период до 2020 года» и «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2020 года». Прогнозы развития рыбохозяйственного комплекса разрабатывались Минэкономразвития РФ и региональными министерствами в рамках прогнозов социально-экономического развития соответствующей территории, а также существовали как отдельные отраслевые прогнозы, разрабатываемые научными организациями, в том числе подведомственными Росрыболовству. Документами программирования и планирования являлись целевые программы, предусматривавшие мероприятия по развитию рыбохозяйственного комплекса. Все они были разработаны на разные плановые периоды и в основном (за исключением госпрограммы РФ «Развитие рыбохозяйственного комплекса») должны быть завершены к концу 2015 г. На уровне субъектов РФ разрабатывались стратегии развития рыбного хозяйства регионов, а также программы по развитию рыбохозяйственного комплекса. Каждый субъект РФ самостоятельно определял порядок разработки стратегических документов и их содержание, а процедуры согласования стратегических документов субъекта РФ с документами федерального уровня часто носили лишь формальный характер.

Новое законодательство рассматривает весь процесс стратегического планирования как совокупность трех «подпроцессов»: целеполагания, прогнозирования, планирования и программирования, определяя для каждого из них набор документов соответствующего уровня управления, общие требования к ним, полномочия и ответственность участников процесса.

Четкий перечень документов стратегического планирования на федеральном уровне, уровне субъектов РФ и муниципальных образований представлен в законе по каждой процедуре стратегического планирования: целеполаганию, прогнозированию, планированию и программированию. Отраслевые документы присутствуют только на федеральном уровне, где они определены как вид документов целеполагания федерального уровня. Также законом уточняются период разработки отраслевых документов (он не превышает периода, на который разрабатывается прогноз социально-экономического развития РФ на долгосрочный период, то есть двенадцать и более лет), участники данного процесса, некоторые формы отраслевых документов и общие требования к их содержанию. Инициатором разработки и корректировки отраслевых документов выступают Президент РФ или Правительство РФ. Ответственность за методическое обеспечение и непосредственную разработку и корректировку документов несет соответствующий федеральный орган исполнительной власти. Основными формами отраслевых документов стратегического планирования станут отраслевые стратегии (в том числе схемы развития), стратегии отдельных сфер социально-экономического развития и иные документы по соответствующему решению высших органов власти (см. табл.).

**Сравнительные характеристики отраслевых документов стратегического планирования**

| Процедуры стратегического планирования | До изменения федерального законодательства |                                           | После изменения федерального законодательства    |                                       |
|----------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                        | Федеральный уровень                        | Уровень субъекта РФ                       | Федеральный уровень                              | Уровень субъекта РФ                   |
| Целеполагание                          | Доктрины<br>Концепции<br>Стратегии         | Стратегии                                 | Отраслевые стратегии<br>Стратегии отдельных сфер | нет                                   |
| Прогнозирование                        | Прогнозы                                   | Прогнозы                                  | Прогнозы                                         | Прогнозы                              |
| Планирование и программирование        | Федеральные целевые программы              | Региональные целевые программы<br>Проекты | Государственные программы РФ                     | Государственные программы субъекта РФ |

Таким образом, можно прийти к выводу, что в рамках целеполагания по отраслям и видам (сферам) деятельности предполагается разработка стратегий; прогнозирование будет осуществляться в рамках прогноза социально-экономического развития, а планирование и программирование отраслевого развития найдет отражение в государственных программах.

За период 2012–2014 гг. определенная унификация плановых документов на уровне программирования и планирования произошла с переходом к программно-целевому бюджетированию.

нию и внедрением методики по разработке и реализации госпрограмм [2]. Серьезных проблем с формированием и согласованием показателей отраслевых прогнозов не было и раньше: эти данные обобщаются в прогнозах социально-экономического развития субъектов РФ и в прогнозах социально-экономического развития Российской Федерации. А вот на уровне целеполагания по-прежнему сохраняется ряд проблем. С принятием нового федерального закона определенная неясность сохраняется в вопросе разработки отраслевых документов стратегического планирования на региональном уровне. С одной стороны, закон достаточно ясно дает понять, что данный вид документов разрабатывается только на федеральном уровне соответствующими федеральными органами исполнительной власти. С другой стороны, в законе указано, что отраслевой документ должен содержать «приоритеты, цели, задачи и показатели государственного и муниципального управления ... способы их эффективного достижения и решения в соответствующей отрасли экономики и сфере государственного и муниципального управления РФ, субъекта РФ, муниципального образования» [1], что предполагает отражение стратегических интересов субъектов РФ при разработке отраслевых документов.

На наш взгляд, смещение ракурса стратегического планирования в сторону его централизации на текущем этапе формирования системы государственного и муниципального планирования – это именно то, в чем данная система сейчас так остро нуждается. Существующая сегодня проблема отсутствия системности, единства и непрерывности в разрабатываемых документах во многом обусловлена отсутствием единого органа, реализующего функцию планирования. Очевидно, что когда разработка плановых документов ведется всеми (каждым министерством и ведомством самостоятельно), а их согласованием по вертикали и горизонтали не занимается никто, система стратегического планирования не сможет эффективно функционировать.

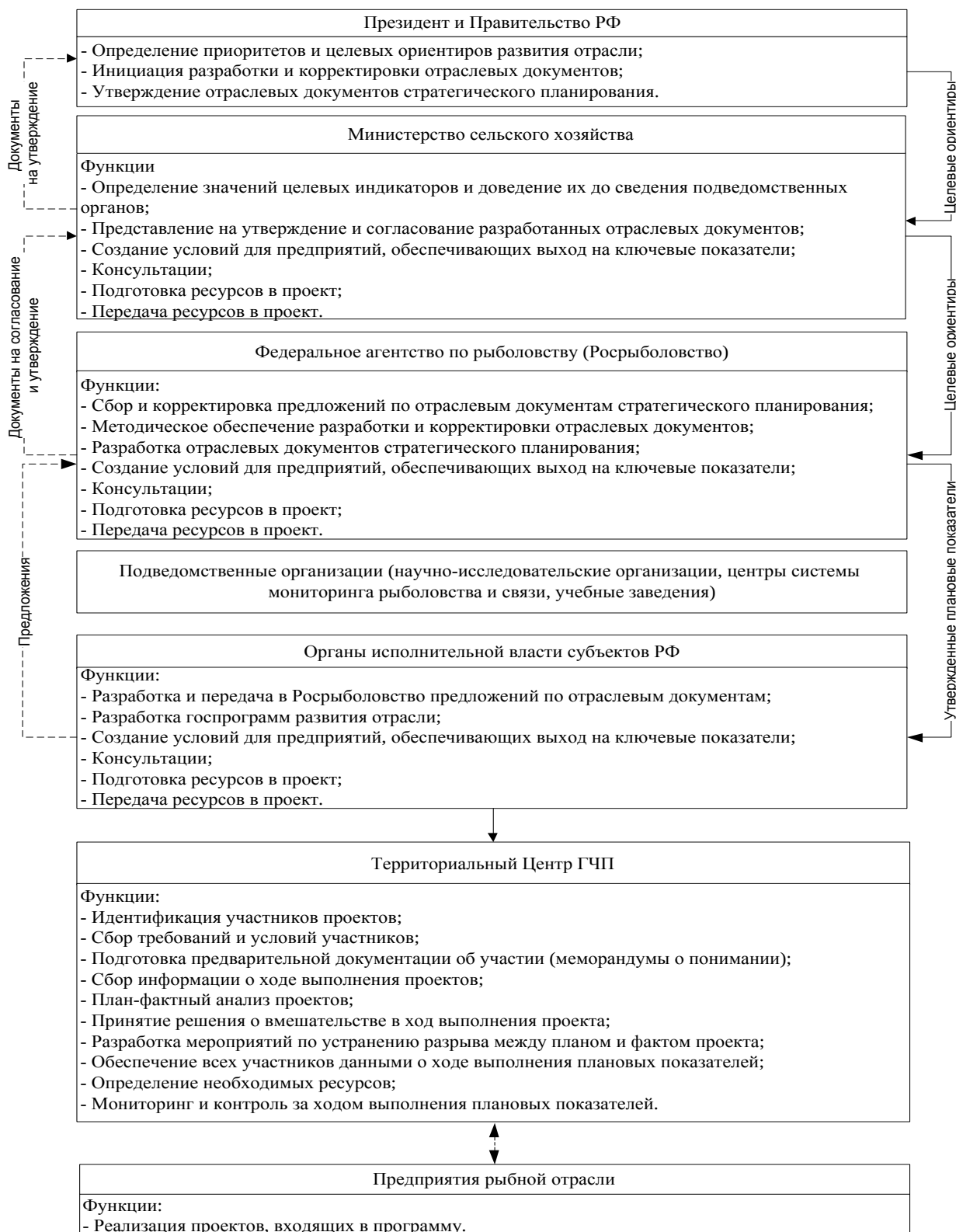
В рамках нового федерального законодательства все основные функции по планированию рыбохозяйственного комплекса страны должны быть возложены на Росрыболовство, которое также должно будет определять и учитывать стратегические интересы регионов в развитии рыбного хозяйства на их территориях. Для этого ему необходимо выстроить соответствующую подсистему взаимоотношений с органами государственной власти субъектов РФ. В этом случае работы только с территориальными управлениями будет недостаточно: необходимо учитывать стратегическое видение места и роли рыбной отрасли внутри региональной социально-экономической системы. Особую актуальность такая работа приобретает в отношении регионов с рыбохозяйственной специализацией, таких как Камчатский край, Приморский край, Астраханская область и др. При этом следует помнить, что даже при самой успешной работе по разработке документов стратегического планирования конечная цель стратегирования – это их эффективная реализация. Непосредственные участники и исполнители плановых мероприятий – предприятия рыбохозяйственного комплекса. Однако фактически в разрабатываемых сегодня документах стратегического планирования при определении целевых ориентиров развития отрасли механизм вовлечения предприятий в процесс их достижения практически не закладывается.

Заданные в отраслевых документах стратегического планирования целевые ориентиры в итоге должны найти отражение в плановых документах предприятий и организаций рыбной отрасли региона: в программах, проектах, планах. В решении данной задачи ключевую роль, на наш взгляд, должен сыграть механизм государственно-частного партнерства (ГЧП).

Действующие в настоящее время процедуры принятия проектов в среде государственных органов часто требуют от предприятия наличия уже готового бизнес-плана. Желание и возможность участия предприятий в таких проектах значительно уменьшаются под угрозой серьезных финансовых и временных затрат на разработку бизнес-плана, а также высокого риска отказа в заключении соглашения по проекту ГЧП. Кроме того, требуемая точность бизнес-планов может быть получена только при условии имеющихся договоренностей со всеми участниками проекта, в том числе и с публичным сектором. Сложность и затратность данных процедур, требующих включения в структуру плановых документов концепции проекта, технико-экономического обоснования, а затем уже бизнес-плана, часто приводят к высоким непроизводительным затратам. В такой ситуации целесообразной была бы разработка методических рекомендаций по формированию внутрифирменных планов рыбопромышленных предприятий, увязывающих плановые индикаторы на всех уровнях системы.

В целях устранения вышеперечисленных проблем и построения эффективной системы стратегического планирования рыбной отрасли предлагается схема взаимодействия федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов РФ, территориаль-

ных центров ГЧП и предприятий рыбохозяйственного комплекса, представленная на рисунке. Данная схема предполагает использование так называемого кругового планирования.



*Проект организации государственного стратегического планирования рыбной отрасли*

В предлагаемой структуре движение плановых документов будет осуществляться как «сверху вниз» от Министерства сельского хозяйства и Федерального агентства по рыболовству, так и «снизу вверх» от предприятий. Росрыболовство на основе приоритетов развития отрасли, опре-

деленных Президентом РФ и Правительством РФ, а также с учетом поступивших предложений органов исполнительной власти субъектов РФ, разрабатывает отраслевые документы государственного стратегического планирования и согласует их с Минсельхозом; затем доводит утвержденные значения целевых ориентиров и плановых индикаторов до сведения органов исполнительной власти субъекта и центра ГЧП. Последний инициирует реализацию программ посредством проектов. Заинтересованные участники (предприятия) представляют в центр ГЧП концепции проектов. В данную схему возможно включение инструментов инвестиционной политики региона. Так, например, утвержденные центром ГЧП проекты могут передаваться в органы исполнительной власти субъектов РФ, ответственные за реализацию инвестиционной стратегии региона (включая Корпорации развития регионов). Если концепции там утверждаются, то подписывается меморандум (соглашение) о намерениях. Важно, чтобы сокращение временных затрат и бюрократических проволочек в данной схеме легло бы на центр ГЧП, а не на бизнес. При такой организации плановых процедур сокращаются риски предприятия, обусловленные тем, что при высоких затратах ресурсов на разработку проектной документации положительный результат абсолютно не гарантирован. Только после того, как предприятие получило гарантии реализации проекта, оно будет готовить технико-экономическое обоснование, а затем уже – бизнес-план. На завершающем этапе заключается соглашение о ГЧП, а дальнейшие действия участников регламентируются соглашением о партнерстве.

Недооценка роли стратегического отраслевого планирования может привести к возникновению системных проблем развития отраслей и видов экономической деятельности, к значительному снижению эффективности государственного управления. Представляется, что предложенный механизм взаимодействия участников процесса стратегического планирования будет способствовать превращению стратегического планирования в реальный инструмент государственного регулирования экономического и социального развития.

### **Литература**

1. О стратегическом планировании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон Рос. Федерации № 172-ФЗ от 28 июня 2014 г. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
2. Об утверждении методических указаний по разработке и реализации государственных программ Российской Федерации [Электронный ресурс]: приказ Министерства экономического развития Рос. Федерации от 20 ноября 2013 г. № 690. Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

УДК 316.64(571.66)

**О.Г. Огий**

*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003  
e-mail: yldus78@mail.ru*

### **ЭТНИЧЕСКАЯ, РЕЛИГИОЗНАЯ, ГРАЖДАНСКАЯ ИДЕНТИЧНОСТИ И ПРОБЛЕМА ТОЛЕРАНТНОСТИ НА КАМЧАТКЕ**

В статье на основе данных социологического исследования анализируется проблема совместимости гражданской, этнической и религиозной идентичностей. Тестируется гипотеза о влиянии смены характера миграции на уровень толерантности населения региона. Проведен сравнительный анализ социальных установок в межнациональных отношениях русского населения и представителей других национальностей.

**Ключевые слова:** социологическое исследование, идентичность, этническая толерантность, религиозная толерантность, риск.

On the basis of the data of sociological research the problem of compatibility of civil, ethnic and religious identity is analyzed in the article. The hypothesis about influence of migration character change on tolerance level of the population in the region is tested. The comparative analysis of social directives in international relations of Russian population and representatives of other nationalities is carried out.

**Key words:** sociological research, identity, ethnic tolerance, religious tolerance, risk.

Внешний контур – это попытка рассмотрения объекта «при первом приближении», которая дает возможность установить наличие и (или) отсутствие опасных тенденций в представлениях, эмоциональных переживаниях, установках территориальной общности с целью определения предмета дальнейшего глубокого исследования выявленных рисков и угроз безопасности.

### Методика исследования

Социологическое исследование проводилось методом квотного (структурно-пропорционального) индивидуализированного анкетного опроса. Выборка осуществлялась многоступенчатым отбором. Объем выборочной совокупности составил 1112 чел. ( $N = 1112$ ). Значимыми структурными элементами при выборке определены: распределение населения Камчатского края (включая Корякский округ) по полу и возрасту (половозрастное распределение – отклонение не более 1,3%, среднее по выборке – 2,6), месту проживания (территориальное распределение) – отклонение не более 0,7, среднее по выборке – 1,2). Результаты выборочного исследования относятся к группе повышенной надежности, отвечают требованиям статистической репрезентативности.

При проведении статистического анализа данных использовался критерий независимости  $\chi^2$ , а также коэффициенты Фи и V Крамера. В тех случаях, когда ожидаемая частота в отдельных ячейках таблиц составляла менее 5, использовался метод Монте-Карло и метод «Точные». Для таблиц  $2 \times 2$  применялся критерий  $\chi^2$  с поправкой на непрерывность. Для таблиц с большим количеством ячеек – метод Бонферрони.

В проведенном опросе приняли участие 88% лиц, идентифицировавших себя как «русские», и соответственно 12%, идентифицировавших себя как «представители других национальностей». Среди представителей других национальностей 50% составили коренные малочисленные народы Севера (коряки, ительмены, эвены, алеуты и некоторые другие).

Почти 27% представителей других национальностей – выходцы из бывших «славянских» республик Украины, Белоруссии, а также Молдовы. Около 13% в группе «Другие национальности» приходится на представителей Армении, Азербайджана и Узбекистана, около 6% – на представителей республик Северного Кавказа и Татарстана. Доля представителей зарубежных государств – Кореи и Китая – чуть более 2%.

### Национально-гражданская, этническая и религиозная идентичности камчатцев

По данным переписи 2010 г., в Камчатском крае зарегистрировано 134 национальности и этнические группы (в России – 193 национальности), из них численность 5 национальностей превышает 2 тысячи человек. За последний межпереписной период на Камчатке увеличивалась численность турок (в 9,3 раза), нивхов (в 4,5 раза), киргизов (в 4,2 раза), езидов (в 3,7 раза), узбеков (в 2,4 раза), курдов (в 2,2 раза), тувинцев (в 2,1 раза), табасаранов (в 1,6 раза), якутов и бурятов (в 1,5 раза), таджиков (на 37,6%), китайцев (на 31,0%), ительменов (на 4,3%), эвенков (на 26,7%), хакасов (на 17,0%), лезгин (на 16,3%), эвенов (на 5,2%) [1].

Оценка самоидентификации жителей полуострова показала, что большая часть опрошенных (76%) в первую очередь идентифицируют себя как граждане России. Четверть респондентов отметили, что ощущают себя жителями своего города, 13% – представителями своей национальности, а 7% и 5% соответственно идентифицируют себя как граждане мира и представители своей религии. Сравнительная оценка гражданской самоидентификации русских и представителей других национальностей показала, что около 80% русского населения идентифицируют себя гражданами России, в то время как аналогичная самоидентификация присуща только двум

третьим опрошенных представителей других национальностей. Вместе с тем у последних ярко выражена именно национальная самоидентификация – более трети опрошенных из данной группы идентифицируют себя как представители своей национальности, тогда как среди русского населения лишь 10% опрошенных выбрали данный вариант.

Жителями своего города считают себя 26% русского населения и 19% представителей других национальностей. Доля представителей своей религии у нерусского населения оказалась почти в 2 раза выше, чем у русского, хотя в целом такая идентификация достаточно непопулярна (9% и 5 % соответственно).

Статистический анализ данных показал, что гипотеза о независимости национальной принадлежности и самоидентификации как гражданин России, представитель своей национальности и представитель своей религии отвергается с высоким уровнем статистической значимости (эмпирические и теоретические частоты отличаются статистически достоверно; наблюдаемое значение критерия  $\chi^2$  значительно больше табличного значения при уровне значимости  $\alpha < 0,05$ ).

По мнению большинства опрошенных, общая культура, традиции и обычаи наиболее сильно объединяют людей одной национальности – так считают почти половина (47%) респондентов. 14% опрошенных полагают, что объединяющим фактором служит история, 12% – общая территория и 10% считают, что это – язык, на котором говорят люди.

Сравнительная оценка мнений респондентов различных национальностей (табл. 1) показала, что две трети лиц, идентифицирующих себя как «русские», считают, что более всего объединяют людей одной национальности общая культура, традиции и обычаи, в то время как среди представителей других национальностей такого же мнения придерживаются только 44%. Среди объединяющих факторов русские также отметили историю (15% против 6% у представителей других национальностей), язык (11% против 4%). Представители других национальностей придают большее значение, нежели русские, такому фактору, как общая земля, территория.

Таблица 1

**Сравнительная оценка мнений респондентов, идентифицирующих себя как «русские» и «представители других национальностей», о факторах, объединяющих людей одной национальности, %**

| Критерии                         | Русские | Другие национальности |
|----------------------------------|---------|-----------------------|
| Общая культура, традиции, обычаи | 43,9    | 66,9                  |
| Язык                             | 11,1    | 3,7                   |
| История                          | 15,4    | 5,9                   |
| Общая земля, территория          | 12      | 13,2                  |
| Общая религия                    | 6       | 2,9                   |
| Черты характера и поведения      | 5,5     | 2,9                   |
| Политические взгляды             | 2,3     | 0,7                   |
| Другое                           | 0,6     | 0,1                   |
| Затрудняюсь ответить             | 3,2     | 3,7                   |

Статистический анализ данных показал, что гипотеза о независимости национальной принадлежности и мнений об объединяющих факторах отвергается с высоким уровнем статистической значимости (эмпирические и теоретические частоты отличаются статистически достоверно; наблюдаемое значение критерия  $\chi^2$  значительно больше табличного значения при уровне значимости  $\alpha < 0,01$ ; значения симметричных мер Фи и V Крамера свидетельствуют об умеренной связи между переменными).

Изучение религиозной идентичности камчатцев в контексте личного отношения к религии выявило, что 41% опрошенных – верующие, но не соблюдающие религиозные обряды; 16% безразличны к религии; по 12% – затруднившиеся в данной идентификации и колеблющиеся между верой и неверием; 11% веруют и соблюдают религиозные обряды, и 7% причислили себя к убежденным атеистам.

С точки зрения конфессиональной принадлежности, около 60% опрошенных принадлежат к Русской православной церкви, 35% не причисляют себя ни к какой религии, 1,4% респондентов причислили себя к Римско-католической церкви и 1,6% – к исламу. Доли представителей остальных конфессий (буддизм – 0,4%, иудаизм – 0,1%) и новых религиозных течений (евангельские христиане – 0,4%, адвентисты седьмого дня – 0,1%, свидетели Иеговы – 0,3%) составили менее 1%.

Сравнительная оценка религиозной идентичности этногрупп (табл. 2) показала, что в обеих национальных группах («Русские» и «Другие национальности») большая часть опрошенных – свыше 40% – считают себя верующими, хотя и не соблюдают религиозные обряды. Среди русской части опрошенных на втором по популярности месте – респонденты, безразлично относящиеся к религии, на третьем месте – затруднившиеся ответить, на четвертом – колеблющиеся между верой и неверием, на пятом – верующие и соблюдающие религиозные обряды, на последнем – атеисты. Среди представителей других национальностей этот своеобразный рейтинг выглядит иначе: на втором по популярности месте – респонденты, верующие и соблюдающие религиозные обряды, на третьем месте – колеблющиеся между верой и неверием, на четвертом – относящиеся к религии безразлично, на пятом – затруднившиеся ответить, на последнем – атеисты.

Таблица 2

Сравнительная оценка религиозной идентичности этногрупп

| Категории опрошенных                           | Русские |       | Другие национальности |       |
|------------------------------------------------|---------|-------|-----------------------|-------|
|                                                | чел.    | %     | чел.                  | %     |
| Верующие и соблюдающие религиозные обряды      | 97      | 9,9   | 25                    | 18,4  |
| Верующие, но не соблюдающие религиозные обряды | 400     | 41,0  | 59                    | 43,4  |
| Колеблющиеся между верой и неверием            | 116     | 11,9  | 19                    | 14,0  |
| Относящиеся к религии безразлично              | 165     | 16,9  | 14                    | 10,3  |
| Убежденные атеисты                             | 71      | 7,3   | 9                     | 6,6   |
| Затруднившиеся ответить                        | 127     | 13,0  | 10                    | 7,4   |
| Итого                                          | 976     | 100,0 | 136                   | 100,0 |

Статистический анализ данных показал, что гипотеза о независимости национальной принадлежности и религиозной идентичности отвергается с высоким уровнем статистической значимости (эмпирические и теоретические частоты отличаются статистически достоверно; наблюдаемое значение критерия  $\chi^2$  больше табличного значения при уровне значимости  $\alpha < 0,05$ ; значения симметричных мер Фи и V Крамера свидетельствуют об умеренной связи между переменными).

Оценка конфессиональной принадлежности этногрупп показала, что в обеих группах наибольшая часть респондентов (61% среди русских и 45% среди представителей других национальностей) причисляют себя к сторонникам Русской православной церкви. На втором месте – лица, не причисляющие себя ни к какой конфессии (35% и 31% соответственно). Среди представителей других национальностей 9% причислили себя к приверженцам ислама и 8% – к другим конфессиям.

Статистический анализ данных показал, что гипотеза о независимости национальной и конфессиональной принадлежности отвергается с высоким уровнем статистической значимости (эмпирические и теоретические частоты отличаются статистически достоверно; наблюдаемое значение критерия  $\chi^2$  значительно больше табличного значения при уровне значимости  $\alpha < 0,001$ ; значения симметричных мер Фи и V Крамера свидетельствуют о высокой связи между переменными).

### Межэтническая толерантность

В этом разделе мы представим не только данные, составляющие «общекамчатский» портрет толерантности и (или) интолерантности, которые, безусловно, носят фоновый характер и позволяют судить об общих тенденциях в межнациональных отношениях, а также о возможных опасных проявлениях в этой сфере. В большей степени нашей задачей является изучение интеграционного и (или) дезинтеграционного потенциала взаимодействия «русской» и «нерусской» идентичностей.

Интерпретация данных о проблеме сосуществования русских и представителей других национальностей на камчатской земле по большей части выполнена при помощи сопоставления и сравнительного анализа ответов респондентов, идентифицировавших себя как «русские» и «представители других национальностей». Даже при первом приближении взгляды двух рассматриваемых этногрупп на проблему сосуществования этносов и национальностей, трудовую миграцию, национальный образ России разнятся. Диспозиция «русских» и «нерусских» наблюдается и в ощущении роли и статуса своей этногруппы в стране, регионе и месте проживания

(городе, поселке, районе), вовлеченности в конфликты на национальной почве, приверженности радикальным мерам по отношению к представителям других национальностей.

В целом жители Камчатского края в большинстве своем (около 76%) доброжелательно (30% ответили «Доброжелательно, уважительно») и лояльно (45,8% ответили «Нейтрально, лояльно») относятся к представителям других национальностей. Испытывает неприязнь к представителям других национальностей 17,4% камчатцев, 6,7% – затруднились дать оценку. Вместе с тем следует отметить разнонаправленность отношения к другим национальностям двух условно выделенных нами этногрупп «Русские» и «Другие национальности». При сравнительной оценке распределений ответов на вопрос «Как вы относитесь к представителям других национальностей?» внутри этногрупп эта тенденция отчетливо проявляется (табл. 3).

Таблица 3

**Сравнительная оценка отношения респондентов к представителям других национальностей, %**

| Этногруппы            | Доброжелательное, уважительное | Нейтральное, лояльное | Неприязнь | Затруднились ответить |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-----------|-----------------------|
| Русские               | 25,9                           | 47,4                  | 19,5      | 7,2                   |
| Другие национальности | 59,6                           | 33,8                  | 2,9       | 3,7                   |
| Все респонденты       | 30                             | 45,8                  | 17,4      | 6,7                   |

Среди русского населения доля доброжелательно настроенных более чем в 2 раза меньше, нежели среди респондентов других национальностей: 25,9% и 59,6% соответственно; а доля интолерантных почти в 7 раз больше. Около 20% русских испытывают неприязнь к представителям других национальностей, в группе «Другие национальности» («нерусские») таких не более 3%.

Доля в той или иной степени толерантных русских составляет 73%, среди других национальностей таких 93%. Сопоставление ответов русских с распределением ответов всех респондентов позволяет говорить о том, что общекамчатский фон толерантности формируется именно русским населением в силу его многочисленности и большей социальной активности (готовности высказывать открыто свое мнение, участвовать в опросах и т. п.).

Следует отметить, что около 70% жителей Камчатского края в той или иной степени являются участниками межнациональных отношений. 67,3% опрошенных отметили, что среди их друзей есть представители других национальностей. В группе «Русские» этот показатель несколько ниже и составляет 63,6%. Около трети (28,4%) русских не имеют друзей среди представителей других национальностей.

Подавляющее большинство «нерусских» респондентов (93,4%) вовлечены в межнациональные отношения на уровне личных связей и имеют друзей других национальностей. В этой группе отмечается и значительно большая частота возникновения ситуаций, в которых респондентам приходилось сталкиваться с недоброжелательным отношением к себе из-за национальной принадлежности. В целом около 71% из них в разной степени испытывают недоброжелательное отношение, 20,6% часто сталкиваются с неприязненным отношением окружающих, 23,5% иногда и 26,5% крайне редко оказываются в подобных ситуациях (табл. 4).

Таблица 4

**Оценка респондентами частоты возникновения случаев недоброжелательного отношения к ним на национальной почве, %**

| Этногруппы            | Часто | Иногда | Крайне редко | Не сталкиваются | Затруднились ответить |
|-----------------------|-------|--------|--------------|-----------------|-----------------------|
| Русские               | 5,9   | 15,8   | 15,2         | 58,2            | 4,9                   |
| Другие национальности | 20,6  | 23,5   | 26,5         | 28,7            | 0,7                   |
| Все респонденты       | 7,8   | 16,7   | 16,5         | 54,6            | 4,4                   |

Русская часть жителей Камчатки в большинстве своем не сталкивается с недоброжелательным отношением на национальной почве – 58,2% респондентов никогда не оказывались в такой ситуации. Вместе с тем 37% русских имели опыт интолерантного поведения по отношению к себе, 6% часто оказываются в подобных ситуациях, 15,8% – иногда, 15,2% – крайне редко.

Эти данные коррелируют с распределением субъективных оценок частоты возникновения межнациональных конфликтов. Респондентам предлагалось ответить на вопрос «Имеют ли место конфликты между людьми различных национальностей в Вашем городе (поселке) и как часто они случаются?». Большинство жителей Камчатского края (63%) отметили, что конфликты на национальной почве случаются в их городе (поселке); высокую интенсивность конфликтов отмечают 11,5%; среднюю интенсивность (конфликты возникают время от времени, иногда) – 34,2%; слабую интенсивность (возникают крайне редко) – 17,4%. Среди респондентов 13% отметили отсутствие межнациональных конфликтов в их городе, 23,8% затруднились ответить.

Сопоставительный анализ двух рассматриваемых условных этногрупп позволяет отметить, что группа «Русские» склонна рассматривать ситуацию с конфликтами на национальной почве более негативно окрашенной, нежели группа «Другие национальности». При практически одинаковой доле респондентов, регистрирующих конфликты в их городе (поселке), в группах «Русские» – 63,4% и «Другие национальности» – 61%. Процент русских респондентов, отмечающих высокую интенсивность возникновения конфликтов, в 2 раза выше, чем у респондентов других национальностей. Высокую и среднюю интенсивность межнациональных конфликтов отмечают 47% респондентов группы «Русские» и 36% группы «Другие национальности». Также русских, считающих, что в их городе не происходят конфликты между людьми разных национальностей, почти в 2 раза меньше, чем респондентов других национальностей. В сравнении с данными опроса 2011 г. [2] уровень конфликтности в 2013 г. практически не изменился: отклонения данных в границах статистической погрешности (табл. 5).

Таблица 5

Сравнение интенсивности межнациональных конфликтов в 2011 и 2013 гг.

| Частота возникновения межнациональных конфликтов | Распределение ответов респондентов по годам, % |       |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|-------|
|                                                  | 2011                                           | 2013  |
| Очень часто                                      | 12,1                                           | 11,5  |
| Иногда                                           | 36                                             | 34,2  |
| Крайне редко                                     | 18                                             | 17,4  |
| Нет конфликтов                                   | 9,4                                            | 13    |
| Трудно сказать                                   | 24,5                                           | 23,8  |
| Итого                                            | 100,0                                          | 100,0 |

Основными причинами возникновения конфликтных ситуаций между людьми разных национальностей камчатцы считают: вызывающее поведение – 69,9%; неприемлемые национальные традиции – 33,5%; трудовые и коммерческие конфликты – 29%; конфликты на бытовой почве – 22%.

Таким образом, в основном главным конфликтогенным фактором, по мнению жителей Камчатского края, являются неприемлемые модели поведения представителей других национальностей – подавляющее большинство (около 70%) выбрало вариант «Вызывающее поведение». Причем эта причина наиболее часто упоминалась и в ответах «русских» респондентов, и в ответах респондентов группы «Другие национальности» – 71,2% и 60,3% соответственно. Для «нерусских» респондентов несколько большую значимость, чем для русских, представляет такой конфликтогенный фактор, как конфликты на бытовой почве – 28%, который является столь же значимым, как неприемлемые национальные традиции – 28%. Для русских респондентов конфликты на бытовой почве имеют наименьшую значимость – 21,2%. Это сопоставление позволяет говорить о том, что быт «нерусских» жителей Камчатского края устроен несколько менее благополучно, чем у русских, особенно если речь идет о трудовых мигрантах. Поэтому конфликты на бытовой почве имеют для группы «Другие национальности» большую значимость.

Вопрос трудовой миграции более заботит русских респондентов (30%), поскольку с позиции принимающего социума трудовые мигранты (преимущественно других национальностей) воспринимаются ими как потенциальные конкуренты на рынке труда. Так, вполне логичным представляется более высокая оценка среди русских респондентов конфликтогенности трудовой и коммерческой сфер.

Следует отметить, что восприятие трудовой миграции детерминировано национальностью мигранта. В зависимости от страны выбытия (родины) мигранта его прибытие в Камчатский

край может восприниматься камчатцами более положительно или более отрицательно. Респондентам при ответе на вопрос «Как вы относитесь к приезду людей на заработки в Ваш город?» предлагалось дать оценку по каждому из нескольких направлений миграции (мест выбытия трудовых мигрантов) в диапазоне «положительно – безразлично – отрицательно – трудно сказать». Мигранты, прибывающие на заработки из других регионов Российской Федерации, воспринимаются положительно, в отличие от других направлений, то есть мигрантов из других стран. Негативное отношение камчатцев проявляется к мигрантам из Казахстана, Киргизии, Таджикистана, Узбекистана (65,4% респондентов отрицательно относятся к приезду на заработки из этих стран); из Азербайджана, Армении (61%); из Вьетнама, Китая и других стран (не СНГ) – 59%. Более лояльно камчатцы относятся к трудовым мигрантам из Беларуси, Украины и Молдовы: 37,5% – отрицательно против 53,6% – положительно либо нейтрально (безразлично). Следует отметить, что в сравнении с данными опроса 2011 г. общая картина восприятия камчатцами трудовой миграции существенно не изменилась. Обращает внимание нарастание позитивного отношения к приезду в Камчатский край людей из других регионов России.

Сопоставление распределений ответов групп «Русские» и «Другие национальности» (рис. 1) наглядно демонстрирует, что русские респонденты менее лояльны к трудовым мигрантам, нежели «нерусские».

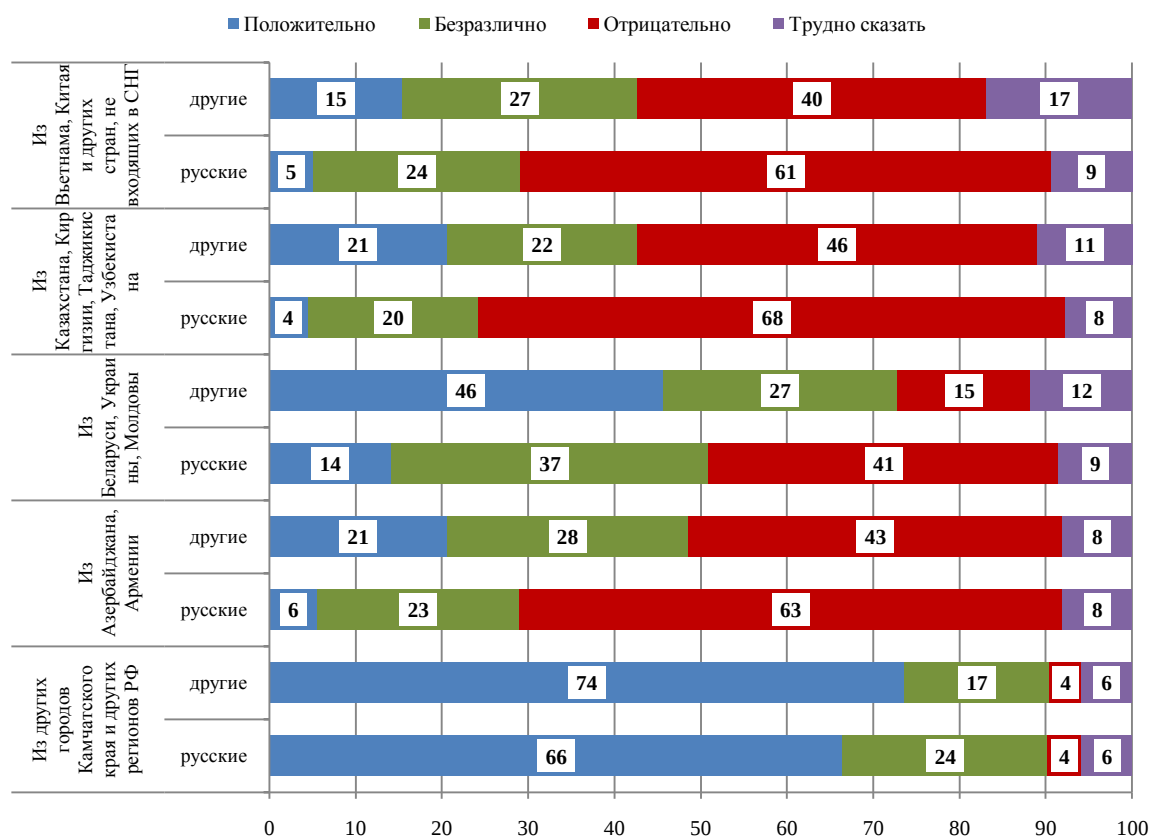


Рис. 1. Сравнительная оценка отношения этногрупп «Русские» и «Другие национальности» к трудовым мигрантам, %

В независимости от «направления исхода» мигрантов русские в 1,5–2,5 раза чаще демонстрируют отрицательное отношение к приезду лиц других национальностей на заработки в Камчатский край.

### Религиозная и межконфессиональная толерантность

Задачей данного раздела исследовательской программы являлось определение наличия, характера и степени влияния религиозной и конфессиональной идентичности на этнонациональную толерантность и (или) интолерантность жителей Камчатского края. Религиозная дифференциация камчатского территориального сообщества является частью его социокультурной дифференциации. Ее изучение в контексте исследуемой проблемы имеет важное значение, по-

скольку, осуществляя связь между нормой и ценностью, религиозность поддерживает и легитимизирует определенные образцы поведения (толерантного и (или) интолерантного). Изучение отношения камчатцев к религии, степени религиозности и «воцерковленности», а также исследование конфессиональной структуры территориального сообщества осуществлялось на основе интерпретации данных ответов на вопросы: «Ваше отношение к религии» и «К сторонникам какой из указанных конфессий Вы можете себя причислить?». Сравнительный межконфессиональный анализ проводился только для статистически значимых групп: православные христиане (РПЦ), христиане-католики (Римско-католическая церковь), приверженцы ислама и люди, не причисляющие себя ни к какой конфессии. Следует отметить, что отношение к религии, уровень религиозности и «воцерковленности» в конфессиональных группах различаются (рис. 2).

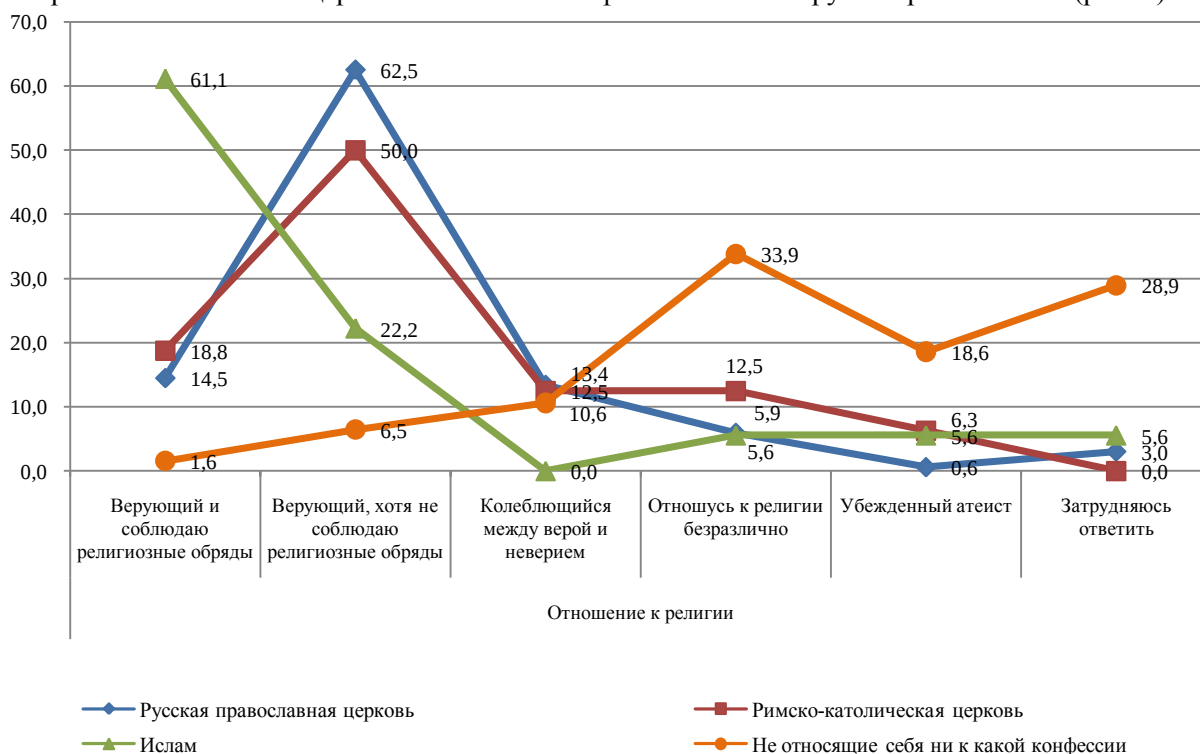


Рис. 2. Сравнительная оценка отношения к религии представителей различных конфессий, %

Среди сторонников Русской православной церкви наименьшее число «воцерковленных», то есть верующих и соблюдающих религиозные обряды 14,5%; верующих, но не соблюдающих религиозные обряды 62,5%; колеблющихся 13,4%; безразличных к религии 6%; менее 1% атеистов (см. рис. 2, —◇—).

Сторонники Римско-католической церкви представлены 19% «воцерковленных» верующих; 50% верующих, но не соблюдающих религиозные обряды; 12,5% колеблющихся между верой и неверием и таким же количеством безразличных к религии (12,5%); 6,3% сторонников католического христианства являются убежденными атеистами (см. рис. 2, —□—).

На фоне сторонников христианства явно выделяются приверженцы ислама. Среди них большинство являются верующими, соблюдающими религиозные каноны и обряды, — 61%; около четверти (22,2%) верующих, но не соблюдающих религиозные обряды; поровну безразличных к религии и атеистов — по 5,6%. Примечательно, что среди сторонников ислама нет колеблющихся (см. рис. 2, —△—).

Среди респондентов, которые не причисляют себя к сторонникам какой-либо конфессии, наименьшее количество верующих — 8% (соблюдают и не соблюдают религиозные обряды), и наибольшее количество безразличных к религии (40%) и атеистов (18,6%). Около 40% колеблющихся и затруднившихся ответить — 10,6% и 29% соответственно (см. рис. 2, —○—).

Сторонники ислама также демонстрируют отличное от христиан отношение к новым нетрадиционным религиозным течениям, например, таким как «Церковь сайентологии», «Бахай», «Свидетели Иеговы», «Анастасия» и др. Сторонники христианства (православного и католического)

в большинстве своем считают опасной тенденцией развитие новых религиозных течений, отличных от традиционных религий, – в среднем 80% считают их опасными в той или иной степени. Такое же отношение демонстрируют респонденты, не являющиеся сторонниками какой-либо конфессии и не причисляющие себя к ним: 58,4% ответили «Опасны» и 28,4% – «Скорее опасны».

Сторонники же ислама более толерантны к нетрадиционным религиозным течениям. Половина из них (50%) считает их скорее безопасными для общества; опасными – 22%, скорее опасными – 28%. Также эта конфессиональная группа более терпимо и уважительно относится к людям другого вероисповедания (рис. 3). На вопрос «В целом как Вы относитесь к людям другого вероисповедания?» 61% сторонники ислама ответили «С уважением».

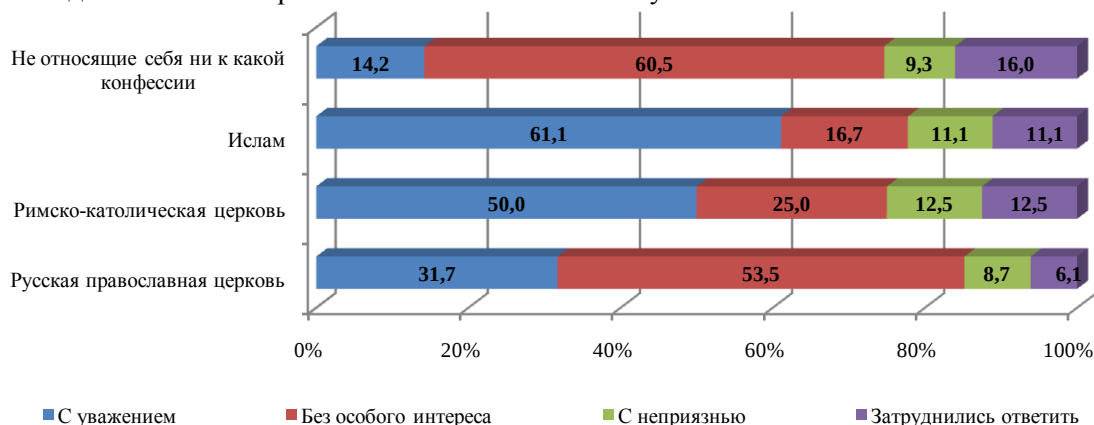


Рис. 3. Сравнительная оценка отношения представителей различных конфессий к людям другого вероисповедания, %

Как у сторонников Русской православной церкви, так и лиц, не относящих себя к какой-либо конфессии, преобладает индифферентное отношение к людям другого вероисповедания – 53,5% и 60,5% соответственно выбрали вариант «Без особого интереса». Представители этих же конфессиональных групп в меньшей степени испытывают неприязнь к «иноверцам».

Половина сторонников католического христианства демонстрирует уважение к приверженцам других конфессий, четверть безразлична, примерно каждый восьмой интолерантен.

В среднем в каждой рассматриваемой конфессиональной группе есть испытывающие неприязнь к людям другого вероисповедания, их доля составляет от 9% до 12%.

В контексте рассмотрения межконфессиональной толерантности интерес представляет отношение камчатцев к строительству на территории Камчатского края религиозных культовых сооружений (храмов, мечетей, молебных домов и т. п.). В целом жители Камчатского края положительно относятся к строительству православных храмов (78,4%). Доминирование отрицательных оценок наблюдается в отношении мечетей (49,2%), синагог (45,6%), буддистских храмов (43,5%), молебных домов евангельских христиан (47,8%) и свидетелей Иеговы (57,5%). В отношении католических костелов преобладают индифферентные оценки (39% – безразлично, 29% – отрицательно, 17,4% – положительно, 14,5% – затруднились ответить).

В сравнении с данными опроса, проведенного в 2011 г., когда респондентам предлагалось высказаться «за» или «против» строительства неправославных религиозных сооружений, большинство камчатцев (65%) оказались противниками организации (строительства) храмов, мечетей, церквей и молебных домов для неправославных верующих. При достаточно высоком уровне терпимости и уважительном отношении к личному праву выбора вероисповедания было зафиксировано нежелание и неприятие легитимизации других, отличных от православия, вероисповеданий в форме деятельности их организаций и церквей.

Дифференциация оценочной шкалы в опроснике 2013 г. (дополнение диапазона оценкой «безразлично» и вариантами культовых сооружений) позволила более точно определить отношение жителей Камчатского края к строительству неправославных храмовых сооружений. В результате отрицательное отношение регистрируется в диапазоне от 30% до 58% в зависимости от конфессиональной, религиозной принадлежности культового сооружения. В целом можно говорить о том, что степень интолерантности к неправославным религиозным организациям и течениям все еще достаточно высока.

«Конфессиональная» зависимость наблюдается также в восприятии России как многонациональной державы, роли и статуса русских в ней (табл. 6). Респонденты, которые не идентифицируют себя с религией и какой-либо конфессией, более склонны к националистическим проявлениям, выражающимся в признании доминирующего положения русских в России. Среди них разделяют тезис «Россия должна быть государством для русских» 42,6%, и, принимая многонациональность России, ратуют за «выдвижение русских как титульной нации с преобладающими правами» 33%. Четверть христиан, как православных, так и католиков, разделяют идею русского национализма – 26% и 25% соответственно; 37% в обеих группах признают преимущественное положение русских относительно других народов РФ; равноправными все народы и этносы России воспринимают 28% и 31% соответственно.

Таблица 6

**Сравнительная оценка мнений представителей различных конфессий об этнонациональном статусе и роли России, %**

| Суждения (установки)                                                                                                                                            | Православные | Католики | Мусульмане | Не относящие себя ни к какой конфессии |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|----------|------------|----------------------------------------|
| Россия – общий дом для всех ее народов. Все народы России должны обладать равными правами, и никто не должен иметь никаких преимуществ                          | 27,9         | 31,3     | 50         | 12,9                                   |
| Россия – многонациональная страна, но русские, составляя большинство, должны иметь больше прав, поскольку на них лежит ответственность за судьбу народа в целом | 37,2         | 37,5     | 33,3       | 32,8                                   |
| Россия должна быть государством для русских                                                                                                                     | 26,4         | 25       | 11,1       | 42,6                                   |
| Затрудняюсь ответить                                                                                                                                            | 8,5          | 6,3      | 5,6        | 11,6                                   |

Доминирование более толерантных установок регистрируется у сторонников ислама, половина которых воспринимают Россию как общий дом для всех этнонациональных групп и признают равноправие всех народов (50%). Установку на признание преимущества русских демонстрирует 33% мусульман, 11% поддерживают русский национализм. Также среди мусульман подавляющее большинство (83%) выступили бы против возможных мер по ограничению въезда представителей других национальностей на территорию Камчатского края и столько же против выселения за пределы региона представителей некоторых национальных групп. Наиболее склонны к радикальным мерам по отношению к представителям других национальностей сторонники РПЦ (77% за ограничение въезда и 70% за выселение) и камчатцы, которые не идентифицируют себя с религией, какой-либо конфессией (76% – за ограничение въезда и 70% – за выселение) (рис. 4).

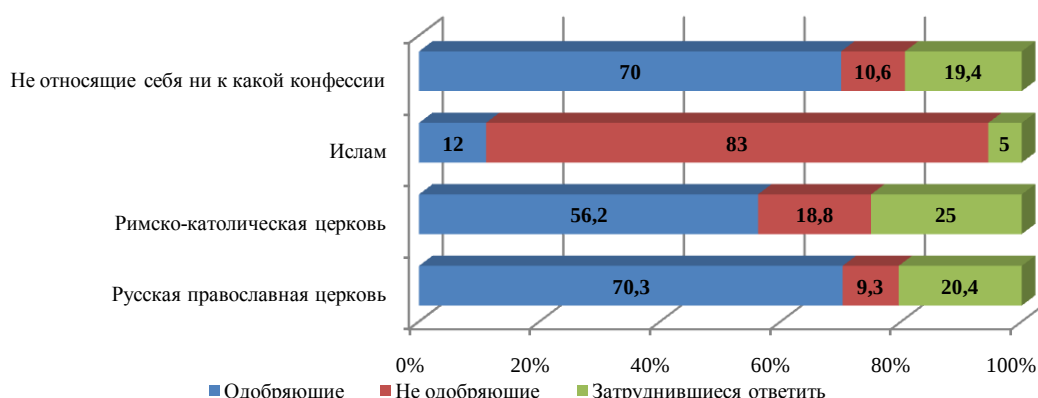


Рис. 4. Сравнительная оценка ответов представителей различных конфессий на вопрос «Если бы в вашем регионе было принято решение о выселении за пределы региона представителей некоторых национальных групп, Вы бы одобрили или не одобрили такое решение?», %

В целом необходимо отметить, что уровень религиозной и межконфессиональной толерантности камчатцев выше, чем уровень этнонациональной толерантности.

Выявлена дифференциация отношения к представителям других национальностей в зависимости от конфессиональной принадлежности. Наиболее интолерантны люди, не идентифицирующие себя с религией, не относящиеся ни к какой конфессии.

Явно прослеживается тенденция закрепления в Камчатском крае православноориентированной толерантности.

Сторонники Русской православной церкви в большей степени, нежели другие конфессиональные группы, демонстрируют этнонациональную и межконфессиональную интолерантность.

### Оценка возможного распространения националистических проявлений

Результаты исследования, представленные в предыдущих разделах, позволили сделать общие выводы об интеграционном и (или) дезинтеграционном потенциале этнонациональных установок, межконфессиональных отношений, сложившихся в камчатском территориальном сообществе. Целесообразно, на наш взгляд, дополнить полученную картину субъективными оценками камчатцев состояния межнациональных отношений в Камчатском крае. Респондентам было предложено самостоятельно оценить состояние межнациональных отношений в регионе при ответе на вопрос «Как Вы оцениваете состояние межнациональных отношений в Камчатском крае в целом?» по шкале «хорошее – скорее хорошее состояние, чем плохое – нормальное – скорее плохое, чем хорошее – плохое». Интерпретация данных произведена с использованием сопоставления распределения ответов внутри рассматриваемых условных этногрупп «Русские» и «Другие национальности» с последующим сравнением с распределением по выборке в целом (все респонденты).

В среднем по выборке в большей или меньшей степени хорошим состояние межнациональных отношений в крае считают 11,4%, нормальным – 33,2%, в той или иной степени плохим – 37,4%, затруднились ответить – 18,2% (рис. 5). Таким образом, субъективная оценка жителей полуострова (в крайних индикаторах диапазона) тяготеет в сторону негативных оценок. Камчатцы в 3 раза чаще склонны считать состояние межнациональных отношений в крае плохим, нежели хорошим. Однако велика доля тех, кто оценивает его как нормальное – 33,2%. В совокупности доля населения полуострова, воспринимающего сложившийся фон межнациональных отношений как нормальный либо хороший, составляет 44,6%.

Необходимо отметить безусловный вклад мнения русских как самой многочисленной этногруппы в формирование данной оценки. Представители других национальностей, в противоположность им, воспринимают состояние межнациональных отношений в своем городе, регионе положительно, из них в той или иной степени хорошим его считают 23,5%, нормальным – 45,6%, плохим – 16,9% (14% затруднились ответить). Доля «нерусских», воспринимающих сложившийся фон межнациональных отношений как нормальный либо хороший, составляет около 70%.

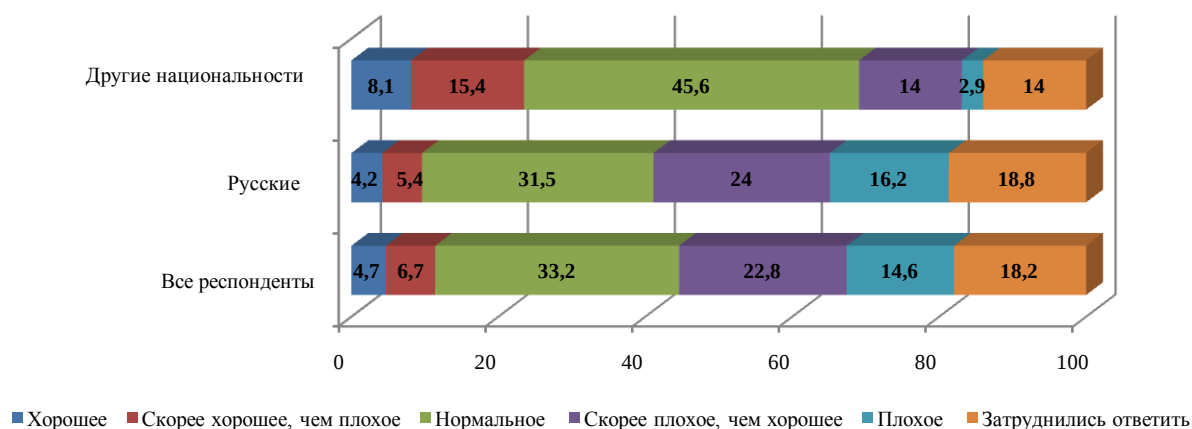


Рис. 5. Оценка респондентами состояния межнациональных отношений в Камчатском крае, %

С целью оценки масштабов распространения националистических проявлений в опросный лист был включен ряд вопросов, с помощью которых удалось установить долю населения Камчатского края старше 18 лет, разделяющую националистические лозунги и поддерживающую радикальные действия (выселение, запрет на въезд в край) в отношении представителей той или иной этнонациональной группы: «С каким из следующих суждений вы согласны? Варианты: 1). Россия – общий дом для всех ее народов. Все народы России должны обладать равными правами, и никто не должен иметь никаких преимуществ. 2). Россия – многонациональная страна, но русские, составляя большинство, должны иметь больше прав, ибо на них лежит основная ответственность за судьбу народа в целом. 3). Россия должна быть государством для русских»; «На ваш взгляд, следует или не следует ограничить въезд представителей некоторых национальностей в Камчатский край?»; «Если бы в вашем регионе было принято решение о выселении за пределы региона представителей некоторых национальных групп, Вы бы одобрили или не одобрили такое решение?».

Сравнительный анализ распределения ответов на вопрос в целом по выборке и в этногруппах представлен на рис. 6. Около трети камчатцев разделяют суждение «Россия должна быть государством для русских» (31,2%), еще треть (35,6%), принимая многонациональность России, признают преимущественное положение русских как в отношении гражданских прав, так и в качестве нации, ответственной за судьбу страны. На диаграмме отчетливо видно, что эти данные коррелируют с распределением ответов русских респондентов.

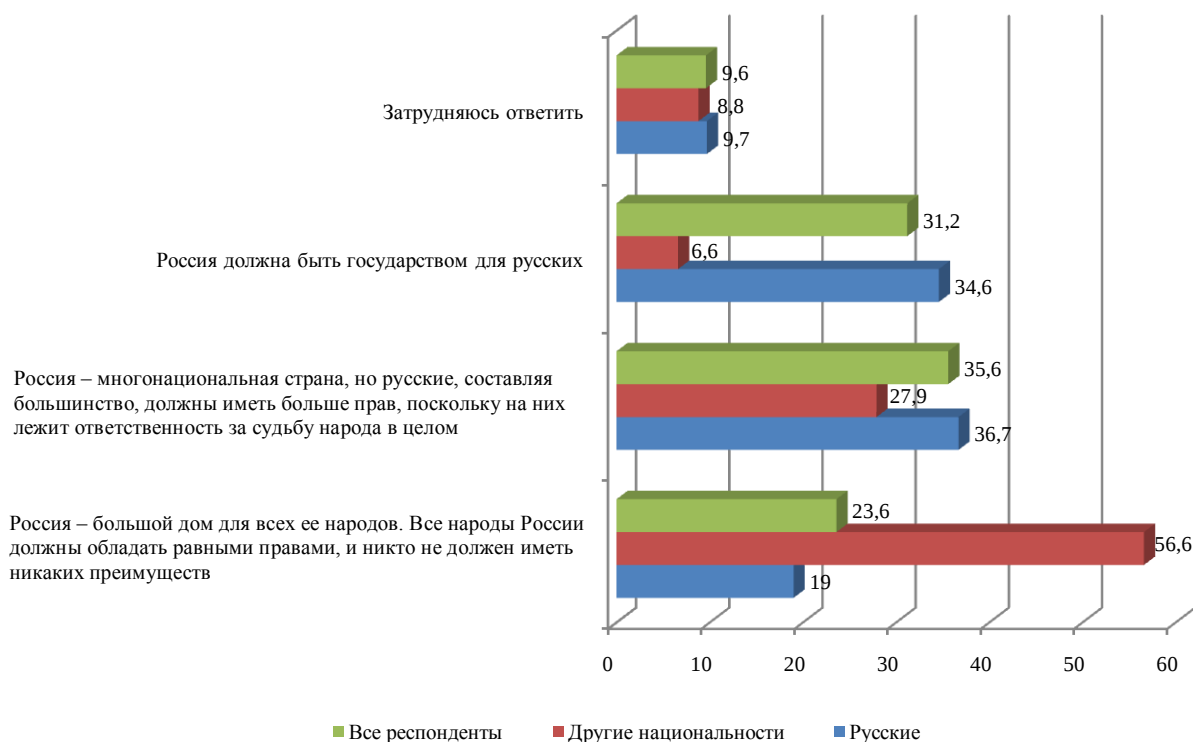


Рис. 6. Мнения респондентов о национальном образе России и роли русских в ней, %

Большинство респондентов группы «Другие национальности» (56,6%), напротив, воспринимают Россию как общий дом для всех народов, в котором ни одна нация не должна иметь преимущественное положение (рис. 6). Идею об особом статусе русских (большие права и обязанности в сравнении с другими народами многонациональной страны) разделяет 28% респондентов группы «Другие национальности».

В целом «русский национализм» свойствен трети населения Камчатского края старше 16 лет. Для сравнения в 2011 г. около 40% камчатцев разделяли суждение «Россия – для русских» (39,1%) либо другие суждения националистического толка (0,3% – открытый вариант ответа, при выборе варианта «Другое» респондентам предлагалось указать свое суждение).

Поддержка «жестких» мер в отношении представителей других национальностей (практически всех, кроме титульной «русские»), как и в 2011 г., распространена гораздо шире, чем националистические воззрения, – 74,5% (в 2011 – 77,5%) респондентов выступили бы за ограничение въезда представителей некоторых национальностей на территорию Камчатского края (рис. 7).

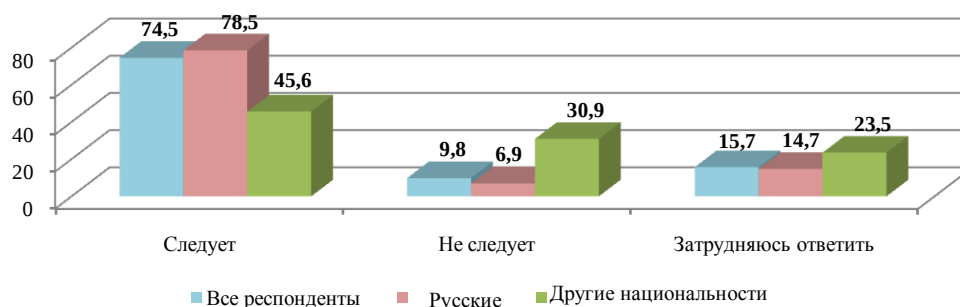


Рис. 7. Сравнительная оценка мнений респондентов о целесообразности (необходимости) ограничения въезда представителей некоторых национальностей в Камчатский край, %

Большинство респондентов (68,3%) одобрили бы выселение за пределы Камчатского края представителей некоторых национальностей (рис. 8).

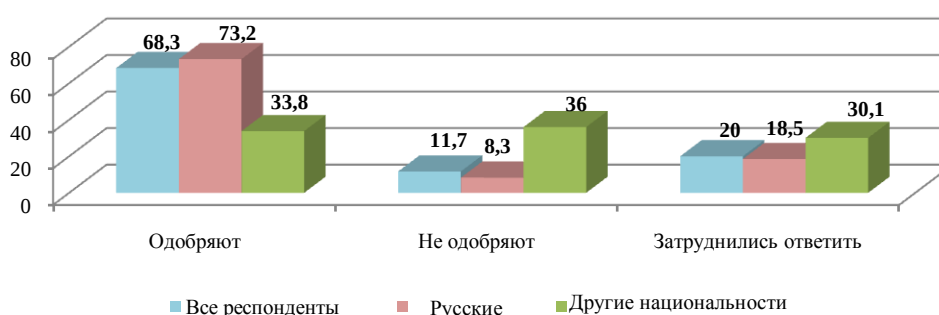


Рис. 8. Сравнительная оценка настроений респондентов по одобрению и (или) неодобрению радикальных мер (выселение) в отношении представителей некоторых национальностей, %

Как и ранее рассмотренные индикаторы, поддержка радикальных и жестких мер при решении национального вопроса менее свойственна «нерусским» респондентам (рис. 7 и 8). Вместе с тем следует отметить, что среди «нерусских» респондентов политику ограничения въезда на территорию Камчатского края представителей некоторых национальностей поддерживает более значительная часть (45,6% поддерживает, 31% не поддерживает), нежели политику выселения (33,8% одобряют, 36% не одобряют).

По данным опроса в 2011 г., почти 65% камчатцев поддержали бы решение о выселении за пределы Камчатского края представителей некоторых национальностей. Против подобных мер высказались 14% респондентов; 21,5% затрудняется в определении своей позиции по данному вопросу. К концу 2013 г. категория сторонников радикальных действий по отношению к некоторым этнонациональным группам увеличилась почти на 10%.

## Литература

1. Камчатстат информирует: Камчатка – один из самых многонациональных регионов России // Ежедневная деловая интернет-газета «Полуостров Камчатка» – URL: <http://www.poluostrov-kamchatka.ru/pknews/detail.php?ID=43971> (дата обращения: 15.02.2013).
2. Отчет по результатам социологического исследования «Этническая и религиозная толерантность населения Камчатского края» [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.kamchatka.gov.ru/oiv\\_doc/1563/16675.docx](http://www.kamchatka.gov.ru/oiv_doc/1563/16675.docx) (дата обращения: 03.09.2014).

## ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;
- аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- социально-экономическое развитие регионов.

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале.

Журнал публикует статьи на русском языке.

### Направление рукописей

Рукописи статей с анкетами-заявками на опубликование в бумажном и электронном виде направляются в редакцию по адресам: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35, «Вестник КамчатГТУ», e-mail: [vestnik@kamchatgtu.ru](mailto:vestnik@kamchatgtu.ru).

Распечатанные рукописи должны быть тщательно выверены и обязательно подписаны всеми авторами на обороте последнего листа. Название файла должно соответствовать фамилии автора статьи.

К рукописи должны быть приложены:

- анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией;
- разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации;
- акт экспертизы/экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации (для внешних авторов).

*Образец анкеты-заявки*

|                                                        |                                |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------|
| Полные Ф.И.О.                                          | На русском и английском языках |
| Название статьи                                        | На русском и английском языках |
| Ученая степень                                         | На русском и английском языках |
| Ученое звание                                          | На русском и английском языках |
| Должность (с указанием структурного подразделения)     | На русском и английском языках |
| Место работы                                           | На русском и английском языках |
| Адрес места работы (обязательно указать индекс)        | На русском и английском языках |
| Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.) | На русском и английском языках |
| Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)      |                                |
| Адрес электронной почты (e-mail)                       |                                |

### **Рецензирование рукописей**

Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам.

Рукописи авторам не возвращаются.

### **Опубликование рукописей**

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Вне очереди принимаются к опубликованию рукописи статей аспирантов, завершающих обучение в аспирантуре, и лиц, выходящих на защиту диссертации.

Преимущественное право опубликования в журнале имеют рукописи статей, включающие результаты научных исследований в области рыбного хозяйства.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

## ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

**Объем.** Объем рукописи статьи до 12 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы.

**Рекомендуемая структура.** Введение (состояние проблемы, задачи исследования). Основная часть (постановка задачи, материалы и методы, результаты и обсуждение). Заключение (итоги, обобщения, выводы).

**Правила набора.** Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11, абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал – 1,0. Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм.

### **Начало статьи:**

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
- через один межстрочный интервал – на русском языке указываются имена, отчества (инициалы), фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирным шрифтом, с указанием индексов, соответствующих индексам, присвоенным организациям, где работают авторы) (шрифт 11);
- ниже под номерами в виде индексов указываются полные наименования организаций, где работают авторы, а также названия городов и почтовые индексы (шрифт 10, курсив, выравнивание по центру);
- ниже указывается электронный адрес автора для переписки (шрифт 10, курсив);
- через один межстрочный интервал – название статьи на русском языке прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации (≈150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – информация на английском языке: выровненное по ширине название статьи строчными полужирными буквами, имена, отчества (инициалы), фамилии авторов с такими же номерами в виде индексов, присвоенных организациям, где работают авторы, как и в варианте на русском языке, а также полные названия организаций, где работают авторы, названия городов и почтовые индексы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один межстрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через два межстрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

*Образец оформления начала статьи*

УДК 519.6:550.38

**О.В. Мандрикова<sup>1,2</sup>, И.С. Соловьёв<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>*Камчатский государственный технический университет,  
Петропавловск-Камчатский, 683003;*

<sup>2</sup>*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,  
с. Паратунка, Камчатский край, 684034  
e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru*

### **МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ**

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные ло-

кальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

**Ключевые слова:** вейвлет-преобразование, магнитные бури, геомагнитные данные.

O.V. Mandricova<sup>1, 2</sup>, I.S. Solovyev<sup>1, 2</sup> (<sup>1</sup>Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; <sup>2</sup>Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 684034)  
**Characteristic diurnal constituent and local features in geomagnetic signal extraction method**

The article proposes a new wavelet-based method, which allows to distinguish characteristic constituent and local features during magnetic storms in geomagnetic signal in an automatic mode. The local features carry substantial information about the intensity and the dynamic of the development of the geomagnetic perturbations; it allows us to detect sudden commencement because it could be an indicator of onset of the geomagnetic storm. The distinguished characteristic diurnal constituent of the geomagnetic signal describes the field variations in quiet time and its essential changes in periods of increasing geomagnetic activity. The method has been successfully tested on the model signals and the Earth's magnetic field data obtained at the observatory «Paratunka» (village Paratunka, Kamchatka region, Far East of Russia).

**Key words:** wavelet transform, magnetic storm, geomagnetic data.

**Рисунки.** Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже 9 кеглем и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

*Образец оформления рисунков*

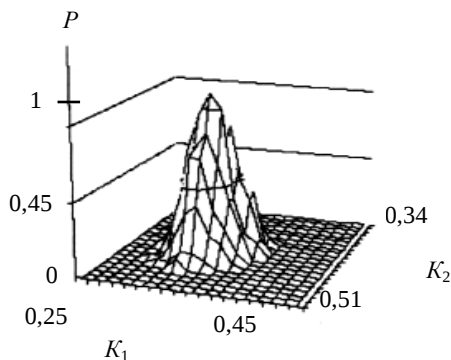


Рис. 3. Функция  $P(K1, K2)$  вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

Очевидно, что вид функции  $p(K1, K2)$  зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция  $p(K1, K2)$  близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции  $p(K1, K2)$  зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве  $K1, K2$  в каждой его точке необходимо вычислить значение  $P$  – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции  $p(K1, K2)$  к сумме значений  $p(K1, K2)$  и  $p_n(K1, K2)$ .

Определив таким образом функцию  $P(K1, K2)$  и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например,  $P > 0,95$ ), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров  $K1, K2$ . Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций  $p(K1, K2)$  и  $p_n(K1, K2)$  в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих  $K1$  и  $K2$  как функции  $y_j$ .

**Формулы.** Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы, на которые есть в тексте, нумеруются, и ссылки на них приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов  $K1(y_j)$  и  $K2(y_j)$  соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик  $K1_j = f(K2_j)$  учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям  $y_j^H(x)$ .

**Таблицы.** Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, преобладали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов  
во флоре Авачинской губы в различные периоды

| Группы видов | 1970 г.          |      | 1991 г.          |       | 1999 г.          |      |
|--------------|------------------|------|------------------|-------|------------------|------|
|              | Количество видов | %    | Количество видов | %     | Количество видов | %    |
| Массовые     | 54               | 32,7 | 35               | 22,15 | 24               | 23,3 |
| Частые       | 46               | 27,9 | 36               | 22,8  | 6                | 5,8  |
| Редкие       | 38               | 23,0 | 35               | 22,15 | 33               | 32,1 |
| Единичные    | 27               | 16,4 | 52               | 32,9  | 40               | 38,8 |
| Всего        | 165              | 100  | 158              | 100   | 103              | 100  |

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

**Ссылки.** Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Примеры: [1–7] или [1, с. 20] при ссылке на конкретный фрагмент документа или при использовании прямой цитаты.

**Список литературы.** Список используемых источников приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи и составляется в порядке упоминания источника в статье. Оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

**Книга одного, двух, трех авторов:**

Гришаева Л.И., Цурикова Л.В. Введение в теорию межкультурной коммуникации: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. – М.: Academia, 2006. – 123 с. (Высшее профессиональное образование. Языкознание).

**Книга, имеющая более трех авторов:**

Методы анализа и обработки сложных геофизических сигналов: моногр. / О.В. Мандрикова, В.В. Геппенер, Д.М. Клионский, А.В. Экало. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 258 с.

**Сборники трудов:**

Россия и мир: гуманитар. проблемы: межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций. – 2004. – Вып. 8. – С. 145.

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. – 350 с.

**Материалы конференций:**

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 230 с.

**Статьи из журналов, сборников, материалов конференций:**

Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Магний Эл // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 1. – С. 80–86.

Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.

**Авторефераты, диссертации:**

Горювая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (Salmoniformes: Salmonidae) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона: дис.... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

**Аналитические обзоры:**

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

**Официальные документы:**

О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

**Патенты:**

Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

**Архивные документы:**

Гребеничиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. – Ф. 41. – Ед. хр. 45. – Л. 1–10.

**Электронные ресурсы:**

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. – 2007. – № 1. – URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

*Паринов С.И., Ляпунов В.М., Пузырев Р.Л.* Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. – 2003. – Т. 6, вып. 1. – URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.11.2006).

*Авилова Л.И.* Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс]: состояние проблемы и перспективы исследований // Вестн. РФФИ. – 1997. – № 2. – URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

1. **Адельшина Наталья Владимировна** – Военный восточный округ Министерства обороны РФ; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер 718 регионального экологического центра; oni@kamchatgtu.ru  
**Adelshina Natalya Vladimirovna** – Military eastern district of Ministry of Defense of the Russian Federation; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Engineer of 718<sup>th</sup> regional ecological centre; oni@kamchatgtu.ru
2. **Арчибисов Дмитрий Александрович** – Федеральное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер по охране окружающей среды; d.a.archibisov@mail.ru  
**Archibisov Dmitrij Aleksandrovich** – Federal state organization «Kamchatka's directorate for technical supply of sea supervision»; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683031; Environmental protection engineer; d.a.archibisov@mail.ru
3. **Белавина Ольга Александровна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru  
**Belavina Olga Alexandrovna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; research officer of science and innovation department; oni@kamchatgtu.ru
4. **Белозёров Павел Александрович** – Министерство обороны РФ; аспирант Камчатского государственного технического университета; Elektrik\_251288@mail.ru  
**Belozyorov Pavel Alexandrovich** – Ministry of Defence of Russian Federation; postgraduate of Kamchatka State Technical University; Elektrik\_251288@mail.ru
5. **Белов Олег Александрович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент кафедры электро- и радиооборудования судов; beloff.oa@gmail.ru  
**Belov Oleg Aleksandrovich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of technical sciences; Assistant professor of Electro- and radioequipment of ships chair; beloff.oa@gmail.ru
6. **Благонравова Майя Владимировна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент кафедры технологии пищевых производств; mblagonravova@mail.ru  
**Blagonravova Maja Vladimirovna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of technical sciences; Assistant professor of Food production technologies chair; mblagonravova@mail.ru
7. **Бровкин Алексей Евгеньевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры защиты окружающей среды и водопользования; medvedeki@mail.ru  
**Brovkin Aleksej Evgenevich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Senior tutor of Environment protection and water use chair; medvedeki@mail.ru
8. **Григорьев Сергей Сергеевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; доцент; доцент кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; sgri@inbox.ru  
**Grigorev Sergej Sergeevich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of biological sciences; Associate professor; Assistant professor of Water bioresources, fishery and aquaculture chair; sgri@inbox.ru

9. **Ильюшенко Нина Александровна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры экологии и природопользования; KGTU.Ecol@ya.ru  
**Ilyushenko Nina Aleksandrovna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Senior tutor of Ecology and nature management chair; KGTU.Ecol@ya.ru
10. **Касперович Екатерина Владимировна** – Федеральное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; заместитель начальника отдела информационно-аналитической работы и планирования; kasperovichev@mail.ru  
**Kasperovich Ekaterina Vladimirovna** – Federal state organization «Kamchatka's directorate for technical supply of sea supervision»; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683031; Candidate of biological sciences; Deputy head of Information and analytical work and planning department; kasperovichev@mail.ru
11. **Кириносенко Владимир Владимирович** – Филиал ОАО «Камчатскэнерго» Центральные электрические сети; 683030, Россия, Петропавловск-Камчатский; начальник отдела технологического присоединения к электрическим сетям; oni@kamchatgtu.ru  
**Kirnosenko Vladimir Vladimirovich** – Branch of Kamchatskenergo Central electrical networks, Plc.; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683030; Head of technological connection to electrical networks department; oni@kamchatgtu.ru
12. **Климов Антон Владимирович** – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший научный сотрудник лаборатории морских исследований лососей; klimov@kamniro.ru  
**Klimov Anton Vladimirovich** – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Reseacher of Salmon marine investigations laboratory; klimov@kamniro.ru
13. **Климова Анна Валерьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; annaklimovae@mail.ru  
**Klimova Anna Valerevna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Researcher of science and innovation department; annaklimovae@mail.ru
14. **Клочкова Нина Григорьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; проректор по научной работе; ninakl@mail.ru  
**Klochkova Nina Grigorevna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Doctor of biological sciences; Vice-rector on scientific work; ninakl@mail.ru
15. **Лякишев Михаил Сергеевич** – Федеральное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; инженер по охране окружающей среды; lyakishev-kstu@mail.ru  
**Lyakisnev Mikhail Sergeevich** – Federal state organization «Kamchatka's directorate for technical supply of sea supervision»; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683031; Candidate of economic sciences; Environmental protection engineer; lyakishev-kstu@mail.ru
16. **Марченко Алексей Александрович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры электро- и радиооборудования судов; Marchenko29@mail.ru

**Marchenko Alexej Alexandrovich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Senior tutor of Electro- and radioequipment of ships chair; Marchenko29@mail.ru

17. **Морозова Юлия Сергеевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; доцент; доцент кафедры менеджмента; mus@kamchatgtu.ru

**Morozova Yulya Sergeevna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of economic sciences; Associate professor; Assistant professor of Management chair; mus@kamchatgtu.ru

18. **Огий Оксана Геннадьевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат социологических наук; доцент; первый проректор; ogiy\_og@kamchatgtu.ru

**Ogiy Oksana Gennadevna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of sociological sciences; Associate professor, Senior Vice Rector; ogiy\_og@kamchatgtu.ru

19. **Онищенко Олег Анатольевич** – Одесская национальная морская академия; 65029, Украина, Одесса; доктор технических наук; профессор; профессор кафедры технической эксплуатации флота; olegoni@mail.ru

**Onischenko Oleg Anatolevich** – Odessa National Maritime Academy; Odessa, Ukraine, 65029; Doctor of technical sciences; Professor; Professor of fleet technical exploitation chair; olegoni@mail.ru

20. **Очеретяна Светлана Олеговна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; blossom-so@yandex.ru

**Ocheretyana Svetlana Olegovna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Researcher of science and innovation department; blossom-so@yandex.ru

21. **Родимов Николай Владимирович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; Kok163kol@mail.ru

**Rodimov Nikolaj Vladimirovich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Postgraduate student; Kok163kol@mail.ru

22. **Панина Елена Григорьевна** – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; panina1968@mail.ru

**Panina Elena Grigorevna** – Kamchatka branch of Pacific Geographical institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Research assistant of hydrobiological laboratory; panina1968@mail.ru

23. **Петренко Олег Евгеньевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; студент; lyakishev-kstu@mail.ru

**Petrenko Oleg Evgenevich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Student; lyakishev-kstu@mail.ru

24. **Потапов Вадим Владимирович** – Научно-исследовательский геотехнологический центр (НИГТЦ) ДВО РАН, 683014, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук; профессор; заведующий лабораторией химии кремнезема в современных гидротермальных процессах; Nigtc@kgsnet.ru

- Potapov Vadim Vadimovich** – Research Geotechnological Centre FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683014; Doctor of technical sciences; Professor; Head of silica chemistry in modern hydrothermal processes laboratory; Nigtc@kgsnet.ru
25. **Седова Нина Анатольевна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; доцент; доцент кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; sedova67@bk.ru  
**Sedova Nina Anatolevna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of biological sciences; Associate Professor; Assistant professor of Water bio-resources, fishery and aquaculture chair; sedova67@bk.ru
26. **Смородина Лариса Николаевна** – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; техник лаборатории морских исследований лососей; smorodina@kamniro.ru  
**Smorodina Larisa Nikolaevna** – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Technician of Salmon marine investigations laboratory; smorodina@kamniro.ru
27. **Степанов Вадим Георгиевич** – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории гидробиологии; vgstepanov@inbox.ru  
**Stepanov Vadim Geogievich** – Kamchatka branch of Pacific Geographical institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Researcher of hydrobiological laboratory; vgstepanov@inbox.ru
28. **Субботин Сергей Иванович** – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; ведущий инженер лаборатории промыслового рыболовства; klimov@kamniro.ru  
**Subbotin Sergej Ivanovich** – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Principal engineer of food fishing laboratory; klimov@kamniro.ru
29. **Тепнин Олег Борисович** – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; заведующий лабораторией океанографии и гидрологии пресных вод; tenpin.o.b@kamniro.ru  
**Tenpin Oleg Borisovich** – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; The head of laboratory of oceanography and fresh water hydrology; tenpin.o.b@kamniro.ru
30. **Труднев Сергей Юрьевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры электро- и радиооборудования судов; Trudnev@mail.ru  
**Trudnev Sergei Yurevich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Senior tutor of Electro- and radioequipment of ships chair; Trudnev@mail.ru
31. **Урусова Людмила Фёдоровна** – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер лаборатории морских исследований лососей; smorodina@kamniro.ru  
**Urusova Ludmila Fedorovna** – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Engineer of Salmon marine investigations laboratory; smorodina@kamniro.ru
32. **Хорошман Лолитта Михайловна** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат геологических наук; доцент; заведующая кафедрой защиты окружающей среды и водопользования; medvedeki@mail.ru

**Khoroshman Lolitta Mikhajlovna** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of geological sciences; Associate Professor; Head of environment protection and water use chair; medvedeki@mail.ru

**33. Швецов Владимир Алексеевич** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор химических наук; доцент; профессор кафедры электро- и радиооборудования судов; oni@kamchatgtu.ru

**Shvetsov Vladimir Alexeevich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Doctor of chemical sciences; Associate professor; Professor of Electro- and radioequipment of ships chair; oni@kamchatgtu.ru

**34. Шунькин Дмитрий Владимирович** – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru

**Shun'kin Dmitri Vladimirovich** – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Junior research assistant of science and innovation department; oni@kamchatgtu.ru

Учредитель:  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Камчатский государственный технический университет»

Министерство Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания  
и средств массовых коммуникаций  
Северо-восточное межрегиональное управление  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № 14-0160 от 20 мая 2003 года

Федеральная служба по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций  
Управление Федеральной службы по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций  
по Камчатскому краю  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ТУ 41-00048 от 21 ноября 2008 года

Федеральная служба по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций  
Управление Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий  
и массовых коммуникаций по Камчатскому краю  
Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ТУ 41-00167 от 07 декабря 2011 года

Главный редактор А.Я. Исаков  
Научный редактор Н.Г. Клочкова

Редактор О.В. Ольхина  
Технический редактор О.А. Лыгина  
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Адрес редакции, издателя, типографии:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35  
Тел. (4152) 300–953. Факс (4152) 42-05-01  
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru  
www.kamchatgtu.ru

Дата выхода в свет 30.12.2014 г.  
Формат 60\*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman  
Авт. л. 14,42. Уч.-изд. л. 15,14. Усл. печ. л. 15,35  
Тираж 500 экз. Заказ № 451

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства  
ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»