



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

# НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

**Scientific Journal of DALRYBVTUZ Vol. 36**

Том

**36**

Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, 526

Телефон/факс: (4232)44-11-76

e-mail: [nauch-tr@dgtru.ru](mailto:nauch-tr@dgtru.ru)

сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

**2015**

**Редакционная коллегия:**

*Главный редактор* – Г.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ректор

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

Т.Е. Буторина, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
В.В. Плотников, доктор географических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Н.Г. Ключкова, доктор биологических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «КамчатГТУ»;  
Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ);  
Е.В. Осипов, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
С.В. Лисиенко, кандидат экономических наук, доцент, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
О.Н. Кручинин, доктор технических наук, ведущий научный сотрудник ФГУП «Тинро-Центр»;  
Чан Яцин, профессор, доктор наук, директор колледжа рыболовства и биологических наук Даляньского океанологического университета;  
А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУ им. адм. Г.И. Невельского»;  
Э.Н. Ким, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор, зав. отделом безопасности гидробионтов ФГУП «Тинро-Центр»;  
В.А. Гроховский, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Мурманский ГТУ»;  
И.Н. Ким, кандидат технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
В.И. Погонец, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Дальрыбвуз»;  
С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «МГУПБ»;  
Ю.А. Фатыхов, доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВПО «Калининградский ГТУ»

*Технический секретарь* – Е.В. Денисова, заместитель начальника научного управления

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

---

---

# ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

---

---

УДК 594.582.2/8

**В.В. Булыгин, И.Г. Рыбникова**

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

## **АНАЛИЗ СООТНОШЕНИЯ ПОЛОВ И СТАДИЙ ЗРЕЛОСТИ ГОНАД ТИХООКЕАНСКОГО КАЛЬМАРА В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО В 2009–2011 гг.**

*Проведен анализ соотношения полов и стадий зрелости гонад самцов и самок в нагульный период в зал. Петра Великого. Исследовано 3303 особи. Соотношение полов в уловах составило 2 : 1. В июле почти все кальмары были неполовозрелыми. В октябре самки находились на второй и третьей стадиях зрелости, самцы – на пятой стадии зрелости составили 41 %.*

**Ключевые слова:** тихоокеанский кальмар, соотношение полов, стадии зрелости гонад.

**V.V. Bulygin, I.G. Rybnikova**

## **ANALYSIS OF SEX RATIO AND MATURITY STAGES OF GONADS OF PACIFIC SQUID IN PETER THE GREAT BAY IN 2009–2011**

*Analysis of sex ratio maturity stages of gonads males and females in feeding period in Peter the Great Bay was conducted. 3303 samples were analyzed. Sex ratio in the catches was 2:1. All squids in July were immaturity. In October females were at the second and the third maturity stages of gonad, 41 % males were at the fifth maturity stages of gonad.*

**Key words:** Pacific flying squid, sex ratio, maturity stages of gonads.

### **Введение**

*Todarodes pacificus* – тихоокеанский кальмар в водах России Японского моря встречается с мая по февраль, а промысловые скопления образует с июня по октябрь. Ареал обитания тихоокеанского кальмара в летне-осенний период охватывает акваторию зоны России от южных границ (банка Кита-Ямато и зал. Посьета) до самых северных районов Татарского пролива (51°20' с.ш.). С июля по сентябрь встречается практически повсеместно [1, 2, 3].

В летне-осенний период в водах России в большом количестве отмечаются как молодь, так и взрослые особи тихоокеанского кальмара. Размеры варьируют от 10 до 320 см [1].

Жизненный цикл тихоокеанского кальмара короткий – один год. Основные нерестилища этого вида располагаются на юге Японского и севере Восточно-Китайского морей. Нерест тихоокеанского кальмара проходит круглый год, однако его интенсивность в течение года непостоянна. Нерест особей проходит на четвёртой и пятой стадиях зрелости половых желез. Основные пики приходятся на осенний и зимний периоды. В зависимости от сроков нереста выделяют осеннюю, зимнюю, весеннюю и летнюю внутривидовые группировки, которые имеют разное промысловое значение в Японском море [4, 5].

С целью исследования внутривидовых группировок мы провели анализ соотношения полов и стадий зрелости тихоокеанского кальмара в летне-осенний период в зал. Петра Великого.

### Объект и методы исследований

В статье использованы материалы стандартных комплексных съемок по тихоокеанскому кальмару в зал. Петра Великого, проведенных летом-осенью 2009–2011 гг. Комплексная съемка проводилась с июня по октябрь, дважды в месяц по стандартной схеме станций. Сбор материала осуществлялся в темное время суток. Поисковые работы проводились в светлое время суток и сводились к выполнению получасовых контрольных дрейфовых станций в районах с благоприятными гидрологическими условиями. На станциях проводился облов толщи воды до дна автоматическими лебедками и ручными удочками. Биологический анализ кальмаров выполняли по стандартным методикам, применяемым для изучения кальмаров [6, 7]. Проанализировано 3303 особи.

### Результаты и их обсуждение

В июле 2009 г. в Амурском зал. кальмар был представлен неполовозрелыми особями, с незначительным преобладанием самцов 1,1 : 1. Преобладание самцов характерно для кальмара зимней группировки. В Уссурийском зал. в уловах также преобладали неполовозрелые особи, но уже с преимуществом самок в соотношении 2,2 : 1.

В августе 2009 г. в Уссурийском зал. количество самок возросло, и соотношение полов составило 2,4 : 1.

В сентябре 2009 г. в Амурском и Уссурийском зал. соотношение полов было примерно постоянным, при котором количество самок в 2,1–2,3 раза превышало количество самцов. С другой стороны, уменьшение в сентябре, по сравнению с августом, доли преднерестовых самцов с 23,7 до 16,2 % говорит о постоянном подходе новых порций созревающих особей.

В октябре 2009 г. в Уссурийском зал. доля преднерестовых и нерестовых самцов была максимальной для всего периода исследований – 33,3 %, а доля самок со следами спаривания составила 5 %.

В летне-осенний период в 2010–2011 гг. в уловах тихоокеанского кальмара преобладали самки (таблица). Наименьшее количество самок наблюдалось в августе, наибольшее – в октябре.

**Соотношение полов у тихоокеанского кальмара  
в зал. Петра Великого в июле–октябре 2009–2011 гг.  
Sex ratio by Pacific squid in Peter the Great Bay in July–October in 2009–2011**

Месяц	Соотношение полов (самки : самцы)		
	2009 г.	2010 г.	2011 г.
Июль	1.6 : 1	1.7 : 1	1.9 : 1
Август	2.4 : 1	1.2 : 1	1.5 : 1
Сентябрь	2.2 : 1	1.8 : 1	2.1 : 1
Октябрь	2.3 : 1	2.1 : 1	2.4 : 1

В июле 2009 г. почти все кальмары, как самки, так и самцы, были неполовозрелыми. Преобладали особи, находящиеся на начальных стадиях созревания. У самок более 75 % особей находились на второй стадии, 58 % самцов также были на второй стадии. Среди самцов встречались отдельные половозрелые особи на пятой стадии 1,6 % (рис. 1).

В августе 2009 г. (рис. 2) по мере созревания количество самок на второй стадии уменьшилось, и 62 % самок были на третьей стадии зрелости. У самцов соотношение стадий зрелости значительно изменилось: доминировали животные на третьей стадии зрелости гонад (35 %). Доля самцов в преднерестовом состоянии составила 14 %, в нерестовом состоянии – 22 %.

Рис. 1. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в июле 2009 г.

Fig. 1. Maturity stages of gonads Pacific squid in July 2009

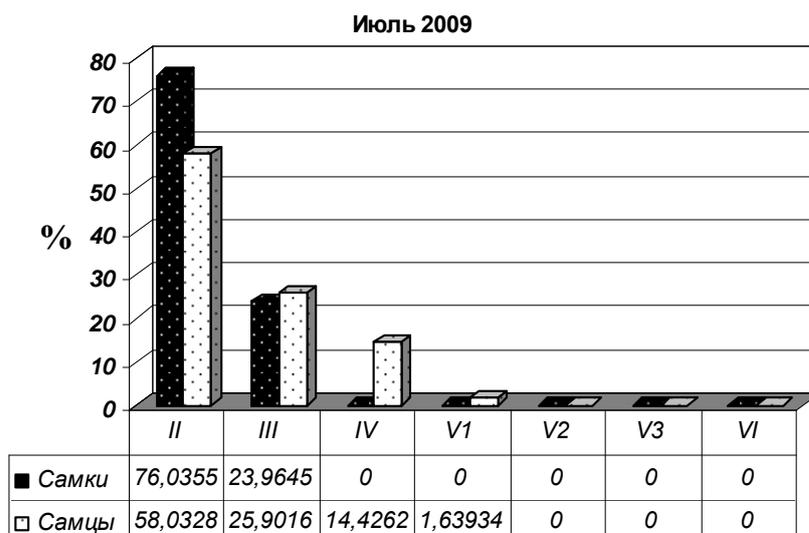
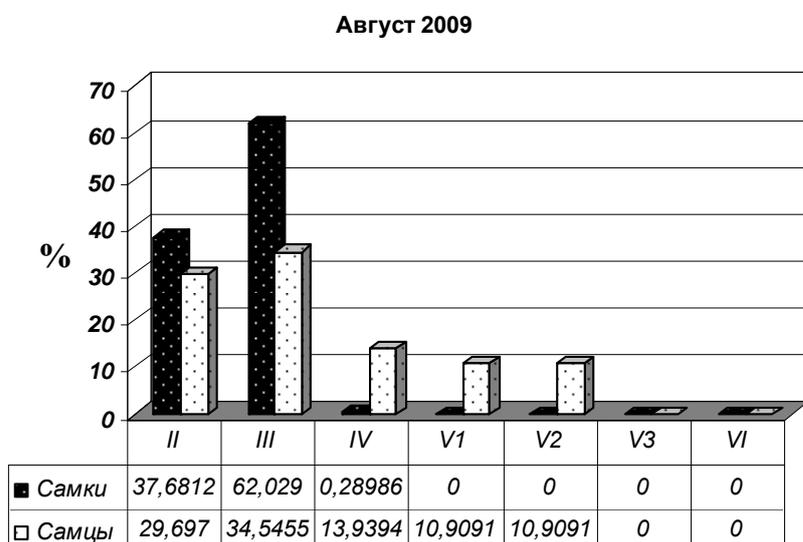


Рис. 2. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в августе 2009 г.

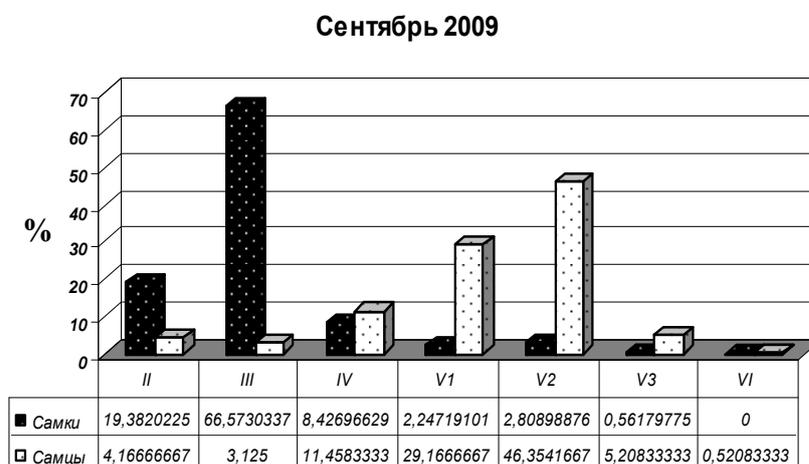
Fig. 2. Maturity stages of gonads Pacific squid in August 2009



В сентябре 2009 г. (рис. 3) у самок количество особей на третьей стадии составило 66 %, появились животные на пятой стадии, готовые к нересту. У самцов в этот период увеличилось количество половозрелых особей на пятой стадии зрелости половых желез, которые составили более 46 %.

Рис. 3. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в сентябре 2009 г.

Fig. 3. Maturity stages of gonads Pacific squid in September 2009



В октябре 2009 г. (рис. 4) у самок преобладали особи на третьей стадии зрелости гонад (59 %) и около 40 % находилось на второй стадии зрелости. У самцов в этот период преобладали половозрелые особи на пятой стадии, количество которых достигало 41 %. В сентябре-октябре 2009 г. в северо-западной части Татарского пролива самки находились на первой-второй стадиях зрелости, самцы – на третьей-четвертой стадиях зрелости гонад [6].

В июле 2010 г. подавляющее большинство самок находились на ранних стадиях полового созревания (рис. 5). Суммарное количество самок на первой и второй стадиях зрелости гонад составило 92,5 %. Однако уже в этот период наблюдалось небольшое (7,5 %) количество созревающих самок, находившихся на третьей стадии зрелости половых желез.

Наибольшее количество самцов (88,6 %) также находились на ранних стадиях зрелости (рис. 5), однако около 11 % были предполовозрелыми и находились на третьей и четвертой стадиях зрелости гонад. Все созревающие особи, как самок, так и самцов, относились к летне-нерестующей размерной группировке.

Октябрь 2009

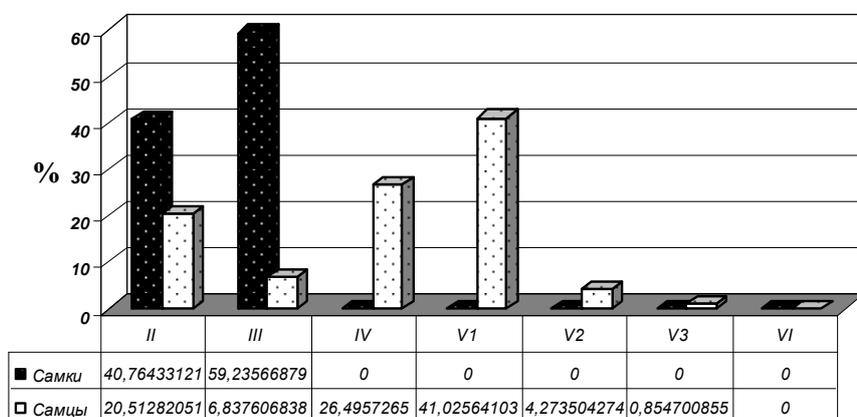


Рис. 4. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в октябре 2009 г.  
Fig. 4. Maturity stages of gonads Pacific squid in October 2009

Июль 2010

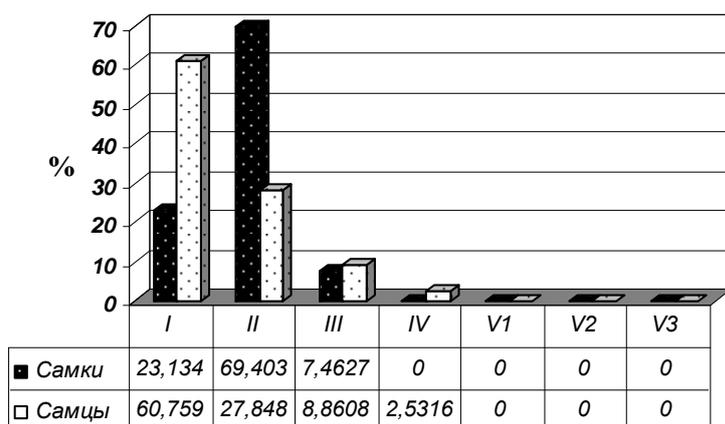


Рис. 5. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в июле 2010 г.  
Fig. 5. Maturity stages of gonads Pacific squid in July 2010

В августе 2010 г. (рис. 6) большинство самок (84 %) находились на ранних стадиях зрелости гонад, около 8 % были созревающими и 2,6 % нерестовыми. Созревающие, зрелые и наиболее крупные особи были отнесены к осенней группировке, незрелые особи относились как к осенней, так и к зимней группировкам.

Около 84 % самцов (рис. 6) находились на ранних стадиях развития, и 16 % были созревающими. Полностью зрелых самцов в уловах встречено не было.

В сентябре 2010 г. 83 % самок (рис. 7) находились на ранних стадиях созревания, и 17 % были созревающими. Зрелых самок в этот период в уловах не встречено.

Среди самцов (рис. 7) на ранних стадиях зрелости находилось 28 % особей, 56 % были созревающими и 16 % полностью зрелыми.

В октябре 2010 г. около 89 % самок (рис. 8) были незрелыми, около 10 % созревающими и незначительное количество (менее 1 %) были зрелыми.

В этот период незрелых самцов было лишь 15 %, около 58 % созревающих и 27 % были полностью зрелыми (рис. 8).

Рис. 6. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в августе 2010 г.

Fig. 6. Maturity stages of gonads of Pacific squid in August 2010

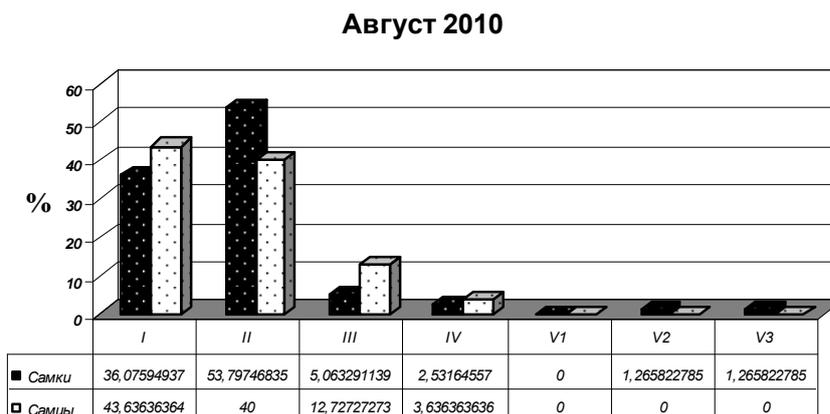


Рис. 7. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в сентябре 2010 г.

Fig. 7. Maturity stages of gonads Pacific squid in September 2010

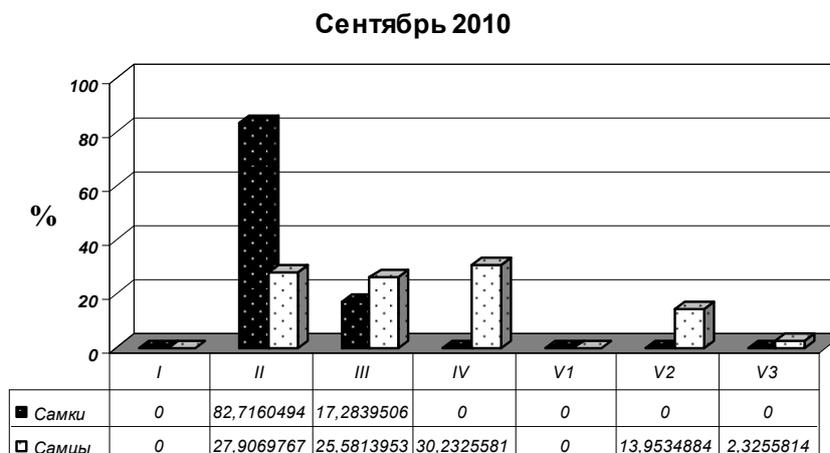
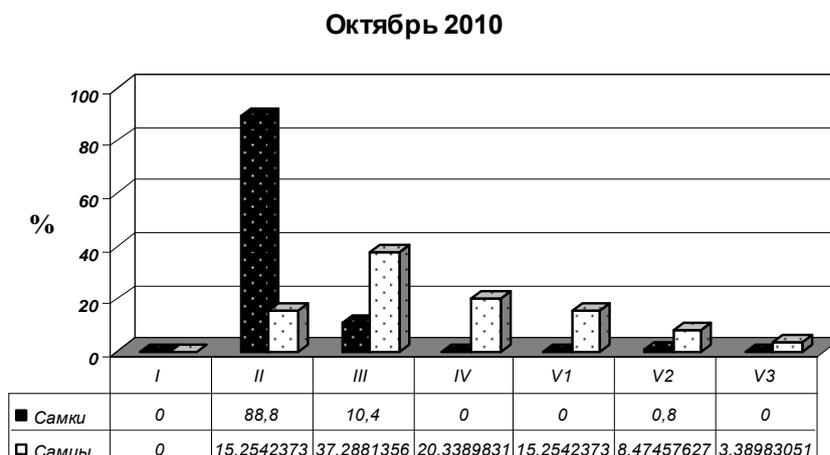


Рис. 8. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в октябре 2010 г.

Fig. 8. Maturity stages of gonads Pacific squid in October 2010



В июле 2011 г. почти все кальмары, как самки, так и самцы, были неполовозрелыми. Преобладали особи, находящиеся на начальных стадиях созревания. У самок более 63 % особей находились на третьей стадии, 46 % самцов были на второй стадии. Среди самцов встречались отдельные половозрелые особи на пятой стадии зрелости гонад – 7 % (рис. 9).

В августе 2011 г. (рис. 10) по мере созревания количество самок на второй стадии увеличилось и составило 62 %. У самцов соотношение стадий зрелости значительно изменилось: доминировали животные на третьей стадии зрелости половых желез (30 %). Небольшое количество самцов были в преднерестовом (15 %) и нерестовом состояниях (23 %).

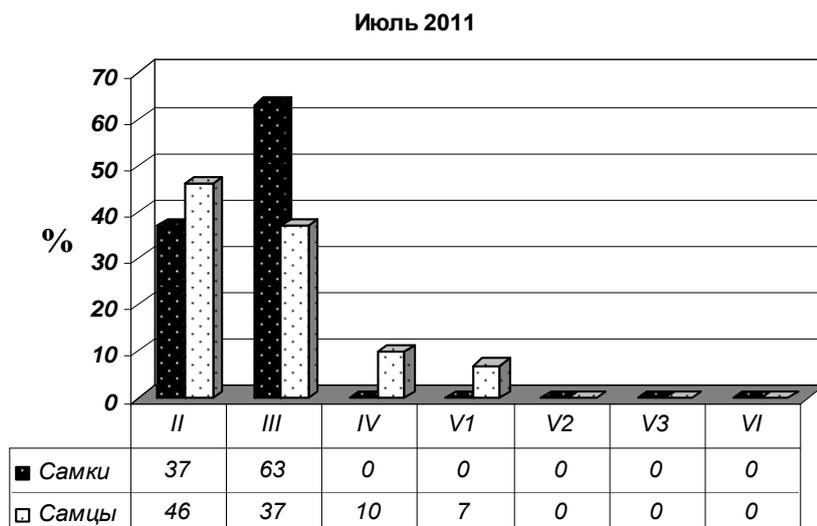


Рис. 9. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в июле 2011 г.

Fig. 9. Maturity stages of gonads Pacific squid in July 2011

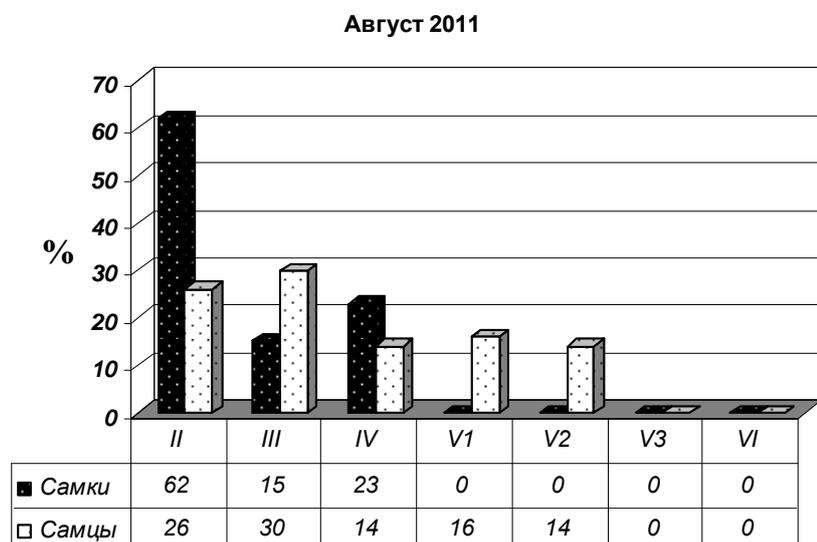


Рис. 10. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в августе 2011 г.

Fig. 10. Maturity stages of gonads Pacific squid in August 2011

В сентябре 2011 г. 79 % самок (рис. 11) находились на ранних стадиях созревания и 7 % были готовы к нересту.

Среди самцов (рис. 11) на ранних стадиях зрелости находилось 7 % особей, 40 % были созревающими и 52 % полностью зрелыми.

В октябре 2011 г. все самки (рис. 12) были незрелыми. Более половины самцов уже были готовы к нересту или находились в стадии нереста (стадии V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>) (рис. 12). Самки запаздывали в своем созревании. Однако это является особенностью физиологии, когда созревающие самки принимают сперматофоры у нерестовых самцов, а оплодотворение происходит по мере их созревания в районах нереста.

Рис. 11. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в сентябре 2011 г.  
Fig. 11. Maturity stages of gonads Pacific squid in September 2011

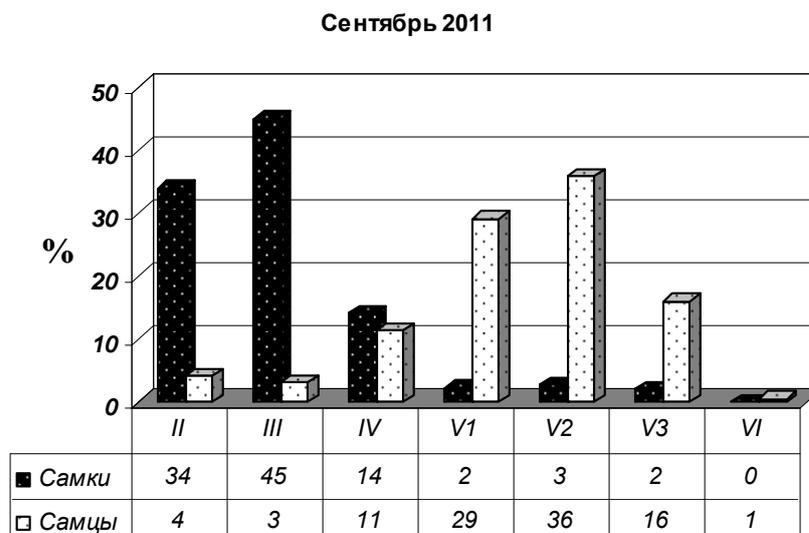
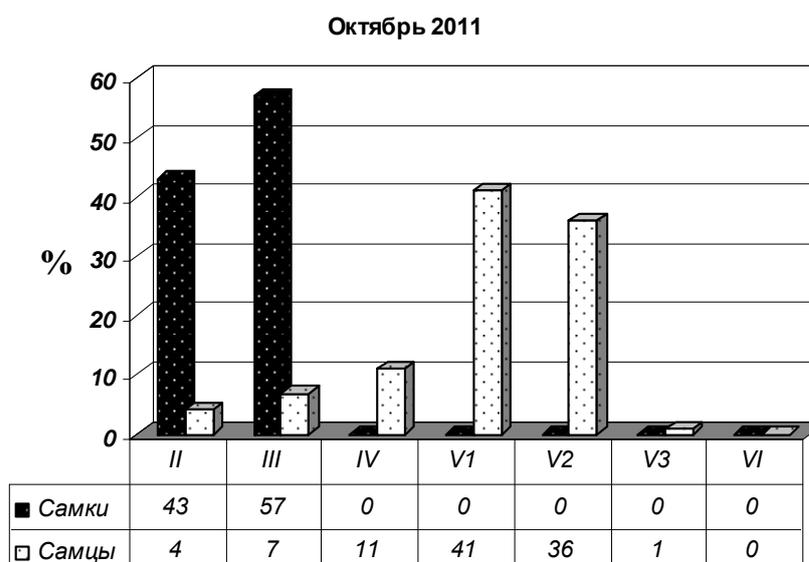


Рис. 12. Стадии зрелости гонад тихоокеанского кальмара в октябре 2011 г.  
Fig. 12. Maturity stages of gonads Pacific squid in October 2011



### Заключение

В летне-осенний период наблюдений в 2010–2011 гг. в уловах тихоокеанского кальмара в зал. Петра Великого преобладали самки. Наименьшее количество самок наблюдалось в августе, наибольшее – в октябре. Соотношение полов составило 2 : 1.

В нагульный период с июля по октябрь 2009–2011 гг. в зал. Петра Великого количество зрелых самок изменялось слабо. В июле почти все кальмары в уловах были неполовозрелыми. Возможно, это связано с миграцией более зрелых особей в районы нереста. В октябре самки находились на второй и третьей стадиях зрелости гонад, самцы – на пятой стадии зрелости гонад (41 %). У самцов наблюдалось значительное увеличение количества зрелых особей, что, по-видимому, связано с особенностями биологии тихоокеанского кальмара. Как известно, присутствие самцов в районе нереста у этого вида не является обязательным, так как спаривание у тихоокеанского кальмара происходит задолго до начала нереста, поэтому самцы могут оставаться в районах нагула дольше, чем самки.

### Список литературы

1. Шевцов, Г.А. Фауна головоногих моллюсков зоны России Японского моря в летне-осенний период / Г.А. Шевцов, Н.М. Мокрин // Изв. ТИНРО. – 1998. – Т. 123. – С. 191–206.
2. Мокрин, Н.М. Руководство по поиску и промыслу пелагических кальмаров в Японском море и Южно-Курильском районе / Н.М. Мокрин, Е.В. Слободской. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 1998. – 39 с.
3. Млынар, Е.В. Тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus* в северо-западной части Татарского пролива / Е.В. Млынар, А.Ю. Немченко // Методические и прикладные аспекты рыбохозяйственных исследований на Дальнем Востоке. – Хабаровск: ХоТИНРО, 2003. – С. 163–169.
4. Зуев, Г.В. Кальмары (биология и промысел) / Г.В. Зуев, К.Н. Несис. – М.: Пищ. пром-сть, 1971. – 200 с.
5. Промысел пелагических кальмаров: учеб. пособие / М.А. Мизюркин, Н.М. Мокрин, О.Н. Кручинин, Е.В. Слободской, В.Г. Богатков. – Владивосток: ДИПК, 2007. – 110 с.
6. Шевцов, Г.А. Инструкция по сбору и определению промысловых кальмаров в Тихом океане / Г.А. Шевцов. – Владивосток: ТИНРО, 1971. – 10 с.
7. Филиппова, Ю.А. Методика изучения головоногих моллюсков Мирового океана / Ю.А. Филиппова. – М.: ВНИРО, 1983. – 36 с.
8. Дуленина, П.А. Особенности биологии и промысла тихоокеанского кальмара (*Todarodes pacificus*) в прибрежных водах северо-западной части Татарского пролива / П.А. Дуленина // Материалы исследований ХфТИНРО: сб. науч. тр. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2010. – С. 106–114.

**Сведения об авторах:** Булыгин Владимир Владимирович, аспирант;  
Рыбникова Ирина Григорьевна, кандидат биологических наук, доцент,  
e-mail: berehzok@mail.ru.

УДК 582.263/272/273(265.54)

**И.В. Бутов**Институт биологии моря им. А. В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17**ВИДОВОЙ СОСТАВ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
МАКРОФИТОБЕНТОСА БУХТЫ ПЕРЕВОЗНОЙ АМУРСКОГО ЗАЛИВА  
(ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Установлен современный видовой состав макроводорослей бухты Перевозной Амурского зал. (зал. Петра Великого, Японское море). На основе анализа собственных и литературных данных оценено экологическое состояние макрофитобентоса этого района. Показано, что флора бухты Перевозная имеет признаки антропогенной трансформации.*

**Ключевые слова:** водоросли, макрофитобентос, антропогенная трансформация, бухта Перевозная, Амурский залив, залив Петра Великого, Японское море.

**I.V. Butov****THE SPECIES COMPOSITION AND ECOLOGICAL CHARACTERISTICS  
OF MACROPHYTOBENTHOS OF THE PEREVOZNAYA BAY OF AMURSKY BAY  
(PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The contemporary species composition of macroalgae of Perevoznaya Bay of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) has been established. Based on the own and literature data, the ecological state of macrophytobenthos in the study area has been assessed. It is proved that studied flora has the features of anthropogenic transformation.*

**Key words:** algae, macrophytobenthos, anthropogenic transformation, Perevoznaya Bay, Amursky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Растительный комплекс Амурского зал. имеет определенные особенности, так как находится под постоянным воздействием хронического загрязнения при слабом водообмене [1, 2]. Количественные показатели растительности (биомасса, проективное покрытие дна, ширина зарослей) здесь заметно ниже, чем в открытых участках зал. Петра Великого и у берегов Северного Приморья. В 1980-е гг. в северной части Амурского зал. встречено 58 видов водорослей: 10 – Chlorophyta, 12 – Ochrophyta, Phaeophyceae и 36 – Rhodophyta [3]. Литературные данные свидетельствуют о том, что начиная, по крайней мере, с 1970-х гг. макрофитобентос северной части Амурского зал. претерпевает значительные изменения. Отмечено значительное обеднение видового и таксономического разнообразия флоры, снижение ценотической роли видов семейств Laminariaceae, Sargassaceae, Gigartinaceae, Rhodymeniaceae, Ceramiaceae, Delesseriaceae, а также морских трав [3, 4]. В результате возрастающей эвтрофикации в северной вершинной части Амурского зал. наблюдается тенденция к увеличению видового богатства и ценотической роли зеленых водорослей [5, 6].

**Объекты и методы исследований**

Для выяснения текущей экологической ситуации в районе бухты Перевозной Амурского зал. в октябре 2013 г. была проведена сублиторальная экспедиция ИБМ ДВР РАН. Сборы макробентоса, выполненные и обработанные сотрудниками ИБМ согласно общепринятым гидробиологическим методикам [7–9], послужили материалом для сравнительного анализа состояния макрофитобентоса данного района.

**Результаты и их обсуждение**

Всего было найдено 26 видов водорослей, относящихся к 25 родам, 20 семействам, 12 порядкам и 3 отделам (таблица).

**Состав макрофитобентоса бухты Перевозная Амурского залива в 2013 г.  
Composition of macrophytobentos of the Perevoznaya bay in 2013**

№	Вид	Примечание
1	2	3
Отдел Chlorophyta – Зеленые водоросли		
1	<i>Order</i> Cladophorales <i>Family</i> Cladophoraceae <i>Rhizoclonium implexum</i> (Dillwyn) Kützing 1845 – Ризоклониум переплетенный	Эпифит <i>Ptilota filicina</i>
2	<i>Order</i> Ulvales <i>Family</i> Ulvaceae <i>Ulva lactuca</i> Linnaeus 1753 – Ульва салатная	
Отдел Heterokontophyta, класс Phaeophyceae – Бурые водоросли		
1	<i>Order</i> Laminariales <i>Family</i> Costariaceae <i>Agarum clathratum</i> Dumortier 1822 – Агарум решетчатый	
2	<i>Order</i> Sphacelariales <i>Family</i> Sphacelariaceae <i>Sphacelaria rigidula</i> Kützing 1843 – Сфацелярия жестковатая	Эпифит <i>Chrysomenia wrightii</i>
Отдел Rhodophyta – Красные водоросли		
1	<i>Order</i> Ahnfeltiales <i>Family</i> Ahnfeltiaceae <i>Ahnfeltia tobuchiensis</i> (Kanno & Matsubara) Makienko 1970 – Анфельция тобучинская	
2	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Ceramiaceae <i>Antithamnion densum</i> (Suhr) M.A.Howe 1914 – Антитамнион плотный	Эпифит <i>Ptilota filicina</i>
3	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Ceramiaceae <i>Antithamnionella longicellulata</i> L.P.Perstenko 1994 – Антитамнионелла длинноклеточная	Эпифит <i>Ptilota filicina</i>
4	<i>Order</i> Corallinales <i>Family</i> Corallinaceae <i>Bossiella compressa</i> N.G.Kloczcova 1979 – Боссиелла сжатая	
5	<i>Order</i> Rhodymeniales <i>Family</i> Rhodymeniaceae <i>Chrysomenia wrightii</i> (Harvey) Yamada 1932 – Хризимения Райта	
6	<i>Order</i> Gigartinales <i>Family</i> Gigartinaceae <i>Chondrus armatus</i> (Harvey) Okamura 1930 – Хондрус шиповатый	
7	<i>Order</i> Gigartinales <i>Family</i> Gigartinaceae <i>Chondrus pinnulatus</i> (Harvey) Okamura 1930 – Хондрус перистый	С эпифитами
8	<i>Order</i> Colaconematales <i>Family</i> Colaconemataceae <i>Colaconema daviesii</i> (Dillwyn) Stegenga 1985 – Колаконема Давье	Эпифит <i>Chondrus armatus</i> , <i>Ptilota filicina</i> и <i>Palmaria stenogona</i>

## Окончание таблицы

1	2	3
9	<i>Order</i> Corallinales <i>Family</i> Corallinaceae <i>Corallina pilulifera</i> Postels & Ruprecht 1840 – Кораллина шариконосная	
10	<i>Order</i> Gigartinales <i>Family</i> Phyllophoraceae <i>Coccotylus orientalis</i> (A.D.Zinova & Makienko) Perestenko 1994 – Коккотилус восточный	
11	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Dasyaceae <i>Dasya sessilis</i> Yamada 1928 – Дазия сидячая	Эпифит <i>Chondrus armatus</i>
12	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Ceramiaceae <i>Hollenbergia subulata</i> (Harvey) E.M.Wollaston 1972 – Холленбергия шиповатая	Эпифит <i>Ptilota filicina</i> , <i>Ulva lactuca</i> , <i>Sparlingia pertusa</i> и <i>Agarum clathratum</i>
13	<i>Order</i> Corallinales <i>Family</i> Corallinaceae <i>Lithophyllum tumidulum</i> Foslie 1901 – Литофиллум вздутый	Эпифит <i>Ahnfeltia tobu-chiensis</i>
14	<i>Order</i> Gigartinales <i>Family</i> Dumontiaceae <i>Masudaphycus irregularis</i> (Yamada) S.C.Lindstrom 1988 – Мазудафикус неправильный	
15	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Delesseriaceae <i>Nienburgella angusta</i> (A.D.Zinova) L.P.Perestenko 1994 – Нинбургелла узкая	Эпифит <i>Ptilota filicina</i>
16	<i>Order</i> Corallinales <i>Family</i> Corallinaceae <i>Pachyarthron cretaceum</i> (Postels & Ruprecht) Manza 1937 – Пахиартрон меловой	На камнях и раковинах
17	<i>Order</i> Palmariales <i>Family</i> Palmariaceae <i>Palmaria stenogona</i> Perestenko 1980 – Пальмария узкоугольная	
18	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Rhodomelaceae <i>Polysiphonia morrowii</i> Harvey 1857 – Полисифония Морроу	
19	<i>Order</i> Ceramiales <i>Family</i> Wrangeliaceae <i>Ptilota filicina</i> J.Agardh 1876 – Птилота папоротниковидная	С эпифитами
20	<i>Order</i> Acrochaetiales <i>Family</i> Acrochaetiaceae <i>Rhodochorton purpureum</i> (Lightfoot) Rosenvinge 1900 – Родохортон пурпурный	Эпифит <i>Chondrus pinnulatus</i>
21	<i>Order</i> Rhodymeniales <i>Family</i> Rhodymeniaceae <i>Sparlingia pertusa</i> (Postels & Ruprecht) G.W.Saunders, I.M.Strachan & Kraft 1999 – Спарлингия продырявленная	
22	<i>Order</i> Stylonematales <i>Family</i> Stylonemataceae <i>Stylonema alsidii</i> (Zanardini) K.M.Drew 1956 – Стилонема Альсиди	Эпифит <i>Palmaria stenogona</i>

### Массовые и обычные виды современной бентосной флоры бухты Перевозной

1. Птилота папоротниковидная – литорально-сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах в открытых участках побережья. Распространен в Северной Америке, Японии, Корее, России (во всех дальневосточных морях). Многолетнее растение.

2. Пальмария узкоугольная – литорально-сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Распространен во всех дальневосточных морях, в Японии у о. Хоккайдо. Растет самостоятельно или на крупных бурых водорослях. Многолетнее растение.

3. Полисифония Морроу – литорально-сублиторальный вид. Встречается в обрастании. Часто эпифитирует. Обитает на различных грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Вегетирует с февраля по апрель. Распространен в Европе, Северной Америке, Австралии, Китае, Корее, Японии и во всех дальневосточных морях.

4. Нинбургелла узкая – сублиторальный вид. В бухте Перевозной обнаружен как эпифит птилоты. Обитает на твердых грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Распространен в Японском море. Однолетнее растение.

5. Холленбергия шиповатая – литорально-сублиторальный вид. Встречается на различных грунтах в открытых участках побережья как эпифит. Распространен в Японском море и южной части Охотского моря.

6. Анфельция тобучинская – сублиторальный вид. Обитает на мягких грунтах в закрытых бухтах и проливах. Встречается в Японском море и в южной части Охотского моря.

7. Боссиелла сжатая – литорально-сублиторальный вид. Встречается на твердых грунтах и раковинах моллюсков, часто в зарослях морских трав. Азиатский, низкобореальный вид. Обычный вид флоры Татарского пролива.

8. Кораллина шариконосная – литорально-сублиторальный вид. Встречается в различных местообитаниях. Распространен в Тихом океане от Южно-Китайского до Берингова морей. Многолетнее растение.

9. Хондрус перистый – литорально-сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах в полузащищенных и открытых участках побережья. Встречается на ризоидах ламинариевых. Распространен в Японском и Охотском морях и у берегов Японии и Кореи.

10. Спарлингия продырявленная – сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах и на раковинах. Распространен в бореальных водах Тихого океана. Однолетник.

11. Хризимения Райта – сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах в защищенных и полузащищенных участках побережья. Распространен Японском и Желтом морях. Отмечен в бухте Троицы Амурского зал. Однолетнее растение.

12. Агарум решетчатый – сублиторальный вид. Обитает на различных грунтах. Распространен во всех ДВ морях и у берегов Северной Америки, Японии, Кореи. Слоевище жесткое, невкусное, не поедается морскими ежами, может расти в мутной воде.

13. Ульва салатная – литорально-сублиторальный вид. Встречается повсеместно на различных грунтах. Эврибионтный вид с широкой экологической амплитудой. Наиболее обильно развивается в защищенных и полу защищенных участках побережья. Выдерживает антропогенное загрязнение. Распространен в Европе, Северной Америке, Азии и во всех дальневосточных морях.

### Редкие и охраняемые виды макрофитобентоса района бухты Перевозной

В сборах макробентоса в бухте Перевозной Амурского зал. 2013 г. найдены три вида красных водорослей (Rhodophyta), занесенных в Красную книгу Приморского края. Два вида имеют статус (EN). Угрожаемый. Это Антитамнионелла длинноклеточная – *Antithamnionella longicellulata* Perest. и Коккотилус восточный – *Coccotylus orientalis* (Zin. et Mak.) Perest. Один вид, Дазия сидячая – *Dasya sessilis* Yamada, имеет статус (VU). Уязвимый. Вид на границе ареала [10].

В 1970-е гг. в данной бухте [4], кроме выше указанных, встречались два вида макрофитов, имеющих статус (VU). Уязвимый. Это бурая водоросль Коккофора Лангсдорфа – *Coccosphora langsdorfii* (Turn.) Grev., обитающая на границе ареала, и красная водоросль Хондрия обманчивая – *Chondria decipiens* Kylin (Красная..., 2008). В 1970-е гг. эти виды встречались в самой верхней части сублиторали или в литоральной зоне преимущественно в летний период. В осенних сборах 2013 г. они не были обнаружены.

Кроме того, в этом районе могут встречаться 11 краснокнижных видов красных водорослей, найденных в более южных районах Амурского зал. и зал. Посыета. Среди них три вида имеют статус (CR). На грани исчезновения. Это Гелидиум изящный – *Gelidium elegans* Kutzing, находящийся на границе ареала, и эндемики Приморского края: Опунтиелла маленькая – *Opuntiella parva* Perestenko и Токидея коротковолосистая – *Tokidaea hirta* Perestenko. Два вида имеют статус (EN). Угрожаемый: Дюмонтия простая – *Dumontia simplex* Cotton и Лорансия перистая – *Laurencia pinnata* Yamada. Шесть видов имеют статус (VU). Уязвимый. Это Акросориум Йендо – *Acrosorium yendoi* Yamada, Энелитосифония хакодатская – *Enelittosiphonia hakodatensis* (Yendo) Segi, Галиптилон блестящий – *Halyptilon splendens* Kloczc., а также корковые водоросли Пнеофиллум изящный – *Pneophyllum elegans* Kloczc. et Demesh., Пейсонелия азиатская – *Peyssonnelia asiatica* Perest. и Пейсонелия Гарвея – *Peyssonnelia harveyana* Crouan [10].

### Экологическая характеристика макрофитобентоса бухты Перевозной

Отдел Rhodophyta (Красные водоросли) включает 84 % современного видового состава флоры бухты Перевозной. На бурые и зеленые водоросли приходится по 8 % видового состава. Самые крупные порядки содержали от 3 до 7 видов: Ceramiales – 7, Gigartinales – 4, Corallinales – 3. Семейства Corallinaceae и Ceramiaceae включали по 3 вида, Gigartinaceae и Rhodymeniaceae – по 2 вида. Род *Chondrus* представлен 2 видами, остальные – 1 видом. Около половины встреченных видов были эпифитами.

Соотношение видов зеленых, бурых и красных водорослей составило 8, 8 и 84 % соответственно. Чаще всего встречались и имели значимую биомассу 11 видов красных и 1 вид бурых водорослей. Это *Agarum clathratum*, *Ptilota filicina*, *Polysiphonia morrowii*, *Nienburgella ansusta* и др. Обычными были 4 вида красных и 1 вид зеленых водорослей. Редко встречались 9 видов, 7 из которых были эпифитами.

В 1970-е гг. в бухте Перевозной отмечали 66 видов макрофитов, в том числе 40 видов красных, 19 бурых, 5 зеленых водорослей и 2 вида морских трав [4]. Сборы проводили весной, летом и осенью. Флора включала виды из 55 родов, 26 семейств и 14 порядков. Около трети видов являлись эпифитами. Крупнейшие порядки содержали от 3 до 23 видов: Ceramiales – 23, Gigartinales – 10, Ectocarpales – 9 и др. Крупные семейства включали 3–10 видов: Rhodomelaceae – 10, Chordariaceae – 8, Ceramiaceae – 5 и т.д. Род *Polysiphonia* был представлен 3 видами, остальные рода – 1–2 видами. Большинство макрофитов (52 %) были представлены сезонными формами, которые встречались только весной и летом.

Соотношение видов зеленых, бурых и красных водорослей составляло 8, 30 и 62 %, соответственно. Таксономическое разнообразие исследованной флоры, если рассуждать формально, снизилось: на уровне семейств – в 1,3 раза, на уровне родов – в 2,2 раза. Однако, по результатам исследований 1970-х гг., большинство видов не встречались в сентябре-октябре. Практически в этот период в бухте, с учетом многолетних форм, могло обитать порядка 30–35 видов макрофитов.

В 1970-е гг. обычными видами красных водорослей были *Ahnfeltia tobuchiensis*, *Ahnfeltiopsis flabelliformis*, *Chondrus armatus* и др. В 2013 г. большинство этих видов встречались редко или отсутствовали.

Массовыми бурыми водорослями были 6 видов: *Agarum clathratum*, *Desmarestia viridis*, *Saccharina cichorioides* и др. В 2013 г. был встречен только *Agarum*. Обычные виды зеленых водорослей в 2013 г. не обнаружены.

Особенно настораживает исчезновение зарослеобразующих и многолетних форм морских макрофитов. Ряд видов, как и раньше, встречается в бухте, но их биоценотическая роль изменилась: она либо уменьшилась, как у *Ahnfeltia* и *Chondrus*, либо возросла, как у *Ptilota*. Нет и зарослей *Zostera marina*.

Обращает на себя внимание и факт появления в исследованной флоре видов, устойчивых к термальному и органическому загрязнению. Это зеленые водоросли *Ulva lactuca* и *Rhizoclonium riparium*, красные *Dasya sessilis* и *Palmaria stenogona*.

Помимо этого большинство сообществ имеет бедный таксономический состав, нетипичные для зал. Петра Великого пропорции мегатаксонов и отсутствие ряда характерных видов, а также высокая доля известковых красных водорослей в сообществах. Подобные изменения являются признаками антропогенной трансформации флоры под воздействием эвтрофикации [11–13].

### Список литературы

1. Ващенко, М.А. Загрязнение залива Петра Великого Японского моря и его биологические последствия / М.А. Ващенко // Биол. моря. – 2000. – Т. 26, № 3. – С. 149–159.
2. Огородникова, А.А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого: монография / А.А. Огородникова. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2001. – 193 с.
3. Гусарова, И.С. Макрофитобентос северной части Амурского залива / И.С. Гусарова // Изв. ТИНРО. – 2008. – Т. 155. – С. 88–98.
4. Суховеева, М.В. Видовой состав, распределение водорослей и морских трав в Амурском заливе (Японское море) / М.В. Суховеева, Л.Г. Паймеева // Изв. ТИНРО. – 1974. – Т. 92. – С. 133–152.
5. Levenets, I.R. Benthic flora of the inner part of Amursky Bay (Sea of Japan) / I.R. Levenets, A.V. Skriptsova // Ecological studies and the state of the ecosystem of Amursky Bay and the estuarine zone of the Razdolnaya River (Sea of Japan). – Vladivostok: Dalnauka, 2008. – P. 284–301.
6. Коженкова, С.И. Распределение зеленых водорослей-макрофитов в Амурском заливе (Японское море) / С.И. Коженкова, Н.К. Христофорова // Изв. ТИНРО. – 2009. – Т. 159. – С. 156–167.
7. Абакумов, В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В.А. Абакумов. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
8. Березина, Н.А. Практикум по гидробиологии / Н.А. Березина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
9. Звягинцев, А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана / А.Ю. Звягинцев. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.
10. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов / Биолого-почвенный институт ДВО РАН. – Владивосток: АВК «Апельсин», 2008. – С. 446–485.
11. Клочкова, Н.Г. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция: монография / Н.Г. Клочкова, В.А. Березовская. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 208 с.
12. Diez, I. Phytobentic intertidal community structure along an environmental pollution gradient / I. Diez, A. Secilla, A. Santolaria, J.M. Gorostiaga // Mar. Poll. Bull. – 1999. – Vol. 38. – P. 463–472.
13. Munda, I.M. Changes and degradation of seaweed stands in the Northern Adriatic / I.M. Munda // Hydrobiologia. – 1993. – Vol. 261. – P. 239–253.

**Сведения об авторе:** Бутов Иван Владимирович, аспирант, младший научный сотрудник, e-mail: ivanbutov-91@mail.ru.

УДК 595.373

**Т.Е. Буторина<sup>1</sup>, О.А. Еловская<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б<sup>2</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43**ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАКООБРАЗНЫХ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ  
(СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Впервые проведено изучение видового состава ракообразных бухты Северной (Славянский зал., зал. Петра Великого). Отмечено 48 видов, относящихся к 36 родам, 30 семействам, 9 отрядам. Основу фауны (32 вида) формируют бентосные ракообразные семейств Paguridae, Balanidae, Caprellidae и др., которые участвуют в утилизации метаболитов объекта марикультуры – приморского гребешка. 5 видов являются планктонными формами. Хозяевами паразитических ракообразных (11 видов) служат преимущественно донные рыбы семейств Pleuronectidae, Cottidae, Hexagrammidae и др.*

**Ключевые слова:** ракообразные, планктон, бентос, паразиты, бухта Северная, залив Петра Великого, Японское море.

**T.E. Boutorina, O.A. Elovskaya****TAXONOMIC REVIEW OF CRUSTACEANS OF SEVERNAYA BAY  
(SLAVYANSKY BAY, PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The results of primary faunistic researches of crustaceans of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay) have been presented. 48 species were registered in Severnaya Bay from 30 families and 9 orders. The base of fauna (32 species) form the benthic crustaceans of the families Paguridae, Balanidae, Caprellidae and others, which participate in utilization of organic metabolites of scallop in aquaculture. 5 species are planktonic forms. Mainly benthic fishes of the families Pleuronectidae, Cottidae and Hexagrammidae serve as hosts of parasitic crustaceans (11 species).*

**Key words:** crustaceans, plankton, benthos, parasites, Severnaya Bay, Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Ракообразные, наряду с моллюсками, играют ключевую роль в структуре прибрежных морских экосистем. Они входят в состав планктонных и бентосных сообществ. Мелкие ракообразные составляют основу морского планктона, участвуют в трофических цепях от фитопланктона к рыбам-планктофагам. Донные ракообразные выполняют в морских сообществах роль хищников и детритофагов, регуляторов численности гидробионтов, утилизаторов органических остатков, без которых невозможно существование ни одной экосистемы. Совершая вертикальные миграции на глубину, ракообразные участвуют в переносе тяжелых металлов, пестицидов и других веществ из седиментов в пелагиаль. Некоторые виды ракообразных ведут паразитический образ жизни, являясь паразитами рыб и других гидробионтов, служат субстратом для различных эпибионтов или сами являются симбионтами беспозвоночных. Ракообразные принимают активное участие в регуляции численности кишечнополостных, колонии которых образуют основу обрастаний гидробиотехнических сооружений марикультуры. В бухте Северной много лет функционирует марикультурное хозяйство, сложились взаимосвязи между членами сообщества обрастания садков и коллекторов по выращиванию приморского гребешка. Из сказанного становится очевидной роль ракообразных в экосистеме бухты как ее важнейших компонентов, которые оказывают существенное влияние на функционирование всего биотического комплекса в целом.

Фауна ракообразных бухты Северной до настоящего времени специально не изучалась. Для оценки общего состояния экосистемы бухты и воздействия на нее хозяйства марикультуры здесь были проведены мониторинговые, токсикологические и паразитологические исследования [1–5], изучен состав высших водных растений и водорослей, многощетинковых червей [6, 7].

#### **Объекты и методы исследования**

Материалом для исследования послужили коллекции планктонных и бентосных ракообразных, собранные на кафедре «Экология и природопользование» студентами и преподавателями во время учебных и производственных практик в бухте Северной на базе Научно-производственного департамента марикультуры и сотрудниками Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН в 2004–2012 гг.

Для выявления паразитических ракообразных нами было обследовано 232 экз. рыб в бухте Северной [4]. Зараженными оказалось 17 экз., или 7,3 %. Паразитические ракообразные были зарегистрированы у 11 видов рыб, относящихся к 9 семействам 7 отрядов. На зараженность паразитическими ракообразными осмотрено также 65 экз. свободноживущих ракообразных, зараженными оказались 2 экз., или 3,1 %. Паразиты найдены у 2 видов крабов, представителей одного семейства.

В ходе работы использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического [8–10] и паразитологического материала [11, 12].

#### **Результаты и их обсуждение**

По результатам работы составлен таксономический список ракообразных бухты Северной Славянского зал., который приводится ниже. Для каждого вида дана информация о систематическом положении в соответствии с приведенным в Мировом и Европейском регистрах морских видов [13, 14], принятом в настоящее время латинском названии и синонимах [15–31, 59, 63–67].

### **ТИП ARTHROPODA SIEBOLD ET STANNIUS, 1848 – ЧЛЕНИСТОНОГИЕ**

#### **ПОДТИП CRUSTACEA BRÜNNICH, 1772**

##### **Класс Branchiopoda Latreille, 1829**

##### **Отряд Diplostraca Gerstaecker, 1866**

##### **Семейство Podonidae Mordukhai-Boltovskoi, 1968**

##### **Род *Evadne* Loven, 1836**

##### ***Evadne nordmanni* Loven, 1836**

Вид отмечен в прибрежных водах европейских стран, Черном море, предполагается, что он занесен в Балтийское море [13, 32, 33].

##### **Род *Podon* Lilljeborg, 1853**

##### ***Podon leuckartii* Sars, 1862**

Встречается в атлантических водах у побережья Европы [13, 30].

##### **Род *Pleopis* Dana, 1852**

##### ***Pleopis polyphemoides* (Leuckart, 1859)**

Широко распространенный вид, отмечен в Балтийском море у берегов Швеции, Эстонии [34, 35], у побережья Канады [36].

#### **Суперкласс Multicrustacea Regier, Shultz, Zwick, Hussey, Ball, Wetzer, Martin & Cunningham, 2010 [37]**

Суперкласс был выделен в результате филогенетического изучения 75 видов членистоногих на основе сравнения комплементарной ДНК при одном копировании генов, кодирую-

щих ядерный белок (single-copy nuclear protein-coding genes). При этом Multicrustacea оказался сестринским по отношению к классу Branchiura. Суперкласс включает следующие таксоны: подклассы Soropoda, Thecostraca и класс Malacostraca [37].

**Подкласс Сорерода Milne Edwards, 1840**

(Отряд Сорерода Milne Edwards, 1840 по: Казаченко, 2001 [18])

**Отряд Calanoida Sars, 1903**

**Семейство Acartiidae Sars, 1903**

**Род *Acartia* Dana, 1846**

***Acartia (Acartiura) clausi* Giesbrecht, 1889**

Встречается у берегов Европы (побережье Ирландии, Испании) [38-40].

**Отряд Cyclopoida Sars, 1886**

**Семейство Oithonidae Dana, 1853**

**Род *Oithona* Baird, 1843**

***Oithona similis* Claus, 1866**

Син.: *Oithona helgolandica* (Claus, 1863); *O. pygmaea* Воек, 1865; *O. spinifrons* Воек, 1865; *Oithonella helgolandica* Claus, 1863 [13].

Вид – космополит с очень широким распространением [14].

**Семейство Chondracanthidae Milne Edwards, 1840 (паразиты рыб)**

**Род *Chondracanthus* Delaroche, 1811**

***Chondracanthus irregularis* Fraser, 1920 [31]**

Син.: *Chondracanthodes lotellae* (Thomson G.M., 1890); *Chondracanthopsis dogieli* (Gussev, 1951); *Chondracanthus dogieli* Gussev, 1951 [41]; *Ch. lotellae* Thomson G.M., 1890.

**Хозяева:** *Myoxocephalus brandti* (Steindachner, 1867), *M. stelleri* Tilesius, 1811 (Scorpaeniformes, Cottidae) [4].

**Локализация:** жаберная полость.

**Отряд Siphonostomatoida Latreille, 1829**

**Семейство Caligidae Burmeister, 1835 (паразиты рыб)**

**Род *Caligus* Müller, 1785**

***Caligus orientalis* Gussev, 1951 [31, 41]**

Син.: *Caligus japonicus* Gussev in Isakova-Keo, 1952 [42]

*Caligus communis* Shen, 1957; *Caligus laticarpus* Shen, 1957

**Хозяин:** *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872 (Cypriniformes, Cyprinidae) [4, 42].

**Локализация:** поверхность тела.

**Род *Lepeophtheirus* Nordmann, 1832**

***Lepeophtheirus elegans* Gussev, 1951 [41]**

**Хозяин:** *Pholis nebulosus* (Temminck et Schlegel, 1845) (Perciformes, Pholididae).

**Локализация:** поверхность тела.

Встречается у побережья Кореи, эктопаразит *Sebastes schlegeli* [43].

***Lepeophtheirus hexagrammi* Gussev, 1951 [41]**

**Хозяин:** *Hexagrammos octogrammus* (Pallas, 1810) (Scorpaeniformes, Hexagrammidae).

**Локализация:** поверхность тела [4].

***Lepeophtheirus hospitalis* Fraser, 1920**

Син.: *Lepeophtheirus kareii* Yamaguti, 1936.

**Хозяин:** *Platichthys stellatus* (Pallas, 1811) (Pleuronectiformes, Pleuronectidae).

**Локализация:** жабры, брюшные плавники.

Другие хозяева: отмечен также у *Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810; *Hypoptychus dybowski* Steindachner, 1880; *Kareius bicoloratus* Basiliewsky, 1855; *Lepidopsetta bilineata* (Ayres, 1855); *Lepidotrigla microptera* Gunther, 1873; *Limanda punctatissima* (Steindachner, 1879); *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzenstein, 1891); *Mugil cephalus* Linnaeus, 1758; *Parophrys vetulus* Girard, 1854; *Pleuronichthys coenosus* Girard, 1854 [31].

***Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer, 1837)**

Син.: *Caligus salmonis* Kroyer, 1837; *Caligus pacificus* Gissler, 1883; *Caligus stroemii* Baird, 1847; *Caligus vespa* Milne Edwards, 1840.

**Хозяин:** *Oncorhynchus keta* (Salmoniformes, Salmonidae).

**Локализация:** поверхность тела [4].

Другие хозяева: эктопаразит *Acipenser transmontanus* Richardson, 1836; *Ammodytes hexapterus* Pallas, 1814; *Belone belone* (Linnaeus, 1761); *Hexanchus griseus* (Bonnaterre, 1788); *Labrus bergylta* Ascanius, 1767; *Tribolodon brandtii* Dybowski, 1872; *T. hakonensis* (Gunther, 1880); *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792); *O. keta* (Walbaum, 1792); *O. kisutch* (Walbaum, 1792); *O. masou* (Brevoort, 1856); *O. mykiss* (= *Parasalmo mykiss*) (Walbaum, 1792); *O. nerka* (Walbaum, 1792); *O. tschawytscha* (Walbaum, 1792); *Salmo clarkii* Richardson, 1836; *S. gairdneri* Richardson, 1836; *S. salar* Linnaeus, 1758; *S. trutta* Linnaeus, 1758; *Salvelinus alpinus* (Linnaeus, 1758); *S. fontinalis* (Mitchill, 1814); *S. leucomaenis* (Pallas, 1814), *S. malma* (Walbaum, 1792); *S. levanidovi* Chereshev, Skopetz et Gudkov, 1989; *Pollachus virens* (Linnaeus, 1758); *Sebastes rubrivinctus* (Jordan & Gilbert, 1880) [31, 44].

***Lepeophtheirus* sp.**

**Хозяева:** *Pholis nebulosus* (Perciformes, Pholididae), *Myoxocephalus stelleri* (Scorpaeniformes, Cottidae).

**Локализация:** поверхность тела [4].

**Семейство Lernaeopodidae Milne Edwards, 1840 (паразиты рыб)****Род *Nectobrachia* Fraser, 1920*****Nectobrachia indivisa* Fraser, 1920**

Син.: *Nectobrachia wilsoni* Yu et Wu, 1932.

**Хозяева:** *Pseudopleuronectes obscurus* (Herzen, 1891), *Platichthys stellatus* (Pleuronectiformes, Pleuronectidae).

**Локализация:** жаберная полость [4].

Другие хозяева: найден у *Lepidopsetta bilineata*, *L. polyxistra* Ott & Matarese, 2000 [31].

**Семейство Hatschekiidae Kabata, 1979 (паразиты рыб)****Род *Hatschekia* Poche, 1902*****Hatschekia monacanthi* Yamaguti, 1939**

**Хозяин:** *Thamnaconus modestus* (Günther, 1877) (Tetraodontiformes, Monacanthidae).

**Локализация:** жаберная полость [4].

**Подкласс Thecostraca Gruvel, 1905****Отряд Sessilia Lamarck, 1818****Семейство Balanidae Leach, 1806****Род *Balanus* Costa 1778*****Balanus crenatus* Bruguiere, 1789**

Вид распространен в северных частях Атлантического и Тихого океанов [13, 14, 19, 45]. Он представлен тремя подвидами: *Balanus crenatus crenatus* Bruguière, 1789; *B. crenatus curviscutum* Pilsbry, 1916 и *B. crenatus delicatus* Pilsbry, 1916 [14].

***Balanus rostratus* Hoek, 1883 [14, 46]**

Отмечен в сообществах обрастания установок марикультуры в зал. Находка, причальных сооружений на о. Русский [47]. Подвид *Balanus rostratus alaskensis* Pilsbry, 1916 встречается на Аляске [25].

**Род *Amphibalanus* Pitombo, 2004*****Amphibalanus improvisus* (Darwin, 1854)**

Син.: *Balanus improvisus* Darwin, 1854 [48].

Широко распространенный инвазивный вид [13, 14, 19].

**Семейство Archaeobalanidae Newman & Ross, 1976****Род *Hesperibalanus* Pilsbry, 1916*****Hesperibalanus hesperius hesperius* (Pilsbry, 1916)**

Син.: *Hesperibalanus hesperius* (Pilsbry, 1916); *Solidobalanus hesperius* Pilsbry, 1916 [14].

**Семейство Sacculinidae Lilljeborg, 1860 (паразиты ракообразных)****Род *Polyascus* Glenner, Lützen & Takahashi, 2003*****Polyascus polygenea* (Lützen et Takahashi, 1997)**

Син.: *Sacculina polygenea* Lützen et Takahashi, 1997 [49, 50]

**Хозяева:** *Hemigrapsus sanguineus* (de Haan, 1935), *H. peniciliatus* (de Haan, 1935) (Decapoda, Grapsidae).

**Локализация:** брюшко ракообразных [4].

**Класс Malacostraca Latreille, 1802****Отряд Decapoda Latreille, 1802****Семейство Crangonidae Haworth, 1825****Род *Crangon* Fabricius, 1798*****Crangon propinguus* Stimpson, 1860**

Син.: *Crangon vulgaris* var. *shidlovskii* Ostroumov, 1896

*Steiracrangon orientalis* var. *longicauda* f. *pacifica* Czerniavsky, 1884 [14, 51].

Тихоокеанский приазиатский бореальный вид, распространен в северной части Японского моря.

**Семейство Pandalidae Haworth, 1825****Род *Pandalus* Leach, 1814*****Pandalus latirostris* Rathbun, 1902**

Син.: *Pandalus kessleri* Czerniavsky, 1878

Широко распространенный вид (Черное, Японское, Восточно-Сибирское моря, Северная Атлантика) [14].

**Семейство Porcellanidae Haworth, 1825****Род *Pachycheles* Stimpson, 1858*****Pachycheles stevensii* Stimpson, 1858**

Единственный представитель семейства Porcellanidae в российских водах Японского моря [20, 52, 53].

**Семейство Lithodidae Samouelle, 1819****Род *Paralithodes* Brandt, 1848*****Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815)**

Син.: *Lithodes japonicus* de Haan, 1849; *L. spinosissimus* Brandt, 1848; *Maja camtschatica* Tilesius, 1815; *Paralithodes camtschatica* (Tilesius, 1815); *P. rostrifalcatus* MacKay, 1932.

Вид был успешно интродуцирован в Баренцево море, после чего регистрировался в Северном море, в северной Атлантике у берегов Европы и побережья Италии [13, 20, 54].

**Семейство Dorippidae MacLeay, 1838****Род *Paradorippe* Serène & Romimohtarto, 1969*****Paradorippe granulata* (De Haan, 1841)**

Син.: *Dorippe granulata* de Haan, 1841.

Тихоокеанский приазиатский вид, встречается в Японском море, у побережья Китая, Японии [13, 14, 23].

**Семейство Majidae Samouelle, 1819****Род *Pugettia* Dana, 1851*****Pugettia quadridens* (De Haan, 1839)**

Син.: *Pisa* (*Menoethius*) *quadridens* De Haan, 1839

Единственный представитель рода *Pugettia* в российских водах Японского моря, распространен в Тихоокеанском бассейне от берегов Приморья, Японии и Сахалина до Гонконга [23, 55].

**Семейство Oregoniidae Garth, 1958 [56]**

**Род *Chionoecetes* Kroyer, 1838**

***Chionoecetes opilio* (O. Fabricius, 1788)**

Син.: *Cancer phalangium* O. Fabricius, 1780; *C. opillio* O. Fabricius, 1788; *Chionoecetes behringianus* Stimpson, 1857; *C. chilensis* Streets, 1870; *Peloplastus pallasi* Gerstaecker, 1856.

Вид широко распространен в Атлантическом океане и северной части Тихого океана [13, 14].

**Семейство Cancridae Latreille, 1802**

**Род *Cancer* Linnaeus, 1858**

***Glebocarcinus amphioetus* (Rathbun, 1898)**

Син.: *Cancer amphioetus* Rathbun, 1898; *Cancer bullatus* Balss, 1922 [57]. *C. pygmaeus* Ortmann, 1893; *Trichocarcinus dentatus* Miers, 1879 [14, 57].

Отмечен в Бохайском зал. в северо-восточной части Желтого моря [58].

**Семейство Paguridae Latreille, 1802**

**Род *Pagurus* Fabricius, 1775**

***Pagurus middendorffii* Brandt, 1851**

Распространенный у берегов Японии вид [17].

***Pagurus pectinatus* (Stimpson, 1858)**

Син.: *Pagurus pectinatus* Ortmann, 1892; *Eupagurus pectinatus* Stimpson, 1858; *Eupagurus seriespinosus* Thallwitz, 1891; *Clibanarius japonicus* Rathbun, 1903 [59].

Встречается у берегов Японии, юга Дальнего Востока России, Кореи и Северо-Восточного Китая [21].

***Pagurus brachiomastus* (Thallwitz, 1892)**

Син.: *Eupagurus brachiomastus* Thallwitz, 1892.

Встречается у берегов Японии [21].

***Pagurus pubescens* Krøyer, 1838**

Син.: *Eupagurus kroyeri* Stimpson, 1859; *Pagurus kroyeri* (Stimpson, 1859); *P. thompsoni* Bell, 1853.

Распространен в Северной Атлантике у побережья Европы, в арктической части Канады [13].

**Семейство Epiplatidae MacLeay, 1838**

**Род *Pisoides* H. Milne Edwards & Lukas, 1843**

***Pisoides bidentatus* (A. Milne-Edwards, 1873)**

Син.: *Libinia bidentatus* A. Milne-Edwards, 1873; *Dociea orientalis* Miers, 1879; *Libinia expansa* A. Milne-Edwards, 1878 [14].

Встречается в Японском море, Татарском проливе, у побережья Японии [60].

**Семейство Varunidae H. Milne Edwards, 1853**

**Род *Hemigrapsus* Dana, 1851**

***Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835)**

Син.: *Grapsus* (*Grapsus*) *sanguineus* De Haan, 1835; *Heterograpsus maculatus* H. Milne Edwards, 1853.

Этот азиатский вид в настоящее время широко расселился из Восточной Азии на побережье Северной Америки и Европы [14, 61].

***Hemigrapsus penicillatus* (De Haan, 1835)**

Син.: *Grapsus* (*Eriocheir*) *penicillatus* De Haan, 1835; *Brachynotus brevidigitatus* Yokooya, 1928. Естественный ареал вида включает Курильские о-ва, зал. Анива (Сахалин), побережье Японии, Китая, Кореи, Тайвань и простирается до Гонконга. В 2005 г. вид был разделен на *H. penicillatus* и *H. takanoi* Asakura & Watanabe, 2005. Последний (очень близкий к *H. penicillatus*) считается инвазивным, который распространился в Атлантике у побережья Европы [62].

**Отряд Mysida Boas, 1883****Семейство Mysidae Haworth, 1825****Род *Neomysis* Czerniavsky, 1882*****Neomysis czerniavskii* Derzhavin, 1913 [27]**

Син.: *Neomysis czerniavskii* Derzhavin, 1913 [28, 63].

Вид распространен в северной части Тихого океана (Берингово море, побережье Камчатки, Японии, Кореи) и Индо-Пацифике [26].

**Отряд Amphipoda Latreille, 1816****Семейство Anisogammaridae Bousfield, 1977****Род *Anisogammarus* Derzhavin, 1927*****Anisogammarus pugettensis* (Dana, 1853)**

Син.: *Gammarus pugettensis* Dana, 1849 [24].

Распространен от Чукотского моря до Японии. Представлен двумя подвидами *Anisogammarus pugettensis dybowskyi* (Derzhavin, 1927) и *A. pugettensis pugettensis* (Dana, 1853). Второй подвид встречается у берегов Канады (Британская Колумбия) и США [24].

**Род *Eogammarus* Birnstein, 1933*****Eogammarus possjeticus* (Tzvetkova, 1967)**

Син.: *Anisogammarus (Eogammarus) possjeticus* Tzvetkova, 1967; *Eogammarus sinensis* Ren, 1992.

Вид распространен на Охотском побережье, у берегов Камчатки, Сахалина, Курильских о-вов, о. Хоккайдо, в Желтом море [14, 24].

**Семейство Ischyroceridae Stebbing, 1899****Род *Jassa* Leach, 1814*****Jassa marmorata* Holmes, 1905**

Син.: *Jassa falcata* Chevreaux et Fage, 1925.

Естественный ареал вида – северо-восточная часть Атлантического океана. Интродуцирован в Северо-Восточной Азии. Часто встречается в сообществах обрастаний [14, 24].

**Семейство Lysianassidae Dana, 1849****Род *Orchomenella* Sars, 1890*****Orchomenella pinguis* (Boeck, 1861)**

Широко распространенный в Тихом, Атлантическом и Северном Ледовитом океанах вид. Отмечен в прибрежных водах Канады [13, 14].

**Семейство Caprellidae Leach, 1814****Род *Caprella* Lamarck, 1801*****Caprella danilevskii* Czerniavskii, 1868**

Широко распространенный вид, отмечен в Северной Атлантике, Тихом океане, Желтом, Японском морях [13, 24].

***Caprella bispinosa* Mayer, 1903**

Встречается в зал. Петра Великого, у побережья Японии, Курильских о-вов, Сахалина. Отмечен у берегов Китая [14, 23, 24, 64].

***Caprella eximia* Mayer, 1890**

Встречается в Японском море, у берегов Кореи, Южных Курильских о-вов [14, 24, 64].

**Семейство Ampithoidae Stebbing, 1899****Род *Ampithoe* Leach, 1814**

Син.: *Ampithoe* Latreille, 1817 [13, 24].

***Ampithoe lacertosa* Bate, 1858**

Син.: *Ampithoe macrurus* Stephensen, 1944; *A. japonica* Stebbing, 1906; *A. stimpsoni* Boeck, 1871; *A. scitulus* Harford, 1877; *Dexamine scitulus* Harford, 1877 [65, 66].

Зарегистрирован у побережья Южной Кореи [24].

**Семейство Hyalidae Bulycheva, 1957****Род *Parhyale* Stebbing, 1897 [20]*****Parhyale zibellina* Derzhavin, 1937**Син.: *Hyale zibellina* Derzhavin, 1937.

Встречается в Японском, Охотском морях, у Курильских о-вов [16].

**Отряд Isopoda Latreille, 1817****Семейство Paranthuridae Menzies & Glynn, 1968****Род *Paranthura* Spence Bate & Westwood, 1866*****Paranthura japonica* Richardson, 1909**

Распространен в северной части Тихого океана, у берегов Японии [29].

**Семейство Sphaeromatidae Latreille, 1825****Род *Cymodoce* Leach, 1814*****Cymodoce acuta* Richardson, 1904**

Вид отмечен в Северной Пацифике, побережье Японии [14].

**Род *Holotelson* Richardson, 1909*****Holotelson tuberculatus* Richardson, 1909**Син.: *Cassidias trituberculata* Thielemann, 1910

Встречается в северной части Тихого океана у берегов Японии, Северного Китая [14, 29].

**Семейство Cymothoidae Dana, 1852****Род *Mothocya* Costa in Hope, 1851 (паразиты рыб)*****Mothocya sajori* Bruce, 1986****Хозяин:** *Hyporhamphus sajori* (Temminck et Schlegel, 1846) (Beloniformes, Nemiramphidae), *Cololabis saira* Brevoort, 1856 (Beloniformes, Nemiramphidae).**Локализация:** жаберно-ротовая полость [4, 67].**Заключение**

В результате проведенного исследования (состав планктонных ракообразных остается пока слабо изученным) выяснено, что фауна ракообразных в бухте Северной включает не менее чем 48 видов, которые представляют 36 родов, 30 семейств, 9 отрядов, 4 класса. Основную часть видов (37) составляют свободноживущие ракообразные (77,1 %), паразиты представлены 11 видами (22,9 %). Из общего числа на долю организмов бентоса приходится 66,7 % (32 вида). В этой группе отмечено 24 рода, они относятся к 21 семейству 4 отрядов 2 классов. Семейство Paguridae представлено 4 видами, семейства Balanidae и Caprellidae содержат по 3 вида, остальные представлены 1–2 видами. Самыми многочисленными являются отряды Decapoda (15 видов) и Amphipoda (12 видов).

Планктонные ракообразные в данной сводке представлены 5 видами, относящимися к 5 родам: Evadne, Podon, Pleopis, Acartia и Oithona. Тихоокеанские виды и виды с широким распространением представлены среди свободноживущих ракообразных примерно равным числом видов и составляют 48,6 и 51,4 % соответственно.

Паразитические ракообразные являются представителями 7 родов, из которых только род *Lereophtheirus* включает 5 видов, остальные представлены единичными видами. Паразитические ракообразные относятся к 6 семействам, наиболее многочисленное из них семейство Caligidae включает 6 видов. Из 4 отрядов отряд Siphonostomatoidea содержит 8 видов, класс Soropodoidea включает основную часть (9 из 11) всех найденных видов паразитов.

Хозяевами паразитических ракообразных служат преимущественно донные и придонные рыбы, представители следующих семейств: камбаловые Pleuronectidae (3 вида), керчаковые Cottidae (2 вида) и терпуговые Hexagrammidae (2 вида). Звездчатая камбала, мраморный керчак и чешуеголовый маслюк являются хозяевами двух видов ракообразных. Остальные семейства рыб, зараженных ракообразными, представлены единичными видами. Это лососевые Salmonidae, карповые Cyprinidae, полурыловые Nemiramphidae, скумбры-

ковые Scomberesocidae, маслюковые Pholididae и единороговые Monacanthidae (Aluteridae). Один вид ракообразных *Polyascus polygenea* использует в качестве хозяев ракообразных семейства Grapsidae (зараженность составила 6,5 %, интенсивность инвазии – 1–2 экз.). Дальнейшие исследования позволят увеличить общий список видов ракообразных бухты Северной прежде всего за счет планктонных форм.

### Список литературы

1. Смирнова, Е.В. Результаты экологического мониторинга экосистемы б. Северной (Амурский залив) / Е.В. Смирнова // Материалы XIV Всерос. межвуз. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – С. 134–136.
2. Шевченко, О.Г. Потенциально токсичные микроводоросли в составе фитопланктона бухты Северной (Славянский залив) в летне-осенний период 2008 года / О.Г. Шевченко, Т.В. Бложко, Е.А. Герасимова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2010. – Ч. 1. – С. 113–117.
3. Шевченко, О.Г. Мониторинг потенциально токсичных микроводорослей в бухте Северной (Славянский залив) в 2008, 2009 гг. / О.Г. Шевченко, С.И. Масленников, Т.В. Бложко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 24. – С. 34–42.
4. Буторина, Т.Е. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка / Т.Е. Буторина, Н.И. Скиба // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – Ч. 2. – С. 102–105.
5. Буторина, Т.Е. Таксономический обзор паразитов гидробионтов бухты Северной (Славянский залив, Японское море) / Т.Е. Буторина // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – Т. 35. – С. 3–15.
6. Левенец, И.Р. Таксономический обзор морских растений бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) / И.Р. Левенец, О.Г. Шевченко. // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – Т. 35. – С. 22–33.
7. Некрасова, М.И. Таксономический обзор многощетинковых червей бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) / М.И. Некрасова, Т.Е. Буторина. // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – Т. 35. – С. 34–40.
8. Абакумов, В.А. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / В.А. Абакумов – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 239 с.
9. Березина, Н.А. Практикум по гидробиологии / Н.А. Березина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
10. Звягинцев, А.Ю. Морское обрастание в северо-западной части Тихого океана / А.Ю. Звягинцев. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 432 с.
11. Паразитологическое исследование рыб / Н.Б. Чернышева, Е.В. Кузнецова, В.Н. Воронин, Ю.А. Стрелков. – СПб.: ГосНИОРХ, 2009. – 20 с.
12. Рыбаков, А.В. Болезни и паразиты культивируемых и промысловых беспозвоночных и водорослей / А.В. Рыбаков, Т.Е. Буторина, В.Н. Кулепанов, Л.В. Зверева. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005. – 123 с.
13. Costello, M.J. European register of marine species: a check-list of the marine species in Europe and a bibliography of guides to their identification. / Costello, M.J., Emblow C.S. & White R. (eds.). Collection Patrimoine Naturels, 50. Paris: Mus. Nat. d'Histoire naturelle. – 2001. – 463 p. Available online at <http://www.marinespecies.org/>
14. World Register of Marine Species. Accessed through: <http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=106218> on 2015-12-13.
15. Адрианов, А.В. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого Японского моря / А.В. Адрианов, О.Г. Кусакин. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 349 с.

16. Булычева, А.И. Морские блохи морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda – Talitroidea) / А.И. Булычева. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1957. – 185 с.
17. Гурьянова, Е.Ф. Бокоплавов морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda, Gammaridae) / Е.Ф. Гурьянова (Определители по фауне СССР). – Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1951. – Вып. 41. – 1029 с.
18. Казаченко, В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб: в 2 ч. / В.Н. Казаченко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Ч. I. – 161 с. – Ч. II. – 253 с.
19. Полтаруха, О.П. Свободноживущие усонogie ракообразные и фасетотекты / О.П. Полтаруха, О.М. Корн, Е.А. Пономаренко // Биота российских вод Японского моря. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – Т. 5. – 154 с.
20. Слизкин, А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России / А.Г. Слизкин. – Владивосток: ТИПРО-Центр, 2010. – 128 с.
21. Annotated checklist of anomuran decapod crustaceans of the world (exclusive of the Kiwaoidea and families Chirostylidae and Galatheidae of the Galatheaidea) Part I. Lithodoidea, Lomisoidea and Paguroidea / McLaughlin P.A., Komai T., Lemaitre R., Listyo R. D. // The Raffles Bull. of Zoology. – 2010. – Suppl. № 23. – P. 5–107.
22. Lowry, J.K. Catalogue of the Gammaridean and Corophiidean Amphipoda (Crustacea) of the Southern Ocean, with distribution and ecological data / Lowry J.K., Jazdzewski K., Robert H. // De Broyer C. (ed.). Census of Antarctic Marine Life: Synopsis of the Amphipoda of the Southern Ocean. – Vol. I. – Bull. de l'Institut royal des Sciences naturelles de Belgique. Biologie. – 2007. – Vol. 77. – Suppl. 1. – P. 1–325.
23. Checklist of marine biota of China seas / Liu, J.Y. (ed.). – China Science Press. – 2008. – 1267 p.
24. Lowry, J. (ed.) World Amphipoda database at: World Register of Marine Species at [org/aphia.php?p=taxdetails&id=423136](http://org/aphia.php?p=taxdetails&id=423136) on 2015-12-01.
25. McLaughlin, P.A. Common and Scientific Names of Aquatic Invertebrates from the United States and Canada: Crustaceans / P.A. McLaughlin, D.K. Camp et al. // Amer. Fish. Society Spec. Publication. – 2005. – Vol. 31. – 545 p.
26. Mauchline, J. World list of the Mysidacea, Crustacea / J. Mauchline, M. Murano // J. Tokyo Univ. Fish. – 1977. – Vol. 64, № 1. – P. 39–88.
27. Mees, J. 2012. *Neomysis czerniavskii* Derzhavin, 1913 / Mees, J. & K. Meland (eds.) World List of Lophogastrida, Stygiomysida and Mysida at <http://www.marine-species.org/mysidacea/>
28. Muller, H.G. World catalogue and bibliography of the recent Mysidacea. Lab. for Tropical Ecosystems Res. and Information Service. – Wetzler, 1993. – 238 p.
29. Schotte, M. World list of Marine, Freshwater and Terrestrial Crustacea Isopoda / Schotte, M., B.F. Kensley, and S. Shilling. – Nat. Mus. of Nat. History Smithsonian Inst. – 1995. – Washington D.C., USA at <http://invertebrates.si.edu/isopod>.
30. Van Guelpen, L. Marine Species Registers for the North Atlantic Ocean / Van Guelpen, L., G. Pohle, E. Vanden Berghe, and M.J. Costello (eds.). World Wide Web electronic publication at <http://www.marinebiodiversity.ca/nonNARMS/> version 1.0/2005.
31. Walter, T. C. World of Copepods database / T.C. Walter, G. Boxshall (eds.) at World Register of Marine Species at <http://www.marinespecies.org/copepoda> on 2015-12-10.
32. Orlova, M.I. Effects of nonindigenous species on diversity and community functioning in the eastern Gulf of Finland (Baltic Sea) / M.I. Orlova, I.V. Telesh, N.A. Berezina, A.E. Antsulevich, A.A. Maximov, L.F. Litvinchuk // Helgol. Marine Res. – 2006. – Vol. 60, № 2. – P. 98–105.
33. Kotta, J. Ecological consequences of biological invasions: three invertebrate case studies in the north-eastern Baltic Sea / J. Kotta, I. Kotta, M. Simm, A. Lankov, V. Lauringson, A. Põllumäe, H. Ojaveer // Helgol. Marine Res. – 2006. – Vol. 60, № 2. – P. 106–112.

34. Eriksson S. The occurrence of marine Cladocera on the west coast of Sweden // *Marine Biology*. – 1974. – Vol. 26, № 4. – P. 319–327.
35. Pollüüpüü, M. Life cycle and reproductive traits of marine podonids (Cladocera, Onychopoda) in a coastal subtropical area / Pollüüpüü M., Simm M., Ojaveer H. // *J. Plankton Res.* – 2011. – Vol. 33, № 5. – P. 779–792.
36. Brunel, P. Catalogue of the marine invertebrates of the estuary and Gulf of St. Lawrence / P. Brunel, L. Bosse, G. Lamarche // *Can. Spec. Publ. of Fish. and Aquatic Sciences*. – 1998. – № 126. – 405 p.
37. Regier, J.C. Arthropod relationships revealed by phylogenomic analysis of nuclear protein-coding sequences / J.C. Regier, J.W. Shultz, A. Zwick, A. Hussey, B. Ball, R. Wetzer, J.W. Martin & C.W. Cunningham. – *Nature*. – 2010. – № 463 (7284). – P. 1079–1083.
38. Guiry, M.D. Species.ie version 1.0 / M.D. Guiry, G.M. Guiry. World-wide electronic publication. – National Univ. of Ireland, Galway (version of 15 March 2010) at <http://www.species.ie>. 2011.
39. Vives, F. Crustacea, Copépodos marinos I. Calanoida / F. Vives, A.A. Shmeleva // *Fauna Iberica*. – Madrid: Museo Nacional de Ciencias Natur., CSIC. – 2006. – № 29. – P. 1152.
40. Species list from the British Oceanographic Data Centre at copepoda / British Oceanographic Data Centre. 2009.
41. Гусев А.В. Паразитические Соперода с некоторых морских рыб / А.В. Гусев // *Паразитол. сб.* – 1951. – Т. 13. – С. 394–463.
42. Исакова-Кео, М.М. Паразитофауна угая (*Leuciscus brandtii*) и ее особенности // *Уч. записки ЛГУ. Сер. Биология*, 28. – 1952. – Т. 141. – С. 231–237.
43. Maran, B.A.V. The caligid life cycle: new evidence from *Lepeophtheirus elegans* reconciles the cycles of *Caligus* and *Lepeophtheirus* (Copepoda: Caligidae) / B. A.V. Maran, S. Y. Moon, S. Ohtsuka, S.-Y. Oh, H. Y. Soh, J.-G. Myoung, A. Iglkowska, and G. A. Boxshall. // *Parasite*. 2013; 20: 15. Published online 2013 May 7. doi: 10.1051/parasite/2013015.
44. Буторина, Т.Е. Паразиты гольцов (*Salmonidae: Salvelinus*) Голарктики / Т.Е. Буторина, О.Ю. Бусарова, А.В. Ермоленко. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 281 с.
45. Matsuno, K. Year-to-year changes of the mesozooplankton community in the Chukchi Sea during summers of 1991, 1992 and 2007, 2008 / K. Matsuno, A. Yamaguchi, T. Hirawake & I. Imai. // *Polar Biology*. – 2011. – Vol. 34, № 9. – P. 1349–1360.
46. Huettmann, F. ArcOD species list by Falk Huettmann provided on 2007-11-25. Integrated Marine Information Systems (IMIS). Available online at [aphia.php?p=sourcedetails&id=132823](http://aphia.php?p=sourcedetails&id=132823).
47. Кашин, И.А. Сообщества обрастания гидротехнических сооружений в заливе Находка (Японское море) / И.А. Кашин, Э.В. Багавеева, С.Ф. Чаплыгина // *Биол. моря*. – 2003. – Т. 29, № 5. – С. 307–319.
48. Pitombo, F.B. Phylogenetic analysis of the Balanidae (Cirripedia, Balanomorpha) // *Zoologica Scripta*. – 2004. – Vol. 33, № 3. – P. 261–276.
49. Lützen, J. *Sacculina polygenea*, a new species of rhizocephalan (Cirripedia: Rhizocephala) from Japan, parasitic on the intertidal crab *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan, 1835) (Decapoda: Brachyura: Grapsidae) / J. Lützen, T. Takahashi // *Crustacean Res.* – 1997. – Vol. 26. – P. 103–108.
50. Glenner, H. Molecular and morphological evidence for a monophyletic clade of asexually reproducing Rhizocephala: *Polyascus*, new genus (Cirripedia) / H. Glenner, J. Lützen & T. Takahashi // *Journal of Crustacean Biology*. – Vol. 23. – P. 548–557.
51. Hayashi, K.-I. Revision of the East Asian species of Crangon (Decapoda: Caridea: Crangonidae) / K.-I. Hayashi, J.N. Kim // *Crustacean Research*. – 1999. – № 28. – P. 62–103.
52. Корниенко, Е.С. Морфология предзона веерного краба *Pachycheles stevensii* (Decapoda: Anomura: Porcellanidae), полученных в лабораторных условиях / Е.С. Корниенко // *Биол. моря*. – 2005. – Т. 31, № 1. – С. 62–65.

53. Марин, И.Н. Десятиногие ракообразные (Decapoda) залива Восток Японского моря / И.Н. Марин, Е.С. Корниенко // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО РАН, ДВМБЗ, 2014. – С. 49–71.
54. Streftaris, N. Globalisation in marine ecosystems: the story of non-indigenous marine species across European seas / N. Streftaris, A. Zenetos, E. Papathanassiou // Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev. – 2005. – Vol. 43. – P. 419–453.
55. Корниенко, Е.С. Морфологические особенности личинок водорослевого краба *Pugettia quadridens* (Decapoda: Majidae) из северо-западной части Японского моря / Е.С. Корниенко, О.М. Корн // Биол. моря. – 2004. – Т. 30, № 6. – С. 462–472.
56. Ng, P. K. L. Systema Brachyurorum: Part I. An annotated checklist of extant Brachyuran crabs of the world / P. K. L. Ng, D. Guinot & P.J. F. Davie // Raffles Bulletin of Zoology. – 2008. – Vol. 17. – P. 1–286.
57. Adema, J.P.H.M. De krabben van Nederland en Belgie (Crustacea, Decapoda, Brachyura) [The crabs of the Netherlands and Belgium (Crustacea, Decapoda, Brachyura)]. – The Netherlands. Leiden: Nationaal Natuurhistorisch Museum, 1991. – 244 p.
58. Webber, W.R. Phylum Arthropoda Subphylum Crustacea: shrimps, crabs, lobsters, barnacles, slaters, and kin / W.R. Webber, G.D. Fenwick, J.M. Bradford-Grieve, S.G. Eagar, J.S. Buckridge, G.C.B. Poore, E.W. Dawson, L. Watling, J.B. Jones, J.B.J. Wells, N.L. Bruce, S.T. Ahyong, K. Larsen, M.A. Chapman, J. Olesen, J. Ho, J.D. Green, R.J. Shiel, C.E.F. Rocha, A. Lörz, G.J. Bird, W.A. Charleston // Gordon, D.P. (ed.). New Zealand inventory of biodiversity: 2. Kingdom Animalia: Chaetognatha, Ecdysozoa, Ichnofossils. – 2010. – P. 98–232.
59. Komai, T. Redescription of *Pagurus pectinatus* (Crustacea: Decapoda: Anomura: Paguridae) // Natural History Research. Spec. Issue. – 2000. – № 7. – P. 323–337.
60. Kornienko, E.S. The larvae of the spider crab *Pisoides bidentatus* (A. Milne-Edwards, 1873) (Decapoda: Majoidea: Pisidae) reared under laboratory conditions / E.S. Kornienko, O.M. Korn // J. of Plankton Research. – 2007. – Vol. 29, № 7. – P. 605–617.
61. Ledesma, M.E. Habitat and diet of the non-native crab *Hemigrapsus sanguineus* in south-eastern New England / Ledesma, M.E., O'Connor N.J. // Northeastern Naturalist. – 2001. – Vol. 8, № 1. – P. 63–78.
62. Asakura, A. *Hemigrapsus takanoi*, new species, a sibling species of the common Japanese intertidal crab *H. penicillatus* (Decapoda: Brachyura: Grapsoidea) / A. Asakura, S. Watanabe // J. of Crustacean Biology. – 2005. – Vol. 25, № 2. – P. 279–292.
63. Price, W. World list of the Mysidacea. NeMys doc\_id: 3677. 2001. at
64. Myers, A.A. A phylogeny and a new classification of the Corophiidea Leach, 1814 (Amphipoda) / A.A. Myers, J.K. Lowry // J. of Crustacean Biol. – 2003. – № 23. – P. 443–485.
65. Bisby, F.A. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2011 Annual Checklist / F.A. Bisby, Y.R. Roskov, T.M. Orrell, D. Nicolson, L.E. Paglinawan, N. Bailly, P.M. Kirk et al. (eds.). Available online at <http://www.catalogueoflife.org/animal-checklist/2011/info/ac>.
66. The Integrated Taxonomic Information System. Orrell T. (custodian). 2011-04-26.
67. Bruce, N.L. Revision of the isopod crustacean genus *Mothocya* Costa, in Hope, 1851 (Cymothoidae: Flabellifera), parasitic on marine fishes. // J. of Natur. History. – 1986. – Vol. 20. – P. 1089–1192.

**Сведения об авторах:** Буторина Тамара Евгеньевна, доктор биологических наук, профессор, e-mail: [butorina@mail.ru](mailto:butorina@mail.ru);  
Еловская Олеся Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: [olesya-sharova@mail.ru](mailto:olesya-sharova@mail.ru).

УДК 591.69-7

**В.Н. Казаченко**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ (CRUSTACEA: COPEPODA) НЕКОТОРЫХ РЫБ  
СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА**

Приведены сведения о 18 видах 15 родов 7 семейств 2 подотрядов паразитических копепод рыб северо-западной части Тихого океана. Указаны новые хозяева паразитических копепод, новые районы их обнаружения.

**Ключевые слова:** паразитические копеподы, хозяева, зараженность рыб, Тихий океан.

**V.N. Kazachenko****PARASITIC COPEPOD (CRUSTACEA: COPEPODA)  
SOME FISH NORTHWESTERN PACIFIC**

Information of 18 species 15 genera 7 families 2 subfamilys of parasitic copepods fish north-western Pacific. The shown are the new hosts of parasitic copepods, new areas of discovery.

**Key words:** parasitic copepods, hosts, infestation, north-western part of the Pacific Ocean.

Сведения о паразитических копеподах рыб северо-западной части Тихого океана разбросаны в отдельных статьях, касающихся разных районов этой части Мирового океана [например, 1, 2, 3] или посвящены отдельным группам копепод [4, 5, 6, 7, 8], паразитическим копеподам отдельных видов рыб [9, 10], иногда – краткому обзору копепод [11, 12]. Имеется одна монография, посвященная паразитическим копеподам рыб СССР, в которой приведены сведения и о паразитах дальневосточных морей [13].

Материалом для написания статьи (таблица) явились сборы паразитических копепод дальневосточных морей, проведенные сотрудниками ТИНРО (ныне – ТИНРО-Центр), автор принимал участие в сборе копепод. Сбор и обработка материала проводилась по общепринятым методикам [14]. Обследовано 19 видов 10 семейств рыб. Общий процент зараженности рыб паразитическими копеподами равен 25,0.

**Количество обследованных и зараженных рыб  
Number of examinees and infected fish**

№ п/п	Хозяин	Количество, экз.		
		обследовано	заражено	% заражения
1	2	3	4	5
Семейство Macrouridae				
1	<i>Coryphaenoides acrolepis</i>	30	15	50,0
2	<i>C. cinereus</i>	30	1	3,3
3	<i>C. longifilis</i>	31	8	25,8
4	<i>C. pectoralis</i>	45	3	6,7
Семейство Moridae				
5	<i>Antimora rostrata</i>	29	11	37,9
6	<i>Laemonema longipes</i>	136	2	1,5
Семейство Gadidae				
7	<i>Eleginus gracilis</i>	73	42	57,5
8	<i>Gadus macrocephalus</i>	10	4	40,0
9	<i>Theragra chalcogramma</i>	10	3	30,0

Окончание таблицы

1	2	3	4	5
Семейство Scomberesocidae				
10	<i>Cololabis saira</i>	25	8	32,0
Семейство Sebastidae				
11	<i>Sebastolobus macrochir</i>	15	2	13,3
Семейство Anoplopomatidae				
12	<i>Anoplopoma fimbria</i>	2	2	-
Семейство He[agrammidae				
13	<i>Hexagrammos octogrammus</i>	4	3	-
Семейство Zoarcidae				
14	<i>Bothrocara brunnea</i>	3	1	-
15	<i>Bothrocara zestum</i>	15	3	20,0
Семейство Pholidae				
16	<i>Pholis nebulosus</i>	1	1	-
Семейство Pleuronectidae				
17	<i>Clidoderma asperrimum</i>	23	10	43,5
18	<i>Limanda yokogatae</i>	5	3	-
19	<i>Platichthys stellatus</i>	5	3	-
Итого		492	123	25,0

## Класс Crustacea

### 1. Подотряд Poesilostomatoidea

#### 1. Семейство Philichthyidae

##### ***I. Sarcotaces komai* Shiino, 1953**

1–7 экз. в мускулатуре 11 из 29 обследованных *Antimora rostrata* у Южных Курил в январе 1981 г., декабре-феврале 1983 г.

Копепода *S. komai* известна от *Peristedion amiscus* и *Antimora rostrata* из прибрежных вод Японии [15, 16, 17].

Копепода *S. komai* является эндемиком дальневосточных морей.

#### 2. Семейство Chondracanthidae

##### 2. *Acanthochondria cornuta* (Muller, 1776)

1 экз. на жабрах 1 из 3 обследованных *Bothrocara brunnea* в северо-западной части Тихого океана в июле 1982 г.

*Амфибореальный вид A. cornuta зарегистрирован на Citharoides macrolepidotus, Glyptocephalus cynoglossus, Hippoglossoides platessoides, Kamoharua megastoma, Lepidorhombus whiffiagonis, Limanda limanda, Microstomus kitt, Platichthys flesus, Pleuronectes pallasii, P. platessa, P. quadrituberculata, Pseudopleuronectes americanus, Scophthalmus maximus, Solea solea, S. vulgaris, Terhops oligolepis [3, 11, 13, 18].*

*B. brunnea* – новый хозяин *A. cornuta*.

##### 3. *Acanthochondria macrocephala* Gussev, 1951

По 1 экз. на жабрах 2 из 5 обследованных *Limanda yokogatae* в зал. Петра Великого в апреле 1981 г.

Вид *A. macrocephala* зарегистрирован на *Liopsetta obscura*, *L. yokohamae* в Японском и Охотском морях [1, 11, 13, 19].

Копепода *A. macrocephala* – эндемик дальневосточных морей.

#### 4. *Parapharodes semilunaris* Kabata et Gussev, 1966

1 экз. на жабрах 1 из 3 обследованных *Bothrocara brunnea* и 1 экз. на жабрах 1 из 8 обследованных *Bothrocara zestum* в у Курильских о-вов в июле–августе 1982 г.

Вид *P. semilunaris* известен от *Lycodes diapterus beringi* из Кроноцкого зал. (Камчатка) [20].

*B. brunnea* и *B. zestum* – новые хозяева *P. semilunaris*; вид зарегистрирован в новом районе.

Копепода *P. semilunaris* – эндемик дальневосточных морей.

#### 5. *Lateracanthus quadripedis* Kabata et Gussev, 1966

1 экз. в ротовой полости 1 из 30 обследованных *Coryphaenoides acrolepis* в северо-западной части Тихого океана в апреле 1983 г.

Копепода *Lateracanthus quadripedis* известна от *Chalinura sp.*, *Coryphaenoides acrolepis*, *C. delsolari*, *Macrourous berglaxii* и *Macrourus berglax* в Алеутской впадине, у Галапогосских о-вов, Калифорнии, атлантического побережья Канады, Охотском и Беринговом морях [18, 20, 21, 22, 23].

## 2. Подотряд Siphonostomatoidea

### 3. Семейство Trebiidae

#### 6. *Innaprokofevna orientcolae* Kazatchenko, 2001

1–7 экз. на жаберных дугах и жаберных лепестках 10 из 23 обследованных *Clidoderma asperrimum* у Южных Курил в январе–феврале 1980 г., феврале 1981 г., августе–декабре 1982 г.

Копепода *I. orientcolae* – специфичный паразит *C. asperrimum*, эндемик дальневосточных морей [24].

### 4. Семейство Caligidae

#### 7. *Caligus macarovi* Gussev, 1951

1–5 экз. на поверхности тела 8 из 25 обследованных *Cololabis sira* в зал. Касатка (о. Шикотан) и в проливе Елизаветы (о. Итуруп) в августе 1980 г.

*Caligus macarovi* зарегистрирован в составе планктона и на рыбах *Auxis rochei*, *Cololabis saira*, *Euthynnus lineatus*, *Osmerus mordax*, *Spheroides rubripes*; *Takifugu rubripes*, *Tribolodon hakuensis* в зал. Пера Великого, у берегов Японии, Канады, тихоокеанского побережья Мексики [1, 13, 18, 19, 25, 26, 27, 28, 29].

Копепода *C. macarovi* – эндемик северной части Тихого океана.

#### 8. *Lepeophtheirus hexagrammi* Gussev, 1951

1–7 экз. на поверхности тела 3 из 4 обследованных *Hexagrammos octogrammus* в зал. Петра Великого в августе 1984 г.; 1 экз. на поверхности тела у 1 обследованного *Pholis nebulosus* в зал. Петра Великого в августе 1984 г.

*L. hexagrammi* зарегистрирован на *Hexagrammos lagocephalus*, *H. octogrammus*, *H. stelleri* и *Pleurogrammus azonus* в Японском, Охотском и Беринговом морях [1, 13, 19, 29, 30].

*Pholis nebulosus* – новый хозяин *L. hexagrammi*.

Копепода *L. hexagrammi* – эндемик дальневосточных морей.

9. *Lepeophtheirus hospitalis* Fraser, 1920

1 экз. на поверхности тела 1 из 5 обследованных *Limanda yokogamae* в зал. Петра Великого в апреле 1982 г.

Вид *L. hospitalis* зарегистрирован на *Gadus macrocephalus*, *Hexagrammos* sp., *Hypoptychus dybowskii*, *Kareus bicoloratus*, *Lepidopsetta bilineata*, *Lepidotrigla microptera*, *Limanda punctatissima*, *L. yokogamae*, *Liopsetta obscura*, *L. pinnifasciata*, *Mugil cephalus*, *Parophrys vetulus*, *Platichthys stellatus*, *Pleuronectes* sp., *Pleuronichthys coenosus* в зал. Петра Великого, у тихоокеанского побережий Канады и Китая [1, 2, 13, 18, 31, 32, 33].

Копепода *L. hospitalis* – эндемик северной части Тихого океана.

10. *Lepeophtheirus parviventris* Wilson, 1905

1 экз. на поверхности тела 1 из 5 обследованных *Limanda yokogamae* в зал. Петра Великого в апреле 1982 г.; 1–4 экз. на поверхности тела и жабрах 20 из 73 обследованных *Eleginus gracilis* в Амурском зал. в марте 1981 и марте 1982 г.

Вид *L. parviventris* зарегистрирован в составе планктона и на рыбах *Acantholumpenus mackay*, *Anoplopoma fimbria*, *Arctoscopus japonicus*, *Aspicottus bison*, *Eleginus gracilis*, *Enophris diceraus*, *Eopsetta jordani*, *Gadus macrocephalus*, *Halichoeres semicinctus*, *Heterostichus rostratus*, *Hexagrammos decagrammus*, *Lepidopsetta bilineata*, *Limanda yokogamae*, *Liopsetta pinnifasciatus*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Oncorhynchus masu*, *Osmerus mordax dentex*, *Platichthys stellatus*, *Pleurogrammus azonus*, *P. monopterygius*, *Raja binoculata*, *R. rhina*, *Scorpaenichthys marmoratus*, *Sebastes pinniger*, *S. rubrivinctus*, *Theragra chalcogramma*, *Urolophus halleri*, *Xiphister atropurpureus*, кальмаре *Todarodes pacificus* в Японском, Охотском и Беринговом морях, у тихоокеанского побережья Канады [1, 2, 13, 18, 19, 32, 34, 35, 36, 37, 38].

Копепода *L. parviventris* – эндемик северной части Тихого океана.

11. *Pseudolepeophtheirus parvicurris* (Fraser, 1920)

По 2 экз. на жабрах 2 из 5 обследованных *Platichthys stellatus* в зал. Петра Великого в апреле 1981 г. и феврале 1982 г.

Копепода *P. parvicurris* зарегистрирована на *Platichthys stellatus*, *Pleuronectes quadrituberculata* и *Squalus acanthias* в Чукотском море, зал. Петра Великого, у о. Сахалин и побережья Канады [2, 31, 39, 40].

Копепода *P. parvicurris* – эндемик северной части Тихого океана и Чукотского моря.

## 5. Семейство Pennellidae

12. *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917

1 экз. на жабрах 1 из 66 обследованных *Laemonema longipes* у Курильских о-вов в феврале 1980 г.; 1–2 экз. на жаберных дугах 2 из 10 обследованных *Gadus macrocephalus* в зал. Петра Великого в июле 1981 г.

Вид *H. diceraus* зарегистрирован на *Chaeturichthys sciistius*, *Cymatogaster aggregata*, *Gadus macrocephalus*, *Gymnocanthus herzensteini*, *Laemonema longipes*, *Lepidopsetta polyxystra*, *Limanda herzensteini*, *Merluccius productus*, *Pleuronectes herzensteini*, *Sebastes alutus*, *S. zacentrus*, *Thaleichthys pacificus* и *Theragra chalcogramma* в Японском, Охотском, Буриновом морях и у побережья Северной Америки [8, 12, 19, 37, 39, 41, 42, 43, 44].

*H. diceraus* – эндемик северной части Тихого океана.

## 6. Семейство Lernaepodidae

13. *Clavella adunca* (Strøm, 1762)

3–6 экз. на жаберных лепестках 4 из 10 обследованных *Theragra chalcogramma* в зал. Петра Великого в марте 1981 г.; 1–2 экз. на жабрах у 2 из 10 обследованных *Gadus macro-*

*cephalus* в зал. Петра Великого в июле 1981 г.; 1–9 экз. на жабрах 29 из 73 обследованных *Eleginus gracilis* в зал. Посьета, Амурском, Бойсмана в феврале-марте, августе 1981 г. и марте 1982 г.

Вид *C. adunca* является космополитом и зарегистрирован на *Anarhichas lupus*, *Boreogadus saida*, *Callionymus lyra*, *Coryphaenoides rupestris*, *Coryphaenoides*, *Diplodus sargus*, *Doydixodon fasciatum*, *Eleginops maclovinus*, *Eleginus gracilis*, *Gadus macrocephalus*, *G. morhua*, *G. ogac*, *Gazza minuta*, *Hexagrammos octogrammus*, *Lophius piscatorius*, *Lycenchelys paxillus*, *Lycodes frigidus*, *Lycodes lavalaei*, *Macrourus berglax*, *M. fabricii*, *M. whitsoni*, *Melanogrammus aeglefinus*, *Merlangus merlangus*, *Merluccius merluccius*, *Microgadus proximus*, *Pholis gunnellus*, *Pleurogrammus azonus*, *Pleurogrammus sp.*, *Pollachius pollachius*, *P. virens*, *Sebastes marinus*, *Somniosus microcephalus*, *Theragra chalcogramma*, *Trematomus loennbergi*, *Trisopterus luscus* [6, 12, 13, 18, 19, 23, 45].

#### 14. *Nectobranchia indivisa* Fraser, 1920

1–46 экз. на жаберных лепестках 2 из 5 обследованных *Platichthys stellatus* в зал. Петра Великого в марте 1981 г.

Копепода *N. indivisa* зарегистрирована на *Glyptocephalus stelleri*, *Lepidopsetta bilineata*, *L. polyxustra*, *Limanda punctatissima*, *Liopsetta glacialis*, *Platichthys stellatus* в Желтом, Японском и Охотском морях, у побережья Канады [1, 13, 18, 31, 42, 46, 47].

Вид *N. indivisa* – эндемик северной части Тихого океана.

#### 15. *Brachiella annulata* Markewitsch, 1940

По 1 экз. в ротовой полости 3 из 45 обследованных *Coryphaenoides pectoralis*; 1–4 экз. ротовой полости и на верхней челюсти 14 из 30 обследованных *C. acrolepis*; 1–4 экз. в ротовой полости 8 из 31 обследованных *C. longifilis*; 1 экз. на жабрах 1 из 30 обследованных *C. cinereus*; 1–5 экз. в ротовой полости и на жаберных дугах *Antimora rostrata* в северо-западной части Тихого океана в феврале 1981 г., августе, декабре 1982 г., феврале-апреле 1983 г.

Копепода *B. annulata* зарегистрирована на *Chalinura sp.*, *Coryphaenoides acrolepis*, *C. pectoralis* и *Marukawichthys ambulator* у берегов Японии, Калифорнии, в Охотском и Беринговом морях, у Галапагосских о-вов [11, 13, 20, 21, 22].

*A. rostrata* и *C. longifilis* – новые хозяева *N. annulata*.

#### 16. *Clavella* sp.

1 экз. на жабрах 1 из 70 обследованных *Podonema longipes* в северо-западной части Тихого океана в марте 1983 г.

#### 17. *Clavellodes* sp.

1 экз. на жаберных лепестках 1 из 10 обследованных *Theragra chalcogramma* в северо-западной части Тихого океана в марте 1981 г.

### 7. Семейство Naobranchiidae

#### 18. *Naobranchia occidentalis* Wilson, 1915

1–12 экз. на жаберных лепестках 2 обследованных *Anoplopoma fimbria*; 1–2 экз. на жаберных лепестках 2 из 15 *Sebastolobus macrochir*; 1–2 экз. на жаберных лепестках 3 из 7 обследованных *Bothrocara zestum* в северо-западной части Тихого океана в январе 1981 г., июле и декабре 1982 г.

Копепода *N. occidentalis* – эндемик северной части Тихого океана, зарегистрирована на *Anoplopoma fimbria*, *Citharichthys sordidus*, *Dasycottus setiger*, *Gadus macrocephalus*, *Glyptocephalus zachirus*, *Hippoglossoides elassodon*, *Icelus canaliculatus*, *I. euryops*, *Lepidopsetta bi-*

*lineata*, *Limanda aspera*, *Lycogramma brunnea*, *Malacocottus zonurus*, *Myoxocephalus polyacanthocephalus*, *Parophrys vetulus*, *Platichthys stellatus*, *Sebastes aleutianus*, *S. alutus*, *S. babcocki*, *S. borealis*, *S. brevispinis*, *S. caurinus*, *S. diploproa*, *S. maliger*, *S. nigrocinctus*, *S. paucispinis*, *S. piniger*, *S. proriger*, *S. rubrivinctus*, *Symbolophorus glacialis* [13, 18, 37, 48, 49].

*B. zestum* и *S. macrochir* – новые хозяева *N. occidentalis*.

### Выводы

1. Эндемиками северной части Тихого океана являются 7 видов копепод (*Caligus macarovi*, *Haemobaphes diceraus*, *Lepeophtheirus hospitalis*, *L. parviventris*, *Naobranchia occidentalis*, *Nectobranchia indivisa*, *Pseudolepeophtheirus parvicruris*).

2. Эндемиками дальневосточных морей являются 5 видов копепод (*Acanthochondria macrocephala*, *Innaprokofevna orientcolae*, *Lepeophtheirus hexagrammi*, *Parapharodes semilunaris*, *Sarcotaces komai*).

3. Копепода *Innaprokofevna orientcolae* – специфичный паразит *Clidoderma asperrimum*.

4. Процент зараженности дальневосточных рыб паразитическими копеподами равен 25,0.

### Благодарности

Выражаю искреннюю благодарность С.Е. Позднякову, чл.-корр. РАЕН, доктору биол. наук, зам. ген. директора, зав. научно-исследовательским отделением сырьевой базы прибрежного рыболовства ФГУП «ТИНРО-Центр» и Л.С. Швецовой, канд. биол. наук, зав. сектором прибрежных исследований ФГУП «ТИНРО-Центр» за представленный материал.

### Список литературы

1. Гусев, А.В. Паразитические Сорепода с некоторых морских рыб / А.В. Гусев // Паразитол. сб. – 1951. – Т. 13. – С. 394–463.
2. Виноградов, С.А. Паразитические копеподы сем. Caligidae рыб прибрежных вод Сахалина / С.А. Виноградов // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 168. – С. 243–261.
3. Казаченко, В.Н. К фауне паразитических копепод (Crustacea: Сорепода) рыб залива Петра Великого (Японское море) / В.Н. Казаченко // 9 Всесоюз. совещание по паразитам и болезням рыб, Петрозаводск, март 1991. – Петрозаводск, 1991. – С. 54–55.
4. Grabda, J. Observations on the localisation and pathogenicity of *Haemobaphes diceraus* Wilson, 1917 (Сорепода; Lernaecoceridae) in the gills of *Theragra chalcogramma* (Pallas) / J. Grabda // Acta ichthyol. piscator. – 1975. – Vol. 5, № 2. – P. 13–23.
5. Титар, В.М. *Markevitchielinus anchoratus* gen. et sp. nov. – новый род и вид семейства Chondracanthidae Н. Milne Edwards, 1840 / В.М. Титар // Паразиты и паразитозы животных и человека. – Киев: Наук. думка, 1975. – С. 59–62.
6. Кабата, З.П. Один малоизвестный и два новых вида паразитических веслоногих (Сорепода) из коллекции Зоологического института Академии наук СССР / З.П. Кабата // Паразитология. – 1979. – Т. 13. – Вып. 1. – С. 43–49.
7. Казаченко, В.Н. Новый вид паразитических копепод рода *Haemobaphes* (Crustacea: Сорепода: Pennellidae) от рыб рода *Liparis* (Cottoidei: Liparidae) из Тихого океана / В.Н. Казаченко // Паразитология. – 1995а. – Т. 29. – Вып. 2. – С. 117–126.
8. Казаченко, В.Н. Паразитические копеподы рода *Haemobaphes* (Crustacea: Сорепода) в Тихом океане и Чукотском море / В.Н. Казаченко, Н.В. Фещенко, N.V. На // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток, 2015. – Т. 34. – С. 10–18.
9. Ахмеров, А.Х. Некоторые данные о паразитах минтая / А.Х. Ахмеров // Изв. ТИНРО. – 1951. – Т. 34. – С. 99 – 104.

10. Казаченко, В.Н. К изучению паразитических ракообразных минтая // Вопр. морской биологии. Тезисы 2 Всесоюз. симпозиума молодых ученых, Севастополь, 1969 / В.Н. Казаченко. – Киев: Наукова думка, 1969. – С. 54–55.
11. Markevitch, A.P. Copepod parasites of marine fishes from the Soviet Far East / A.P. Markevitch, V.M. Titar // 4 Int. Congr. Parasitol. – 1978. – P. 38–39.
12. Казаченко, В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) / В.Н. Казаченко // ТИПРО-Центр, 1995б. – 60 с. Деп. в ВНИЭРХ 07.08.95. № 1281-рх95.
13. Маркевич, А.П. Паразитические веслоногие рыб СССР / А.П. Маркевич. – Киев: Изд-во АН УССР, 1956. – 246 с.
14. Быховская-Павловская, И.Е. Паразиты рыб. Руководство по изучению / И.Е. Быховская-Павловская. – Л.: Наука, 1985. – 121 с.
15. Shiino, S.M. On *Sarcotaces* Olsson, the genus of parasitic copepod, found in Japan / S.M. Shiino // Ann. Rep. Mie Pref. Univ. – 1953. – Vol. 1. – P. 171–183 (in Japanese).
16. Izawa, K. *Sarcotaces*, a genus of parasitic copepods (Cyclopoida: Philichthyidae), found on Japanese fishes / K. Izawa // Publ. Seto Mar. Biol. Lab. – 1974. – Vol. 21, № 3–4. – P. 179–191.
17. Авдеев, Г.В. Паразитические ракообразные рода *Sarcotaces* Olsson, 1872 (Copepoda) от рыб Тихого океана / Г.В. Авдеев, В.В. Авдеев // Изв. ТИПРО. – 1975. – Т. 96. – С. 227–231 (к/к 59 б).
18. Kabata, Z. Copepoda and Branchiura. In L. Margolis, Z. Kabata (ed.) Guide to parasites of fishes of Canada. Part. 2. Crustacea / Z. Kabata // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. – 1988. – 101. – P. 1–184.
19. Казаченко, В.Н. К фауне паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб залива Петра Великого (Японское море) / В.Н. Казаченко // 9 Всесоюз. совещание по паразитам и болезням рыб, Петрозаводск, март 1991. – Петрозаводск, 1991. – С. 54–55.
20. Kabata, Z. Parasitic Copepoda of fishes from the collection of the Zoological Institute in Leningrad / Z. Kabata, A.V. Gusev // J. Linn. Soc. (Zool.), 1966. – Vol. 46, № 309. – P. 155–207.
21. Noble, E.R. Parasites and fishes in a deep-sea environment / E.R. Noble // Adv. mar. Biol. – 1973. – Vol. 11. – P. 121–195.
22. Ho, J.-s. Copepod parasites of deep-sea fish off the Galapagos Islands / J.-s. Ho // Parasitology. – 1975. – Vol. 70. – P. 359–375.
23. Hogans, W.E. Parasitic Copepoda in the collection of the Atlantic Reference Centre, St. Andrews, New Brunswick, Canada. Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci., – 1995. – 2028: iii+. – 6 p.
24. Казаченко, В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб / В.Н. Казаченко. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Ч. 1. – 161 с. – Ч. 2. – 253 с.
25. Shiino, S.M. A new fish-lice found on the Mackerel-pike / S.M. Shiino // Ann. Zool. Jap. – 1954. – Vol. 27, № 3. – С. 150 – 153.
26. Cressey R.F. Parasitic copepods of mackerel- and tuna-like fishes (Scombridae) of the world / R.F. Cressey, H.B. Cressey // Smith. Contrib. Zool. – 1980. – № 311. – P. 1–186.
27. Heegaard, P. Caliginae and Euryphorinae of the Dana Expedition (Crustacea, Copepoda, Caligidae) / P. Heegaard // Steenstrupia. – 1972. – Vol. 2, № 19. – P. 295–317.
28. Shiino, S.M. Ostracifische parasitierende Copepoden / S.M. Shiino // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. – 1959. – Vol. 3, № 2. – P. 267–333.
29. Kim, I.-H. Illustrated encyclopedia of fauna & flora of Korea/ I.-H Kim // Cirripedia, symbiotic Copepoda, Pycnogonida. – 1998. – Vol. 38. – 1038 p.
30. Shiino, S.M. Sammlung der Parasitischen Copepoden in der Praefecturuniversitat von Mie / S.M. Shiino // Rep. Fac. Fish. Pref. Univ. Mie. – 1959a. – Vol. 3, № 2. – P. 334–374.
31. Fraser, C.M. Copepods parasitic on fish from Vancouver Island region / C.M. Fraser // Tr. Roy Soc. Canada. – 1920. – Ser. 3. – Vol. 13, Sec. 5. – P. 45–67.

32. Yamaguti, S. Parasitic copepods from fishes of Japan. Part 2. Caligoida, 1 / S. Yamaguti // Publ. by author. – 1936. – P. 1-22, pls. 1-12.
33. Shen, C.-J. Parasitic copepods from fishes of China. IV. Caligioda, Caligidae (3) / C.-J. Shen, H.-L. Li // Acta Zool. Sin. – 1959. – № 11. – P. 16-23.
34. Wilson, C.B. North American parasitic copepods belonging to the family Caligidae. Part 1. The Caliginae / C.B. Wilson // Proc U. S. nat. Mus. – 1905. – Vol. 28. – P. 479-672.
35. Wilson, C.B. Report on the parasitic Copepoda collected during the Canadian Arctic Expedition, 1913-18 / C.B. Wilson // Rept. Canadian Arctic Expedition, 1913-18. – 1920. – Vol. 7, pt. 50. – P. 1-16.
36. Казаченко, В.Н. Некоторые паразитические копеподы рыб Тихого и Индийского океанов / В.Н. Казаченко // Проблемы паразитологии: сб. тр. 7-й науч. конф. паразитологов УССР. – Киев: Наук. думка, 1972. – Ч. 1. – С. 323-325.
37. Казаченко, В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea, Copepoda) рыб рода *Sebastes* (Scorpaenidae) / В.Н. Казаченко // Тр. ЗИН АН СССР, 1986. – Т. 155. – С. 155-169.
38. Kabata, Z. The species of *Lepeophtheirus* (Copepoda: Caligidae) from fishes of British Columbia / Z. Kabata // J. Fis. Res. Bd. Canada. – 1973. – Vol. 30. – P. 729-759.
39. Тытар, В.М. Паразитические веслоногие ракообразные некоторых рыб Чукотского моря / В.М. Тытар, В.Н. Казаченко // Вторая Всесоюз. конф. молодых ученых по вопросам сравнит. морфол. и экол. животн. – М.: Наука, 1976. – С. 50-51.
40. Goater, T.M. Prevalence and intensity of *Haemobaphes diceraus* (Copepoda: Pennellidae) from shiner perch, *Cymatogaster aggregata* (Embiotocidae) / T.M. Goater, S.F. Jepps // J. Parasitology. – 2002. – Vol. 88, № 1. – P. 194-197.
41. Poly, W.J. New host and distribution for parasitic copepods in the Northeast Pacific Ocean with a discussion of taxonomy of the genus *Acanthochondria* / W.J. Poly, Ch.L. Mah // Bulletin of marine sciences. – 2001. – Vol. 69 (3). – P. 1121-1127.
42. Nagasawa, K. Occurrence and effects of *Haemobahes diceraus* (Copepoda: Pennellidae) on brown sole *Limanda Herzensteini* off the Okhotsk coast of Hokkaido / K. Nagasawa, S. Maruyama // Nippon Suisan Gakkaishi. – 1987. – Vol. 53. – P. 991-994.
43. Kabata, Z. The genus *Haemobaphes* (Copepoda: Lernaecoceridae) in the waters of British Columbia / Z. Kabata // Canad. J. Zool. – 1967. – Vol. 45. – P. 853-875.
44. Brian, A. Copépodes parasites des poissons et des échinides provenant des campagnes scientifiques de S.A.S. le prince Albert 1<sup>er</sup> de Monaco (1886-1910) / A. Brian // Res. Camp. Sci., 1912. – Fasc. 38. – P. 1-38. – Pl. 1-12.
45. Yü, S.C. Parasitic copepods on the flat-fishes from China / S.C. Yü, H.W. Wu // Bull. Fan Mem. Inst. Biol. – 1932. – Vol. 3, № 4. – P. 55-75. – Pls. 1-8.
46. Kabata, Z. Some Lernaepodidae (Copepoda) from fishes of British Columbia / Z. Kabata // J. Fish. Res. Bd. Canada. – 1970. – Vol. 27. – P. 865-885.
47. Villadolid, D.V. The occurrence of *Naobranchia occidentalis* on the pacific coast of the United States / D.V. Villadolid // J. Wash. Acad. Sc. – Vol. 17, № 9. – P. 230-231.
48. Ho, J.-s. Copepods parasitic on fishes of western North Pacific / J.-s. Ho, I.-h. Kim // Publ. Seto. Mar. Biol. Lab. – 1996. – Vol. 37, № 3/6. – P. 275-303.

**Сведения об авторе:** Казаченко Василий Никитич, доктор биологических наук, профессор, e-mail: vaskaz@hotmail.ru.

УДК 582.263/272/273 (265.54)

**И.Р. Левенец<sup>1,3</sup>, Е.Б. Лебедев<sup>2</sup>**<sup>1</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б<sup>2</sup>Дальневосточный морской биосферный заповедник ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17<sup>3</sup>Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17**РАЗНООБРАЗИЕ МАКРОФИТОВ ЛИТОРАЛИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО МОРСКОГО  
БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ДВО РАН (ЗАЛ. ПЕТРА ВЕЛИКОГО)**

*Приведен таксономический обзор морских макрофитов, обнаруженных на литорали Дальневосточного морского биосферного заповедника ДВО РАН (зал. Петра Великого, Японское море) по собственным и литературным данным. В 2012 г. встречено 49 видов растений из четырех отделов, в том числе 48 – макроводорослей и 1 – морских трав. Обсуждается таксономическое и географическое разнообразие литоральной флоры.*

**Ключевые слова:** макрофиты, водоросли, морские травы, литораль, Дальневосточный морской биосферный заповедник, залив Петра Великого, Японское море.

**I.R. Levenets, E.B. lebedev****DIVERSITY OF THE INTERTIDAL MACROPHYTES OF FAR EASTERN MARINE  
BIOSPHERE RESERVE FEB RAS (PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The results of own and previous floristic researches of intertidal marine macrophytes of the of Far Eastern Biosphere Marine Reserve FEB RAS (Peter the Great Bay, Sea of Japan) have been presented. Representatives of 49 species from four phyla, including 48 species of macroalgae and one species of seagrasses, were registered in 2012. Flora's taxonomic and biogeographic diversity are discussed.*

**Key words:** macrophytes, macroalgae, seagrasses, the intertidal, Far Eastern Marine Biosphere Reserve, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

**Введение**

Биологическое разнообразие водных организмов, включая растительных гидробионтов, необходимо для поддержания устойчивости прибрежных экосистем. Макрофиты являются определяющими компонентами пищевых цепей. Благодаря своей способности к оксигенному фотосинтезу они создают большую биомассу на дне и особенно по берегам водоемов. Несмотря на хорошую изученность биоты зал. Петра Великого Японского моря в целом [1, 2], выяснение состава и структуры локальных флор далеко от завершения. Поэтому новые флористические находки в заливе не случайны [3, 4].

Сохранение биоразнообразия возможно только в ненарушенных местообитаниях, т.е. на особо охраняемых природных территориях различного типа. Инвентаризационные исследования морских растений Дальневосточного морского биосферного заповедника ДВО РАН (зал. Петра Великого) проводились в конце XX в. [5]. Флора ДВГМЗ специально не изучалась и не анализировалась. Между тем за последние десятилетия в составе и структуре макробентоса различных участков залива произошли изменения, вызванные хозяйственной деятельностью, сменой климата и инвазиями чужеродных видов [6–9].

**Объекты и методы исследований**

Материалом для данной работы послужили сборы литорального макробентоса, выполненные сотрудниками ИБМ ДВО РАН и ДВГМЗ в летний период 2012 г. в шести районах

заповедника. На Восточном участке в июне 2012 г. исследовали бухту Среднюю на побережье и бухту Молчанского на о. Большой Пелис. На Южном участке были изучены бухты Пемзовая и Калевала на побережье, бухта Западная на о. Фуругельма и литораль вблизи мыса Островок Фальшивый.

При выполнении настоящей работы были использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического материала [10]. Сбор макробентосных организмов, в том числе растений, осуществляли в литоральной зоне на различных грунтах по стандартной хиронологической методике [11]. Всего выполнено 17 гидробиологических разрезов, на них собрано 140 количественных и качественных проб. В 95 пробах были встречены морские растения. При сборе количественного материала пробные площадки ограничивали рамками площадью 100 и 250 см<sup>2</sup>. Кроме того, при пятнистом распределении растений подсчитывали примерную площадь покрытия ими субстрата и затем пересчитывали на площадь 0,01 м<sup>2</sup>.

Растения отделяли от субстрата, подсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали на торсионных весах с точностью до 1 мг. Биомассу пересчитывали на 1 м<sup>2</sup>, затем вычисляли средние значения этих параметров для каждого горизонта литорали. Температура воды колебалась от 18 до 22 °С, соленость составляла 28–34 ‰.

Кроме того, были проанализированы литературные данные о находках макрофитов на литорали в конце прошлого столетия из инвентаризационной сводки ДВГМЗ [5].

### Результаты и их обсуждение

Ниже приводится аннотированный список литоральных макрофитов Дальневосточного морского биосферного заповедника ДВО РАН (зал. Петра Великого), составленный по результатам мониторинговых исследований 2012 г. Для каждого вида дана информация о систематическом положении, принятом в настоящее время названии, синонимии и распространении [12–14]. Виды, новые для флоры ДВГМЗ, отмечены звездочкой.

#### Царство CHROMISTA – Хромисты

#### Отдел OCHROPHYTA – Охрофитовые

#### Класс RHAEOPHYCEAE – Бурые водоросли

#### Порядок DESMARESTIALES

#### Семейство DESMARESTIACEAE

#### Род *Desmarestia* J.V.Lamouroux, 1813

#### \**Desmarestia aculeata* (Linnaeus) J.V. Lamouroux, 1813

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Средней. Ранее в заповеднике не регистрировался.

Распространение: бореально-арктический вид.

#### Порядок DICTYOTALES

#### Семейство DICTYOTACEAE

#### Род *Dictyota* Lamouroux, 1809

#### *Dictyota dichotoma* (Hudson) J.V.Lamouroux, 1809

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма. Ранее отмечался в ДВГМЗ повсеместно [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

#### Порядок ECTOCARPALES

#### Семейство ECTOCARPACEAE

#### Род *Ectocarpus* Lyngbye, 1819

#### \**Ectocarpus siliculosus* (Dillwyn) Lyngbye, 1819

Синонимия: *Ectocarpus confervoides* Le Jolis, 1863

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее на литорали не был отмечен.

Распространение: мультizonальный вид.

**Семейство CHORDARIACEAE****Род Chordaria** C.Agardh, 1817***Chordaria chordaeformis?*** (Kjellman) H.Kawai et S.-H.Kim, 2002Синонимия: *Chordaria flagelliformis* (O.F.Müller) C.Agardh, 1817 *f. chordaeformis* Kjellman, 1877

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма. Ранее в ДВГМЗ регистрировался повсеместно [5].

Распространение: бореально-арктический вид.

***Chordaria* sp.**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма.

**Род Leathesia** Gray, 1821***Leathesia marina*** (Lyngbye) Decaisne, 1842Синонимия: *Leathesia difformis* Areschoug, 1847

Местонахождение: в 2012 г. найден на о. Большой Пелис и в бухте Средней. Ранее в ДВГМЗ указывался повсеместно [5].

Распространение: мультizonальный вид.

**Род Punctaria** Greville, 1830***Punctaria plantaginea*** (Roth) Greville, 1830

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма, в бухтах Средней и Миносок (в обрастании канатов на плантации марикультуры). Ранее указывался в заповеднике повсеместно [5].

Распространение: бореально-арктический вид.

**Род Saundersella** Kylin, 1940***Saundersella simplex*** (De A.Saunders) Kylin, 1940Синонимия: *Mesogloia simplex* De A.Saunders, 1901

Местонахождение: в 2012 г. отмечен на о. Фуругельма. Ранее регистрировался на о-вах Большой Пелис, Фуругельма, Деливрона, в бухтах Спасения, Горшкова [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

**Семейство SCYTOSIPHONACEAE****Род Scytosiphon** C. Agardh, 1811***Scytosiphon lomentaria*** (Lyngbye) Link, 1833

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис, Фуругельма, у мыса Островок Фальшивый, в бухтах Средней и Миносок (в обрастании канатов на плантации марикультуры). Ранее указывался повсеместно [5].

Распространение: мультizonальный вид.

**Род Hapterophycus** Setchell et N.L.Gardner, 1912***Hapterophycus* sp.**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис.

**Род Colpomenia** Derbès et Solier, 1851***Colpomenia peregrina*** Sauvageau, 1927

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис. Ранее встречен у мыса Островок Фальшивый [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

**Порядок FUCALES****Семейство FUCACEAE****Род Silvetia** E.Serrão, T.O.Cho, S.M.Boo et S.H.Brawley, 1999***Silvetia babingtonii*** (Harvey) E.Serrão, T.O.Cho, S.M.Boo et S.H.Brawley, 1999Синонимия: *Pelvetia babingtonii* (Harvey) De Toni, 1825; *Pelvetia wrightii* Okamura, 1902

Местонахождение: в 2012 г. вид встречен на о. Фуругельма. Ранее отмечался на о. Большой Пелис, о. Фуругельма, в бухтах Средней, Астафьева, Спасения, Теляковского [5].

Распространение: приазиатский низкобореальный вид.

**Семейство CYSTOSEIRACEAE****Род Stephanocystis** Trevisan, 1843

*Stephanocystis crassipes* (Mertens ex Turner) Draisma, Ballesteros, F.Rousseau et T.Thibaut, 2010

Синонимия: *Cystoseira crassipes* (Mertens ex Turner) C.Agardh, 1821

Местонахождение: в 2012 г. вид встречен на о. Фуругельма. Ранее отмечался в бухтах Астафьева, Нерпичья, Средней, Горшкова, Матвеева [5].

Распространение: приазиатский широкобореальный вид.

**Семейство SARGASSACEAE****Род Sargassum** C.Agardh, 1820*Sargassum miyabei* Yendo, 1907

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма, в бухте Пемзоя. Ранее указывался повсеместно [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-тропический вид.

*S. pallidum* (Turner) C. Agardh, 1820

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма, в бухте Средней. Ранее указывался повсеместно [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-тропический вид.

**Порядок LAMINARIALES****Семейство LAMINARIACEAE****Род Saccharina** Stackhouse, 1809

*Saccharina japonica* (J.E. Areschoug) C.E.Lane, C.Mayes, Druehl et G.W.Saunders, 2006

Синонимия: *Laminaria japonica* Areschoug, 1851

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис и в бухте Миносок (в обрастании канатов на плантации марикультуры). Ранее отмечался повсеместно [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

**Порядок RALFSIALES****Семейство RALFSIACEAE****Род Analipus** Kjellman, 1889*Analipus japonicus* (Harvey) Wynne, 1971

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма. Ранее указывался повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореально-субтропический вид.

*Analipus* sp.

Местонахождение: в 2012 г. отмечен на о. Большой Пелис и в бухтах Средней и Пемзоя.

**Порядок SPHACELARIALES****Семейство SPHACELARIACEAE****Род Sphacelaria** Lyngbye, 1818*Sphacelaria rigidula* Kützing, 1843

Синонимия: *Sphacelaria furcigera* Kützing, 1855

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее был зарегистрирован на о. Фуругельма, у мыса Островок Фальшивый и в бухте Калевала [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

**Царство PLANTAE – Растения****Отдел RHODOPHYTA – Красные водоросли****Класс BANGIOPHYCEAE****Порядок BANGIALES****Семейство BANGIACEAE****Род Porphyra** C. Agardh, 1824*\*Porphyra ochotensis?* Nagai, 1941

Местонахождение: в 2012 г. отмечен в бухте Средней. Ранее на литорали ДВГМЗ не встречался.

Распространение: амфибореальный широкобореальный вид.

***Porphyra* sp.**

Местонахождение: в 2012 г. отмечен на о. Большой Пелис.

**Класс FLORIDEOPHYCEAE**

**Порядок CERAMIALES**

**Семейство CERAMIACEAE**

**Род *Ceramium* Roth, 1797**

***Ceramium japonicum* Okamura, 1896**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее в ДВГМЗ указывался в бухтах Миносок и Пемзовой [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-тропический вид.

***C. kondoi* Yendo, 1920**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на литорали мыса Островок Фальшивый. Ранее встречался в заповеднике повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

**Семейство DASYACEAE**

**Род *Dasya* C.Agardh, 1824**

***Dasya sessilis* Yamada, 1928**

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Миносок в обрастании канатов на плантации марикультуры. Ранее регистрировался в бухте Астафьева [5].

Распространение: бореально-тропический вид.

**Семейство RHODOMELACEAE**

**Род *Neosiphonia* M.-S.Kim et I.K.Lee, 1999**

***Neosiphonia japonica* (Harvey) M.-S.Kim et I.K.Lee, 1999**

Синонимия: *Polysiphonia japonica* Harvey 1857

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма. Ранее в ДВГМЗ отмечался повсеместно [5].

Распространение: бореально-субтропическо-нотальный вид.

**Род *Polysiphonia* Greville, 1823**

***Polysiphonia morrowii* Harvey, 1857**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис, Фуругельма, в бухте Средней. Ранее в ДВГМЗ отмечался на о-вах Большой Пелис, Фуругельма, мыса Островок Фальшивый, в бухтах Горшкова, Средней [5].

Распространение: бореально-субтропическо-нотальный вид.

**Род *Neorhodomela* Masuda, 1982**

***Neorhodomela aculeata* (Perestenko) Masuda, 1982**

Синонимия: *Neorhodomela larix* subsp. *aculeata* Perestenko, 1994

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма, в бухтах Средней и Пемзовой. Ранее в заповеднике отмечался повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

***N. minuta* (Perestenko) Perestenko, 1994**

Синонимия: *Rhodomela munita* Perestenko, 1980

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис и у мыса Островок Фальшивый. Ранее регистрировался у мыса Островок Фальшивый [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

**Род *Laurencia* J.V. Lamouroux, 1813**

***Laurencia nipponica* Yamada, 1931**

Синонимия: *Laurencia yendoi* Yamada 1931

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее указывался повсеместно [5].  
Распространение: приазиатский низкобореально-тропический вид.

***L. saitoi*** Perestenko, 1980

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма и в бухте Пемзовой. Ранее встречался на о. Фуругельма, в бухтах Спасения, Горшкова [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

**Род *Chondria*** Agardh, 1817

***Chondria dasyphylla*** (Woodward) Agardh, 1822

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Пемзовой. Ранее указывался повсеместно [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

**Порядок CORALLINALES**

**Семейство CORALLINACEAE**

**Род *Corallina*** Linnaeus, 1758

***Corallina officinalis*** Linnaeus, 1758

Синонимия: *Corallina cretacea* Postels et Ruprecht, 1840; *Bossiella cretacea* Johansen, 1969; *Pachyarthron cretaceum* Manza, 1937

Местонахождение: в 2012 г. отмечен на о. Фуругельма. Ранее указывался для всех районов заповедника [5].

Распространение: мультizonальный вид.

***C. pilulifera*** Postels et Ruprecht, 1840

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о-вах Большой Пелис и Фуругельма, в бухте Средней. Ранее указывался в заповеднике повсеместно [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

**Род *Spongites*** Kützing, 1841

***Spongites tumidum*** (Foslie) K.A.Miller, P.W.Gabrielson, Miklasz, E. van der Merwe et Maneveldt, 2015

Синонимия: *Lithophyllum tumidulum* Foslie, 1901; *Titanoderma tumidulum* (Foslie) Woelkerling sensu Chamberlain, Silva, 1985

Местонахождение: в 2012 г. обнаружен на о. Большой Пелис и в бухте Средней. Ранее в ДВГМЗ указывался повсеместно [5].

Распространение: бореально-тропическо-нотальный вид.

**Порядок GIGARTINALES**

**Семейство DUMONTIACEAE**

**Род *Dumontia*** Lamouroux, 1813

***Dumontia contorta*** (Gmelin) Ruprecht, 1850

Местонахождение: в 2012 г. вид обнаружен в бухте Средней. Ранее встречался у мыса Островок Фальшивый [5].

Распространение: бореально-арктический вид.

**Семейство TICHOCARPACEAE**

**Род *Tichocarpus*** Ruprecht, 1850

***Tichocarpus crinitus*** Ruprecht, 1850

Местонахождение: в 2012 г. вид обнаружен только на о. Большой Пелис. Ранее встречался на о. Большой Пелис, о. Фуругельма, у мыса Островок Фальшивый [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

**Семейство ENDOCLADIACEAE**

**Род *Gloiopeltis*** J.Agardh, 1842

***Gloiopeltis furcata*** (Postels et Ruprecht) J.Agardh., 1851

Местонахождение: в 2012 г. вид обнаружен на о. Большой Пелис, в бухте Средней и у мыса Островок Фальшивый. Ранее встречался повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореально-тропический вид.

**Семейство GIGARTINACEAE****Род *Mazzaella* De Toni, 1936**

*Mazzaella parksii* (Setchell et N.L.Gardner) Hughey, P.C.Silva et Hommersand, 2001

Синонимия: *Mazzaella cornucopiae* (Postels et Ruprecht) Hommersand, 1993

Местонахождение: в 2012 г. вид обнаружен на о. Большой Пелис и в бухте Средней. Ранее в ДВГМЗ встречался повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

**Семейство PETROCELIDACEAE****Род *Mastocarpus* Kützing, 1843**

*Mastocarpus pacificus* (Kjellman) Perestenko, 1980

Местонахождение: в 2012 г. вид обнаружен на о. Большой Пелис и в бухте Средней. Ранее в заповеднике встречался повсеместно [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

**Порядок NEMALIALES****Семейство NEMALIACEAE****Род *Nemalion* Duby, 1830**

*Nemalion vermiculare* Suringar, 1874

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее отмечался повсеместно [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

**Порядок PALMARIALES****Семейство PALMARIACEAE****Род *Palmaria* Stackhouse, 1801**

*Palmaria stenogona* Perestenko, 1980

Местонахождение: в 2012 г. вид найден только на о. Большой Пелис. Ранее встречался на о-вах Большой Пелис, Фуругельма и Деливрона, у мыса Островок Фальшивый, в бухтах Теляковского и Спасения [5].

Распространение: приазиатский широкобореальный вид.

**Отдел CHLOROPHYTA – Зелёные водоросли****Класс ULVOPHYCEAE****Порядок CLADOPHORALES****Семейство CLADOPHORACEAE****Род *Cladophora* Kützing, 1843**

*Cladophora stimpsonii* Harvey, 1860

Местонахождение: в 2012 г. отмечен на мыс Островок Фальшивый. Встречался на о-вах Большой Пелис, Фуругельма и Деливрона, в бухтах Астафьева, Спасения и Витязь [5].

Распространение: пацифический бореально-тропический вид.

**Порядок ULOTRICHALES****Семейство MONOSTROMACEAE****Род *Monostroma* Thuret, 1854**

*Monostroma grevillei* (Thuret) Wittrock, 1866

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Средней. Ранее был отмечен у мыса Островок Фальшивый как массовый литоральный вид [5].

Распространение: бореально-арктическо-субтропический вид.

**Семейство ULOTRICHACEAE****Род *Acrosiphonia* J. Agardh, 1848**

*Acrosiphonia duriuscula* (Ruprecht) Yendo, 1916

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис. Ранее зарегистрирован на о-вах Большой Пелис и Фуругельма, в бухтах Спасения и Средней, а также у мыса Островок Фальшивый [5].

Распространение: пацифический широкобореальный вид.

***A. saxatilis* (Ruprecht) K.L. Vinogradova, 1979**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Большой Пелис. Ранее зарегистрирован в бухте Средней и у мыса Островок Фальшивый. [5].

Распространение: индопацифический бореально-тропический вид.

**Порядок ULVALES****Семейство KORNMANNIACEAE****Род *Kornmannia* Bliding, 1969*****Kornmannia leptoderma* (Kjellman) Bliding, 1969**

Синонимия: *Kornmannia zostericola* (Tilden) Bliding, 1969

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Средней. Ранее отмечался в бухте Средней и у мыса Островок Фальшивый. [5].

Распространение: бореально-арктическо-субтропический вид.

**Семейство ULVACEAE****Род *Ulva* Linnaeus, 1753*****Ulva prolifera* O.F. Müller, 1778**

Синонимия: *Enteromorpha prolifera* (O.F. Müller) J. Agardh, 1883

Местонахождение: в 2012 г. встречен у мыса Островок Фальшивый. Ранее был зарегистрирован на о-вах Большой Пелис и Фуругельма [5].

Распространение: мультizonальный вид.

**Род *Ulvaria* Ruprecht, 1850*****Ulvaria splendens* (Ruprecht) Vinogradova, 1979**

Местонахождение: в 2012 г. встречен в бухте Миносок в обрастании канатов на плантации марикультуры. Ранее в заповеднике регистрировался повсеместно [5].

Распространение: бореально-арктическо-субтропический вид.

**Отдел TRACHEOPHYTA – Сосудистые растения****Класс MONOCOTS****Порядок ALISMATALES****Семейство CYMODOCEACEAE****Род *Phyllospadix* W.J. Hooker, 1838*****Phyllospadix iwatensis* Makino, 1931**

Местонахождение: в 2012 г. встречен на о. Фуругельма. Ранее отмечался повсеместно [5].

Распространение: приазиатский низкобореально-субтропический вид.

Таким образом, в 2012 г. литоральная флора ДВГМЗ была достаточно разнообразна. Она представлена 49 видами из 40 родов, 29 семейств, 17 порядков, 5 классов и 4 отделов. По 2 вида содержат среди бурых водорослей род *Sargassum*, среди красных – *Ceramium*, *Neorhodomella*, *Laurencia*, *Corallina*, среди зеленых – род *Acrosiphonia*. Остальные рода представлены одним видом. Больше всего видов – 9 и 10 содержат порядки *Ectocarpales* (бурые) и *Ceramiales* (красные). От 3 до 5 видов включают следующие порядки: *Fucales* (бурые), *Coralinales* и *Gigartinales* (красные), *Ulothrichales* и *Ulvales* (зеленые). Крупнейшее семейство – *Rhodomelaceae* – содержит 7 видов, а семейства *Corallinaceae*, *Scythsiphonaceae* и *Chordariaceae* – от 3 до 5 видов.

Представители этих таксонов являются многолетними растениями. Они формируют ядро макрофлоры. В зарослях водорослей и трав в весенне-осенний период развиваются однолетние формы. На крупных слоевищах поселяются эфемеры и эпифиты. Состав мелких форм литоральных водорослей морского заповедника изучен недостаточно, для этого необходимы дальнейшие специальные исследования.

Зонально-географическая структура современной литоральной макрофлоры ДВГМЗ образована 6 группами видов, которые представлены в ней довольно равномерно. На долю бо-

реально-арктических приходится 14 % от общего числа видов. Широкобореальные виды составляют 21 %, а низкобореальные и бореально-субтропические виды в сумме дают 17 % видового состава флоры. Доля бореально-тропических видов также значительна – 19 %. Около 29 % видов макрофитов, бореально-(суб)тропическо-нотальные и мультizonальные, широко распространены в Мировом океане.

В прошлом столетии флора макрофитов литорали ДВГМЗ включала не менее 3 видов морских трав и 126 видов водорослей, в том числе 57 – красных, 37 – бурых и 32 – зеленых [5]. Многие из них не были найдены при мониторинговых исследованиях 2012 г. (таблица).

**Макрофиты, отмеченные на литорали ДВГМЗ только в 1980–1990-е гг.  
Macrophytes intertidal Far Eastern Marine Biosphere Register in 1980–1990**

№ п/п	Вид	БГХ	Местонахождение [по: 5]
1	2	3	4
Chromista, Ochrophyta, Phaeophyceae			
1	<i>Analipus filiformis</i> (Rupr.) Papenf.	п, шБ	Ср, Фл, Фр
2	<i>Coccophora langsdorfii</i> (Turn.) Grev.	аз, С-нБ	А, Г, ДЛ, К, Н, П, Ср, Фл, Фр
3	<i>Coilodesme japonica</i> Yam.	аз, нБ	Фр
4	<i>Colpomenia bullosa</i> (Saund.) Yam.	ап, С-нБ	БП, Фр
5	<i>Costaria costata</i> (Turn.) Saund.	п, шБ	БП, ДЛ, Др, Фл, Фр
6	<i>Delamarea attenuata</i> (Kjellm.) Rosenv.	аб, шБ	Фл
7	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i> (Huds.) Grev.	Б-А	А, Ср, Сп, Фл
8	<i>Eudesme virescens</i> (Carm.) J. Ag.	аб, шБ	Фл, Фр
9	<i>Fucus evanescens</i> C. Ag.	п, шБ	Тл, Фр
10	<i>Hapterophycus rhizoideus</i> Kloczc.	аз, нБ	БП, П, Мх
11	<i>H. primoriensis</i> Kepele	аз, нБ	Г, К, П, Ср, Фл, Фр
12	<i>Melanosiphon intestinalis</i> (Saund.) Wynne	п, шБ	Фл
13	<i>Petalonia fascia</i> (Müll.) Kuntze	Б-А-С	Фл
14	<i>P. zosterifolia</i> (Reinke) Kuntze	аб, шБ	БП, Фл
15	<i>Ralfsia bornetii</i> Kuck.	аб, нБ	Фл, Фр
16	<i>R. fungiformis</i> (Gunn.) S. et G.	Б-А	Сп, Тл
17	<i>R. longicellularis</i> Perest.	аз, нБ	Фл
18	<i>Ralfsia</i> sp. Perest.	-	Фл
19	<i>Saccharina japonica</i> (Areschoug) C.E.Lane, C.Mayes, Druehl et G.W.Saunders (как <i>Laminaria japonica</i> )	аб, нБ-С	БП, Др, П, Тл, Фл, Фр
20	<i>S. cichorioides</i> (Miyabe) C.E.Lane, C.Mayes, Druehl et G.W.Saunders (как <i>L. cichorioides</i> )	аз, нБ	Г, Др, М, Фл, Фр
21	<i>Sphaerotrichia divaricata</i> (Ag.) Kyl.	аб, шБ	Повсеместно
22	<i>Tinocladia crassa</i> (Sur.) Kyl.	аб, нБ	Фл
Plantae, Rhodophyta			
1	<i>Ahnfeltiopsis flabelliformis</i> (Harv.) Masuda	Б-Т-Н	Г
2	<i>Bangia atropurpurea</i> (Roth) Ag.	аб, шБ	Фл
3	<i>Bonnemaisonia hamifera</i> Hariot	Б-Т	Ср, Фл
4	<i>Branchioglossum nanum</i> Inagaki	аз, нБ	Фл
5	<i>Campylaephora crassa</i> (Okam.) Nakam.	аз, Б-Т	Фл
6	<i>C. hypnaeoides</i> J. Ag.	аз, нБ-Т	Г, Тл, Фл, Фр
7	<i>Champia parvula</i> (Ag.) Harv.	Б-Т-Н	Г, К, П, Тл, Фр
8	<i>Chondria decipiens</i> Kyl.	п, нБ	А, Ср, П
9	<i>Chondrus armatus</i> (Harv.) Okam.	аз, нБ	Повсеместно
10	<i>Ch. pinnulatus</i> (Harv.) Okam.	аз, нБ	Повсеместно
11	<i>Clathromorphum reclinatum</i> (Fosl.) Adey	п, шБ	Мх

Продолжение таблицы

1	2	3	4
12	<i>Colaconema daviesii</i> (Dillw.) Stegenga	Б-Т-Н	Г, Фл
13	<i>Erythrotrichia carnea</i> (Dillw.) J. Ag.	ап, Т-нБ	Фл
14	<i>Gelidium elegans</i> Kütz.	аз, Б-Т	Фл
15	<i>G. vagum</i> Okam.	п, нБ-Т	А, БП
16	<i>Gloiosiphonia</i> sp.	-	Фр
17	<i>Gracilaria vermiculophylla</i> (Ohmi) Papenf. (как <i>G. verrucosa</i> (Huds.) Papenf.)	Б-Т	Ср, Фл, Фр
18	<i>Grateloupia divaricata</i> Okam.	аз, нБ-Т	БП, ДЛ, Лв, Ср, Сп, Фл, Фр
19	<i>G. turuturu</i> Yam.	аз, нБ-Т	А, Бт, Г, Мт, Н, С, Тл, Фл, Фр
20	<i>Halymenia acuminata</i> (Holm.) J. Ag.	аз, нБ-Т	Между Т и Сп, Фл
21	<i>Halypylon</i> sp.	-	Мх, Фр
22	<i>Hildenbrandia rubra</i> (Sommerf.) Menegh.	аб, шБ-С	БП, Др, М, Фл, Фр
23	<i>Hyalosiphonia caespitosa</i> Okam.	аз, нБ-Т	ДЛ
24	<i>Janczewskia morimotoi</i> Tok.	аз, нБ	Г, Ср, Тл, Фр
25	<i>Laurencia pinnata</i> Yam.	п, нБ-Т	А, Сп
26	<i>Lomentaria hakodatensis</i> Yendo	п, нБ-Т	А, БП, Г, Мт, Н, П, Ср, Фл, Фр
27	<i>Odonthalia</i> sp.	-	БП, Фр
28	<i>Neosiphonia yendoi</i> (Segi) M.-S.Kim et I.K.Lee (как <i>Polysiphonia yendoi</i> )	аз, нБ	Аз, Сп, Фр
29	<i>Porphyra purpurea</i> (Roth) C.Ag.	Б-Т-Н	А
30	<i>Prionitis cornea</i> (Okam.) Daws.	ап, нБ	ДЛ, Ср
31	<i>Pterosiphonia bipinnata</i> (P. et R.) Falkenb.	п, шБ	Фр
32	<i>Ptilota filicina</i> J. Ag.	п, шБ	БП, Бт, Г, Др, Ср, Фр
33	<i>Pyropia yezoensis</i> (Ueda) M.S.Hwang et H.G.Choi (как <i>Porphyra yezoensis</i> Ueda)	Б-С	БП, Фр
34	<i>Rhodophysema georgii</i> Batt.	аб, нБ	Фл
35	<i>Schizymenia pacifica</i> (Kyl.) Kyl.	п, Б-Т	Фл, Фр
36	<i>Sparlingia pertusa</i> (P. et R.) G.W.Saunders, I.M.Strachan et Kraft (как <i>Rhodymenia pertusa</i> )	п, шБ	Г, Др, М, П, Фл
37	<i>Stylonema alsidi</i> (Zanard.) Drew.	Б-Т-Н	А, Фл
38	<i>Wildemanian variegata</i> De Toni (как <i>Porphyra variegata</i> )	Б-Т	Фр
Plantae, Chlorophyta			
1	<i>Acrosiphonia heterocladia</i> (Sakai) Vinogr.	аз, нБ	Фл
2	<i>Acrochaete ramosa</i> (Gardn.) C.J.O'Kelly (как <i>Endophyton ramosum</i> )	аз, шБ	Ср, Фл
3	<i>Blidingia chadefaudii</i> (J. Feldm.) Blid.	п, шБ	Фл
4	<i>B. minima</i> (Nageli et Kütz.) Kyl.	Б-А	БП, Др, М, Фл
5	<i>B. subsalsa</i> Kornm. et Sahl.	Б-А-Н	К
6	<i>Bryopsis plumosa</i> (Huds.) Ag.	Б-Т-Н	Мх, Фр
7	<i>Pseudothrix groenlandica</i> (J.Agardh) Hanic et S.C.Lindstrom (как <i>Capsosiphon groenlandicus</i> )	аб, шБ	Фл
8	<i>Chaetomorpha ligustica</i> (Kütz.) Kütz. (как <i>Ch. cannabina</i> )	Б-Т-Н	Фр
9	<i>Ch. linum</i> (Müll.) Kütz.	Б-Т-Н	БП, Г, Фл, Фр
10	<i>Ch. moniligera</i> Kjellm.	аз, нБ	Повсеместно

## Окончание таблицы

1	2	3	4
11	<i>Cladophora flexuosa</i> (Müll.) Kütz.	аб, нБ	П
12	<i>C. opaca</i> Sakai	аз, нБ	БП, В, ДЛ, П, Фл, Фр
13	<i>Codium fragile</i> (Sur.) Hariot	Б-Т-Н	А, Сп, Фр
14	<i>C. yezoense</i> (Tok.) Vinogr.	аз, нБ	Сп, Ср, Т
15	<i>Pringsheimiella scutata</i> (Reinke) Marschew.	аб, шБ	Ас, Ср, Фр
16	<i>Protomonostroma undulatum</i> (Witr.) Vinogr.	аб, шБ	Фл
17	<i>Rhizoclonium riparium</i> (Roth) Harv.	Б-Т-Н	Фл
18	<i>Ulothrix flacca</i> (Dillw.) Thuret (как <i>U. flacca</i> и <i>U. pseudoflacca</i> )	Б-А	Фл
19	<i>Ulva clathrata</i> (Roth) C.Ag. (как <i>Enteromorpha clathrata</i> )	МЗ	А, ДЛ, П, Ср, Фр
20	<i>U. flexuosa</i> Wulf. (как <i>E. flexuosa</i> )	МЗ	П, Ср, Фр
21	<i>U. intestinalis</i> L. (как <i>E. intestinalis</i> )	МЗ	Ср, Фл
22	<i>U. lactuca</i> L. (как <i>U. fenestrata</i> )	МЗ	Повсеместно
23	<i>U. linza</i> L. (как <i>E. linza</i> )	МЗ	БП, Ср, Фл, Фр
24	<i>U. perestenkoae</i> Vinogr. (как <i>E. perestenkoae</i> )	аз, нБ	БП, Фл
25	<i>Ulvella viridis</i> (Reinke) R.Nielsen, C.J.O'Kelly et B.Wysor (как <i>Entocladia viridis</i> Reinke)	МЗ	Ср, Сп, Фр
26	<i>Urospora penicilliformis</i> (Roth) Aresch.	Б-А	БП, П, Фл, Фр
27	<i>U. wormskjoldii</i> (Mert. ex Flora Danica) Rosenv.	аб, шБ	Фл
Plantae, Tracheophyta			
1	<i>Ruppia maritima</i> L.	Б-Т	Фл
2	<i>Zostera japonica</i> Aschers. et Graebn.	п, Б-Т	Фл

В таблице приняты обозначения: А – бухта Астафьева; Аз – мыс Азарьева; Ас – мыс Астафьева; БП – о. Большой Пелис; Бт – мыс Бутакова; В – бухта Витязь; Г – бухта Горшкова; ДЛ – о. Деллибона; Др – о. Дурново; К – бухта Калевала; Лв – мыс Льва; М – бухта Миносок; Мт – о. Матвеева; Мх – камни Михельсона; Н – бухта Нерпичья; П – бухта Пемзовая; Сп – бухта Спасения; Ср – бухта Средняя; Т – бухта Теляковского; Тл – мыс Теляковского; Фл – мыс Островок Фальшивый; Фр – о. Фуругельма.

### Заключение

Таким образом, в 2012 г. по результатам мониторинговых исследований на литорали ДВГМЗ обнаружено не менее 49 видов морских растений из 4 отделов. По числу видов преобладали красные (22) и бурые (19) водоросли, по биомассе – бурые. Не было встречено 87 видов водорослей, указанных в инвентаризационной сводке заповедника [5], в том числе 38 видов красных, 22 – бурых, 27 – зеленых и 2 вида трав. Большинство из них являются верхне-сублиторальными видами или микроскопическими эпифитами [15–17] либо населяют специфические биотопы, например, опресненные участки морской литорали, которые редки в ДВГМЗ. Поэтому их трудно обнаружить во время непродолжительных мониторинговых работ, выполненных по широкой сетке станций. Обращает на себя внимание факт отсутствия в литоральных сборах 2012 г. видов, ранее распространенных широко или повсеместно. Это представители родов *Chondrus*, *Grateloupia*, *Lomentaria* (Rhodophyta); *Coccophora*, *Saccharina*, *Costaria*, *Sphaerotrachia* из бурых; *Chaetomorpha*, *Codium*, *Cladophora* из зеленых водорослей. Чтобы выяснить причины их исчезновения, нужны более детальные разносезонные исследования. Авторы выражают искреннюю благодарность м. н. с. А.А. Кепелю (ДВГМЗ) и н.с. И.А. Кашину (ИБМ ДВО РАН) за сбор и предоставление альгологического материала.

### Список литературы

1. Адрианов, А.В. Таксономический каталог биоты залива Петра Великого Японского моря / А.В. Адрианов, О.Г. Кусакин. – Владивосток: Дальнаука, 1998. – 350 с.
2. Левенец, И.Р. Водоросли-макрофиты в сообществах обрастания прибрежных вод южного Приморья / И.Р. Левенец. – Владивосток: Дальнаука, 2011. – 188 с.
3. Левенец, И.Р. Флористические находки в заливе Петра Великого Японского моря / И.Р. Левенец, А.В. Скрипцова, Л.И. Попова // Ботанический журн. – 2006. – Т. 91, № 7. – С. 1107–1109.
4. Орлова, Т.Ю. Флора микроводорослей планктона Амурского залива Японского моря / Т.Ю. Орлова, И.В. Стоник, О.Г. Шевченко // Биол. моря. – 2009. – Т. 35, №1. – С. 48–61.
5. Дальневосточный морской биосферный заповедник. Биота. Т. 2. (отв. ред. А.Н. Тюрин, ред. А.Л. Дроздов). – Владивосток: Дальнаука, 2004. – 848 с.
6. Шевченко, О.Г. Мониторинг потенциально токсичных микроводорослей в бухте Северной (Славянский залив) в 2008, 2009 гг. / О.Г. Шевченко, С.И. Масленников, Т.В. Божко // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Т. 24. – С. 34–42.
7. Гусарова, И.С. Антропогенная трансформация растительности северной части Амурского залива в условиях хронического загрязнения / И.С. Гусарова // Экологические проблемы использования прибрежных морских акваторий: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2006. – С. 96–98.
8. Звягинцев, А.Ю. Чужеродные виды в заливе Петра Великого Японского моря / А.Ю. Звягинцев; под ред. Н.К. Христофоровой // Современное экологическое состояние залива Петра Великого (Японское море). – Владивосток: Издательский дом ДВФУ, 2012. – С. 200–226.
9. Звягинцев, А.Ю. Чужеродные виды в Дальневосточном морском государственном морском биосферном заповеднике / А.Ю. Звягинцев, В.В. Ивин, И.А. Кашин, А.А. Бегун, А.Н. Городков // Изв. ТИНРО. – 2012. – Т. 170. – С. 60–81.
10. Березина, Н.А. Практикум по гидробиологии / Н.А. Березина. – М.: Агропромиздат, 1989. – 208 с.
11. Кусакин, О.Г. Поясообразующие фаунистические группировки литорали Курильских островов / О.Г. Кусакин, В.А. Кудряшов, Т.Ф. Тараканова, Е.И. Шорников // Растительный и животный мир литорали Курильских островов. – Новосибирск: Наука, 1974. – С. 5–74.
12. Перестенко, Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России / Л.П. Перестенко. – СПб.: Изд-во «Ольга», 1994. – 331 с.
13. Guiry, M.D. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway / M.D. Guiry, G.M. Guiry, AlgaeBase. – Accessed at <http://algaebase.org> [20-11-2015].
14. World Register of Marine Species. Global Species Databases. Accessed at. – <http://www.marinespecies.org> [20-11-2015].
15. Перестенко, Л.П. Водоросли залива Петра Великого / Л.П. Перестенко. – Л.: Наука, 1980. – 232 с.
16. Виноградова, К.Л. Определитель водорослей дальневосточных морей СССР: Зеленые водоросли / К.Л. Виноградова. – Л.: Наука, Ленингр. отд-ние, 1979. – 146 с.
17. Ключкова, Н.Г. Флора водорослей-макрофитов Татарского пролива и особенности ее формирования / Н.Г. Ключкова. – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 289 с.

**Сведения об авторах:** Левенец Ирина Романовна, кандидат биологических наук, доцент, научный сотрудник, e-mail: iralevenetz@rambler.ru;  
Лебедев Евгений Борисович, младший научный сотрудник, e-mail: ev-lebedev@mail.ru.

УДК 594.(265.5)

**М.И. Некрасова<sup>1</sup>, О.А. Еловская<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Пальчевского, 17

<sup>2</sup>Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН,  
690041, г. Владивосток, ул. Балтийская, 43

## **ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ ОБЗОР МОЛЛЮСКОВ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ (СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ, ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

*Впервые приведен таксономический обзор моллюсков бухты Северной (Славянский зал., зал. Петра Великого, Японское море). Аннотированный список включает 76 видов моллюсков из 37 семейств. Для каждого вида приведена краткая синонимия.*

**Ключевые слова:** моллюски, бентосные организмы, бухта Северная, залив Петра Великого, Японское море.

**M.I. Nekrasova, O.A. Elovskaya**

## **TAXONOMIC REVIEW OF MOLLUSKS OF SEVERNAYA BAY (SLAVYANSKY BAY, PETER THE GREAT BAY, SEA OF JAPAN)**

*The results of benthic researches of Mollusca of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) have been presented. An annotated check-list includes 76 species in 37 families. Short information on synonyms and remarks are given.*

**Key words:** mollusks, benthic organisms, Severnaya Bay, Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan.

### **Введение**

Морские моллюски составляют значительную часть бентоса. Плотность моллюсков на морском дне может достигать нескольких тысяч особей на 1 м<sup>2</sup>. В толще морской воды многочисленны активно плавающие головоногие моллюски, которые ведут хищный образ жизни [1].

Моллюски составляют важное звено в цепи питания в экосистемах. Небольшое число видов приспособилось к паразитическому образу жизни.

Особо велика роль моллюсков как биофильтраторов, очищающих водоёмы от органического загрязнения. Кроме того, они поглощают и накапливают в своём теле тяжёлые металлы. Велика их роль и в образовании осадочных пород [2].

Фауна моллюсков бухты Северной специально не изучалась. Для оценки состояния экосистемы бухты в условиях функционирования марикультурного хозяйства по выращиванию беспозвоночных в ней проводились мониторинговые и паразитологические исследования [3, 4].

### **Материал и методика**

Материалом для данной работы послужили сборы бентоса, выполненные студентами ФГБОУ ВПО «Дальрыбвтуз», сотрудниками Тихоокеанского океанологического института им. В.И. Ильичева ДВО РАН и Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН в летний период 2004–2014 гг.

При выполнении настоящей работы были использованы общепринятые методы сбора и обработки гидробиологического материала [5].

В списке для каждого вида дана информация о систематическом положении, принятом в настоящее время названии и синонимии [6–25].

Тип Mollusca – Моллюски  
 Класс Polyplacophora  
 Отряд Lepidopleurida  
 Семейство Leptochitonidae  
 Род Leptochiton

Вид *Leptochiton assimilis* (Thiele, 1909)

Синонимия: *Leptochiton assimilis*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Отряд Chitonida  
 Семейство Ischnochitonidae  
 Род Lepidozona

Вид *Lepidozona albrechti* (Schrenck, 1862)

Синонимия: *Lepidozona albrechti*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Tonicellidae  
 Род Boreochiton

Вид *Boreochiton granulatus* (Jakovleva, 1952)

Синонимия: *Tonicella granulata*: Яковлева, 1952 [7].

*Boreochiton granulatus*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Moraliidae  
 Род Placiphorella

Вид *Placiphorella borealijaponica* Saito et Okutani, 1989

Синонимия: *Placiphorella stimpsoni*: Яковлева, 1952 [7].

Класс Gastropoda  
 Семейство Lottiidae

Род Lottia

Вид *Lottia versicolor* (Moskalev in Golikov et Scarlato, 1967)

Синонимия: *Collisella versicolor*: Москалев, 1970 [8].

*Lottia versicolor*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Niveotectura

Вид *Niveotectura pallida* (Gould, 1859)

Синонимия: *Niveotectura pallida*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Trochidae  
 Род Tegula

Вид *Tegula rustica* (Gmelin, 1790)

Синонимия: *Tegula rustica*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Umbonium

Вид *Umbonium costatum* (Valenciennes in Kiener, 1838-1839)

Синонимия: *Umbonium costatum*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Turbinidae  
 Род Homalopoma

Вид *Homalopoma amussitata* (Gould, 1861)

Синонимия: *Homalopoma amussitata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Вид *Homalopoma sangarense* (Schrenck, 1861)

Синонимия: *Homalopoma sangarense*: Williams, Karube et Ozawa, 2008 [9].

Семейство Batillariidae

Вид *Batillaria cumingii* (Crosse, 1862)

Синонимия: *Batillaria cumingii*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Litiopidae  
 Род Diffalaba

Вид *Diffalaba picta* (A. Adams, 1861)

- Синонимия: *Diffalaba picta*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].  
Семейство Littorinidae  
Род Littorina
- Вид *Littorina brevicula* (Philippi, 1844)  
Синонимия: *Littorina itelmenica*: Гладенков, Синельникова, 1990 [10].  
*Littorina brevicula*: Reid, 1996 [11].  
Вид *Littorina mandshurica* (Schrenck, 1861)  
Синонимия: *Littorina mandshurica*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].  
Вид *Littorina sitkana* Philippi, 1846  
Синонимия: *Littorina sitkana*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].  
Вид *Littorina squalida* Broderip et Sowerby, 1829  
Синонимия: *Littorina etolonensis*: Гладенков, Синельникова, 1990 [10].  
*Littorina praesqualida*: Гладенков, Синельникова, 1990 [10].  
*Littorina squalida*: Petit, 2009 [12].
- Род Epheria
- Вид *Epheria turrata* (A. Adams, 1861)  
Синонимия: *Epheria turrata*: Голиков, Скарлато, 1967 [13].  
Вид *Epheria vincta* (Montagu, 1803).  
Синонимия: *Epheria vincta*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Семейство Naticidae  
Род Cryptonatica
- Вид *Cryptonatica janthostoma* (Deshayes, 1839)  
Синонимия: *Cryptonatica janthostoma*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Семейство Cerithiopsidae  
Род Cerithiopsis
- Вид *Cerithiopsis stejnegeri* Dall, 1884  
Синонимия: *Cerithiopsis stejnegeri*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Семейство Muricidae  
Род Ceratostoma
- Вид *Ceratostoma burnettii* (Adams et Reeve, 1848)  
Синонимия: *Ceratostoma burnettii*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Род Ocenebra
- Вид *Ocenebra inornata* (Récluz, 1851)  
Синонимия: *Ocenebra inornata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Род Boreotrophon
- Вид *Boreotrophon candelabrum* (Reeve, 1848)  
Синонимия: *Boreotrophon candelabrum*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Род Nucella
- Вид *Nucella heyseana* (Dunker, 1882)  
Синонимия: *Nucella heyseana*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Род Rapana
- Вид *Rapana venosa* (Valenciennes, 1846)  
Синонимия: *Rapana venosa*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].
- Семейство Vuccinidae  
Род Neptunea
- Вид *Neptunea bulbacea* (Valenciennes, 1858)  
Синонимия: *Neptunea bulbacea*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].  
Вид *Neptunea constricta* (Dall, 1907)  
Синонимия: *Neptunea constricta*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

## Семейство Columbelloidea

Род *Mitrella*Вид *Mitrella burchardi* (Dunker, 1877)Синонимия: *Mitrella burchardi*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

## Класс Bivalvia

## Подкласс Protobranchia

## Отряд Nuculida

## Семейство Nuculidae

Род *Acila*Вид *Acila divaricata* (Hinds, 1843)Синонимия: *Acila divaricata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].Вид *Acila insignis* (Gould, 1861)Синонимия: *Acila insignis*: Huber, 2010 [14].

## Подкласс Autobranchia

## Отряд Mytilida

## Семейство Mytilidae

Род *Crenomytilus*Вид *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853)Синонимия: *Crenomytilus grayanus*: Huber, 2010 [14].Род *Modiolus*Вид *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983Синонимия: *Modiolus kurilensis*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].Род *Musculista*Вид *Musculista senhousia* (Benson in Kantor, 1842)Синонимия: *Musculista senhousia*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].Род *Mytilus* Linnaeus, 1758Вид *Mytilus trossulus* Gould, 1850Синонимия: *Mytilus edulis kussakini*: Скарлато, Старобогатов, 1979 [15].*Mytilus trossulus*: Huber, 2010 [14].Вид *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819Синонимия: *Mytilus edulis zhirmunskii*: Скарлато, Старобогатов, 1979 [15].*Mytilus galloprovincialis*: Ivanova, Lutaenko, 1998 [16].Гибрид *Mytilus trossulus* и *M. galloprovincialis*: Ivanova, Lutaenko, 1998 [16].Вид *Mytilus coruscus* Gould, 1861Синонимия: *Mytilus coruscus*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].Род *Septifer*Вид *Septifer keenae* Nomura, 1936Синонимия: *Septifer keenae*: Huber, 2010 [14].Род *Vilasina*Вид *Vilasina pillula* Scarlato, 1960Синонимия: *Vilasina pillula*: Huber, 2010 [14].

## Отряд Arcida

## Семейство Arcidae

Род *Arca*Вид *Arca boucardi* Jousseume, 1894Синонимия: *Arca boucardi*: Huber, 2010 [14].Род *Anadara*Вид *Anadara broughtonii* (Schrenck, 1867)Синонимия: *Anadara broughtonii*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

## Семейство Glycymerididae

## Род Glycymeris

Вид *Glycymeris yessoensis* (Sowerby III, 1888)

Синонимия: *Glycymeris yessoensis*: Huber, 2010 [14].

## Отряд Ostreida

## Семейство Ostreidae

## Род Crassostrea

Вид *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793)

Синонимия: *Lopha posjetica beringi*: Вялов, 1945 [17].

*Lopha posjetica newelskyi*: Вялов, 1945 [17].

*Lopha posjetica zawoikoi*: Вялов, 1945 [17].

*Crassostrea gigas*: Huvet et al., 2004 [18]; Coan et Valentich-Scott, 2012 [19].

## Отряд Pectinida

## Семейство Pectinidae

## Род Chlamys

Вид *Chlamys farreri* (Jones et Preston, 1904)

Синонимия: *Chlamys farreri nipponensis*: Kuroda, 1932 [20].

Вид *Chlamys swifti* (Bernardi, 1858)

Синонимия: *Chlamys swiftii*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

## Род Mizuhopecten

Вид *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856)

Синонимия: *Mizuhopecten yessoensis*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

## Отряд Cardiida

## Семейство Cardiidae

## Род Clinocardium

Вид *Clinocardium ciliatum* (Fabricius, 1780)

Синонимия: *Ciliatocardium ciliatum*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

## Семейство Tellinidae

## Род Macoma

Вид *Macoma calcarea* (Gmelin, 1791)

Синонимия: *Macoma calcarea*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

Вид *Macoma* sp.

Вид *Megangulus venulosus* (Shrenck, 1861)

Синонимия: *Peronidia venulosa*: Скарлато, 1981 [22].

## Семейство Psammobiidae

## Род Nuttallia

Вид *Nuttallia commoda* (Yokoyama, 1925)

Синонимия: *Nuttallia commoda*: Скарлато, 1981 [22].

## Семейство Mactridae

## Род Mactra

Вид *Mactra chinensis* Philippi, 1846

Синонимия: *Mactra chinensis*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

## Род Spisula

Вид *Spisula sachalinensis* (Schrenck, 1861)

Синонимия: *Spisula sachalinensis*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

## Семейство Corbiculidae

## Род Corbicula

Вид *Corbicula japonica* Prime, 1864

Синонимия: *Corbicula japonica*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Семейство Ungulinidae

Род Felaniella

Вид *Felaniella usta* (Gould, 1861)

Синонимия: *Felaniella usta*: Shikama, 1964 [23].

Род Diplodonta

Вид *Diplodonta semiasperoides* Nomura, 1932

Синонимия: *Diplodonta semiasperoides*: Раков, 2006 [24].

Семейство Veneridae

Род Callista

Вид *Callista brevisiphonata* (Carpenter, 1865)

Синонимия: *Callista brevisiphonata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Saxidomus

Вид *Saxidomus purpurata* (Sowerby II, 1852)

Синонимия: *Saxidomus purpurata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Protothaca

Вид *Protothaca adamsii* (Reeve, 1863)

Синонимия: *Callithaca adamsii*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Вид *Protothaca euglypta* (Sowerby III, 1914)

Синонимия: *Protothaca euglypta*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Вид *Protothaca jechoensis* (Lischke, 1874)

Синонимия: *Protothaca jechoensis*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Dosinia

Вид *Dosinia japonica* (Reeve, 1850)

Синонимия: *Dosinia japonica*: Lutaenko, Nosewothy, 2012 [25].

Род Liocyma

Вид *Liocyma fluctuosum* (Gould, 1841)

Синонимия: *Liocyma fluctuosa*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

Род Ruditapes

Вид *Ruditapes philippinarum* (A. Adams et Reeve, 1850)

Синонимия: *Ruditapes philippinarum*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

*Venerupis philippinarum*: Huber, 2010 [14].

Отряд Pholadida

Семейство Myidae

Род Mya

Вид *Mya uzenensis* Nomura et Zinbo, 1937

Синонимия: *Mya priapus*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

*Ranomya priapus*: Huber, 2010 [14].

Вид *Mya japonica* Jay, 1857

Синонимия: *Mya japonica*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

*Mya arenaria*: Huber, 2010 [14].

Семейство Corbulidae

Род Anisocorbula

Вид *Anisocorbula venusta* (Gould, 1861)

Синонимия: *Anisocorbula venusta*: Волова, Скарлато, 1980 [21].

Отряд Pandorida

Семейство Lyonsiidae

Род Entodesma

Вид *Entodesma navicula* (A. Adams et Reeve, 1850)

Синонимия: *Entodesma navicula*: Lutaenko, Nosewothy, 2012 [25].

Отряд Solenida  
Семейство Solenidae  
Род Solen

Вид *Solen krusensterni* Schrenck, 1867

Синонимия: *Solen krusensterni*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Отряд Hiatellida  
Семейство Hiatellidae  
Род Hiatella

Вид *Hiatella arctica* (Linnaeus, 1767)

Синонимия: *Hiatella arctica*: Coan et Valentich-Scott, 2012 [19].

Вид *Panomya norvegica* (Splengler, 1793).

Синонимия: *Panomya norvegica*: Lutaenko, Noseworthy, 2012 [25].

Род Panopea

Вид *Panopea japonica* A. Adams, 1850

Синонимия: *Panopea japonica*: Lutaenko, Noseworthy, 2012 [25].

Класс Cephalopoda  
Отряд Sepiida  
Семейство Sepiidae  
Род Sepiella

Вид *Sepiella japonica* Sasaki, 1929

Синонимия: *Sepiella japonica*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Отряд Sepiolida  
Семейство Sepiolidae  
Род Sepiola

Вид *Sepiola birostrata* Sasaki, 1918

Синонимия: *Sepiola birostrata*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Отряд Teuthida  
Семейство Ommastrephidae

Вид *Todarodes pacificus* Steenstrup, 1880

Синонимия: *Todarodes pacificus*: Dunning et Wormuth, 1998 [26].

Отряд Octopoda  
Семейство Octopodidae  
Род Octopus

Вид *Octopus conispadiceus* (Sasaki, 1917)

Синонимия: *Octopus conispadiceus*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

Род Enteroctopus

Вид *Enteroctopus dofleini* (Wülker, 1910)

Синонимия: *Enteroctopus dofleini*: Кантор, Сысоев, 2005 [6].

### Заключение

Видовое разнообразие фауны моллюсков бухты Северной составляет 76 видов, относящихся к 37 семействам. Паразитические виды не встречены. Тип Mollusca представлен 4 классами: Polyplacophora, Gastropoda, Bivalvia и Cephalopoda.

Наименьшее видовое богатство (4 вида) отмечено в классе Polyplacophora. Хитоны представлены 4 семействами: Leptochitonidae, Ischnochitonidae, Tonicellidae и Moraliidae; они включают по 1 виду. Класс Cephalopoda представлен 5 видами, относящимися к 4 семействам. Семейство Octopodidae содержит 2 вида, остальные семейства – по 1 виду.

Класс Gastropoda представлен 24 видами из 11 семейств. Больше всего видов содержат семейства Littorinidae – 6 видов и Muricidae – 5. Семейства Lottiidae, Trochidae, Turbinidae и Vuccinidae содержат по 2 вида. Остальные семейства представлены 1 видом.

Представители класса Bivalvia являются самыми многочисленными. Двустворчатые моллюски представлены 43 видами, относящимися к 18 семействам. Больше всего видов включают два семейства: Mytilidae и Veneridae – по 8 видов. Семейства Nuculidae, Arcidae, Pectinidae, Tellinidae, Mactridae, Ungulinidae, Myidae и Hiatellidae представлены 2 либо 3 видами. Остальные семейства содержат по 1 виду.

### Список литературы

1. Шарова, И.Х. Зоология беспозвоночных / И.Х. Шарова. – М.: Владос, 2002. – 592 с.
2. Догель, В.А. Зоология беспозвоночных / В.А. Догель. – М.: Высш. шк., 1981. – 7-е изд. – 614 с.
3. Смирнова, Е.В. Результаты экологического мониторинга экосистемы б. Северной (Амурский зал.) / Е.В. Смирнова // Материалы XIV Всерос. межвуз. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2002. – С. 134–136.
4. Буторина, Т.Е. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка / Т.Е. Буторина, Н.И. Скиба // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. – Т. 14. – Ч. 2. – С. 102–105.
5. Адрианов, А.В. Методология мониторинга морского биоразнообразия (региональный и локальный уровни) / А.В. Адрианов, В.Г. Тарасов // Научные основы сохранения биоразнообразия Дальнего Востока России. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 10–29.
6. Кантор, Ю.И. Каталог моллюсков России и сопредельных стран / Ю.И. Кантор, А.В. Сысоев. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2005. – 627 с.
7. Яковлева, А.М. Панцирные моллюски морей СССР (Loricata) / А.М. Яковлева. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 108 с. (Определители по фауне СССР. Т. 45).
8. Москалев, Л.И. Брюхоногие моллюски рода *Collisella* (Prosobranchia, Acmaeidae) окраинных азиатских морей Тихого океана / Л.И. Москалев // Тр. Ин-та океанологии АН СССР. – 1970. – Вып. 88. – С. 174–212.
9. Williams, S.T. Molecular systematics of Vetigastropoda: Trochidae, Turbinidae and Trochoidea redefined / S.T. Williams, S. Karube, T. Ozawa // Zool. Scripta. – 2008. – Vol. 37. – P. 483–506.
10. Гладенков, Ю.Б. Моллюски и климатические оптимумы миоцена Камчатки / Ю.Б. Гладенков, В.Н. Синельникова. – М.: Наука, 1990. – 171 с.
11. Reid, D.G. Systematics and evolution of *Littorina* / D.G. Reid. // The Ray Soc. – 1996. – 463 p.
12. Petit, R.E. George Brettingham Sowerby, I, II a. III: their conchological publications and molluscan taxa / R.E. Petit // Zootaxa. – 2009. – Vol. 2189. – P. 1–218.
13. Голиков, А.Н. Моллюски залива Посьета (Японское море) и их экология / А.Н. Голиков, О.А. Скарлато // Тр. Зоол. ин-та АН СССР. – 1967. – Т. 42. – С. 5–154.
14. Huber, M. Compendium of bivalves. A full-color guide to 3,300 of the world's marine bivalves. A status on Bivalvia after 250 years of research / M. Huber. – Hackenheim: ConchBooks, 2010. – 901 p.
15. Скарлато, О.А. О системе подотряда Mytileina (Bivalvia) Моллюски, основные результаты их изучения: 6-й сб. / О.А. Скарлато, Я.И. Старобогатов. – Л., 1979. – С. 22–25.
16. Ivanova, M.B. On the distribution of *Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819 (Bivalvia, Mytilidae) in Russian Far Eastern seas / M.B. Ivanova, K.A. Lutaenko // Bull. Inst. Malac. Tokyo. – 1998. – Vol. 3, № 5. – P. 67–71.

17. Вялов, О.С. О некоторых устрицах зал. Петра Великого / О.С. Вялов // Докл. АН СССР. – 1945. – Т. 50. – С. 521–524.
18. Huvet, A. Natural hybridization between genetically differentiated populations of *Crassostrea gigas* and *C. angulata* highlighted by sequence variation in flanking regions of a microsatellite locus / A. Huvet, C. Fabioux, H. McCombie, S. Lapegue, P. Boudry // Marine Ecology Progressive Series. – 2004. – № 272. – P. 141–152.
19. Coan, E.V. Bivalve seashells of tropical West America. Marine bivalve mollusks from Baja California to northern Peru / E.V. Coan, P. Valentich-Scott. – Santa Barbara: Santa Barbara Museum of Nat. History, 2012. – Vol. 1. – 369 p.
20. Kuroda, T. Illustrated catalogue of Japanese shells / T. Kuroda. – Issue 1. – Kyoto. – 1949–1953. – 216 p.
21. Волова, Г.Н. Двустворчатые моллюски залива Петра Великого / Г.Н. Волова, О.А. Скарлато. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1980. – 170 с.
22. Скарлато, О.А. Двустворчатые моллюски умеренных вод северо-западной части Тихого океана / О.А. Скарлато // Определители по фауне СССР, издаваемые Зоологическим институтом АН СССР. – Л.: Наука, 1981. – Вып. 126. – 480 с.
23. Shikama, T. Index fossils of Japan. / T. Shikama. – Tokyo: Asakura Shoten, 1964. – 287 p.
24. Раков, В.А. Определитель двустворчатых моллюсков Приморского края / В.А. Раков. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – 100 с.
25. Lutaenko, K.A. Catalogue of the Living Bivalvia of the Continental Coast of the Sea of Japan (East Sea) / K.A. Lutaenko, R.G. Noseworthy. – Vladivostok: Dalnauka, 2012. – 247 p.
26. Dunning, M.C. The ommastrephid squid genus *Todarodes*: A review of systematics, distribution and biology (Cephalopoda: Teuthoidea) / M.C. Dunning, J.H. Wormuth // Systematics and biogeography of cephalopods / Voss N.A., M. Vecchione, R.B. Toll, M.J. Sweeney (eds.). Smithsonian Contributions to Zoology. – 1998. – Vol. 586, № 2. – P. 385–391.

**Сведения об авторах:** Некрасова Марина Ивановна, кандидат биологических наук, младший научный сотрудник, e-mail: mnekrasova@mail.ru;  
Еловская Олеся Александровна, кандидат биологических наук, научный сотрудник, e-mail: olesya-sharova@mail.ru.

---

---

# ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА

---

---

УДК 551.465

**М.В. Мироненко<sup>1</sup>, П.А. Стародубцев<sup>2</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Специальное конструкторское бюро средств автоматизации морских исследований  
Дальневосточного отделения Российской академии,  
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Горького, 25

<sup>2</sup>Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,  
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6

<sup>3</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

## НЕЛИНЕЙНАЯ ПРОСВЕТНАЯ ГИДРОАКУСТИКА В СИСТЕМАХ МОНИТОРИНГА ПОЛЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ В МОРСКОЙ СРЕДЕ

*Рассматриваются физико-математические основы и измерительные технологии нелинейной просветной гидроакустики в решении проблемы дальнего параметрического приема информационных волн «малых амплитуд», формируемых искусственными и естественными источниками морской среды. Обосновываются практические пути формирования протяженных просветных систем мониторинга как параметрических с низкочастотной накачкой контролируемой среды, формируемых на основе средств морского приборостроения. Приводятся примеры дальнего параметрического приема и измерения пространственно-временных характеристик акустических, электромагнитных и гидродинамических полей, формируемых искусственными и естественными источниками морской среды в диапазоне частот сотни – десятки – единицы – доли Герца на трассах протяженностью десятки-сотни километров.*

**Ключевые слова:** морская среда, нелинейная просветная гидроакустика, гидрофизические поля различной физической природы, нелинейное взаимодействие волн, дальний параметрический прием волн «малых амплитуд», радиогидроакустические средства морского приборостроения.

**M.V. Mironenko, P.A. Starodubtcev, E.N. Baklanov**

## NONLINEAR LUMINAL HYDROACOUSTIC IN SYSTEMS OF MONITORING OF DIFFERENT PHYSICAL NATURE FIELDS IN THE MARINE ENVIRONMENT

*The article discusses physical and mathematical foundations and measurement technology of nonlinear luminal hydroacoustics in addressing the long-wave parametric receiving of "small amplitude" information waves, formed by artificial and natural sources of the marine environment. Settle practical ways of formation of extensive luminal monitoring systems as a low-frequency parametric pumping of controlled environment, formed by means of marine engineering. Examples of long-distance parametric receiving and measuring of spatial-temporal characteristics of the acoustic, electromagnetic and hydrodynamic fields generated by artificial and natural sources of the marine environment in the frequency range of hundreds – tens – units – shares of Hertz on the tracks for tens to hundreds of kilometers.*

**Key words:** marine environment, nonlinear luminal hydroacoustics, hydrophysical fields of various physical nature, nonlinear wave interaction, long-distance parametric reception of "small amplitude" waves, radiohydroacoustics marine instruments.

### Введение

Анализ становления отечественной и зарубежной гидроакустики позволяет конкретизировать целенаправленную тенденцию ее развития, которая проявилась в следующем. Техни-

ческое совершенствование кораблей и подводных аппаратов различного назначения и технической сложности обеспечило снижение уровня их шумового излучения и количества содержащихся в нем дискретных составляющих как устойчивых классификационных признаков. Также уменьшилась акустическая заметность кораблей за счет использования новых материалов для покрытия их корпуса.

Стремление разработчиков станций перейти в низкочастотный и инфранизкочастотный диапазоны частот как наиболее информативную область шумового излучения морских объектов создало сложную практическую задачу производства и применения протяженных акустических антенн, что, в свою очередь, привело к увеличению массы и габаритов станций и другим, неоправданным с точки зрения достигнутого эффекта, последствиям. Попытки решить сложившуюся проблему путем снижения частоты зондирующих сигналов при обнаружении объектов методами активной гидролокации также столкнулись с подобными трудностями. Решение задачи дальнего обнаружения реальных объектов в этом случае ограничивается снижением их «волнового параметра», а также «акустической заметности» и неэффективностью применения классических средств активной гидролокации. Научно-технические разработки, связанные с параметрическими методами излучения и приема низкочастотных акустических сигналов антеннами «малых волновых размеров», наметили определенный сдвиг в решении этой проблемы. Но реализация достижений и разработок параметрических методов дальнего обнаружения малошумных морских объектов ограничилась определяющим фактором – низкой нелинейностью водной среды и условиями их применения: районом, глубиной погружения приемных и излучающих антенн, суточной и сезонной изменчивостью, а также общей зависимостью параметрических эффектов от характеристик морской среды.

На основании анализа результатов теоретических и экспериментальных исследований этого направления определилась идея разработки принципиально нового метода гидролокации морских объектов, объединяющего преимущества и максимально снижающего принципиальные недостатки существующих классических методов: активной гидролокации, пассивного пеленгования сигналов шумового поля, а также метода высокочастотной нелинейной акустики. В совокупности это породило проблему разработки нового научно-технического направления, обеспечивающего дальнейшее обнаружение «акустически слабозаметных» морских объектов по признакам излучаемых ими полей различной физической природы (акустических, электромагнитных и гидродинамических). Таким методом стал разрабатываемый и успешно реализуемый в настоящее время на Дальнем Востоке низкочастотный (активно-пассивный и параметрический) метод дальней гидролокации полей объектов и неоднородностей морской среды, названный впоследствии методом «нелинейной просветной гидроакустики» (НПГА). Измерительные технологии НПГА как нового многофункционального научно-технического направления, объединяющего гидрофизику, геофизику и радиофизику, основаны на закономерностях нелинейного взаимодействия и параметрического преобразования акустических просветных волн с измеряемыми информационными волнами различной физической природы в морской среде [1–3]. Итак, проведем анализ указанных закономерностей.

#### **Физико-математическая модель нелинейного взаимодействия акустических и электромагнитных волн в морской среде**

В нелинейном приближении уравнения гидродинамики допускают существование трех независимых друг от друга типов колебаний и возбуждаемых ими гармоник: звуковых, температурных и вихревых волн. Известно, что эти поля при определенных условиях могут

взаимодействовать друг с другом. Рассмотрим эту закономерность для условий нелинейной морской среды. Проанализируем систему уравнений Навье-Стокса вязкой, теплопроводящей среды, с помощью которых можно рассматривать указанные взаимодействия с учетом скорости частиц  $\bar{v}(\bar{r}, t)$ , плотности  $\rho(\bar{r}, t)$ , давления  $P(\bar{r}, t)$ , а также тепловых параметров среды, энтропии  $S(\bar{r}, t)$  и температуры  $T(\bar{r}, t)$  [3–6].

$$\rho \left[ \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{v} \right] = -\nabla P + \eta \Delta \bar{v} + \left( \xi + \frac{\eta}{3} \right) \text{grad div} \bar{v}, \quad (1)$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \rho \bar{v} = 0, \quad (2)$$

$$P = P(\rho, S), \quad (3)$$

$$\rho T \left[ \frac{\partial S}{\partial t} + (\bar{v} \cdot \nabla) S \right] = \alpha T + \xi (\text{div} \bar{v})^2 + \frac{\eta}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ik} \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \right)^2, \quad (4)$$

где  $\eta, \xi$  – сдвиговая и объемная вязкости;  $\alpha$  – коэффициент теплопроводности.

В этом случае в правой части уравнения (1) можно заменить влияние механических свойств среды на электромагнитные. Тогда оно запишется как

$$\rho \left( \frac{\partial \bar{v}}{\partial t} + (\bar{v} \cdot \nabla) \bar{v} \right) = -\nabla P + \rho_e \left[ \bar{E} + \frac{1}{C} (\bar{v} \times \bar{H}) \right] + \frac{1}{C} (\bar{j}^* \times \bar{H}) + \rho \bar{F}_{\text{доб}}, \quad (5)$$

где  $\bar{E}, \bar{H}$  – электрическая магнитная напряженность поля;  $\rho_e$  – плотность электрических зарядов;  $\bar{j}^*$  – плотность электрического поля;  $C$  – фазовая скорость электромагнитных волн;  $\bar{F}_{\text{доб}}$  – плотность обычных массовых сил, не связанных с взаимодействием жидкости с электромагнитным полем.

Кроме этого, систему уравнений (2, 3, 5) можно сделать замкнутой, если добавить зависимости, учитывающие приток тепла извне  $dq_{\text{доб}}^{(e)}$ , силы  $\bar{F}_{\text{доб}}$  и удельную электропроводность  $\sigma$ .

Скалярное уравнение притока тепла

$$dv + Pd \left( \frac{1}{\rho} \right) = \frac{1}{\rho} (\tilde{j} \cdot \tilde{E}) dt + dq_{\text{доб}}^{(e)}. \quad (6)$$

Скалярное уравнение, вытекающее из второго закона термодинамики,

$$TdS = \frac{1}{\rho} (\tilde{j} \cdot \tilde{E}) dt + dq_{\text{доб}}^{(e)}. \quad (7)$$

При этом внутренняя энергия  $U$  может быть представлена функцией  $\rho$  и  $SdU = TdS - Pd \left( \frac{1}{\rho} \right)$ . Отсюда можно получить два скалярных уравнения состояния термодинамики:

$$T = \left( \frac{\partial U}{\partial S} \right) \rho, \quad -P = \left( \frac{\partial U}{\partial \frac{1}{\rho}} \right). \quad (8)$$

Добавим электродинамические уравнения Максвелла и закон Ома:

$$\operatorname{rot} \bar{E} = \frac{-1}{C} \cdot \frac{\partial \bar{H}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \bar{H} = 0. \quad (9)$$

$$\operatorname{rot} \bar{H} = \frac{4\pi}{C} \bar{j} + \frac{1}{C} \frac{\partial \bar{E}}{\partial t}, \quad \operatorname{div} \bar{E} = 4\pi \rho_e. \quad (10)$$

$$\bar{j} = \sigma \left( \bar{E} + \frac{1}{C} \bar{v} \times \bar{H} \right) + \rho_e \bar{v}. \quad (11)$$

Строгое решение системы этих уравнений до настоящего времени не найдено. В данной работе выводятся упрощенные уравнения, позволяющие проводить не только качественные, но и численные оценки, а также некоторые частные практически важные элементы взаимодействия электромагнитных и упругих акустических волн в проводящих средах. Электрическую компоненту поля из этой системы уравнений «свернем», упростим до уравнения диффузии волнового уравнения и представим в виде

$$\Delta \Psi = \frac{1}{C^2} \frac{\partial^2 \Psi}{\partial t^2} + \frac{1}{\alpha} \frac{\partial \Psi}{\partial t}, \quad (12)$$

где  $\Psi$  – потенциал электрического поля;  $\alpha$  – коэффициент диффузии.

Для магнитного поля, распределенного неоднородно в проводящей жидкости, коэффициент  $\alpha$  представим в виде  $\alpha = (\mu\sigma)^{-1}$ ,  $\mu$  – магнитная проницаемость,  $\sigma$  – удельная электропроводность. Решение уравнения (12) для распределения потенциала поля вдоль оси  $X$  в воде можно найти в виде

$$\Psi = \Psi_0 e^{-i[\omega t + \gamma x]}, \quad (13)$$

где  $\gamma^2 = \frac{\Omega_{\text{эл}}^2}{C^2} - i \frac{\omega}{\alpha}$ ,  $\left( \frac{\Omega_{\text{эл}}}{C} \right)^2 = k^2$  – волновое число.

Решение (13) описывает затухающую электромагнитную волну. Ее затухание в проводящей среде зависит от коэффициента диффузии  $\alpha$  и может происходить как на нескольких длинах волн, так и на части волны. В зоне, где волна еще существует, формируется область активного изменения термодинамических параметров среды с частотой  $\Omega_{\text{эл}}$ . Для звуковой части системы уравнений в приближении малых отклонений плотности и давления от стационарных значений получим приближенное нелинейное уравнение для звукового давления

$$\Delta P - \frac{1}{C_0^2} \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \frac{b}{C_0^2 \rho_0} \frac{\partial}{\partial t} \Delta P = Q_{эл.} - Q_{ак}, \tag{14}$$

где  $Q_{эл.}$  – группа членов, характеризующих генерацию упругих колебаний за счет электромагнитных волн, сосредоточенных в зоне  $(-x_{он}, x_{он})$ ;  $Q_{ак}$  – нелинейные члены, определенные в нелинейной акустике [5–7].

$$Q_{ак} = \frac{1}{C_0^4 \rho} \left( \frac{\partial P}{\partial t} \right)^2 + \frac{\varepsilon - 1}{C_0^4 \rho_0} \frac{\partial^2 P}{\partial t^2} + \frac{\rho_0}{2} \Delta v^2 + \rho_0 \bar{v} \Delta \bar{v}. \tag{15}$$

Таким образом, полученные в выражении (15) нелинейные члены генерируются за счет электромагнитных и упругих информационных волн. Они формируют в исходной просветной волне звукоряд дополнительных составляющих суммарной и разностных частот и их гармоник, которые проявляются и выделяются в спектрах принимаемых просветных сигналов как устойчивые дискретные составляющие измеряемых информационных волн морской среды [2, 3].

Пример дальнего параметрического приема поля шумового излучения морского судна методом нелинейной просветной гидроакустики приведен на рис. 1. Морскими исследованиями просветной гидролокации как параметрической с низкочастотной подсветкой (накачкой) контролируемой среды показана его высокая эффективность. Параметрический прием информационных волн «малых амплитуд» осуществляется на дистанциях десятков–сотен километров, при этом эффективно принимаются гидрофизические и геофизические (преимущественно сейсмические) поля объектов и среды в диапазоне частот сотен – десятков – единиц – долей Герца [1, 2].

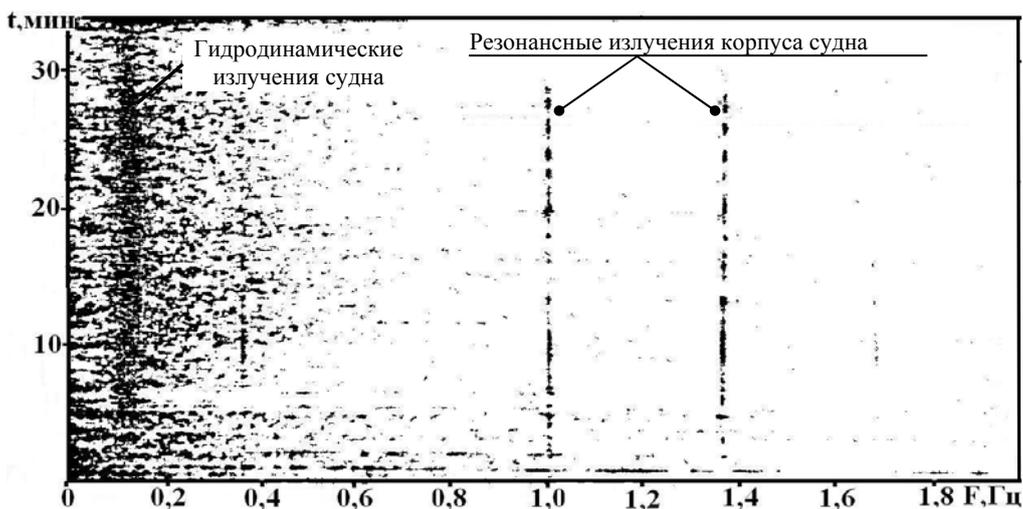


Рис. 1. Спектрограмма шумового излучения морского судна. Сигналы с одиночных приемников горизонтальной донной антенны. Протяженность трассы 50 км, частота подсветки среды 400 Гц  
 Fig. 1. Spectrogram of noise emission of a marine vessel. The signals from the single receivers of the horizontal bottom antenna. The length of the route 50 km, frequency of environment lighting 400 Hz

Морские экспериментальные исследования проводились на акваториях Японского моря (на трассе Приморье – о. Сахалин, на трассе протяженностью более 300 км). А также на трассах Охотского и Берингова морей протяженностью 20, 40, 50, 60 и 100 км. В качестве низкочастотных излучающих систем использовались как стационарные, так и буксируемые забортные блоки, сформированные на основе преобразователей подводных маяков наведения «ИНЗА-300», «ИНЗА-400».

Прием просветных сигналов выполнялся в лабораториях судна-носителя, а также в береговых лабораториях стационарных гидроакустических станций. Обработка и анализ принимаемой информации выполнялись на специально разработанных линиях, сформированных из штатных радиотехнических приборов, а также специально разработанных цифровых блоков. При обработке использовалось преобразование частотно-временного масштаба принимаемых сигналов в высокочастотную область, что обеспечивало измерение частотного спектра просветных волн в диапазоне единиц – долей Герца, включая волны, формируемые СНЧ колебаниями объектов в установившемся режиме движения как целого [1–3].

Пример дальнего параметрического приема электромагнитных излучений морского судна просветным методом гидролокации приведен на рис. 2. Спектр и спектрограмма шумового излучения лопастного ряда морского судна, совмещенного с просветной акустической волной 390 Гц, а также электромагнитной волной 400 Гц морского судна, что подтверждает возможность «тройного» нелинейного взаимодействия в морской среде волн различной физической природы.

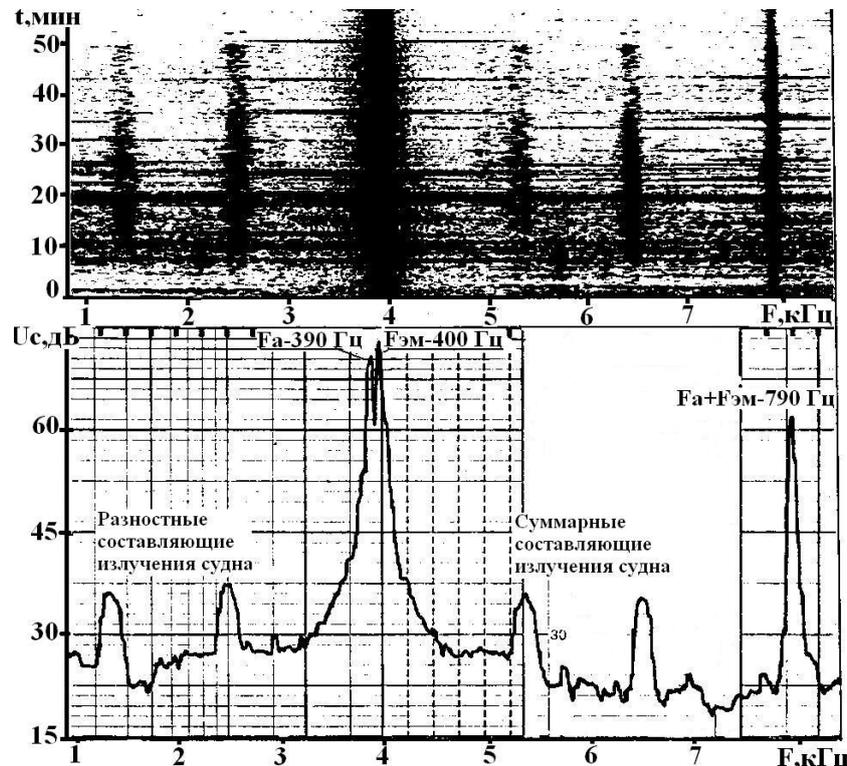


Рис. 2. Спектрограмма и спектр акустических сигналов подсветки среды с частотой 390 Гц, модулированных электромагнитными излучениями морского судна частотой 400 Гц.

Просветная трасса 50 км

Fig. 2. Spectrogram and spectrum of acoustic signals of environment lighting with frequency 390 Hz, modulated with electromagnetic radiation of a sea ship 400 Hz. Luminal track 50 km

Следует отметить, что экспериментальные исследования по нелинейной просветной гидроакустике проводились также в рамках программ Всесоюзных морских экспедиций «Восток», а также в рамках совместного широкомасштабного акустического эксперимента в переходной зоне Охотского и Японского морей (морской полигон СКБ САМИ, на трассе 350 км). Во всех указанных экспериментах был получен положительный результат.

### **Выводы**

При совместном распространении в проводящей (морской) среде просветных и электромагнитных информационных волн возникает их нелинейное взаимодействие и параметрическое преобразование. Это сопровождается образованием в исходной акустической просветной волне параметрических составляющих суммарной и разностной частот и их гармоник, которые являются амплитудно-фазовыми модуляционными признаками просветных волн и выделяются в приемных трактах систем мониторинга.

Морскими экспериментальными исследованиями нелинейной просветной гидроакустики показано, что использование операции активной низкочастотной подсветки контролируемой среды (на частотах десятки герц – сотни герц) обеспечивает дальнейшее (десятки-сотни километров) обнаружение «акустически слабозаметных» морских объектов по признакам их полей различной физической природы. Использование низкочастотных просветных сигналов делает его практически нечувствительным к помехам и мелкомасштабным изменениям характеристик морской среды.

Характеристики полей шумового излучения, а также электромагнитные и другие поля, наведенные объектами, в этом случае выделяются и регистрируются в приемном тракте измерительных систем методом узкополосного спектрального анализа принимаемых просветных сигналов, что выполняется существующими методами и реализующими их трактами цифровой обработки сигнальной информации.

На основе результатов многолетних морских исследований и технических разработок по созданию систем освещения и мониторинга полей морских акваторий разработаны научно-технические основы нелинейной просветной гидроакустики, обеспечивающей дальний параметрический прием гидрофизических полей среды и объектов различной физической природы. Обоснованы практические пути формирования и эксплуатации просветных систем мониторинга и контроля протяженных морских акваторий, которые могут быть сформированы на основе радиогидроакустических средств морского приборостроения, разрабатываемых и серийно изготавливаемых ФГБУН «СКБ САМИ» ДВО РАН.

### **Список литературы**

1. Мироненко, М.В. Нелинейная просветная гидроакустика и средства морского приборостроения в создании дальневосточной радиогидроакустической системы освещения атмосферы, океана и земной коры, мониторинга их полей различной физической природы / М.В. Мироненко, А.Е. Малашенко, А.М. Василенко и др. – Владивосток: ФГБУН СКБ САМИ ДАО РАН, 2014. – 402 с.
2. Мироненко, М.В. Закономерности взаимодействия упругих и электромагнитных волн в морской воде // Подводные технологии – 2000: Междунар. симпоз. / М.В. Мироненко, В.И. Короченцев и др. – Япония, Токио, 2000. – С. 105–109.
3. Мироненко, М.В. Физико-математические основы метода «гидролокации на просвет»: сб. ст. Всерос. межвуз. нуч.-техн. конф. / М.В. Мироненко. – Владивосток: ТОВВМУ, 1996. – Вып. 3. – С. 88–91.

4. Стародубцев, П.А. Теоретические основы формирования просветных систем и перспективы развития морского приборостроения на Дальнем Востоке: монография / П.А. Стародубцев, М.В. Мироненко, В.А. Тахтеев, Е.П. Стародубцев, Е.В. Шевченко. – Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2006. – 180 с.

5. Стародубцев, П.А. Научно-технические пути построения и эксплуатации широкомасштабных систем томографического наблюдения пространственно-временных характеристик гидрофизических полей морской среды: монография / П.А. Стародубцев, М.В. Мироненко, В.В. Карасев. – Владивосток: МГУ им. Г.И. Невельского, 2010. – 273 с.

6. Стародубцев, П.А. Метод низкочастотной гидроакустической томографии и измерительная система контроля морских акваторий: сб. тр. 11-й сессии РАО / П.А. Стародубцев, М.В. Мироненко, А.М. Мироненко (Василенко). – М.: ГЕОС, 2001. – С. 7–10.

7. Пат. Российская Федерация. Способ параметрического приема волн различной физической природы в морской среде / Мироненко М.В., Малашенко А.Е., Карачун Л.Э., Василенко А.М. / СКБ САМИ ДВО РАН. – № 2453930 С1, от 11.10.2010.

8. Пат. Российская Федерация. Способ параметрического приема гидрофизических и геофизических волн в морской среде / Мироненко М.В., Малашенко А.Е., Карачун Л.Э., Василенко А.М. – № 2550588 С1, от 18.02.2014.

**Сведения об авторах:** Мироненко Михаил Владимирович, доктор технических наук, профессор, e-mail: professor@mail.primorye.ru;

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

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

УДК 551.465

**П.А. Стародубцев<sup>1</sup>, Е.Н. Бакланов<sup>2</sup>, Е.П. Стародубцев<sup>1</sup>, А.П. Шевченко<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Тихоокеанское высшее военно-морское училище имени С.О. Макарова,  
690006, г. Владивосток, Днепровский переулок, 6<sup>2</sup>Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЛИЯНИЯ СРЕДЫ  
РАСПРОСТРАНЕНИЯ НА ПАРАМЕТРЫ СИГНАЛА  
ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

*Приводятся результаты модельных исследований влияния поверхностного волнения на стационарной трассе о. Сахалин – о. Итуруп на частотный спектр одно- или двукратно рассеянной компоненты просветного акустического сигнала с учетом разного рода неоднородностей морской среды.*

**Ключевые слова:** просветный сигнал, поверхностное волнение, рефракционный волновод, квази-монохроматическая волна, частотный спектр, акустические неоднородности, частотно-угловой спектр, волнение, интенсивность рассеяния.

**P.A. Starodubtcev, E.N. Baklanov, E.P. Starodubtcev, A.P. Shevchenko  
SOME RESULTS OF THE INFLUENCE OF THE ENVIRONMENT  
ON THE PARAMETERS OF A SIGNAL IN NUMERICAL SIMULATION**

*The article presents the results of model studies of the effect of surface waves on a stationary track Sakhalin island - Iturup island on the frequency spectrum of once or twice scattered luminal components of an acoustic signal, taking into account all sorts of irregularities of the marine environment.*

**Key words:** translucent signal, surface waves, refractive waveguide, quasimonochromatic wave, frequency spectrum, acoustic inhomogeneity, frequency-angular spectrum, waves, scattering intensity.

**Целью** приведенных ниже результатов модельных исследований является изучение процесса влияния среды распространения на параметры тональных просветных акустических сигналов на стационарной трассе о. Сахалин – о. Итуруп.

**Введение**

Если ось подводного звукового канала (ПЗК) находится около поверхности моря или на малой глубине, близкой к 100 м, он считается полностью или частично открытым к поверхности в любых сезонных условиях. При этом наряду с воздействием объемных нестационарных процессов просветные акустические сигналы испытывают эффекты рассеяния и на поверхностном волнении. Экспериментальные исследования в такой постановке дают данные для построения модели сигнала, одновременно учитывающей эффекты рассеяния на объемных и поверхностных нестационарных неоднородностях. Но существующие в настоящее время теоретические модели распространения просветного акустического сигнала на стационарной трассе рассматривают их по отдельности. Поэтому актуален вопрос о селекции указанных эффектов при анализе экспериментальных данных.

**Основная часть**

Достаточно наглядно такое разделение можно выполнить для тональных сигналов, используя различные характерные временные масштабы объемных флуктуаций и поверхностного волнения. Характерные частоты поверхностного волнения меняются в диапазоне  $10^{-2} \div 1$  Гц, а

внутренних – в диапазоне  $10^{-3} \div 10^{-5}$  Гц. Таким образом, можно считать, что флуктуации тонального сигнала в частотном интервале  $10^{-2} < \Delta f < 1$  Гц обусловлены рассеянием на поверхностном волнении, а более медленные флуктуации  $\Delta f < 10^{-2}$  Гц – внутренними волнами и другими нестационарными объемными процессами [1, 3].

Соответственно этому флуктуирующий просветный акустический сигнал на стационарной трассе можно представить как совокупность высокочастотной компоненты (ВК), с характерными частотами флуктуации поверхностного волнения и низкочастотной компоненты (НК), обусловленной внутренними волнами и соответствующей диапазону спектра  $\Delta f < 10^{-2}$  Гц. При этом поверхностное волнение, не влияя на форму спектра НК, оказывает прямое влияние на ее интегральную энергию [2].

Существует несколько подходов к описанию эффектов рассеяния просветных акустических сигналов в рефракционном волноводе, полностью или частично открытом к поверхности [2]. Первые подходы [2] основываются на лучевом представлении акустического поля. Вторые [2, 4], при малых значениях параметра Релея, описываются эффектами рассеяния в рамках модового представления акустического поля. При этом распределение энергии рассеянной компоненты звуковых волн по частоте и номерам мод представляется уравнением переноса, что позволяет единообразно исследовать как эффекты однократного, так и эффекты многократного рассеяния.

Поскольку численное моделирование частотного спектра ВК было проведено в рамках модового подхода, изложим предварительно основные математические соотношения. Будем считать, что волновод с профилем  $C(z)$  имеет верхнюю границу  $z = \xi(r, t)$ . Поле давления квазимонохроматической волны с центральной частотой  $\omega_0$  разложим по ортогональным собственным функциям волновода с плоской границей  $z = 0$ , т.е

$$P = \sum_n \int b_{n,\omega} \exp(i\omega t) d\omega * \varphi_n(z) H_0^{(1)}(k_n r), \quad (1)$$

где собственные функции  $\varphi_n$  и волновые числа  $k_n$  соответствуют частоте излучения  $\omega_0$ . При многократном рассеянии когерентная компонента амплитуд нормальных мод  $\langle b_{n\omega} \rangle$ , соответствующая частоте  $\omega_0$  ( $\langle \dots \rangle$  означает усреднение по ансамблю случайных смещений  $\xi(r, t)$ ), затухает экспоненциально, т.е.  $\langle b_{n\omega_0} \rangle = b_{n\omega_0}(0) \exp(-\gamma_n r)$ . В случае волновода с плавным профилем  $C(z)$  для декремента затухания получено сравнительно простое выражение [2, 4].

$$\gamma_n = \frac{1}{k_n} \left( \frac{d\varphi_n}{dz} \right)^2 \times \int_0^{k_0} d\eta \int_{-\infty}^{\infty} dk_y \frac{\eta \sqrt{k_0^2 - \eta^2}}{|h_\eta|} B(k_0 - h_\eta, k_y), \quad (2)$$

где  $\frac{d\varphi_n}{dz}$  – значение производной на свободной невозмущенной ( $\xi = 0$ ) поверхности,  $k_0 = \frac{\omega}{c(0)}$ ,  $h_\eta = (\eta^2 - |k_y|^2)^{1/2}$ ,  $B(k_x, k_y)$  – спектр вертикальных смещений границы  $\xi$ .

Введем в рассмотрение спектральную плотность энергии мод  $N_{n\omega}$  согласно  $\langle b_{n\omega} b_{n\omega}^* \rangle = N_{n\omega} \delta(\omega - \omega^*)$ . На основании уравнения переноса для частотно углового спектра нормальных мод [2, 4] можно получить замкнутые уравнения переноса для  $N_{n\omega}$  в виде

$$\frac{dN_{n\omega}}{dr} = \sum_n \int d\omega' W_{n\omega}^{n'\omega'} N_{n'\omega'} - 2\gamma_n N_{n\omega}, \quad (3)$$

где  $W_{n\omega}^{n'\omega'}$  – вероятность перехода, характеризующая обмен энергии между модами вследствие рассеяния на нерегулярной границе. Необходимо учесть, что пространственно-временной спектр волнения имеет вид

$$\bar{B}(k, \Omega) = \bar{B}(k) \delta(\Omega \pm g \sqrt{k_x^2 + k_y^2}).$$

Тогда для вероятности перехода  $W_{n\omega}^{n'\omega'}$  можно получить выражение [3]

$$W_{n\omega}^{n'\omega'} = \frac{\pi}{2k_n k_{n'}} \left( \frac{d\varphi_n}{dz} \right)^2 \left( \frac{d\varphi_{n'}}{dz} \right)^2 \frac{B(|\omega - \omega'|, \beta) + B(|\omega - \omega'|, -\beta)}{\sqrt{\frac{(\omega - \omega')^4}{g^2} - (k_n - k_{n'})^2}}, \quad (4)$$

$$\beta = \arccos \left( \frac{(k_n - k_{n'})g}{(\omega - \omega')^2} \operatorname{sign}(\omega - \omega') \right).$$

При этом необходимо выполнение условия  $(\omega - \omega')^2 > g|k_n - k_{n'}|$ , в противном случае  $W_{n\omega}^{n'\omega'} = 0$ . В этом выражении  $B(|\Omega|, \varphi)$  есть частотно-угловой спектр волнения, нормированный согласно выражению  $\int_0^\infty d\Omega \int_0^{2\pi} B(|\Omega|, \varphi) d\varphi = \langle \xi^2 \rangle$ .

Наряду с прямым численным интегрированием переноса (3) возможны различные методы его приближенного решения. Наиболее наглядно разложение по степеням кратности рассеяния

$$N_{n\omega}(r) = N_n(0) \delta(\omega - \omega_0) + r \sum_n W_{n\omega}^{n'\omega'} N_{n'}(0) + \frac{r^2}{2} \sum_{n''} \int d\omega'' W_{n\omega}^{n''\omega''} N_{n''}(0) + \dots, \quad (5)$$

где в качестве исходного рассматривается монохроматический сигнал с частотой  $\omega_0$  и распределением по модам  $N_n(0)$ . Чтобы получить в явном виде частотный спектр рассеянной компоненты просветного акустического сигнала на разного рода неоднородностях, приведем приближенное выражение для первых членов этого ряда, в случае когда частотно-угловой спектр волнения сосредоточен вблизи  $\alpha_0$ , причем ширина спектра  $\Delta$  и частота максимума  $\Omega^*$  удовлетворяет условию

$$\Delta \left| \frac{dP}{dk_p} \right| \sin \alpha_0 \frac{\Omega^2}{g} \ll P_0, \text{ где } P_0 \text{ – характерный масштаб изменения по номеру моды величин давления рассеянной компоненты монохроматического сигнала.}$$

В этом случае для однократно рассеянной компоненты поля приближенное суммирование в (5) приводит к выражению

$$N_{n,\omega_0+\Omega}^{(1)} = \frac{\pi r}{4k_n k_n'} \left( \frac{d\varphi_n}{dz} \right)^2 \left( \frac{d\varphi_{n'}}{dz} \right)^2 \left| \frac{dn'}{dk_n'} \right| N_{n'}(0) B(\Omega), \quad B(\Omega) = \int_0^{2\pi} B(|\Omega|, \varphi) d\varphi. \quad (6)$$

Значение  $n'$  находится из уравнения  $k_n' = k_n - \Omega^2 g^{-1} \cos \alpha_0 \text{sign} \Omega$ . Аналогичным образом для двукратно рассеянной компоненты имеем:

$$N_{n,\omega_0+\Omega}^{(2)} = \frac{\pi^2 r^2}{32k_n^2 k_n' k_n''} \left( \frac{d\varphi_n}{dz} \right) \left( \frac{d\varphi_{n''}}{dz} \right)^2 \left( \frac{d\varphi_{n'}}{dz} \right)^2 \left| \frac{dn'}{dk_n'} \right| \left| \int B(\omega' - \Omega) B(\omega') d\omega' \right|. \quad (7)$$

Здесь  $n', n''$  связаны уравнениями  $k_n'' = k_n' - \omega'^2 g^{-1} \cos \alpha_0 \text{sign} \omega'$ ,

$k_n' = k_n + (\Omega - \omega')^2 g^{-1} \cos \alpha_0 \text{sign}(\omega' - \Omega)$ . Из этих выражений следует, что спектр однократно рассеянной компоненты просветного акустического сигнала для волнения с относительно узким частотно-угловым спектром близок по форме к частотному спектру волнения. При этом спектр сигнала в общем случае несимметричен, т.е. амплитуды боковых полос спектра в области  $\Omega > 0$  и  $\Omega < 0$  различны.

Для спектра двукратно рассеянной компоненты сигнала характерно наличие максимумов вблизи нулевой частоты  $\Omega \approx 0$  и удвоенной центральной частоты спектра волнения  $|\Omega| \approx 2\Omega^*$ , но спектр несимметричен, т.е.  $N_n^{(2)}(\Omega) \neq N_n^{(2)}(-\Omega)$ . Полная симметрия спектра просветного акустического сигнала (при условии симметрии углового спектра волнения относительно  $\alpha_0$ ) возникает лишь при  $\alpha_0 = \frac{\pi}{2}$ . В этом случае, как это следует из выражений (6–7), спектр однократно рассеянной компоненты повторяет спектр волнения, а спектр двукратно рассеянной компоненты является сверткой спектров волнения [5].

Применение модового описания эффектов рассеяния на стационарной трассе предполагает наличие волновода с характеристиками, однородными вдоль трассы. В принципе, возможно обобщение приведенных выше результатов на волновод с регулярными изменениями по дистанции профиля скорости звука и глубины дна, но реализация их численными методами достаточно сложна. Вместе с тем очевидно, что в области материкового шельфа вблизи излучателя (о. Сахалин) и приемных гидрофонов (о. Итуруп), где наблюдаются уклоны дна порядка  $5,7^\circ$ , происходит эффективная трансформация энергии нормальных мод. Вследствие этого коэффициенты возбуждения мод в шельфе существенно отличаются от коэффициентов возбуждения точечным источником в волноводе с ровным дном. Этот эффект был учтен при численном моделировании. В то же время на основном участке трассы дно считалось ровным с глубиной  $H = 3200$  м. Профиль скорости звука  $C(z)$  для канала с зимней гидрологией, измеренной вблизи о. Итуруп и близкий к линейному, предполагался при моделировании постоянным вдоль всей трассы распространения просветного акустического сигнала. Профиль канала  $C(z)$  для осенней гидрологии (за исключением прибрежной зоны о. Итуруп, где глубина оси канала  $z_0 \approx 400$  м) существенно не менялся вдоль трассы и имел глубину оси  $z_0 \approx 100 \div 140$  м.

Для моделирования поля точечного источника в береговом шельфе использовался комплекс модовых программ «Горизонт» [3–5]. При этом шельф представлялся совокупностью большого числа (порядка 100) кусочно-однородных волноводов. В каждой из них поле рас-

считывалось в рамках модовой программы, а при переходе через границу соседних волноводов вычислялись элементы матрицы трансформации мод. В итоге на выходе из шельфа получалось распределение акустического поля  $P(z)$  для осенней и зимней гидрологии. Аналогичным образом (с использованием теоремы взаимности) рассчитывались коэффициенты трансформации мод в шельфе вблизи приемного (глубокого) гидрофона  $C'_n$  и соответствующие значения  $N'_n = |C'_n|^2$ . При этом предполагалось (на основании имеющихся данных), что определяющим типом грунта в шельфе является песок с плотностью  $\rho = 1,6 \text{ г/см}^2$ , продольной скоростью звука  $C_1 = 1600 \text{ м/с}$  и коэффициентом затухания  $\beta = 2,194 \times 10^{-3} \text{ дБ/км}$ . Результаты расчетов нормированных значений  $N'_n$  и  $N_n^S$  для осенней и зимней гидрологий приведены на рис. 1.

При моделировании спектра ВК-сигнала, строго говоря, необходимо использовать данные о частотно-угловом спектре поверхностного волнения, полученного синхронно с проводимыми измерениями флуктуации сигнала. В нашем случае таких измерений не производилось, поэтому при моделировании использовались усредненные спектры поверхностного волнения, обобщающие результаты многочисленных натуральных исследований. Из них следует, что поверхностное волнение обычно представляет собой суперпозицию ветрового волнения, обусловленного ветром на данной акватории (с масштабами  $\Delta r \approx 100 \text{ км}$ ) и океанической зыбью, приходящей из отдаленных штормовых районов и поэтому слабо коррелирующей с локальными параметрами ветра. Наиболее хорошо изучен частотный спектр ветрового волнения  $B(\Omega)$ . Для него в дальнейшем будет использоваться общепризнанная модель [5, 6], соответствующая развитому волновому волнению.

$$B_w(\Omega) = 8,1 \times 10^{-3} g^2 \omega^{-5} \exp\left(-1,25\left(\frac{\omega_0}{\omega}\right)^4\right) \gamma \exp\left(-\frac{(\Omega - \omega_0)^2}{2\sigma^2 \omega^2}\right), \tag{8}$$

где  $\omega_0 = 0,84g/v$  – частота максимума спектра;  $v$  – скорость ветра,  $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ ;  $\gamma$  характеризует степень развития волнения, для  $\sigma$  используются значения

$$\sigma = \begin{cases} 0,07 & \text{при } \Omega \leq \omega_0 \\ 0,09 & \text{при } \Omega > \omega_0 \end{cases}$$

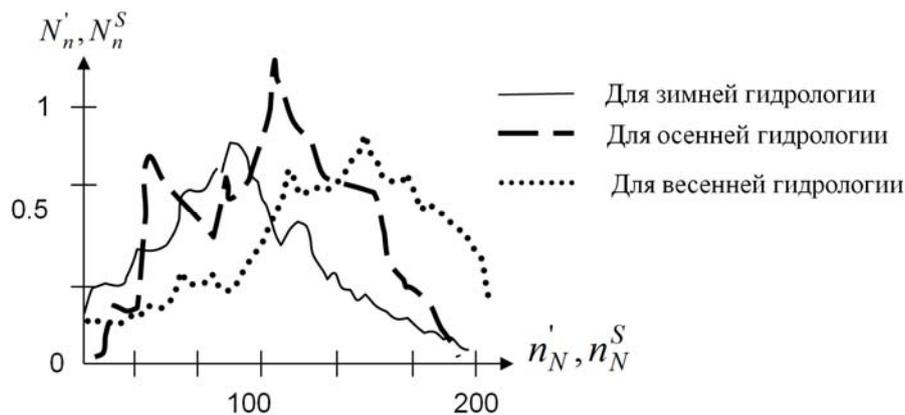


Рис. 1. Нормированные коэффициенты трансформации мод в шельфовых областях вблизи излучателя и приемника  
 Fig. 1. Standardized coefficients of transformation modes in shelf areas near the transmitter and receiver

Для частотно-углового спектра волнения поверхности моря традиционно используется зависимость

$$B_w(\Omega, \alpha) = B_w(\Omega) \cos^{2n}(\alpha - \alpha_w) Q(n). \quad (9)$$

Здесь нормировочный коэффициент  $Q(n)$  имеет вид  $Q(n) = \pi^{-1} 2^{2n-1} \Gamma^2(n+1) / \Gamma(2n+1)$ , где  $\Gamma(x)$  – гамма-функция. Показатель  $n$  зависит от силы ветра и частоты, но известные аппроксимации этих зависимостей существенно различаются. Поэтому часто используются фиксированные значения  $n$ . Предполагать, что в интересующем нас диапазоне скоростей ветра  $n = 4$  не зависит от частоты  $\Omega$ . Для параметра  $\gamma$  было выбрано  $\gamma = 2$ , что соответствует средней степени развития волнения.

Меньше изучен спектр океанической зыби. Известно [4, 7], что при распространении из штормовых районов частотно-угловой спектр зыби становится существенно уже, чем спектр развитого волнения, но каких-то общепринятых моделей спектров зыби не существует. Следуя [7], предположим при моделировании, что частотно-угловой спектр зыби аналогичен спектру [5], где фигурирует частота  $\omega_s$  – частота максимума спектра зыби и берется значение  $\gamma = 10$ , что соответствует узкому частотному спектру зыби. Для показателя анизотропии углового спектра зыби  $n_s$  будем использовать максимальное наблюдаемое значение  $n_s = 6$ . В итоге частотно-угловой спектр зыби имеет вид

$$B_s(\Omega, \alpha) = B_s(\Omega) \cos^{2n_s}(\alpha - \alpha_s) Q(n_s),$$

$$B_s(\Omega) = 8.1 \langle \zeta_s^2 \rangle \omega_s^4 \omega^{-5} \exp(-1.25(\frac{\omega_s}{\omega})^4) \gamma \exp(-\frac{(\Omega - \omega_s)^2}{2\sigma_s^2 \omega_s^2}), \quad (10)$$

где  $\langle \zeta_s^2 \rangle$  – дисперсия смещения поверхности,  $\omega_s = \frac{2\pi}{T_s}$ ,  $T_s$  – период зыби

$$\sigma_s = \begin{cases} 0,07 & \text{при } \Omega \leq \omega_s \\ 0,09 & \text{при } \Omega > \omega_s \end{cases}.$$

Как правило, в океане наблюдаются суперпозиция ветрового волнения и океанической зыби. В этом случае при расчете эффектов рассеяния в качестве функции  $B(\Omega, \alpha)$  следует брать сумму модельных спектров зыби и ветрового волнения.

Перейдем теперь непосредственно к обсуждению результатов численного моделирования спектра ВК на стационарной трассе. Из усредненных по шестичасовым реализациям текущих спектров сигнала видно, что однократно рассеянная компонента, сосредоточенная вблизи  $f_{\max}$  порядка 0,1 Гц (в дальнейшем речь идет о значении частоты относительно частоты излучения), доминирует над двукратно рассеянной компонентой. Для определенности будем считать, что однократно рассеянной компоненте соответствует область спектра  $0,5f_{\max} \leq |f| \leq 1,5f_{\max}$ , а двукратно рассеянной компоненте – области  $|f| \leq 0,5f_{\max}$  и  $1,5f_{\max} \leq |f| \leq 0,4$  Гц. Поскольку спектр сигнала в основном формируется однократно рассеянной компонентой, численное моделирование будет проведено в однократном приближении теории рассеяния.

В качестве основных характеристик модельного спектра  $S(f)$  был рассмотрен (кроме его качественного вида) коэффициент асимметрии спектра, определяемый отношением максимумов, соответствующих положительным и отрицательным частотам, и интегральная энергия однократно рассеянной компоненты спектра. При этом для количественной оценки интенсивности рассеяния было введено отношение энергии однократно рассеянной компоненты сигнала к энергии когерентной компоненты. С учетом обсуждавшихся эффектов трансформации мод в шельфовой области вблизи излучателя и приемника для этой величины  $q$  имеет выражение

$$q = \frac{\sum_p N_p^{(1)} N_p^r}{\sum_p N_p^S N_p^r}.$$

На рис. 2 приведены нормированные спектры ВК при рассеянии на зыби с параметрами  $A_s = 1$  м,  $T_s = 10$  с и различными углами распространения  $\alpha_s$ . Здесь и далее  $A_s = \langle \zeta_s^2 \rangle > 1/2$ .

Видно, что спектр является узким и повторяет форму частотного спектра зыби. При  $\alpha = \frac{\pi}{2}$  спектр симметричен, при  $\alpha = 0$  и  $\alpha = \pi$  для коэффициента асимметрии  $K$  имеем значение  $K = 4$  и  $K = 0,25$ . Поскольку из [5] следует, что при  $\alpha = 0, \pi$  асимметрия спектра максимальна для прочих значений угла  $\alpha$ , коэффициент  $K$  имеет промежуточное значение. Аналогичные результаты для ветрового волнения при скорости ветра  $V = 12$  м/с приведены на рис. 2.

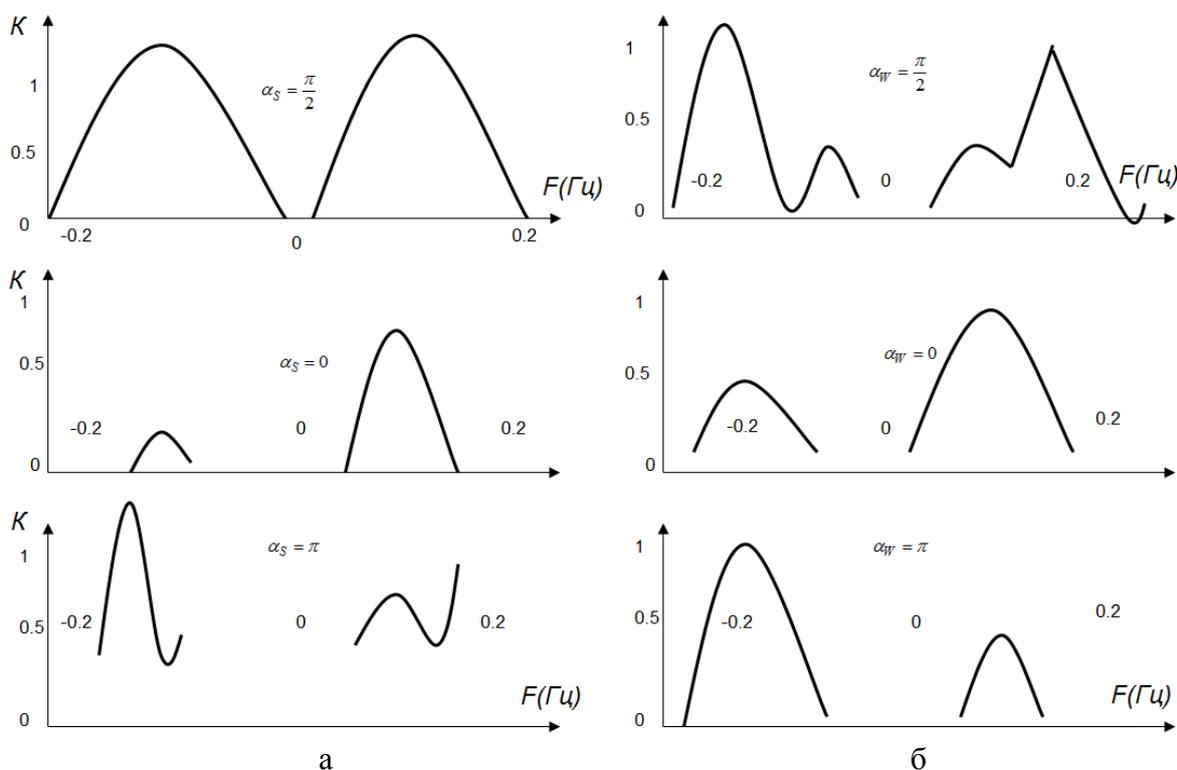


Рис. 2. Угловые зависимости частотного спектра просветного акустического сигнала:  
а – для зыби; б – для ветрового волнения

Fig. 2. The angular dependence of the frequency spectrum of an acoustic luminal signal:  
а – for swell; б – for wind waves

При этом коэффициент  $K = 2$  при  $\alpha = 0$ ,  $K = 0,5$  при  $\alpha = \pi$ ,  $K = 1$  при  $\alpha = \pi / 2$ . На основании этих результатов (и аналогичных, полученных при других значениях параметров) можно сделать вывод, что в условиях зимней гидрологии типичная асимметрия спектра невелика и не превышает нескольких децибел, что согласуется с данными эксперимента. Сравнение модельного спектра ВК для значений  $V = 12$  м/с,  $H_s = 0,7$  м,  $T_s = 8$  с с типичным экспериментальным спектром приведено на рис. 3. При расчетах предполагалось западное направление ветра и распространения зыби, т.е.  $\alpha_s = \alpha_w = 160^\circ$ .

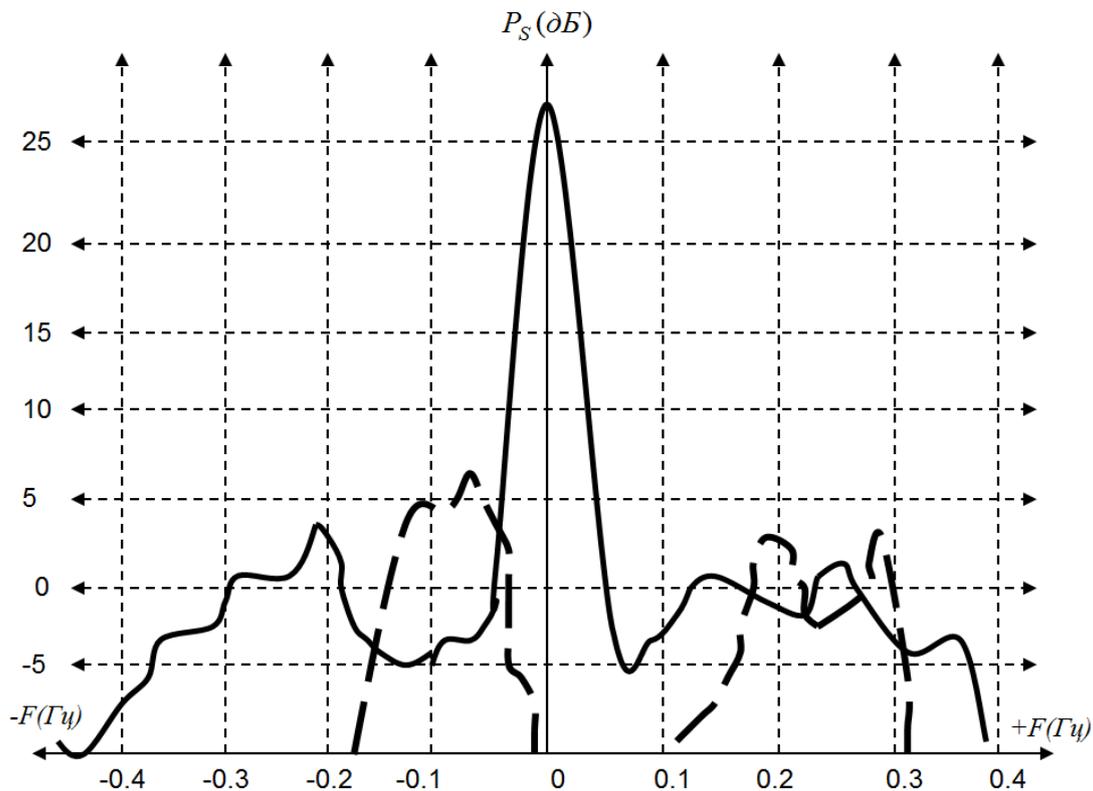


Рис. 3. Величина звукового давления на приёмнике  
Fig. 3. The value of the sound pressure on the receiver

### Закключение

Соответственно можно отметить, что в области однократно рассеянной компоненты не только вид, но и уровень спектра ВК удовлетворительно согласуются с экспериментом. Полученное при моделировании значение  $q = 0,14$  также близко к экспериментальному значению  $q = 0,17$ . Таким образом, предварительные результаты численного моделирования находятся в неплохом согласии с наблюдаемыми акустическими данными. В этих условиях представляет интерес дальнейшее уточнение теоретической модели сигнала в условиях синхронных измерений частотно-углового спектра поверхностного волнения и частотных спектров сигнала на стационарной трассе. При этом можно надеяться проверить не только однократную, но и многократную теорию рассеяния звука на поверхностном анизотропном волнении.

### Список литературы

1. Дейвид, Г. Порядковые статистики / Г. Дейвид. – М.: Наука, 1979. – 335 с.
2. Васильев, Ф.П. Численные методы решения экстремальных задач / Ф.П. Васильев. – М.: Наука, 1988. – 549 с.
3. Мироненко, М.В. Результаты теоретических и экспериментальных исследований пространственной амплитудно-фазовой структуры поля низкочастотной подсветки среды: сб. ст. / М.В. Мироненко. – Владивосток: ТОВМИ, 1985. – Вып. 2. – С. 26–31.
4. Мироненко, М.В. Проблемы разработки метода низкочастотной томографии морской среды и нетрадиционные пути их решения: сб. ст. / М.В. Мироненко, П.А. Стародубцев. – Владивосток, ТОВМИ. – Вып.21. – С. 117–128.
5. Морошкин, К.В. Многолетние гидрологические наблюдения в Охотском море / К.В. Морошкин // Тр. ДВНИГМИ. – 1963. – Вып. 013. – С.64–78.
6. Пищальник, В.М. Каталог глубоководных наблюдений, выполненных в шельфовой зоне острова Сахалин за период 1948–1987 гг. / В.М. Пищальник, С.М. Климов. – Южно-Сахалинск: ИМГиГ ДВО АН СССР, 1991. – 168 с.
7. Справочный каталог течений шельфа о. Сахалин / под ред. Е.Н. Морозова. – Южно-Сахалинск: Сахалинское УГКС, 1984. – 38 с.

**Сведения об авторах:** Стародубцев Павел Анатольевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: spa1958@mail.ru;  
Стародубцев Евгений Павлович, spa1958@mail.ru;  
Бакланов Евгений Николаевич, доцент, e-mail: baklanoven@mail.ru;  
Шевченко Александр Петрович, e-mail: vunc-vmf-tovmi@mail.ru.

---

---

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

---

---

УДК 621.431.74-729.3

**С.П. Бойко**

Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,  
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

## СРАВНЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТКАНЫХ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СЕТОК, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ В СУДОВЫХ САМОРЕГЕНЕРИРУЮЩИХСЯ ТОПЛИВО- И МАСЛОЧИСТИТЕЛЯХ

*Проанализированы показатели эффективности фильтровальных материалов саржевого и полотняного переплетений при очистке горюче-смазочных материалов в судовых дизелях. Показано преимущество тканых сеток оптимизированной путем подбора параметров проволок утка и основы поровой структуры над материалами аналогичного класса, выпускаемыми серийно, в том числе с квадратными ячейками.*

**Ключевые слова:** регенерирующийся фильтр, фильтровальный материал, тканые фильтровальные сетки, очистка топлива и масла.

**S.P. Boyko**

## COMPARISON OF FUNCTIONAL PARAMETERS FILTER CLOTH NETS USED IN SHIP SELF-RECOVERING FUEL AND OIL CLEANER.

*Analyzed performance indicators filtering materials twill and plain, weave in the purification of fuel and lubricants in ships diesel engines. The advantage of the woven mesh optimized by adjusting the parameters of the weft and warp wires of the pore structure of the materials of the same class, mass-produced, including a square mesh.*

**Key words:** regeneration filter, filter material, woven mesh filter, cleaning of fuel and oil.

В последние года для очистки горюче-смазочных материалов (ГСМ) на судах все чаще применяют саморегенерирующиеся фильтры (СРФ) с высокой автономностью работы, способные функционировать в течение длительного времени без вскрытия для проведения профилактических работ и химической чистки фильтрующих элементов (ФЭ) [1, 4]. Механизация и автоматизация процесса регенерации ФЭ выдвинули более жесткие требования к фильтровальным материалам (ФМ) этих фильтров. При высокой пропускной способности и эффективности отсева из топлива и масла механических примесей изготовленные на их основе ФЭ должны хорошо регенерироваться, не забиваться отложениями на тяжелых режимах фильтрования, иметь длительный ресурс работы между химическими чистками.

Для СРФ больше всего подходят тканые фильтровальные сетки (ТФС), так как они обладают высокой прочностью и хорошей регенерирующей способностью. Они могут работать при различных законах фильтрования. Путем изменения формы переплетения, оптимизации геометрии и структуры ТФС можно при очистке горюче-смазочных материалов от нерастворимых продуктов перейти от фильтрования с закупоркой пор ФМ к промежуточному закону выделения дисперсной фазы загрязнений с образованием осадка, при которых часть отложений накапливается на поверхности сетки. В этом случае значительно улучшается грязеемкость и регенерируемость ТФС, уменьшаются затраты на фильтрование и промывку ФЭ, повышаются надежность и качество работы фильтровальной установки.

Высокие функциональные свойства тканых ФМ достигались расположением проволок утка вплотную и регулированием (оптимизацией) геометрии сеток выбором наиболее рациональных диаметров проволок утка и основы, шага основы [2, 3]. Моделирование фильтровальных сеток позволило выделить показатели геометрии и структуры, определяющие их эксплуатационные свойства. От формы внутренних поровых каналов сеток зависит их пропускная способность, регенерируемость и грязеемкость. Результаты моделирования позволили сформулировать принципы повышения задерживающей способности, гидравлических свойств, регенерируемости и грязеемкости ТФС полотняного переплетения.

Геометрия сеток полотняного переплетения (рис. 1) определяется шагом основы  $T_0$ , диаметрами основной  $d_0$  и уточной  $d_v$  проволок [1, 2]. Суспензия фильтруется через наружный задерживающий участок в виде прямоугольника. Далее поток разветвляется и проходит через два внутренних задерживающих участка, поперечное сечение которых имеет форму криволинейных косолежащих треугольников  $ABC$ .

Тонкость отсева  $\Delta_n$  наружного фильтровального участка находится просто. Она равна диаметру уточной проволоки. Тонкость отсева внутренних задерживающих участков  $\Delta$  формируется двумя скрещивающимися нитями утка и проволокой основы. Достаточно точное определение диаметра наибольшего шара, способного проникнуть через внутреннюю пору сложной пространственной структуры, методами Евклидовой геометрии затруднено. Для расчета  $\Delta$  применены методы дифференциальной геометрии. Они обеспечивают не только высокую точность расчета, но и более простое выражение для тонкости отсева [1].

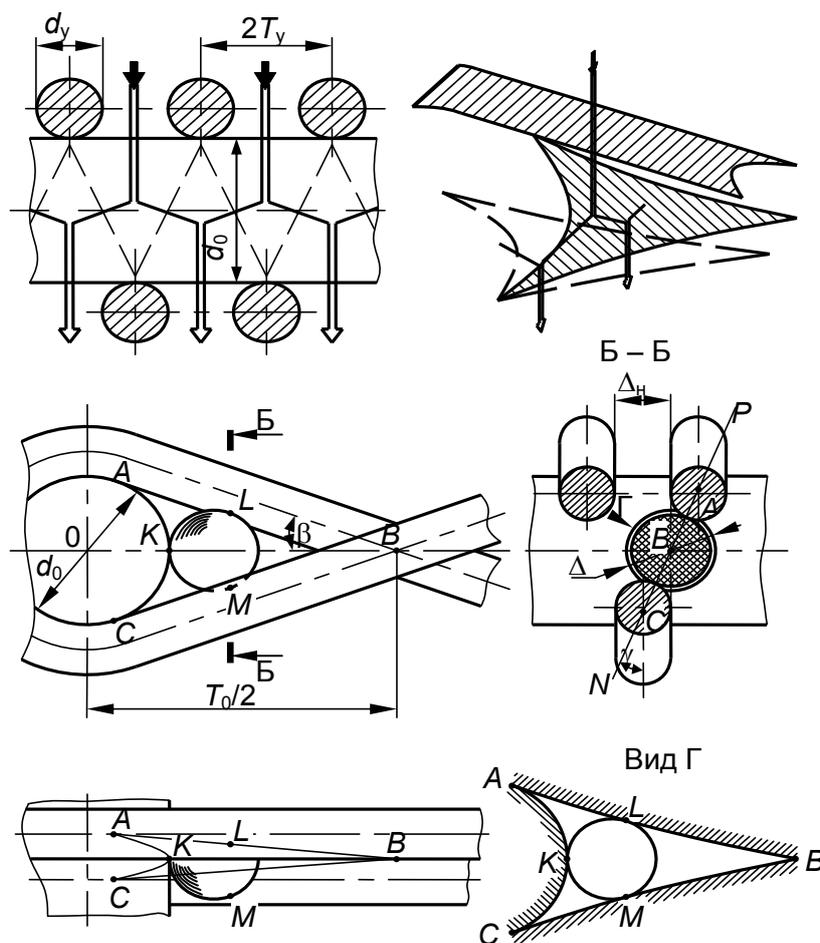


Рис. 1. Геометрия оптимизированных сеток полотняного переплетения  
 Fig. 1. Geometry of the optimized grids of a calico weave

Определение диаметра наибольшего шара, проникающего в фильтрат, построено на концепции нахождения методами дифференциальной геометрии точек  $K, L, M$  касания шара цилиндров основы и утка. Геометрическое место точек, формирующих наиболее узкое сечение канала, через которое пройдет шар с  $d = \Delta$ , лежит в пл.  $KLM$ . Исходя из особенностей геометрии ТФС, целесообразно рассмотрение задерживающей способности внутреннего канала через эффективность фильтрования суспензии порой в самом узком ее сечении, образованном криволинейными треугольниками  $ABC$  в пл.  $PBN$  (см. рис. 1).

Моделирование и оптимизация сеток полотняного переплетения позволили выделить показатели геометрии и структуры, определяющие их эксплуатационные свойства. С уменьшением коэффициента формы порового канала число пор на единице поверхности, регенерируемость и грязеемкость ТФС повышаются, гидравлические свойства и пористость ухудшаются.

Результаты исследования структуры ТФС позволили разработать принципы повышения эффективности сеток полотняного переплетения [1]:

- формирование с целью повышения полноты и стабильности тонкости отсева геометрической структуры сеток, обеспечивающей двухступенчатое последовательное фильтрование суспензий наружным и внутренним задерживающими участками;
- разрешение противоречия между полнотой отсева и грязеемкостью, пропускной способностью и регенерируемостью ТФС при фильтровании крупнодисперсных загрязнителей путем оптимизации геометрических параметров сеток за счет перераспределения эффективности наружного и внутреннего задерживающих участков, усиления роли и повышения грязевой нагрузки наружного участка;
- приближение самого узкого участка сечения порового канала к поверхности ФМ и увеличение числа поровых каналов на единице его поверхности при фильтровании суспензий с повышенным содержанием крупных частиц, соизмеримых с тонкостью отсева сетки;
- применение структур с доминирующей ролью внутреннего задерживающего участка при фильтровании тонкодисперсных суспензий, имеющих дисперсную фазу с высокими адгезионными свойствами, и наружного при фильтровании грубодисперсных суспензий, образующих на ФМ осадок высокой пористости;
- перераспределение функциональных характеристик сеток, достигаемое варьированием параметров их геометрии за счет усиления главных свойств, а также использование для СРФ топливных и смазочных систем судовых энергетических установок материалов с регулярной поровой структурой.

Представляет интерес сравнение ТФС различных классов, значительно различающихся по конструктивному исполнению (рис. 2). Рассмотрены проволочные тканые сетки саржевого (ФМ1) и полотняного (ФМ2 – ФМ4) переплетения с тонкостью отсева 20–50 мкм. Сетки полотняного переплетения (ФМ2 и ФМ3) представлены структурами с внутренним и наружным задерживающими участками. ТФС оптимизированной структуры (ФМ3) изготовлена с учетом требований [2]. Испытанию подвергались также лучшие ТФС зарубежного производства (ФМ2), соответствующие рассматриваемому классу [1]. В качестве базы сравнения взята сетка (ФМ4) полотняного переплетения с квадратными ячейками (ФСКЯ), изготовленная по требованиям ГОСТ 6613-86.

Сравнение ФМ осуществлялось по гидравлическим характеристикам, регенерируемости и грязеемкости. Наиболее полого зависимость  $\Delta p_{\phi}(v_{\phi})$  у сетки ФМ4 с квадратными ячейками, наихудшая гидравлика у сеток саржевого переплетения (ФМ1). По гидравлической характеристике ТФС оптимизированной структуры (ФМ3) типа ОПВ и ПН [2] несколько уступают ФСКЯ (рис. 2, а). Сетки ФМ2 полотняного переплетения самой распространенной геометрии по гидравлическим свойствам занимают промежуточное положение между сетками саржевого переплетения и ткаными ФМ класса ОПВ и ПН.

Восстанавливающая способность сеток (по гидравлике) при удалении с них загрязнений обратным потоком фильтруемой жидкости определялась коэффициентом регенерации  $\varphi_p$  (рис. 2, б). Для естественного загрязнителя (продуктов фильтрования моторного масла) при стандартном режиме промывки со скоростью потока  $v_p = 0,12$  м/с восстанавливающая способность ФМ3 и ФМ4 практически одинакова. Наихудшие результаты по зависимости  $\varphi_p(\Delta p_\phi)$  у ФМ1. Особенно значительно ухудшается восстанавливаемость гидравлических характеристик ТФС при их загрязнении отложениями  $g_\phi$ , когда  $\Delta p_\phi$  становится более 120 кПа.

Изменение перепада давлений на сетке по мере накопления на ней отложений  $\Delta p_\phi(g_\phi)$  показано на рис. 2, в. Эта характеристика наиболее выигрышна у ФМ3. По грязеемкости тканые ФМ можно расположить в ряд в той же последовательности, что и при сравнении их по регенерируемости. При достижении перепада давлений 100 кПа грязеемкость ТФМ ряда 1–2–4–3 находится в пропорции 22 : 40 : 70 : 100.

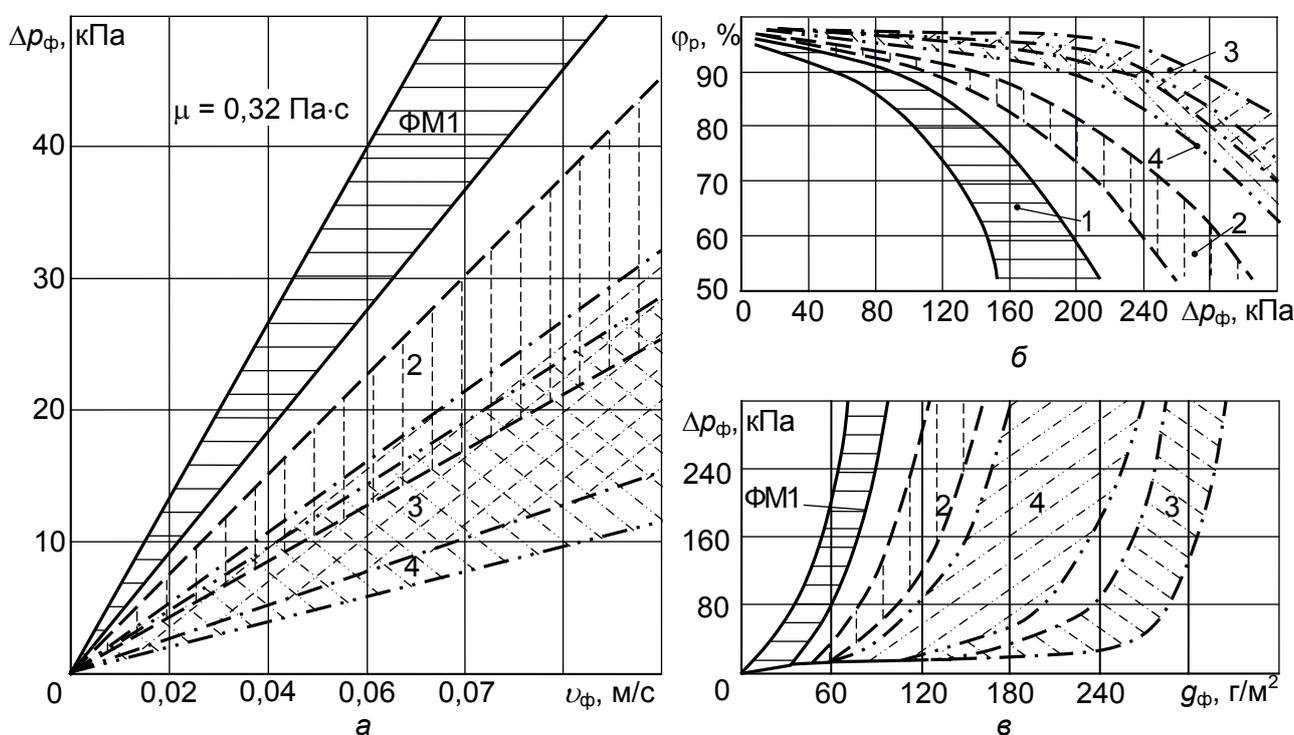


Рис. 2. Гидравлические (а), регенерационные (б) и задерживающие (отсеивающие) (в) характеристики тканых ФМ

Fig. 2. Hydraulic (a), regeneration (б) and detaining (eliminating) (в) characteristics of woven FM

Несколько обобщая результаты испытаний ТФС по усредненным показателям, можно их функциональные характеристики ранжировать следующим образом (таблица). По прочностным свойствам превосходство у сеток саржевого переплетения. Менее прочны, уступая им всего лишь на 19–32 %, ТФС оптимизированной структуры и зарубежного производства. ФСКЯ имеют самую низкую прочность. По этому показателю они уступают сеткам саржевого переплетения почти в 4 раза.

По пропускной способности, наоборот, все преимущества у ФСКЯ. Приняв у них за 100 % значение этого показателя, можно удельную пропускную способность сеток ряда 1–2–3–4 выразить пропорцией 34 : 65 : 85 : 100. Средняя грязеемкость и регенерируемость ТФС ряда 1–2–4–3 ранжируется соответственно уровнями 29 : 48 : 76 : 100 и 48 : 83 : 98 : 100. В обоих случаях побеждает сетка оптимизированной структуры (100 %). В стоимостном выражении,

т.е. по удешевлению производства относительно базового варианта, самое высокое снижение цены наблюдается у сетки ФМ4. В сравнении с другими материалами ряда 2–3–1–4 удешевление распределяется в пропорции 57 : 73 : 84 : 100.

Допустив равноценность каждого из рассматриваемых показателей при оценке обобщающей эффективности использования ТФС в СРФ для полнопоточной очистки ММ в судовых дизелях, их можно условно ранжировать по схеме 1–2–4–3, признав превосходство сеток оптимизированной структуры по соотношению 67 : 73 : 90 : 100. Сетки ФМ3 универсальны. Они могут эффективно использоваться как в СРФ, так и в очистителях с немеханизированным удалением осадка.

### Характеристики проволочных ТФС, % Characteristics of wire TFS, %

Показатель	ФМ1 саржевого переплетения	ФМ2, ГОСТ 3187-76	ФМ3 оптимизированной структуры	ФСКЯ (ФМ4), ГОСТ 3584-79
Прочность	100*	68	81	20
Пропускная способность	34	65	85	100
Грязеемкость	29	48	100	76
Регенерируемость	48	83	100	98
Удешевление производства	84	57	73	100
Обобщенный показатель	67	73	100	90

\* За 100 % принято самое высокое значение рассматриваемого показателя.

#### Выводы

1. Проведено сравнение тканых фильтровальных материалов разных форм переплетения. В результате лабораторных испытаний установлено, что сетки полотняного переплетения оптимизированной структуры (ФМ3) по отношению к зарубежным ФМ2 аналогичного класса по пропускной способности, грязеемкости и регенерируемости превосходят последние соответственно в 1,3, 2,1 и 1,2 раза.

2. Сетки ФМ3 типа ОПВ и ПН имеют более прогрессивные параметры почти по всем показателям. У этих материалов, кроме прочности, они в 1,5–3,5 раза выше по сравнению с параметрами сеток саржевого переплетения. Незначительно уступая ФСКЯ по пропускной способности, ТФС оптимизированной структуры превосходят последние по прочности в 4 и грязеемкости в 1,3 раза.

#### Список литературы

1. Кича, Г.П. Идентификация разделительной способности тканых регенерируемых фильтровальных материалов нового поколения / Г.П. Кича, С.П. Бойко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2015. – № 3. – С. 62–70.

2. Кича, Г.П. Оптимизация поровой структуры фильтровальных сеток для очистки горюче-смазочных материалов на судах / Г.П. Кича, А.В. Надежкин, Г.Г. Галстян // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – № 1. – С. 159–165.

3. Кича, Г.П. Теоретические основы расчета и интенсификации очистки топлив и масел в ДВС фильтрование / Г.П. Кича // Двигателестроение. – 1986. – № 5. – С. 25–29.

4. Dunn, A.R. Selection of wire cloth for filtration and separation / A.R. Dunn // Filtration and Separation. – 1980. – Vol. 17, № 10. – P. 437–451.

**Сведения об авторе:** Бойко Сергей Петрович, аспирант, e-mail: nadezkin@msun.ru.

УДК 629.12.002 + 620.9:574

**А.В. Волынцев**

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

## ОПЫТНАЯ ТЕПЛОНАСОСНАЯ УСТАНОВКА

*Рассмотрена энергоэффективная система отопления и система охлаждения с применением теплового насоса, предназначенная для покрытия нагрузки отопления и охлаждения и кондиционирования помещений судна. Представлена математическая модель для определения характеристик системы с выявлением основных проблем моделирования систем данного типа.*

**Ключевые слова:** теплонасосная установка, альтернативная энергия, судно, экология.

**A.V. Volyntsev**

## EXPERIMENTAL HEAT PUMP SYSTEM

*The article considers the energy-efficient heating system with a heat pump, designed to cover the hot water load cooling and air conditioning facilities vessel. It presents the mathematical model to determine the characteristics of the system with the identification of the main problems of modeling this type systems.*

**Key words:** heat pump system, alternative energy, vessel, ecology.

### Введение

Вопросу утилизации тепловой энергии на судах уделяется достаточно большое внимание [1]. Одним из приоритетных направлений в развитии технологий энергосбережения для ведущих стран мира является разработка и внедрение технологических решений с использованием теплонасосных установок (ТНУ) [2].

Вместе с тем вопросу экономии энергетических ресурсов промысловых судов именно в период промысла уделяется недостаточное внимание. Частично это объясняется отсутствием достаточно эффективных судовых устройств использования низкопотенциальной тепловой энергии в условиях промыслового судна. Здесь целесообразно рассмотреть вопрос использования теплонасосной установки.

Российская теплоэнергетика также уделяет значительное внимание ТНУ и способам их внедрения для различных областей отрасли, включая источники тепловой энергии, тепловые сети и потребителей как индивидуальных, так и подключенных к системам централизованного теплоснабжения [5]. При этом в текущих экономических и политических условиях интерес исследователей и обычных потребителей в большей степени фокусируется на малоэнергетических и энергоэффективных системах теплоснабжения.

### Постановка цели и задачи

Цель – спроектировать теплонасосную установку, соответствующую требованиям Морского Регистра России, обладающую минимальной стоимостью за счет использования наиболее распространенного холодильного оборудования, которое обладает наименьшей стоимостью, большой надежностью за счет большого объема выпуска и большой номенклатуры оборудования с заводов-изготовителей. Этой цели наилучшим образом отвечает холодильное оборудование, установленное на автомобильном транспорте.

Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи.

1. Выбрать подходящую конструкцию теплового насоса для судна.
2. Выбрать необходимый хладагент для наиболее эффективной работы теплового насоса.

3. Адаптировать данную теплонасосную установку к работе на промысловых судах.
4. Использовать установку с максимальным сроком службы без капитального ремонта.
5. Обеспечить производство холода, тепла, горячего и холодного водоснабжения с помощью теплонасосной установки.

#### Описание и расчеты

Данная установка позволит получить тепло, путем отбора его на конденсаторе, холод, путем отбора его на испарителе, дистиллированную воду, за счет образовавшегося конденсата на патрубках установки [4].

Данная установка будет эффективна для использования ее на судах типа РС, МРС, РТС, СРТМ, СТР. Так как на судах малого тоннажа добыча длится относительно короткое время и требуется охлаждение продукции, для более качественного хранения, также требуется отопление помещений в холодный период года.

Была проведена работа по расчетам, проектированию и сборке установки.

Этапы проектирования:

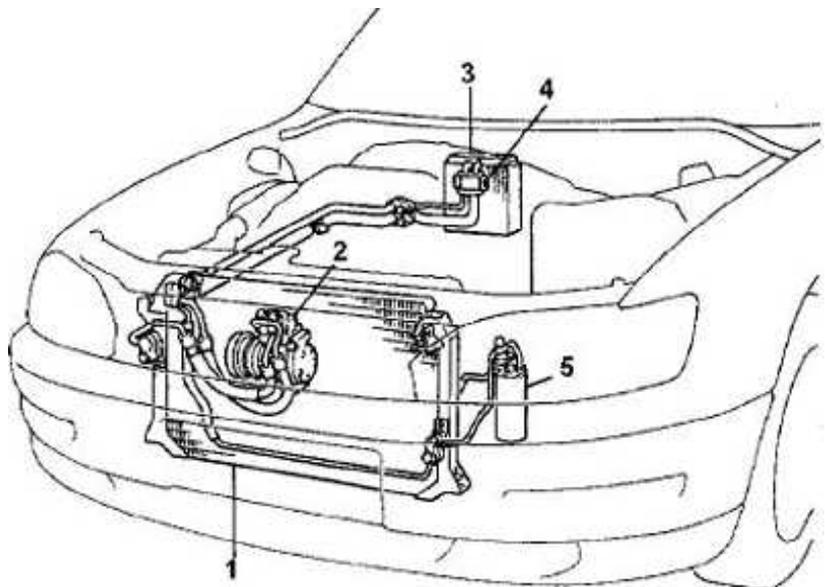
1. Выбор установки.
2. Расчет установки.
3. Подбор мощности электродвигателя.
4. Выбор хладагента для установки.
6. Расположение оборудования.

#### Конструкторская часть

В данной опытной работе рассмотрен проект теплового насоса типа «воздух–воздух» на базе оборудования, взятого из автомобиля Toyota Camry 1992 г. (рис. 1).

Рис. 1. Система охлаждения в машине: 1 – конденсатор; 2 – компрессор; 3 – испаритель; 4 – терморегулирующий вентиль (ТРВ); 5 – маслобак

Fig. 1. The cooling system in a car:  
1 – condenser; 2 – compressor;  
3 – evaporator; 4 – thermostatic expansion valve; 5 – oil tank



На рис. 2 показана схема и принцип работы ТНУ работы: [3]

- 1–2 сжатие в компрессоре;
- 2–3 отвод тепла к потребителю;
- 3–4 расширение через дроссель;
- 4–1 подвод тепла от низкопотенциального источника.

На рис. 3 показан цикл работы ТНУ в диаграмме зависимости температуры от энтальпии.

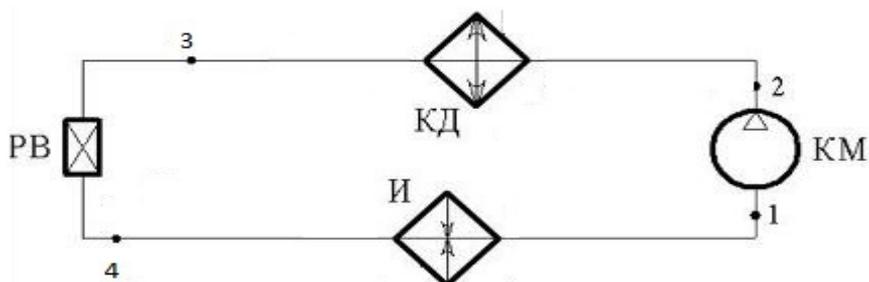


Рис. 2. Схема ТНУ  
Fig. 2. HPS scheme

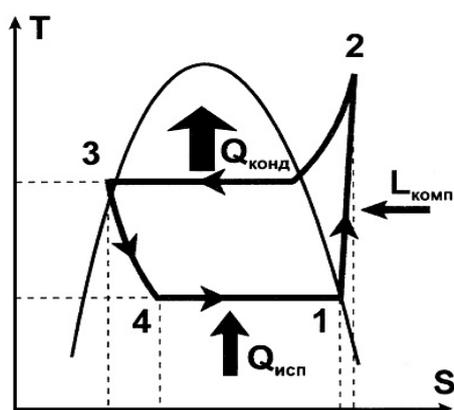


Рис. 3. Цикл в T, S-диаграмме  
Fig. 3. Cycle on T, S-diagram

**Расчетная часть**

Исходные данные:

Среда потребителя: воздух. Утилизируемая среда: воздух. Хладагент: R 134a.

Передача на компрессор: ременная;

Параметры среды потребителя:

$t_{1_к} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  – температура на входе в конденсатор;  $t_{2_к} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$  – температура на выходе из конденсатора.

Параметры утилизируемой среды:

$t_{1_и} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$  – температура на входе в испаритель;  $t_{2_и} = 5 \text{ }^\circ\text{C}$  – температура на выходе из испарителя.

Необходимые значения коэффициента полезного действия (КПД):

$\eta_{\text{а}} = 0,8$  – адиабатный КПД,  $\eta_{\text{мех}} = 0,97$  – механический КПД,  $\eta_{\text{дв}} = 0,95$  – КПД двигателя.

Технические характеристики двигателя компрессора даны в табл. 1.

В табл. 2 представлены характеристики проектируемой ТНУ.

Таблица 1

**Технические характеристики двигателя компрессора**

Table 1

**Technical characteristics of the compressor engine**

Характеристика	Двигатель GA1 4DE
Марка и тип	ZEXELDKV-14D
Производительность, см <sup>3</sup> /оборот	140
Зазор между ротором и приводным диском, мм	0,3–0,6

Таблица 2

**Характеристики ТНУ в расчетных точках**

Table 2

**HPS characteristics in calculational points**

Параметр	Точки			
	1	2	3	4
$p$ , КПа	400	1200	800	600
$t$ , °С	5	45	20	10
$i$ , кДж/кг	190	350	310	160
$V$ , м <sup>3</sup> /кг	0,046	–	–	–

$P$  – давление,  $t$  – температура,  $i$  – энтальпия,  $V$  – плотность;  $p$  – pressure,  $t$  – temperature,  $i$  – enthalpy,  $V$  – density.

**Термодинамический расчет конденсатора**

Теплопроизводительность:

$$Q_T = Q_{ис} + Q_{плк} = 5,03 \text{ кВт.} \quad (1)$$

**Термодинамический расчет испарителя [3]**

Холодопроизводительность:

$$Q_T = Q_{ис} - Q_{плк} = 2,16 \text{ кВт.} \quad (2)$$

**Расчетная часть компрессора**

Потребляемая мощность компрессора:

$$N_{кв} = \frac{N_2}{\eta_{кв}} = 1,235 / 0,95 = 1,3 \text{ кВт.} \quad (3)$$

Коэффициент преобразования ТН:

$$\varphi = \frac{Q_T}{N_{кв}} = 2,3. \quad (4)$$

**Этапы сборки.** ТНУ типа «воздух – воздух» мощностью 5кВт.

1. Изготовление станины.
2. Установка конденсатора.
3. Установка испарителя.
4. Изготовление кожуха конденсатора.
5. Изготовление кожуха испарителя.
6. Установка вентилятора кондиционера.
7. Установка вентилятора испарителя (рис. 4).
8. Установка электродвигателя.
9. Установка компрессора.
10. Определение соосности электродвигателя и испарителя.

11. Натяжка ремня на шкивах электродвигателя и компрессора.
12. Подведение и соединение патрубков к оборудованию установки.
13. Подключение оборудования к сети, через пусковое устройство.
14. Вакуумирование установки.
15. Заправка установки хладагентом – фреоном.
16. Запуск установки.



Рис. 4. Вид со стороны конденсатора

Fig. 4. Condenser top view

### Выводы

Экспериментальными исследованиями, проведенными в рамках данной работы, подтверждена принципиальная возможность и энергетическая эффективность эксплуатации установки как универсальной, малозатратной, малоэнергоёмкой, экологически чистой теплонасосной установки, но мощность данной установки мала и не позволит эффективно использовать установку для охлаждения и отопления помещений судна, но, увеличив мощность компрессора, мы сможем получить нам необходимые параметры для эффективной работы установки.

Применение теплонасосной установки на судах оправдывает использование теплового эффекта как первичного агента для нагрева помещения, воды, рабочих и технических жидкостей (мазут, дизельное топливо, масла и т.д.) и вторичное – как холодильного агента для ох-

лаждения рабочих, производственных и бытовых помещений личного состава, а также для охлаждения продуктов питания, для отвода тепла от рабочих жидкостей двигателя внутреннего сгорания, также благодаря образующемуся конденсату возможно получение дистиллированной воды.

Параметры показали адаптированность установки для работы на судах. Подобрана подходящая конструкция теплового насоса для судов. Выбран необходимый хладагент для наиболее эффективной работы теплового насоса. Благодаря надежному оборудованию и простой конструкции установка обладает максимальным сроком службы без капитального ремонта. Универсальность тепловой насосной установки позволяет обеспечивать судно холодом, теплом, горячим и холодным водоснабжением.

### Список литературы

1. Берзан, В.П. Аспекты проблемы стимулирования внедрения тепловых насосов / В.П. Берзан, С.Г. Робу, М.Л. Шит // Проблемы регион. энергетики. – 2011. – № 1. – С. 91–94.
2. Соболенко, А.Н. Судовые энергетические установки: дипломное проектирование: учеб. пособие / А.Н. Соболенко, Р.Р. Симашов. – М.: Моркнига, 2015. – Ч. II. – 425 с.
3. Батухтин, А.Г. Использование тепловых насосов для повышения тепловой мощности и эффективности существующих систем централизованного теплоснабжения / А.Г. Батухтин // Науч.-техн. ведомости СПбГПУ. – 2010. – №2. – С. 28–33.
4. Соколов, Е.Я. Теплофикация и тепловые сети: учеб. для вузов. – 6-е изд., перераб. / Е.Я. Соколов. – М.: Изд-во МЭИ, 1999. – 472 с.
5. Батухтин, А.Г. Применение водяных теплонасосных установок с неклассическим источником низкопотенциальной энергии для компенсации нагрузки горячего водоснабжения / А.Г. Батухтин, С.А. Иванов, М.В. Кобылкин // Пром. энергетика. – 2015. – № 3. – С. 18–21.

**Сведения об авторе:** Волынцев Александр Владиславович, аспирант,  
e-mail: gold125@list.ru.

УДК 621.431.74.016

**Б.И. Руднев, О.В. Повалихина**Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б**НАНОСТРУКТУРЫ ЧАСТИЦ ДИЗЕЛЬНОЙ САЖИ**

*Приведены данные электронно-микроскопических исследований наноструктуры частиц дизельной сажи. Установлено, что наноструктуры частиц дизельной сажи имеют различную форму и охватывают диапазон размеров от 20 до 300 нм.*

**Ключевые слова:** *частицы дизельной сажи, диаметр частиц, наноструктуры частиц дизельной сажи.*

**B.I. Rudnev, O.V. Povalikhina****DIESEL SOOT OF NANOSTRUCTURE PARTICLES**

*Data of electronic microscope investigations of nanostructure diesel soot particles are given. It is stated that nanostructures of diesel soot particles have different shape and range from 20 – 300 nm.*

**Key words:** *diesel soot particles, diameter of particles, nanostructure of diesel soot particles.*

Анализ физико-химических свойств частиц дизельной сажи выполнен авторами в работах [1, 2]. В них приведена информация, имеющаяся в научно-технической литературе, и показана важность достоверных данных, касающихся как геометрических размеров частиц дизельной сажи, так и состоящих из них наноструктур.

В настоящей работе представлена часть результатов экспериментального исследования наноструктуры частиц дизельной сажи. Пробы сажи отбирались непосредственно из камеры сгорания работающего судового дизельного двигателя типа 4Ч 18/24 контактным методом с помощью специального устройства, смонтированного на штатном индикаторном канале. Следует отметить, что для анализа процесса радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя необходимо располагать достоверными данными по оптическим характеристикам частиц сажи и их наноструктурам, взятым именно из камеры сгорания, а не из выхлопной трубы. Это обусловлено значительными отличиями по температуре и давлению, которые являются определяющими для процесса образования частиц сажи и их наноструктур в камере сгорания дизельных двигателей [3–6].

На рис. 1 представлена микрофотография частиц дизельной сажи, полученная на электронном микроскопе с большой разрешающей способностью.

Анализ рис. 1 показывает, что частицы дизельной сажи имеют в основном сферическую или близкую к ней форму. На рис. 2 представлен фрагмент микрофотографии (рис. 1) при большем увеличении.

Из рис. 2 видно, что одиночные частицы дизельной сажи охватывают диапазон размеров от 10 до 50 нм. Наноструктуры, в которые они объединяются, имеют значительно большие размеры: 150–200 нм и более. Рис. 3 демонстрирует наноструктуру частиц дизельной сажи, превышающую по размеру 1000 нм, на рис. 4 показан фрагмент этой микрофотографии.

Встречаются наноструктуры и больших размеров, это подтверждается экспериментальными данными, показанными на рис. 5, 6.

На рис. 7, а, б и 8, а, б представлены результаты спектрального анализа наноструктур частиц дизельной сажи. Их анализ показывает, что частицы в наноструктурах на 88–93 % по массе содержат углерод, т.е. сажу, содержание других элементов незначительно.

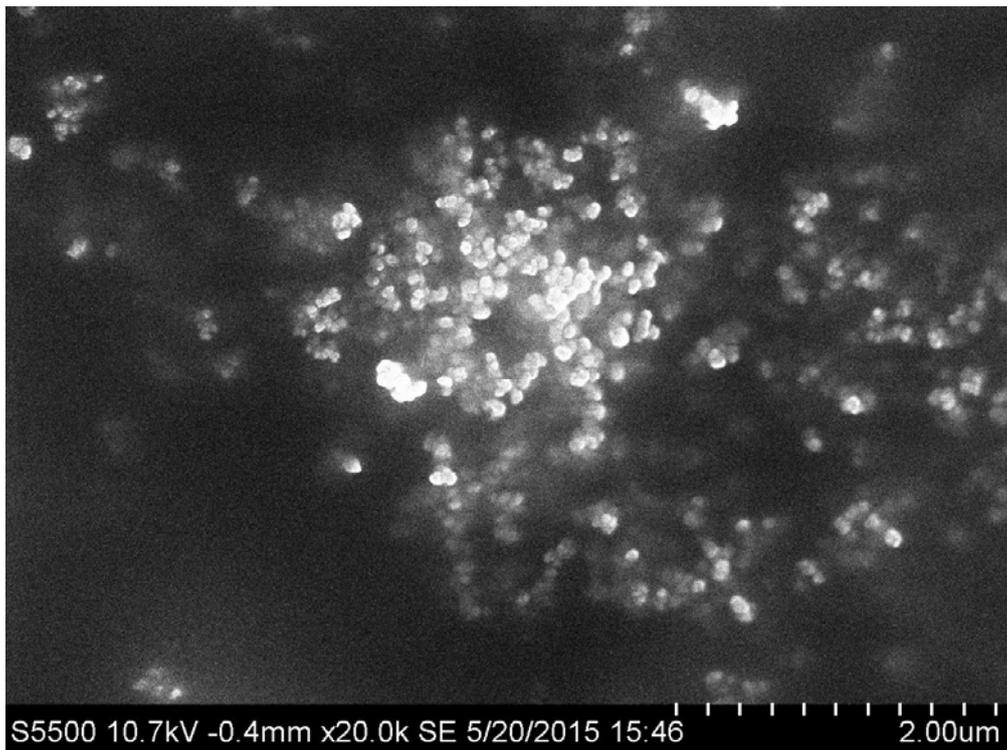


Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок частиц дизельной сажи  
(шкала размеров в микрометрах)

Fig. 1. Electronic microscope snapshot diesel soot particles (size of scale in  $\mu\text{m}$ )

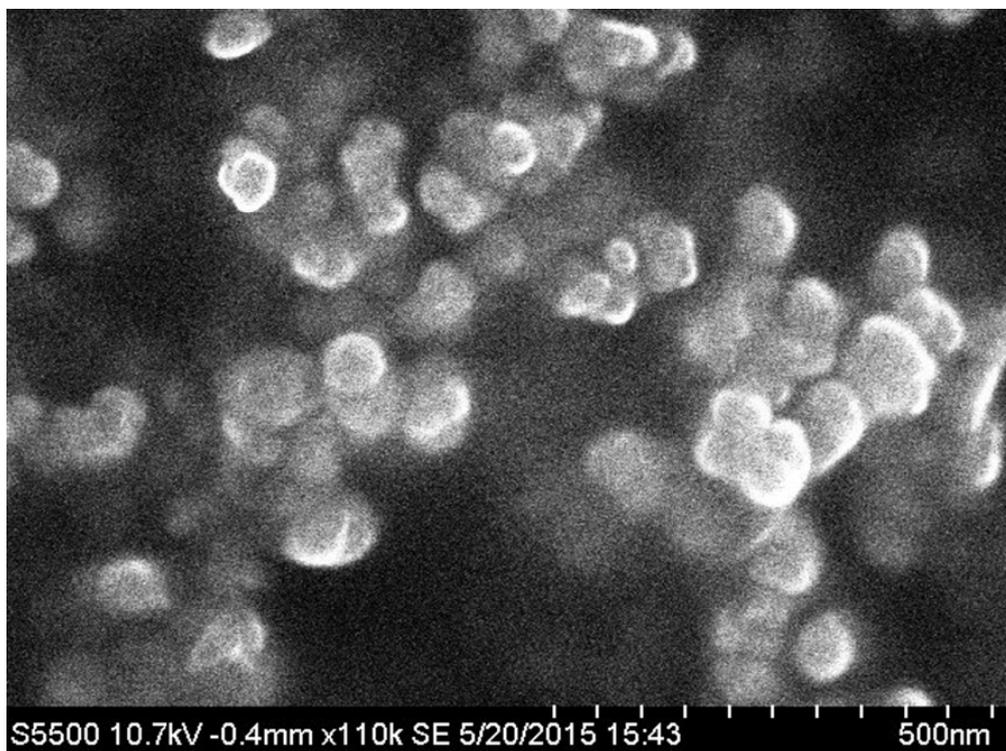


Рис. 2. Фрагмент микрофотографии, представленной на рис. 1 (шкала размеров в нанометрах)

Fig. 2. Fragment of microphoto data on fig.1 (size of scale in nm)

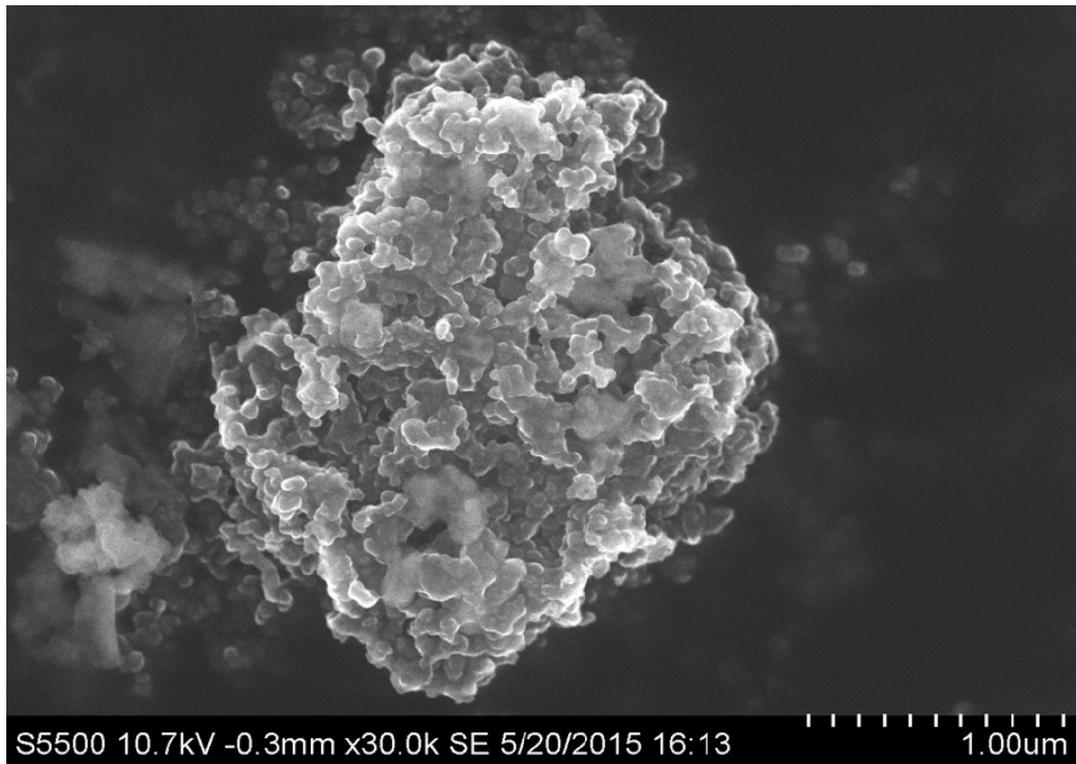


Рис. 3. Наноструктура частиц дизельной сажи (шкала размеров в микрометрах)  
Fig. 3. Nanostructure diesel soot particles (size of scale in  $\mu\text{m}$ )

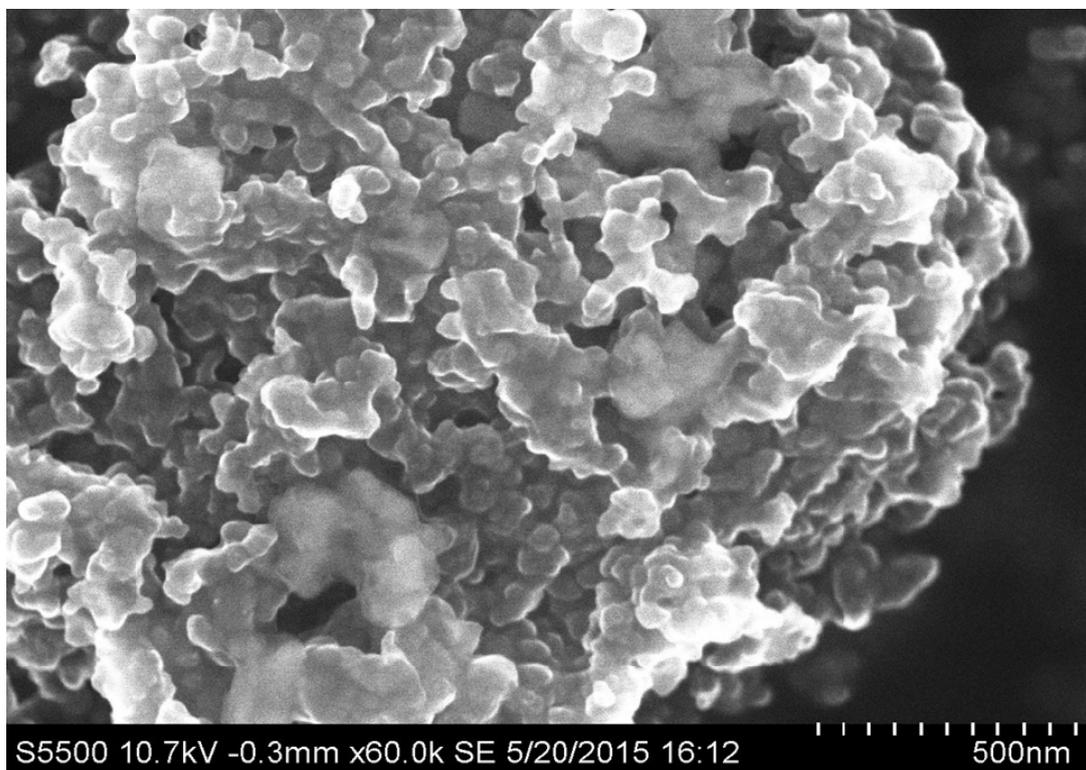


Рис. 4. Фрагмент микрофотографии, представленной на рис. 3 (шкала размеров в нанометрах)  
Fig. 4. Fragment of microphoto data on fig. 3 (size of scale in nm)

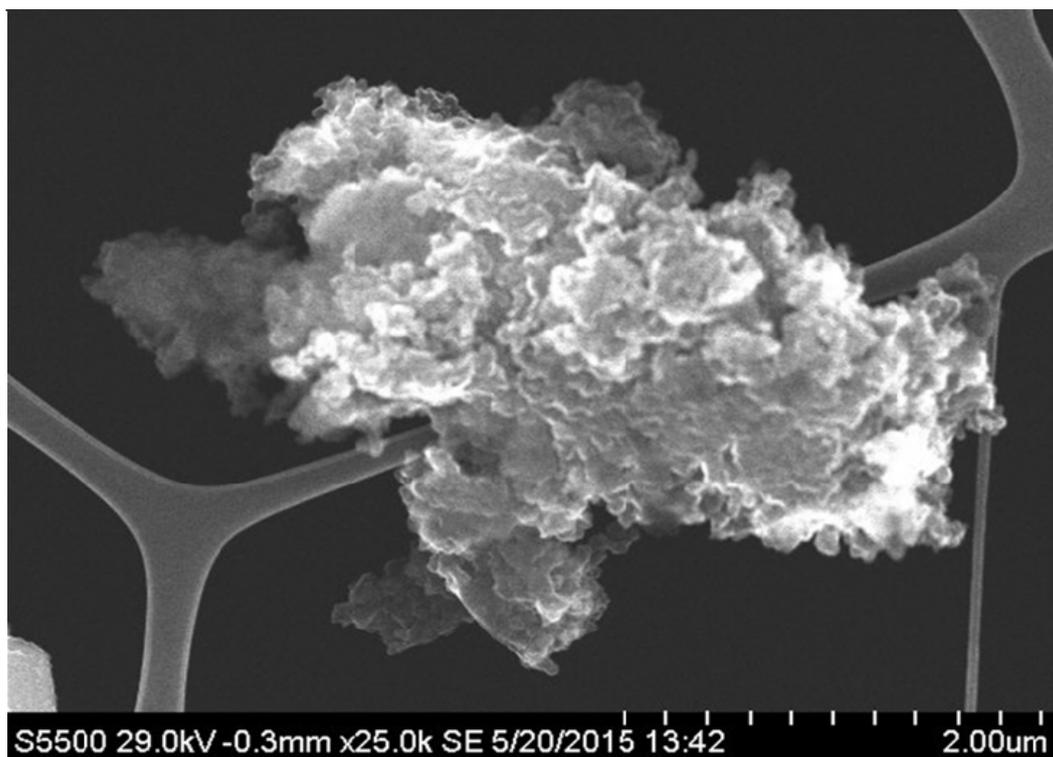


Рис. 5. Наноструктура частиц дизельной сажи (шкала размеров в микрометрах)  
Fig. 5. Nanostructure diesel soot particles (size of scale in  $\mu\text{m}$ )

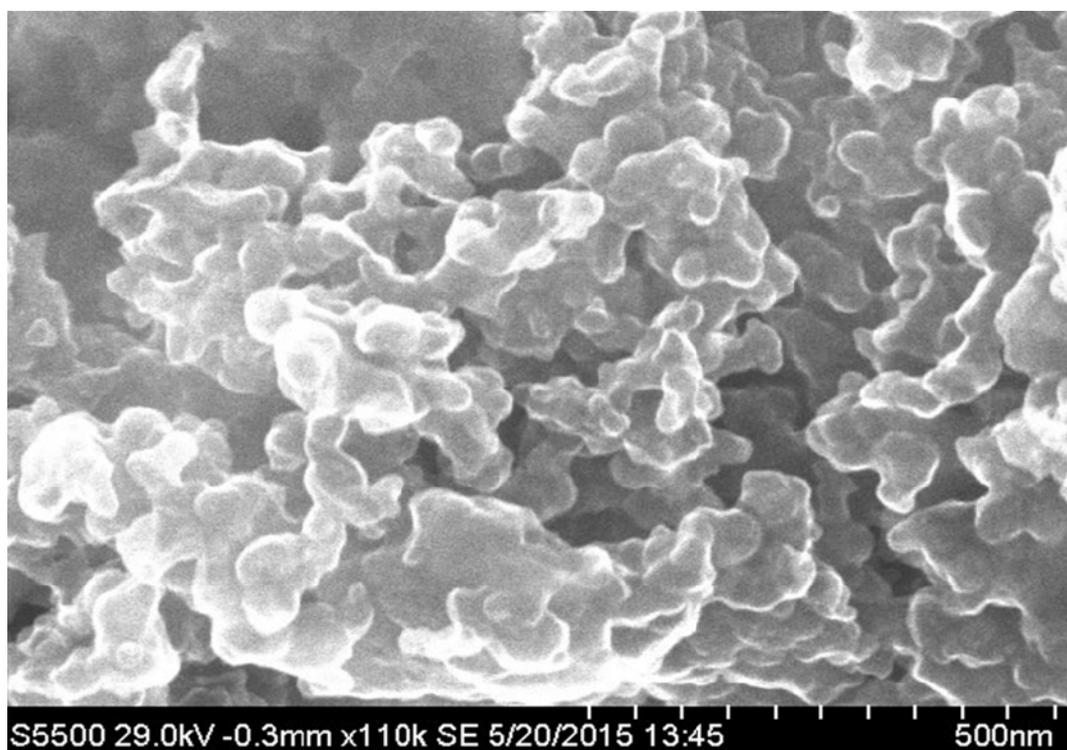


Рис. 6. Фрагмент микрофотографии, представленной на рис. 5 (шкала размеров в нанометрах)  
Fig. 6. Fragment of microphoto data on fig. 5 (size of scale in nm)

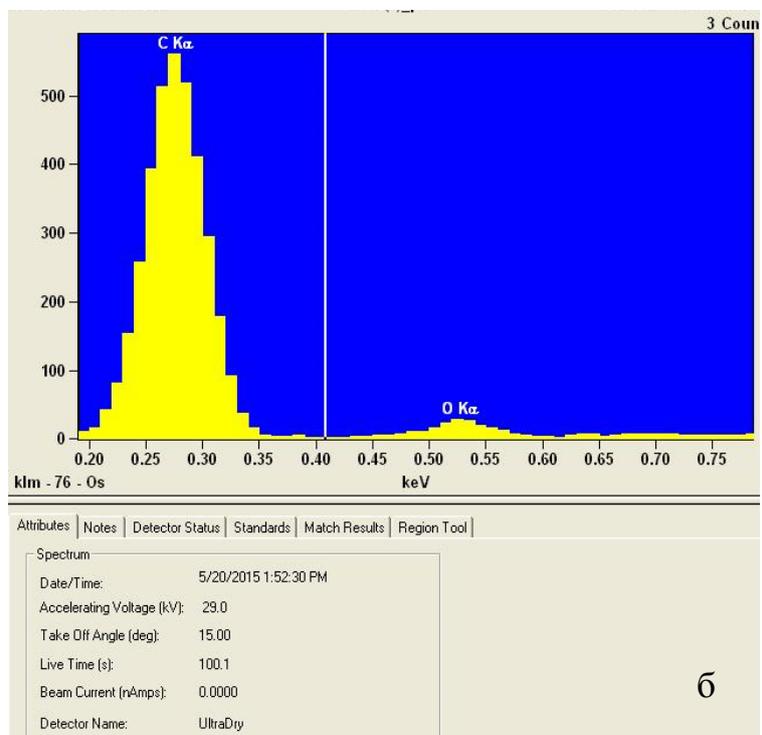
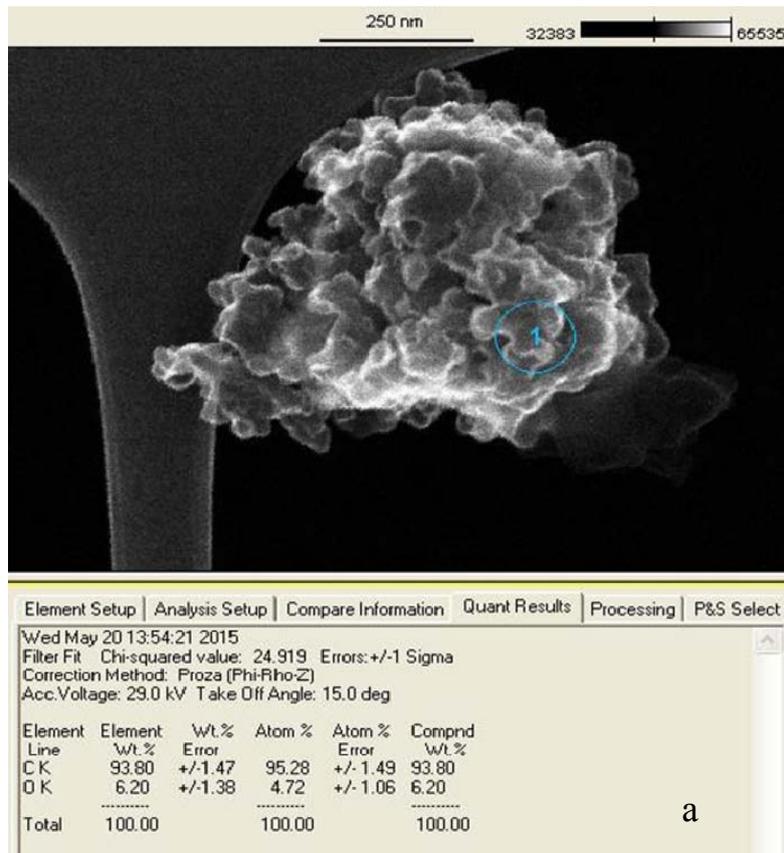


Рис. 7. Спектральный анализ наноструктуры частиц дизельной сажи (размер структуры порядка 750 нм), а, б  
 Fig. 7. Spectral analysis nanostructure diesel soot particles (size of structure 750 nm), а, б

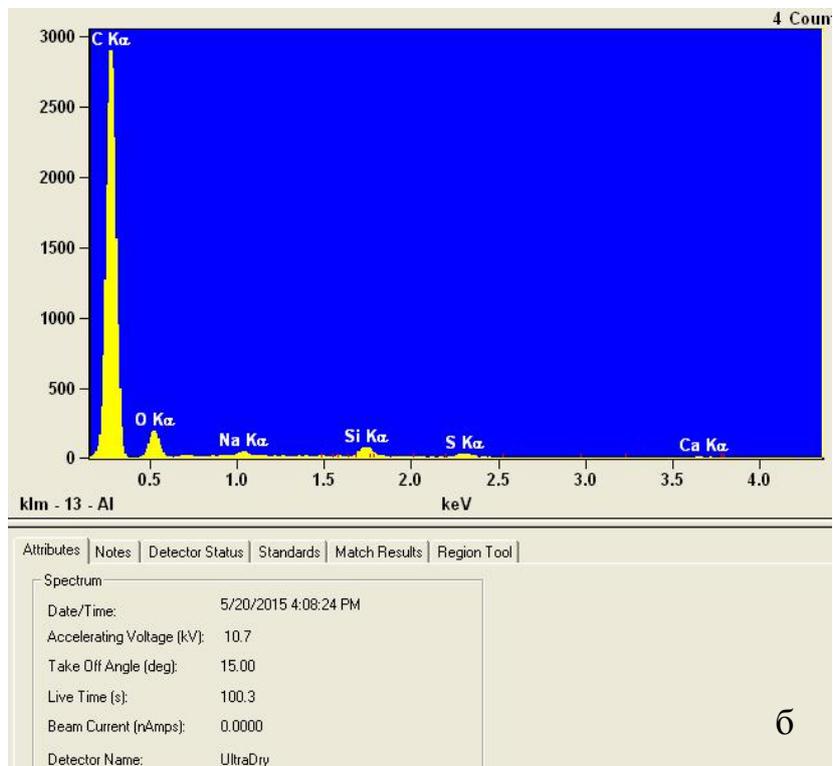
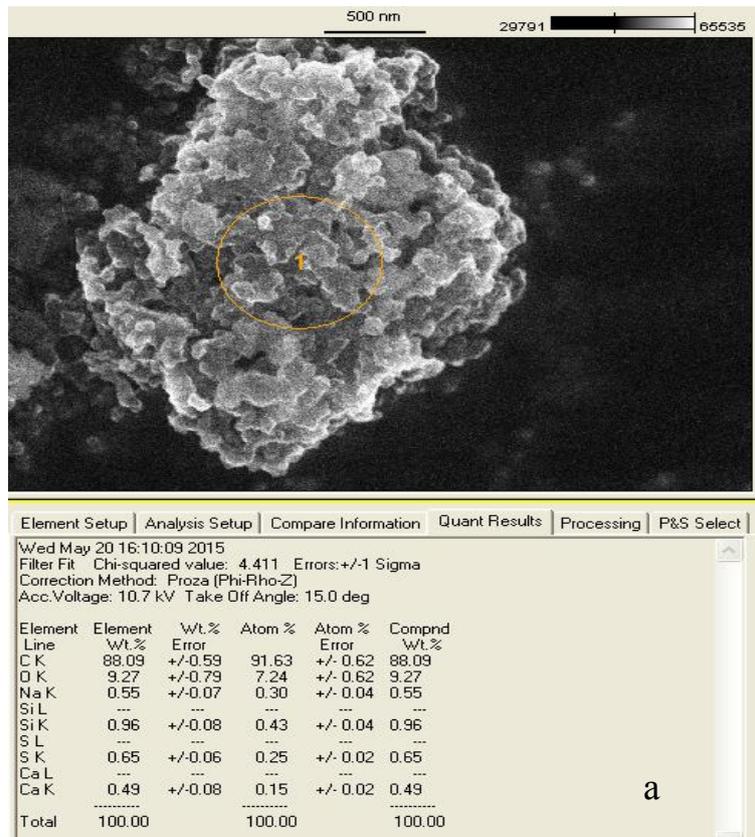


Рис. 8. Спектральный анализ наноструктуры частиц дизельной сажи  
(размер структуры порядка 2500 нм), а, б

Fig. 8. Spectral analysis nanostructure diesel soot particles (size of structure 2500 nm), а, б

Полученные экспериментальные данные по оптическим характеристикам частиц дизельной сажи и их наноструктурам позволяет более обоснованно подходить к оценке таких важнейших параметров радиационного теплообмена, как параметр дифракции и коэффициент ослабления потока излучения [7–14].

### Список литературы

1. Руднев, Б.И. Анализ физико-химических свойств частиц дизельной сажи / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Materials of the IX International research and practice conference «European Science and Technology». – Munich, Germany, 2014. – Vol. 2. – P. 428–432.
2. Руднев, Б.И. Основные физико-химические свойства частиц дизельной сажи / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – Т. 33. – С. 49–54.
3. Теснер, П.А. Образование сажи при горении / П.А. Теснер // Физика горения и взрыва. – 1979. – № 2. – С. 3–13.
4. Kamimoto, T. Particulate formation and flame structure in diesel engines / T. Kamimoto, M. Yagita // SAE Preprints. – 1989. – № 890436. – 9 p.
5. Бакиров, Ф.Г. Образование и выгорание сажи при сжигании углеводородных топлив / Ф.Г. Бакиров, В.М. Захаров, И.З. Полещук и др. – М.: Машиностроение, 1989. – 128 с.
6. Haynes, B.S. Soot formation / B.S. Haynes, H.G. Wagner // Progress in energy and combustion science. – 1981. – Vol. 17, № 4. – P. 229–273.
7. Руднев, Б.И. Оптические параметры частиц сажи и энергетические характеристики радиационного теплообмена в камере сгорания дизельного двигателя / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Тепловые процессы в технике. – 2013. – Т. 5, № 10. – С. 476–480.
8. Блох, А.Г. Теплообмен излучением: справочник / А.Г. Блох, Ю.А. Журавлев, Л.Н. Рыжков. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 432 с.
9. Руднев, Б.И. Особенности расчета оптико-геометрических характеристик теплообмена излучением в камере сгорания дизельного двигателя / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Тепловые процессы в технике. – 2015. – Т. 7, № 2. – С. 87–91.
10. Дмитриев, А.С. Тепловые процессы в наноструктурах / А.С. Дмитриев. – М.: Издательский дом МЭИ, 2012. – 303 с.
11. Zhang, Z. Nano / Micro scale Heat Transfer / Z. Zhang. – Mc Graw – Hill, New York, 2007. – 320 p.
12. Борен, К. Поглощение и рассеяние света малыми частицами / К. Борен, Д. Хафмен. – М.: Мир, 1996. – 660 с.
13. Елисеев, В.Н. Теплообмен и тепловые испытания материалов и конструкций аэрокосмической техники при радиационном нагреве / В.Н. Елисеев, В.А. Товстоног. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2014. – 396 с.
14. Руднев, Б.И. Экспериментальное исследование наноструктуры частиц дизельной сажи / Б.И. Руднев, О.В. Повалихина // Materials of the X International research and practice conference «European Science and Technology». – Munich, Germany, 2015. – Vol. 2. – P. 343–349.

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

УДК 621.431.74-729.3

**Н.Н. Тарашчан<sup>1</sup>, П.П. Кича<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского,  
690059, г. Владивосток, ул. Верхнепортовая, 50а

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

### **ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОЧИСТКИ МОТОРНОГО МАСЛА КОМБИНИРОВАННЫМ ФИЛЬТРОВАНИЕМ В СУДОВЫХ ФОРСИРОВАННЫХ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ ДИЗЕЛЯХ**

*На примере дизеля 6ЧСПН18/22 с высоким наддувом проведено сравнение в эксплуатационных условиях эффективности очистки смазочных материалов полнопоточным и комбинированным фильтрованием по влиянию на старение моторного масла, изнашивание и нагаро- и лакообразование деталей двигателя. Выявлено увеличение интенсивности очистки масла от нерастворимых примесей при комбинированном, по сравнению с полнопоточным, фильтровании в 5–8 раз, что способствует снижению изнашивания и нагарообразования деталей цилиндро-поршневой группы на 35–60 %. Установлено, что срок службы полнопоточных фильтрующих элементов при дополнительной глубокой очистке масла от мелкодисперсной нерастворимой фазы частичнопоточным фильтрованием увеличивается почти в 2 раза.*

**Ключевые слова:** очистка масла, комбинированное фильтрование, фильтрующие элементы, эффективность масляного фильтра.

**N.N. Tarashchan, P.P. Kicha**

### **EFFICIENCY OF ENGINE OIL PURIFICATION BY COMBINED FILTERING IN SHIP' SUPER DIESELS ENGINES**

*Taking a supercharged diesel 6ChSPN18/22 as an example we've compared in operating conditions efficiency of engine oil purification by both full-flow and combined filtering as to the influence on engine oil wear and carbon laquer formation of the working parts. We've found 5–8 times increase of intensification of oil purification from insoluble impurities at combined filtering compared to a full-flow one which results in reduction of wearing and carbon formation of cylinder piston group by 35–60 %. It was established that the service life of full-flow filtering elements at additional deep purification of oil from finely-divided insoluble phase by part-flow filtering is increased twice as much.*

**Key words:** oil purification, combined filtering, filtering elements, oil filter efficiency.

Теория и практика очистки моторного масла в двигателях внутреннего сгорания комбинированным фильтрованием изложена в работах [4–6]. Доказано, что дополнительно к полнопоточной очистка моторного масла (ММ) по байпасной (частичнопоточной) схеме снижает грязевую нагрузку на полнопоточные фильтрующие элементы (ФЭПП) и таким образом облегчает их функционирование в системе смазки ДВС. Срок их службы возрастает значительно. В этом случае они способны длительно надежно защищать пары трения дизеля от попадания в трибосопряжения опасных механических примесей с размерами  $d > 15$  мкм, соизмеримыми с толщиной работающего масляного клина в подшипниках. Перепуск циркуляционного холодного масла через предохранительные клапаны фильтра при пуске двигателя практически отсутствует, что благоприятно сказывается на состоянии его деталей трения.

Фильтрующие элементы (ФЭ) комбинированного масляного фильтра (ФМК), функционирующие по частичнопоточной схеме, имеет поровую структуру, обеспечивающую интенсивную очистку ММ от мелкодисперсных нерастворимых примесей (НРП). В результате ин-

тенсивность его старения падает, что способствует снижению нагаро- и лакообразования в двигателе и увеличению срока службы масла [5].

Оптимизация рабочих параметров ФМК [6] показала, что требуемая для эффективной работы ФМК номинальная толщина отсева полнопоточного фильтрования и интенсивность его глубокой очистки частичнопоточными фильтрующими элементами (ФЭЧП) зависят от форсировки дизеля и качества применяемых горюче-смазочных материалов. При комбинированной очистке ММ подбор фильтровальных материалов (ФМ) для ФЭ поверхностного типа в форме многолучевой звезды осуществлен по рекомендациям [6]. Применительно к дизелям, эксплуатируемым на Дальневосточном бассейне, они реализованы в ФЭПП и ФЭЧП типоразмера 6,4 ( $D = 150$  мм,  $d = 60$  мм,  $H = 363$  мм). Использовались ФМК широкой гаммы типоразмеров с числом ФЭ от 3 до 12 (табл. 1).

Таблица 1

**Состав и параметры комбинированных фильтров для судовых дизелей**

Table 1

**Structure and parameters of the combined filters for ship diesels**

Дизель	$P_{ен}$ , кВт	$n_{дв}$ , с <sup>-1</sup>	Масло	Топливо	Фильтр	Фильтровальный материал	
						ФЭПП	ФЭЧП
ДД105 (6ЧСПН18/22)	165	12,5	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	Л-0,5-62	ФМК-3/2	БМУ-30	НКФМ-20
ДД103 (8ЧСПН18/22)	230	12,5	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	Л-0,5-62	ФМК-3/2	БМУ-30	НКФМ-20
ДД112 (6ЧСПН18/22)	440	16,7	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	Л-0,5-62	ФМК-4/2	БМУ-35	БМУ-15
6VD36/24A.1 (6ЧН24/36)	330	8,3	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	ТМС	ФМК-4/2	БМ-35	БМУ-15
8ВАН22 (8ЧН22/32)	350	8,3	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	Ф-5	ФМК-4/2	ДРКБ-40	БМУ-15
5А25 (5ЧН25/30)	680	12,5	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	ТМС	ФМК-6/3	БМ-35	БМУ-15
625МТВН40 (6ЧН25/40)	390	8,3	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	Л-0,5-62	ФМК-4/2	БМ-35	НКФМ-20
8Т23НН (8ЧН22,5/30)	735	12,5	М-10-Г <sub>2</sub> (цс)	ДТ	ФМК-6/3	БМ-35	БМУ-15
4R22В (4ЧН22/24)	530	16,7	М-10-Д <sub>2</sub> (цл20)	М-40В	ФМК-4/2	ДРКБ-40	КФМ-10
524ТS (5ЧН24/31)	550	12,5	М-14-Д <sub>2</sub> (цл20)	Ф-12	ФМК-6/3	ДРКБ-40	КФМ-10
Vasa20 (4ЧН20/28)	1000	16,7	М-14-Д <sub>2</sub> (цл30)	М-100	ФМК-6/3	ДРКБ-40	КФМ-10
Vasa32 (6ЧН32/35)	1850	16,7	М-14-Д <sub>2</sub> (цл30)	М-100	2ФМК-12/6	БМ-35	КФМ-10
8DS32 (8ЧН32/38)	2200	10	М-14-Д <sub>2</sub> (цл30)	М-40В	2ФМК-12/8	ДРКБ-40	КФМ-10

Оценка эффективности ФМК-4/2 проводилась в дизеле ДД112 (6ЧСПН18/22) с высоким наддувом ( $p_{me} = 1,7$  МПа). Использовалось масло М-10-Г<sub>2</sub>(цс) (ГОСТ 12337-84) и дизельное топливо Л-0,5-62 (ГОСТ 305-76). Его система смазки оснащалась комбинированным фильтром с ФЭПП-6,4 и ФЭЧП-6,4, фильтрующие шторы которых изготавливались соответственно из материалов БМ-35 и БМУ-15. Характеристики ФМ приведены в работе [4]. Штатный вариант очистки ММ осуществлялся полнопоточным фильтром ФМП-3 с ФЭ «Нарва-6», фильтрующая штора которых была сформирована в виде многолучевой звезды с поперечными складками из материала ДРКБ (номинальная толщина отсева  $\Delta_n = 45$  мкм).

Судовой эксперимент проводился с соблюдением ОСТ 24.060.09-89 [3]. Пробы масла на анализ отбирались через 200 ч работы дизеля. С такой же периодичностью осуществляли его долив для компенсации угара. Оценка износа деталей дизеля (цилиндровых втулок и шеек коленчатого вала) производили с использованием метода искусственных баз (приборы УПОИ-6 и УПОИВ-2). Износ поршневых колец и вкладышей мотылевых подшипников контролировали их взвешиванием на аналитических весах ВЛ-200 до и после испытаний на каж-

дом этапе. Нагаро- и лакообразование ДВС оценивали согласно [3] в балльной системе 344Т измерением площади, твердости и толщины нагаров, отложившихся на поршнях.

Физико-химические показатели ММ и их старение оценивали на основе методик [2]. Загрязнение масла контролировали по содержанию с НРП, определяемых методом центрифугирования (ГОСТ 20684-75). Щелочность  $Щ$  проб масла оценивали по ГОСТ 11362-76. Степень (глубину) окисления  $СО$  масла определяли через отношение интегральной интенсивности поглощения карбонилсодержащих соединений  $-C = 0$  к группе  $-C = C-$  ароматических ядер. Содержание смол  $См$  находили методом диализа и хроматографии. Срабатывание присадок  $П$  контролировали сопоставлением щелочности фугата и диализата свежего и работающего масла.

Наблюдение за работой фильтров осуществляли по рекомендациям [1]. Контроль режимов работы и технического состояния дизелей осуществляли согласно правилам технической эксплуатации. Эксперимент велся этапами по 2 тыс. ч. Испытания вышеуказанного объекта вели так, чтобы нагрузочные режимы дизелей были одинаковыми как при работе со штатными, так и опытными фильтрами. Угар масла в период эксплуатационных испытаний на номинальном режиме работы двигателя составлял 1,2–1,6 г/(кВт·ч).

Расчет интенсивности (скорости)  $a_i$  старения ММ по любому направлению, при условии равенства концентрации  $c_{ид}$  рассматриваемого компонента в доливаемом масле его содержанию  $c_{io}$  в свежем продукте, вели по результатам анализа взятых проб

$$a_i = K_y Q_y \frac{\sum_{j=1}^n (c_{ij} - c_{io})}{\sum_{j=1}^n \left\{ 1 - \exp \left[ - \frac{K_y Q_y + (Q_{\phi} \phi_{\phi})_i}{G_0} \tau_j \right] \right\}},$$

где  $c_{ij}$  – содержание  $i$ -го компонента в масле за период  $\tau_j$  его работы;  $K_y Q_y$ ,  $Q_{\phi} \phi_{\phi}$  – интенсивность удаления НРП при угаре и фильтровании масла;  $G_0$  – вместимость системы смазки.

Условия эксплуатации дизелей ДД112 были не столь жесткими, так как он работал на дизельном топливе, поэтому скорость загрязнения масла НРП была сравнительно невелика. На обоих этапах испытаний она была одинакова и в среднем составляла 8,4–8,6 г/ч (табл. 2).

Таблица 2

**Моторная эффективность фильтрования в судовом дизеле ДД112 (6ЧСПН18/22)**

Table 2

**Motor efficiency of filtering in the ship diesel DD112 (6ChSPN18/22)**

Показатель	ФМП-3	ФМК-4/2
1	2	3
<i>Состояние моторного масла:</i>		
Концентрация НРП, %		
общих	1,7 ± 0,3	1,2 ± 0,2
зольных	0,34 ± 0,06	0,25 ± 0,04
Щелочность масла, мг КОН/г	2,4 ± 0,5	3,9 ± 0,5
Степень окисления, %	10,0 ± 12	6,6 ± 0,8
Содержание смол, %	12,8 ± 1,4	8,5 ± 0,9
Содержание присадок, отн. ед.	100	66 ± 7
Диспергирующая способность, отн. ед.	0,51 ± 0,06	0,62 ± 0,07

Окончание табл. 2

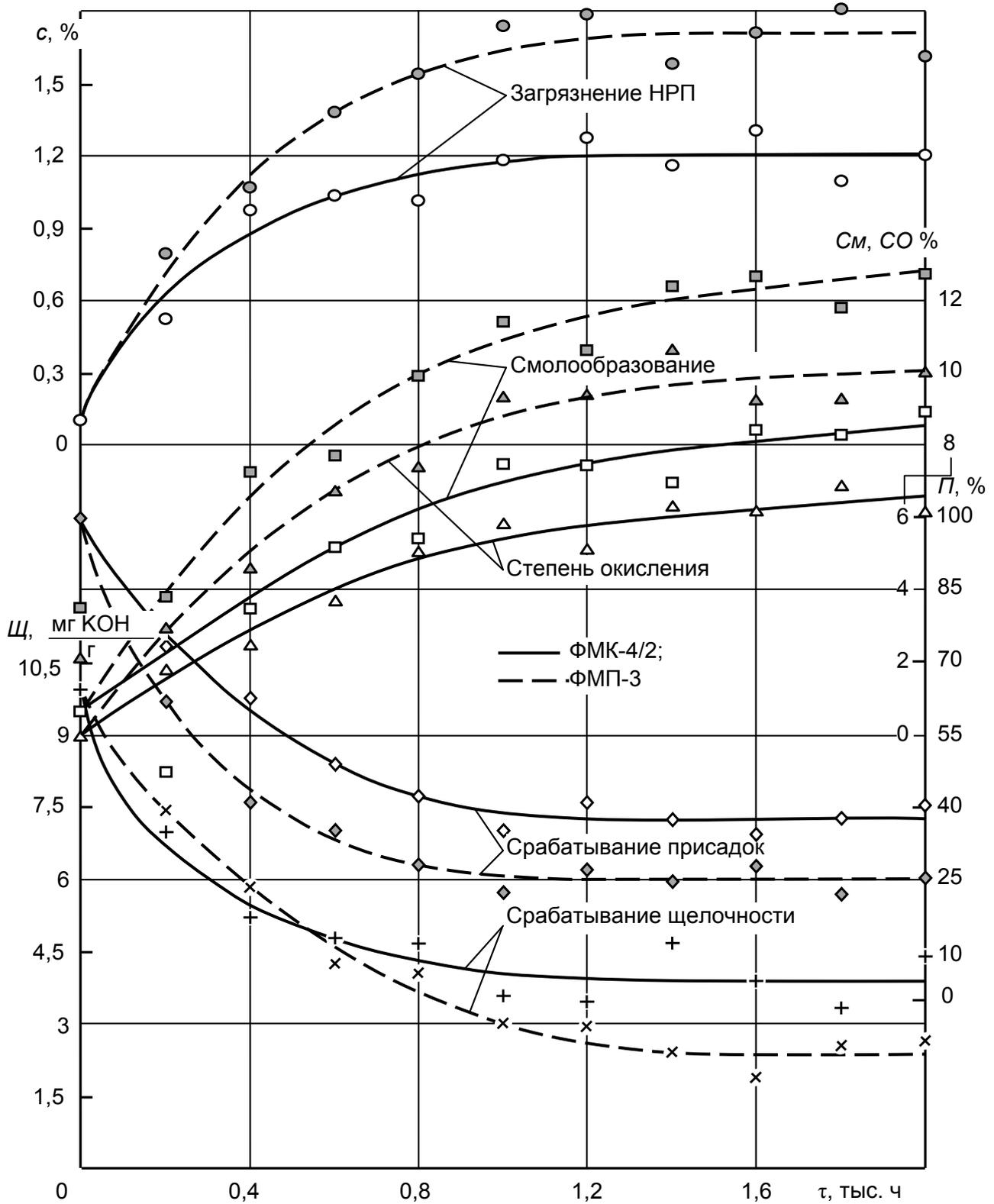
1	2	3
<i>Интенсивность (скорость) старения масла, г/ч:</i>		
Поступление НРП	8,6 ± 0,9	8,4 ± 0,8
Срабатывание присадок*	28,4 ± 4,1	19,6 ± 2,7
Окисление	41 ± 7	32 ± 9
Смолообразование	64 ± 8	48 ± 6
<i>Работа маслоочистителей:</i>		
Интенсивность очистки от НРП, г/ч:		
общих	46 ± 4	240 ± 25
зольных	51 ± 6	306 ± 42
Срок службы ФЭ, тыс. ч		
полнопоточных	0,76 ± 0,09	1,64 ± 0,2
частичнопоточных	–	0,82 ± 0,09
<i>Скорость изнашивания деталей ДВС:</i>		
Поршневых колец, г/1000 ч	4,7 ± 0,5	3,2 ± 0,3
Цилиндровых втулок, мкм/1000 ч	13,2 ± 1,2	8,6 ± 0,9
Вкладышей мотылевых подшипников, мг/1000 ч	11,2 ± 1,2	8,9 ± 0,9
Мотылевых шеек коленчатого вала, мкм/1000 ч	7,8 ± 0,8	5,6 ± 0,6
Нагаро- и лакообразование на поршнях (общая оценка), балл	8,5 ± 0,9	6,2 ± 0,7
Нагары в поршневых канавках, балл	2,8 ± 0,3	2,4 ± 0,2

\* Скорость срабатывания присадок рассчитывалась по содержанию их активных компонентов в пробах отбора масла

Однако из-за разной интенсивности очистки масла М-10-Г<sub>2</sub>(цс) ФМП и ФМК стабилизация его загрязнения НРП происходила на разном уровне, соответствующем концентрации 1,7 и 1,2 %. Динамика накопления общих нерастворимых примесей в масле была близка к экспоненциальной зависимости (рисунок). Выявленная тенденция сохраняется как по НРП, так и другим компонентам старения масла. Стабилизация содержания зольных НРП, когда очистка масла осуществлялась полнопоточным фильтром, наблюдалась при средней концентрации 0,34 %. При комбинированной очистке этот показатель был равен 0,25 %.

Указанному уровню загрязнения масла НРП интенсивность его очистки от общих примесей ФМП соответствовала 46, ФМК–240 г/ч, т. е. при комбинированном фильтровании она была в 5,2 раза выше полнопоточной очистки. По зольным продуктам соотношение  $Q_{фФф}$  составляло 52 против 306 г/ч. Таким образом, эффективность их очистки ФМК по сравнению со штатной была уже выше в 6 раз.

Интенсивное удаление комбинированным фильтром зольных НРП, являющихся катализатором окисления масла, приводит к снижению скорости срабатывания присадок. При введении глубокой очистки ММ она упала в полтора раза, т. е. с 28,4 до 19,6 г/ч (см. табл. 2). Это способствовало стабилизации щелочности при комбинированном фильтровании масла на уровне 3,8 мг КОН/г, в то время как при штатной комплектации системы тонкой очистки масла наблюдалось падение щелочности до 2,4 мг КОН/г. Нижний уровень щелочности при применении ФМК был в 1,6 выше, чем при очистке масла ФМП. При этом наблюдалось адекватное соотношение в срабатывании присадок, определяемое как по падению щелочности масла, так и по содержанию в пробах отбора их активного компонента.



Кинетика старения масла М-10-Г<sub>2</sub>(цс) в дизеле 6ЧСПН18/22  
Kinetics of aging of M-10-G2 oil (цс) in the diesel 6ChSPN18/22

Эффективная очистка ММ комбинированным фильтрованием способствовала снижению степени (глубины) окисления масла, что было зафиксировано по содержанию карбонилсодержащих продуктов группы  $-C = O$ . Максимальный уровень их в системе смазки (СС) со штатным очистителем был 10, а при применении ФМК  $CO = 6,9$  %. Почти в таких же пропорциях находились и показатели по средней скорости образования этих продуктов в масле при интенсификации его очистки ФМК – 41 против 32 г/ч (см. табл. 2).

Также обнаружено снижение смолообразования масла при увеличении интенсивности его фильтрования. При применении опытной системы оно замедлилось, и скорость образования смол снизилась с 64 до 48 г/ч. Это привело к тому, что стабилизация содержания смол в ММ при применении ФМК установилась на уровне 8,5 %. В то время как при полнопоточном фильтровании показатель  $S_m$  соответствовал 12,8 %.

Снижение грязевой нагрузки на полнопоточные ФЭ при комбинированном фильтровании привело к увеличению  $T_{фэпп}$  до 1,64 тыс. ч. В ФМП срок службы полнопоточных ФЭ был в 2,13 раза ниже. Этот показатель у штатного маслоочистителя составлял в среднем 0,76 тыс. ч. Статистика длительного применения ФМК в дизелях типа ЧН18/22 показала возможность продления срока службы ФЭЧП до значений 0,82 тыс. ч, т. е. в заданной комплектации комбинированного фильтра достигается двукратная смена последних за срок службы полнопоточных ФЭ.

Износные характеристики дизеля ДД112 при комбинированной очистке масла значительно улучшились, так как включение в его СС фильтра с высокими показателями по полноте и тонкости отсева увеличило надежность защиты пар трения от абразивного изнашивания. В наибольшей мере (в 1,47–1,53 раза) снижение скорости изнашивания наблюдалось у поршневых колец и втулок цилиндров, что обусловлено увеличением показателя  $Q_{фф}$  за счет высокой интенсивности очистки масла у частичнопоточных ФЭ.

Вкладыши подшипников и шейки коленчатого вала при применении ФМК в меньшей мере подверглись вредному воздействию абразивных частиц, поступающих в эти пары трения в незначительном количестве. Это связано с тем, что тонкость отсева от включения в систему смазки ФМК по сравнению с использованием ФМП несколько (с 45 до 35 мкм) улучшилась. По данным результатов испытаний можно констатировать, что, несмотря на повышение тонкости отсева, из-за снижения грязевой нагрузки на полнопоточные ФЭ предохранительные клапаны ФМК в период работы  $\tau > 0,8T_{фэпп}$  при пуске дизеля открывались на более короткое время, чем при использовании ФМП.

Снижение нагаро- и лакообразования при применении комбинированного фильтрования по сравнению с полнопоточным составляло 2,3 балла, что было вызвано более интенсивной очисткой масла ФМК от мелкодисперсной фазы загрязнений. При этом общий уровень нагарообразования на поршнях снизился с 8,5 до 6,2 балла. На снижение этого показателя при включении в систему смазки дизеля ФМК оказало влияние менее интенсивное срабатывание присадок и сохранение моюще-диспергирующих свойств масла на более высоком уровне. По загрязнению поршневых канавок углеродистыми отложениями преимущество модернизированных систем очистки ММ незначительное.

Подводя итоги испытаний комбинированного маслоочистительного комплекса на судах в дизелях разной форсировки, можно отметить высокую эффективность ФМК. Рациональность ее использования доказана не только при использовании дизельного, но и при применении моторного топлива и мазутов (флотского и топочного). Разница в эффективности ФМК и ФМП возрастает при повышении моторных свойств масел, увеличении их моюще-диспергирующих показателей и щелочности, сопровождающейся ростом зольности.

Дальнейшее конструктивное совершенствование ФЭ предусматривает унификацию их с тем, чтобы они удовлетворительно функционировали в дизелях разного назначения как при

использовании минеральных, так и синтетических ММ. Главное достоинство комбинированного фильтрования состоит в совместной реализации двух функций – надежной защиты пар трения ДВС от абразивного изнашивания и глубокой очистки масла от катализаторов окисления, что создает предпосылки для увеличения его срока службы.

Результаты эксплуатационных испытаний ФМК на судах показали, что сочетание полно- и частичнопоточной схем фильтрования способствует полной защите ДВС от попадания опасных частиц НРП в их пары трения и поддерживает загрязнение масла этими продуктами на низком уровне, что снижает изнашивание и нагарообразование основных деталей двигателей.

Альтернативы комбинированному фильтрованию при низких (0,2–0,5 МПа) давлениях в СС дизеля нет. Использование его особенно рационально для ДВС, работающих с большой долей перегрузок и неустановившихся режимов, когда поступление в масло продуктов неполного сгорания топлива велико.

Анализ эффективности комбинированного фильтрования масла в ДВС показал, что система тонкой очистки ММ на его основе предпочтительнее полнопоточного фильтрования в двигателях при удельной скорости загрязнения ММ более 0,05 г/(кВт·ч). Особенно перспективно использование ФМК в дизелях, работающих на низкосортных топливах (мазутах) и маслах с высокими моюще-диспергирующими свойствами с показателем ДСС > 18.

Судовой эксперимент подтвердил также рациональность применения комбинированного фильтрования ММ в двигателях, пары трения которых очень чувствительны к загрязнению масла НРП. Обычно это наблюдается при высоких удельных давлениях поршневых колец на втулку цилиндра и при малых толщинах «масляного клина» в трибосопряжениях. Особенно высоко преимущество ФМК над ФМП при работе дизелей на высокозольных маслах.

## **Выводы**

1. Разработана и проведена оценка моторной эффективности комбинированной системы тонкой очистки масла, использование которой в судовых дизелях позволяет:

- снизить в 1,2–1,8 раза скорость изнашивания основных трибосопряжений двигателей и уменьшить нагаро- и лакообразование на поршнях не менее чем на 35 %;
- повысить в 1,5–2 раза срок службы ММ и полнопоточных ФЭ;
- стабилизировать на длительный срок работы дизеля угар и расход ММ на минимальном уровне.

2. Доказана рациональность применения комбинированных фильтров в СС дизелей при повышенном загрязнении масла НРП, что может быть вызвано их высокой форсировкой наддувом, использованием низкосортных топлив, в том числе топочных мазутов, длительной работой двигателей с перегрузкой и на переменных неустановившихся режимах с интенсивным поступлением в ММ продуктов неполного сгорания топлива. Использование комбинированного фильтрования также рационально в ДВС с низким угаром масла, когда маслообмен в системе смазки мал, что вызывает интенсивное срабатывание присадок.

3. Высокая эффективность комбинированного фильтрования достигается разграничением функций маслоочистки между используемыми агрегатами. При этом фильтрованием полного потока осуществлена надежная защита двигателя от опасных абразивных частиц с высокой (25–40 мкм) тонкостью их отсева и частичнопоточным фильтрованием значительно повышена интенсивность очистки масла от мелкодисперсных НРП, что тормозит старение ММ. Такое распределение функций между агрегатами маслоочистки позволяет выбрать ровные структуры ФМ, полностью удовлетворяющие требованиям, предъявляемым к полно- и частичнопоточным ФЭ комбинированного фильтра.

---

---

### Список литературы

1. Кича, Г.П. Ресурсосберегающее маслоиспользование в судовых дизелях / Г.П. Кича, Б.Н. Перминов, А.В. Надежкин. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2011. – 372 с.
2. Никифоров, О.А. Рациональное использование моторных масел в судовых дизелях / О.А. Никифоров, Е.В. Данилова. – Л.: Судостроение, 1986. – 96 с.
3. ОСТ 24.060.09-89. Методика оценки моторных и физико-химических свойств масла при их стендовых испытаниях. – М.: ЦНИИТЭИТяжмаш, 1990. – 75 с.
4. Таращан, Н.Н. Тонкая очистка моторного масла в судовых дизелях комбинированным фильтрованием / Н.Н. Таращан, А.В. Голенищев // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2008. – № 1. – С. 218–223.
5. Таращан, Н.Н. Идентификация области рационального использования комбинированной тонкой очистки моторного масла в судовых дизелях / Н.Н. Таращан, Г.П. Кича // Вестн. Мор. гос. ун-та. – Владивосток: Мор. гос. ун-т, 2012. – Вып. 52. – С. 46–54.
6. Таращан, Н.Н. Оптимизация очистки моторного масла в судовых дизелях комбинированным фильтрованием / Н.Н. Таращан // Проблемы транспорта Дальнего Востока, 5–7 октября 2011 г.: материалы девятой Междунар. науч.-практ. конф.– Владивосток: ДВО РАТ, 2011. – С. 159–161.

**Сведения об авторах:** Таращан Николай Николаевич, кандидат технических наук, доцент, e-mail: nadezkin@msun.ru;  
Кича Павел Петрович, кандидат технических наук, доцент, e-mail: pkicha@inbox.ru.

---

---

# ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ

---

---

УДК 664.95

**В.Д. Богданов, Н.В. Дементьева**

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

## **ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА ПОЛУЧЕНИЯ ГОМОГЕННОГО ПРОДУКТА ИЗ МОЛОК РЫБ**

*Цель исследования – создание на основе рыбных молок пищевых продуктов, обладающих тонкодисперсной гомогенной структурой и высокими органолептическими свойствами, которые могут быть использованы как в качестве эмульсионных соусов, имеющих коагуляционную тиксотропную структуру, так и в виде формованных изделий со структурой конденсационно-кристаллизационного типа.*

*Для получения нового вида кулинарных продуктов отсортированные молоки моют, измельчают на волчке, преимущественно до размера частиц 2–3 мм. Измельченные молоки в количестве 20–30 мас.% гомогенизируют в течение 1–2 мин при скорости вращения ротора 1200 об/мин, затем в смесь добавляют часть ледяной воды (температура 1–5 °С) от общего количества (25–35 мас.%) для поддержания температуры смеси в пределах 10–15 °С, чтобы не допускать денатурации белков. Продолжают гомогенизацию 1–2 мин. Затем для эмульгирования смеси вводят растительное масло в количестве 25–35 мас.%, вкусовые добавки в количестве 5–20 мас.%, оставшуюся воду. Общая продолжительность гомогенизации 5–11 мин, в зависимости от желаемой структуры продукта. Приготовленную эмульсию подвергают термической обработке при температуре 80 °С в течение 30 мин. После термической обработки продукт охлаждают при температуре 0–8 °С до температуры в центре изделия не выше плюс 8 °С.*

*Продукт, полученный при диспергировании в течение 5–7 мин, имеет однородную, соусоподобную консистенцию, приятный, гармоничный вкус и запах, с оттенком пищевых добавок, зависящий от рецептуры.*

*При диспергировании эмульсии в течение 9–11 мин продукт имеет однородную, плотную консистенцию, напоминающую мягкий сыр, приятный, гармоничный вкус и запах, с оттенком пищевых добавок, зависящий от рецептуры.*

**Ключевые слова:** рыбные молоки, эмульсия, гомогенизация, структура.

**V.D. Bogdanov, N.V. Dementieva**

## **JUSTIFICATION OF THE WAY OF RECEIVING THE HOMOGENEOUS PRODUCT FROM MILTS OF FISHES**

*Research objective – creation on the basis of fish milts of the foodstuff possessing fine homogeneous structure and high organoleptic properties which can be used as as the emulsion sauces having coagulative tiksotropny structure and in the form of molded articles with structure kondensatsionno-crystallizational type.*

*For receiving a new type of culinary products the sorted milts are washed, crushed on a top, mainly to the size of particles of 2–3 mm. The crushed milts in number of 20–30 mas.% homogenize within 1–2 min. at a speed of rotation of a rotor 1200 rpm, then to mix add part of ice water (temperature of 1–5 °C) from total (25–35 mas.%) for maintenance of temperature of mix within 10–15 °C not to allow a denaturation of proteins. Continue homogenization of 1–2 min. Then for emulsification of mix enter vegetable oil in number of 25–35 mas.%, flavoring additives in number of 5–20 mas.%, the remained water. The general duration of homogenization is 5–11 min., depending on desirable structure of a product. The prepared emulsion is*

subjected to heat treatment at a temperature of 80 °C within 30 min. After heat treatment the product is cooled at a temperature of 0–8 °C up to the temperature in the center of a product not above plus 8 °C.

The product received when dispergating within 5–7 min. has a uniform, sousopodobny consistence, pleasant, harmonious taste and a smell, with a shade of food additives, depending on a compounding.

When dispergating an emulsion within 9–11 min. the product has the uniform, dense consistence reminding soft cheese, pleasant, harmonious taste and a smell, with a shade of food additives, depending on a compounding.

**Key words:** fish milts, emulsion, homogenization, structure.

Рациональное использование водных биологических ресурсов – актуальная проблема для рыбной отрасли РФ. Молоки рыб – ценное пищевое сырье, направляющееся в основном на замораживание и последующую реализацию потребителю, который использует его чаще всего в замороженном виде.

Разработку новых технологий из рыбных молок связывают с их дроблением и получением дисперсных систем различной степени гомогенности. Так, известен способ приготовления эмульсионной пасты, содержащей жировую основу из смеси ароматизированных коптильным препаратом растительных масел, выбранных из группы оливкового, соевого, подсолнечного, при соотношении w-6 и w-3 жирных кислот 1 : (9,0–10,5), пюре из молок лососевых рыб, экстракт корня мьльнянки в качестве эмульгатора, ламиналь в качестве стабилизатора, а также аскорбиновую кислоту и соль. Способ получения пасты заключается во введении в эмульгатор при постоянном перемешивании сначала жировой основы, затем пюре из лососевых рыб, ламиналь и остальные пищевые добавки, при этом гомогенизацию смеси проводят со скоростью не менее 1500 об/мин [3]. Недостатками этого способа является то, что смесь растительных масел ароматизируют коптильным препаратом, который может содержать канцерогенные вещества, например 3,4-бензпирен, готовый продукт приобретает запах копчености, что не всегда желательно для потребителя. Кроме того, для получения стабильной эмульсии дополнительно используют структурорегулирующие добавки: эмульгаторы и стабилизаторы.

В ТИПРО разработан способ приготовления пищевого продукта на основе молок рыб, включающий их размораживание, бланширование в течение 10–15 мин при температуре 100–110 °C, измельчение, внесение протеолитических ферментов, добавление сначала основных компонентов: соли, сахара, консервантов, растительного масла, уксусной кислоты, а затем вкусовых: ароматизаторов, вареных измельченных гидробионтов или соевых сливок, ферментирование в течение не более 30 мин при температуре 40–45 °C, гомогенизацию, фасование и прогревание 10–15 мин при температуре 85–95 °C [4]. Недостатки этого способа заключаются в следующем: для производства продукта используют бланшированные молоки, хотя известно, что термическая обработка сырья ведет к денатурации белка, а это снижает биологическую и пищевую ценность готового продукта; ферментирование сырья протеолитическими ферментами делает предлагаемый способ трудоемким, дорогостоящим и энергозатратным; кроме того, в продукт добавляют ароматизаторы и консерванты, многие из которых являются вредными для здоровья человека.

В Дальрыбвтузе разработана технология вареного рыбного колбасного изделия, включающая подготовку сырья, приготовление фаршевой смеси (масс.%): измельченные молоки рыб 40–45, филе рыбное измельченное 5–10, масло растительное 20–25, вода ледяная 25–30, вкусовые добавки 3–5, – гомогенизацию, формование, термическую обработку, охлаждение [5]. Недостатками этого способа является то, что получаемые формованные изделия имеют невысокую степень гомогенности вследствие включения в них мельчайших частиц мышечных волокон рыбного филе. Кроме того, по данному способу предлагается производство узкой группы формованных продуктов из молок, таких как вареные колбасы и сосиски.

Цель исследования – создание на основе рыбных молок пищевых продуктов, обладающих тонкодисперсной гомогенной структурой и высокими органолептическими свойствами,

которые могут быть использованы как в качестве эмульсионных соусов, имеющих коагуляционную тиксотропную структуру, так и в виде формованных изделий со структурой конденсационно-кристаллизационного типа.

### **Объекты и методы исследований**

В работе использовали свежие молоки лососевых рыб (кеты), которые после сортирования, мойки измельчают на волчке, преимущественно до размера частиц 2–3 мм. Для получения дисперсной эмульсионной системы измельченные молоки в количестве 20–30 мас.% гомогенизируют в течение 1–2 мин при скорости вращения ротора 1200 об/мин, затем в смесь добавляют часть ледяной воды (температура 1–5 °С) от общего количества (25–35 мас.%) для поддержания температуры смеси в пределах 10–15 °С, чтобы не допускать денатурации белков. Продолжают гомогенизацию 1–2 мин. Затем для эмульгирования смеси вводят растительное масло в количестве 25–35 мас.%, вкусовые добавки в количестве 5–20 мас.%, оставшуюся воду. Общая продолжительность гомогенизации 5–15 мин, в зависимости от желаемой структуры продукта. Приготовленную эмульсию подвергают термической обработке при температуре 80 °С в течение 30 мин. После термической обработки продукт охлаждают при температуре 0–8 °С до температуры в центре изделия не выше плюс 8 °С.

В качестве вкусовых добавок использовали сахар, соль, уксус, горчицу, сметану, томатную пасту, сыр адыгейский, шампиньоны вареные, смесь сухих болгарских перцев, орегано.

Органолептические показатели определяли в соответствии с рекомендациями, разработанными Т.М. Сафроновой [6].

Динамическую вязкость эмульсионных систем определяли на реометре типа FUDOH по инструкции, прилагаемой к прибору.

Показатель стабильности эмульсии определяли как количество не расслоившейся после центрифугирования эмульсии в процентах к общей массе исследуемого образца эмульсии до центрифугирования.

Общий химический состав, содержание минеральных веществ опытных образцов определяли стандартными методами по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа». Энергетическую ценность (ЭЦ) готового гомогенного продукта из рыбных молок рассчитывали, пользуясь коэффициентами Рубнера.

Определение относительной биологической ценности (ОБЦ) готовых продуктов проводили по методике А.Д. Игнатьева, согласно которой ОБЦ представляет собой процентное соотношение количества жизнеспособных клеток *Tetrahymena pyriformis* (инфузории), выращенных на молочном и на исследуемом субстрате.

Для получения продукта с однородной гомогенной структурой необходимо создать дисперсную эмульсионную систему, в табл. 1 приведено соотношение основных компонентов экспериментальных образцов таких систем.

### **Результаты и их обсуждение**

Известно, что гомогенность, однородность структуры полидисперсных пищевых продуктов достигается путем повышения интенсивности механического, теплового и других способов воздействия на них. Исследовалось влияние продолжительности гомогенизации на физические, реологические и органолептические характеристики сырых и термообработанных эмульсий, включающих в своем составе молоки лососевых. Использовалась рецептура эмульсии № 6, продолжительность гомогенизации составляла от 3 до 15 мин. Продолжительность тепловой обработки составляет 30 мин при температуре 80 °С.

В табл. 2 и на рисунке приведены данные исследования структуры опытных образцов эмульсий.

Таблица 1

**Состав эмульсионных систем**

Table 1

**Structure of emulsion systems**

Примеры	Молоки	Масло растительное	Вода	Вкусовые добавки	Сумма
1	20	30	30	20	100
2	22	35	30	13	100
3	24	29	27	20	100
4	26	33	25	16	100
5	28	25	32	15	100
6	30	30	35	5	100

Таблица 2

**Влияние продолжительности гомогенизации на стабильность и органолептические характеристики эмульсий**

Table 2

**Influence of duration of homogenization on stability and organoleptic characteristics of emulsions**

Продолжительность, мин	Стабильность, %		Характеристика структуры	
	сырой	термообработанной	сырой	термообработанной
3	96,5	97,8	Текучая, соусоподобная	Соусоподобная
5	97,7	98,3	Соусоподобная	То же
7	98,0	99,5	То же	- // -
9	100,0	100,0	- // -	Гомогенная, плотная, типа мягкого сыра
11	100,0	100,0	Очень густая, соусоподобная	То же
13	100,0	100,0	Не текучая	Плотная, резинистая
15	100,0	100,0	То же	Очень плотная, резинистая

Из данных табл. 2 следует, что стабильность как сырых, так и термообработанных эмульсий возрастает с увеличением продолжительности гомогенизации от 3 до 9 мин, достигая максимального значения (100 %) и оставаясь таковым в течение последующего исследуемого временного интервала, который в целом составляет 15 мин.

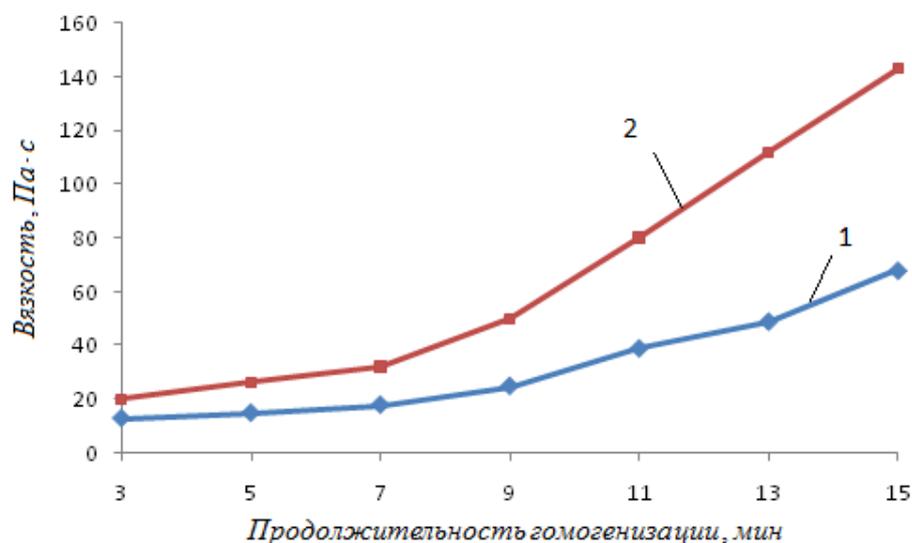
Что касается структуры эмульсионных систем, то она у сырых эмульсий при гомогенизации в течение 9 мин остается текучей соусоподобной, через следующие 3 мин становится очень густой соусоподобной, а еще через 3 мин теряет текучесть. Термообработанная эмульсия обладает соусоподобной текучей структурой при гомогенизации до 7 мин и при последующем увеличении продолжительности гомогенизации (9 мин и более) ее структура сначала переходит в гомогенную, плотную, типа мягкого сыра, а затем в очень плотную резинистую.

Отмеченные изменения структуры эмульсионных систем в процессе гомогенизации согласуются с данными их реологических исследований, приведенных на рисунке.

Как видно из данных рисунка, динамическая вязкость как сырых, так и термообработанных эмульсий с увеличением продолжительности гомогенизации также возрастает. Особенно интенсивно у термообработанной эмульсии эта зависимость проявляется после 9 мин процесса гомогенизации, когда она приобретает, по данным табл. 2, гомогенную плотную структуру типа мягкого сыра.

Влияние продолжительности гомогенизации на вязкость эмульсий:  
 1 – эмульсия сырая;  
 2 – термообработанная

Influence of duration of homogenization on viscosity of emulsions:  
 1 – emulsion crude;  
 2 – thermoprocessed



Таким образом, при гомогенизации компонентов смеси в течение 3–7 мин при скорости вращения ротора 1400 об/мин готовый продукт имеет структуру эмульсионного типа, соуподобную, относящуюся к коагуляционным тиксотропным структурам. При диспергировании компонентов в течение 9–15 мин при скорости вращения ротора 1400 об/мин готовый продукт имеет структуру термотропного геля (мягкого сыра), относящуюся к конденсационно-кристаллизационным структурам.

Изменение структуры продукта в зависимости от времени гомогенизации связано с особенностями химического состава рыбных молок. Известно, что рыбные молоки являются высокобелковым сырьем, белковых веществ в них может содержаться до 21,1 %. Биологической особенностью состава белков спермы является наличие в них большого количества нуклеопротеидов, образованных нуклеиновыми кислотами и простейшими белками – протаминами и гистонами [2, 3]. Нуклеопротеиды, находясь в коллоидном виде, сохраняют свою структуру в процессе гомогенизации в течение до 8 мин и последующей термической обработки, выполняя в системе роль эмульгатора и загустителя. Поэтому структура получаемого продукта коагуляционная, тиксотропная. В случае увеличения продолжительности гомогенизации, а следовательно, и степени механического воздействия на макромолекулы нуклеопротеидов происходит распад, диссоциация последних с образованием высокомолекулярных нуклеиновых кислот и простейших белков – протаминов и гистонов. Причем подвержены этому, прежде всего, нуклеопротеиды, находящиеся в дисперсионной среде и выполняющие роль загустителей. Протамины и гистоны при последующей термической обработке, проявляя присущую им гелеобразующую способность, формируют термотропный гель, переводя структуру продукта из коагуляционной в конденсационно-кристаллизационную.

Как видно из данных табл. 3, содержание белков в готовых эмульсионных продуктах составляет 5,2–7,0 %. Попадая в организм человека, они выступают не только в качестве «строительного» материала и источника энергии, но и играют важную роль регуляторов и катализаторов, ускоряющих течение биохимических реакций в процессе обмена веществ.

Получение продукта с высокими структурно-механическими и реологическими показателями обусловлено способностью белков молок выполнять роль эмульгаторов, загустителей и гелеобразователей, что обеспечивает необходимую консистенцию продукта. Причем структура стабильна как в процессе технологической обработки (нет отделения воды и масла), так и в процессе хранения.

Известно, что для улучшения структурно-реологических свойств, органолептических показателей и с целью удлинения сроков хранения пищевых продуктов применяют различ-

ные структурорегулирующие добавки, ароматизаторы, консерванты, многие из которых не являются полезными для здоровья человека. В разрабатываемом нами способе приготовления тонкодисперсного гомогенного продукта на основе молок рыб при указанном качественном и количественном соотношении компонентов не требуется использование таких пищевых добавок, готовый продукт содержит только натуральные ингредиенты. Благодаря этому он имеет довольно высокую относительную биологическую ценность, которая варьируется от 80,5 до 83,1 %.

Таблица 3

**Химический состав и показатели биологической  
и энергетической ценности кулинарных продуктов из молок рыб**

Table 3

**Chemical composition and indicators of biological  
and power value of culinary products from milts of fishes**

№ рецеп- туры	Содержание, %					ОБЦ, %	ЭЦ, ккал
	Вода	Белок	Липиды	Углеводы	Минеральные вещества		
1	60,5	5,2	30,0	2,8	1,5	82,7	302
2	60,5	7,0	28,0	2,5	2,0	83,1	290
3	60,0	6,6	29,4	2,5	1,5	81,9	301
4	60,5	5,4	29,6	2,5	2,0	80,5	298
5	63,5	7,0	25,0	2,5	2,0	82,4	263
6	62,2	6,1	28,1	2,1	1,5	81,4	285,7

Как видно из данных табл. 1 и 2, в образцах № 1–6 используют измельченные молоки рыб в количестве от 20–30 %. Использование молок в указанных пределах позволяет получить продукт с нежной, сочной консистенцией и оригинальным вкусом. Установлено, что использование молок в количестве менее 20 % не обеспечивает стабильности эмульсионной системы, приводит к отделению масла и воды после тепловой обработки, внесение молок более 30 % приводит к чрезмерному уплотнению структуры и способствует получению после термообработки пищевого продукта, имеющего слишком плотную структуру.

Растительное масло добавляют в количестве 25–35 %, использование масла в указанных пределах обеспечивает создания необходимой структуры тонкодисперсного гомогенного продукта, а также повышает его энергетическую ценность (см. табл. 3). Установлено, что при использовании растительного масла менее 25 % происходит отделение воды в эмульсионной системе. Повышение содержания масла более 35 % нецелесообразно, поскольку эмульсионная система уже достигла 100%-й стабильности, а излишне внесенное масло делает продукт слишком жирным и малопривлекательным для потребителя.

Количество вводимой ледяной воды составляет 25–35 %. При такой концентрации воды обеспечивается стабильность эмульсионной системы. При уменьшении или увеличении воды выше указанных пределов происходит отделение масла и воды в продукте после тепловой обработки.

Гомогенизацию смеси осуществляют в течение 5–11 мин при скорости вращения ротора 1400 об/мин, что позволяет получить тонкодисперсный гомогенный пищевой продукт с однородной структурой. При гомогенизации смеси менее 5 мин она не совсем однородная и маловязкая. С увеличением продолжительности гомогенизации происходит повышение вязкости в эмульсионной системе. При диспергировании компонентов в течение 5–7 мин готовый продукт имеет структуру эмульсионного типа – соусоподобную. При гомогенизации смеси компонентов в течение 9–11 мин готовый продукт имеет структуру термотропного геля, типа

мягкого сыра. С увеличением продолжительности гомогенизации более 11 мин ухудшается структура продукта, консистенция становится плотной и резинистой, что связано, вероятно, с увеличением выхода в дисперсионную среду простейших белков, протаминов и гистонов.

### **Выводы**

Результаты приведенных выше экспериментальных исследований обосновывают способ получения гомогенного продукта из молок рыб следующим образом.

Отсортированные молоки моют. Молоки измельчают на волчке преимущественно до размера частиц 2–3 мм. Измельченные молоки в количестве 20–30 мас.% гомогенизируют в течение 1–2 мин при скорости вращения ротора 1200 об/мин, затем в смесь добавляют часть ледяной воды (температура 1–5 °С) от общего количества (25–35 мас.%) для поддержания температуры смеси в пределах 10–15 °С, чтобы не допускать денатурации белков. Продолжают гомогенизацию 1–2 мин. Затем для эмульгирования смеси вводят растительное масло в количестве 25–35 мас.%, вкусовые добавки в количестве 5–20 мас.%, оставшуюся воду. Общая продолжительность гомогенизации 5–11 мин, в зависимости от желаемой структуры продукта. Приготовленную эмульсию подвергают термической обработке при температуре 80 °С в течение 30 мин. После термической обработки продукт охлаждают при температуре 0–8 °С до температуры в центре изделия не выше плюс 8 °С.

Продукт, полученный при диспергировании в течение 5–7 мин имеет однородную, соуподобную консистенцию, приятный, гармоничный вкус и запах, с оттенком пищевых добавок, зависящий от рецептуры.

При диспергировании эмульсии в течение 9–11 мин продукт имеет однородную, плотную консистенцию, напоминающую мягкий сыр, приятный, гармоничный вкус и запах, с оттенком пищевых добавок, зависящий от рецептуры.

Таким образом, разработанный способ приготовления тонкодисперсного гомогенного продукта на основе молок рыб позволяет получить качественный продукт с высокими структурно-реологическими и органолептическими свойствами. Варьирование между временем диспергирования эмульсии перед термообработкой позволяет изменять структуру готового продукта от эмульсионной до структуры термотропного геля, что способствует расширению производственного ассортимента пищевых продуктов из молок рыб.

### **Список литературы**

1. Дементьева, Н.В. Молоки лососевых как сырье для получения белково-липидных эмульсий / Н.В. Дементьева, В.Д. Богданов, Н.А. Буненкова // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы Междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2011. – Ч. II. – С. 34–37.
2. Портнягин, Н.Н. Сырье для получения важных для человека продуктов питания и препаратов ДНК, РНК, протаминов и гистонов на основе молок лососевых / Н.Н. Портнягин, В.Д. Богданов, С.И. Мандриков // Современные проблемы науки и образования (приложение «Сельскохозяйственные науки»). – 2009. – № 6. – С. 4.
3. Пат. Российская Федерация, А23L 1/24. – № 2305416; опубл. 2007.09.10.
4. Пат. Российская Федерация, А23 L 1/325, А23L 1/24. – № 2361462; опубл. 2009.07.20.
5. Пат. Российская Федерация, С1, А23 L 1/325. – № 2471381; опубл. 2013.01.10.
6. Сафронова, Т.М. Справочник дегустатора рыбной продукции / Т.М. Сафронова. – М., 1998. – 244 с.

**Сведения об авторах:** Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор, e-mail: bogdanovvd@dgtru.ru;  
Дементьева Наталья Валерьевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: dnvdd@mail.ru.

УДК 664.959.5

**В.Д. Богданов, Е.В. Шадрина, С.Н. Максимова, Н.Г. Тунгусов, Е.М. Панчишина**  
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

### **ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЛКОВО-МИНЕРАЛЬНОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ ИЗ МОРСКИХ ЗВЕЗД, ОСНОВАННОЙ НА СПОСОБЕ ПРЯМОЙ СУШКИ**

*Разработана технология белково-минеральной кормовой добавки из морских звезд *Patiria pectinifera* и *Evasterias echinosoma*, обитающих в бухте Северной Хасанского района Приморского края, основанная на способе прямой сушки. Обоснованы основные технологические параметры процесса сушки. Подтверждена высокая биологическая ценность кормовых продуктов методом биотестирования.*

**Ключевые слова:** морские звезды, технология, сушка, режимы, относительная биологическая ценность, кормовая добавка.

### **V.D. Bogdanov, E.V. Shadrina, S.N. Maksimova, N.G. Tungusov, E.M. Panchishina** **TECHNOLOGY SUBSTANTIATION OF PROTEIN-MINERAL FEED SUPPLEMENT FROM THE SEA STARS BASED ON THE METHOD OF DIRECT DRYING**

*The developed technology of protein-mineral feed additives from the sea stars *Patiria pectinifera* and *Evasterias echinosoma*, living in the Northern Bay of Khasansky district of Primorsky Krai, based on the direct method of drying. The basic technological parameters of the drying process are justified. Confirmed high biological value of food products by the method of biotesting.*

**Key words:** sea stars, technology, drying, modes, relative biological value, feed additive.

#### **Введение**

В последнее время актуальным является вопрос об использовании в кормлении сельскохозяйственных животных и птиц новых кормовых продуктов, в том числе нетрадиционных.

Исследования, проведенные нами ранее, дают основания рассматривать морские звезды, обитающие в Японском море, как сырье для производства ценных кормовых продуктов [1].

Установлено, что панцирь морских звезд представляет интерес в качестве источника макро- и микроэлементов (в том числе фосфора и кальция) и белкового компонента. Внутренние органы морских звезд (гонады, желудки) отличаются от других частей тела содержанием комплекса соединений высокой биологической активности – липидов, фосфолипидов, полигидроксистероидов, гликозидов, каротиноидов, витамина Е.

Следует отметить, что содержание токсичных элементов в морских звездах, преимущественно выловленных в нерестовый период, обуславливает необходимость учитывать сезон вылова этих биологических объектов при обосновании технологии кормовых продуктов [2].

Целью настоящих исследований является обоснование и разработка технологии кормовой добавки из морских звезд, обитающих в Японском море, основанной на способе прямой сушки.

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

В качестве основного исследуемого сырья использовали выловленные в летний период в бухте Северной Японского моря морские звезды *Evasterias echinosoma* и *Patiria pectinifera*.

Сушку морских звезд производили в электрошкафе сушильном лабораторном СНОЛ.

Содержание массовой доли влаги определяли на анализаторе влажности ЭВЛАС–2М.

Биотестирование исследуемых образцов проводили с использованием реснитчатой инфузории *Tetrahymena pyriformis* в соответствии с рекомендациями Ю.П. Шульгина с соавторами [7]. Наблюдения за развитием клеток инфузорий проводили методом оптической микроскопии при помощи микроскопа Микромед-2 (увеличение в 100 раз).

### Результаты и их обсуждение

На основе результатов аналитического обзора и экспериментальных исследований обоснована технология кормовой добавки из морских звезд, основанной на способе прямой сушки.

Как известно, сушка является одним из способов консервирования продуктов путем частичного или полного удаления влаги из них. Для производства сушёных продуктов используют в основном тепловую сушку с фазовым превращением воды.

Перед основной операцией – сушкой – осуществляют предварительную обработку морских звезд, которая заключается в их сортировании по видовому составу, размеру и по степени развития гонад, мойке, стекании, выдерживании.

Следует отметить, что в ходе предварительных исследований нами было установлено, что развитие гонад и нерест у различных видов звезд происходит в разные периоды. Так, максимальные значения массы гонад у *Evasterias echinosoma* в бухте Северной зал. Петра Великого отмечено в апреле–мае и отсутствие икры – в августе–сентябре, в то время как у *Patiria pectinifera* незначительное количество – в апреле–мае и наибольшее значение – в июле–августе.

Наличие гонад у морских звезд обуславливает введение в технологический процесс дополнительных операций для их детоксикации. Морские звезды, имеющие развитые гонады, подвергают разделке и последующей мойке с целью удаления внутренностей либо применяют иные способы детоксикации.

Мойку сырья осуществляют в чистой морской (пресной) воде температурой не выше 15 °С для удаления загрязнений. Морские звезды после разделки моют в воде (морской или пресной) с интенсивным перемешиванием, освобождая от остатков внутренностей.

После мойки морские звезды раскладывают на стечные столы или в перфорированные емкости слоем в один ряд для удаления капельной влаги и сокращения последующих энергетических затрат.

Порционирование, способствующее интенсификации процесса сушки, осуществляют режущими инструментами поперек луча полосками шириной 10–15 мм.

Последовательность процесса производства белково-минеральной кормовой добавки представлена графической схемой технологического процесса (рис. 1).

Для обоснования рациональных технологических параметров процесса сушки в экспериментальных исследованиях сушку морских звезд осуществляли в диапазоне температур от 40 до 100 °С.

Результаты определения содержания воды в образцах, высушенных при разных температурах, представлены в табл. 1.

Основанием для выбора рационального температурного режима сушки являлись следующие данные:

- сохранение биологических свойств готового сушеного продукта;
- сокращение продолжительности технологического процесса;
- минимизация экономических затрат.

Очевидно, что снижение температуры и продолжительности сушки позволяет снизить экономические затраты. Как видно из данных табл. 1, минимальные затраты по продолжительности процесса (2 ч) получены при высокотемпературной сушке морских звезд (100 °С), позволяющей достигнуть содержания влаги в образце 4,42 %. Близкая к данному значению величина содержания влаги (4,6 %) характеризует образец, подвергшийся сушке при температуре 80 °С в течение 4 ч.

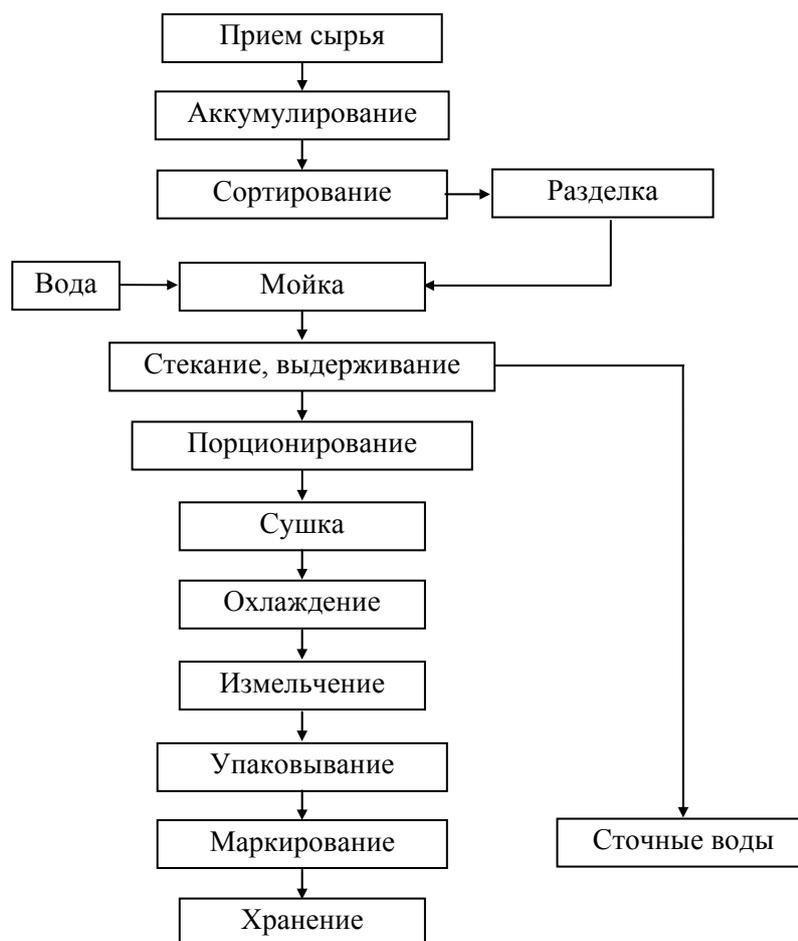


Рис. 1. Технологическая схема производства белково-минеральной кормовой добавки из морских звезд

Fig. 1. Technological scheme of production of protein-mineral feed Supplement from the sea of stars

Таблица 1

**Содержание воды в образцах, высушенных при разных температурах**

Table 1

**The water content in samples dried at different temperatures**

Температура, сушки, °С	100		80		60		40	
	Продолжительность, ч							
	2	2/4	4/6	8/12				
<i>Evasterias echinosoma</i>	4,42±0,2	9,04±0,2/ 4,60±0,2	9,52±0,2/ 5,43±0,2	10,25±0,2/ 6,54±0,2				
<i>Patiria pectinifera</i>	2,05±0,2	6,95±0,2/ 1,95±0,2	7,39±0,2/ 2,74±0,2	8,14±0,2/ 4,25±0,2				

В случае использования сушки при температуре 40 °С для достижения заданной величины влаги в готовом продукте (до 10 %) продолжительность процесса сушки увеличивается значительно и составляет 12 ч, что в 2 раза больше, чем при температуре процесса 60 °С, и в 4 раза, чем при 80 °С.

Для обоснования выбора рационального режима сушки осуществляли исследование высушенных образцов методом биотестирования.

Сравнительная оценка биологической ценности образцов, полученных при различных значениях температуры (°С) процесса сушки, представлена в табл. 2.

Таблица 2

Сравнительная оценка биологической ценности образцов морских звезд, полученных при различных значениях температуры процесса сушки, °С

Table 2

Comparative assessment of the biological values of the samples of sea stars, obtained at different values of temperature of the drying process, °С

Показатель	Гидролизат казеина	60	80	100	60	80	100
		<i>Evasterias echinosoma</i> (целая)			<i>Evasterias echinosoma</i> (панцирь)		
Относительная биологическая ценность, %	100	53,1	39,4	40,5	21,4	24,5	21,3
		<i>Patiria pectinifera</i> (целая)			<i>Patiria pectinifera</i> (панцирь)		
		37,3	20,6	14,8	12,5	13,8	9,8

Показатели биологической ценности высушенных образцов, полученных из *Evasterias echinosoma*, выше, чем у образцов из *Patiria pectinifera*.

Присутствие в образцах сушеных *Evasterias echinosoma* и *Patiria pectinifera* внутренностей морских звезд, вероятно, способствует повышению показателей биологической ценности исследуемых продуктов в отличие от образцов, представляющих собой сушеный панцирь (после разделки) морских звезд.

Таким образом, рациональная температура сушки морских звезд с учетом минимизации энергетических затрат и способствующая при этом сохранению (или повышению) биологической ценности продукта – 60 °С в течение 4 ч и 80 °С – в течение 2 ч.

Интенсивность процесса сушки при температурном режиме (80 °С) наглядно представлена на рис. 2.

Согласно нормативной документации содержание влаги в кормовом продукте должно составлять не более 10 % [3]. Поэтому при температуре сушки 60 °С для морских звезд выбрана продолжительность сушки не менее 4 ч, а при 80 °С – не менее 2 ч.

Готовый сухой продукт измельчали до порошкообразного состояния на шаровых мельницах до частиц размером согласно размерным группам ГОСТ Р 51851 [4].

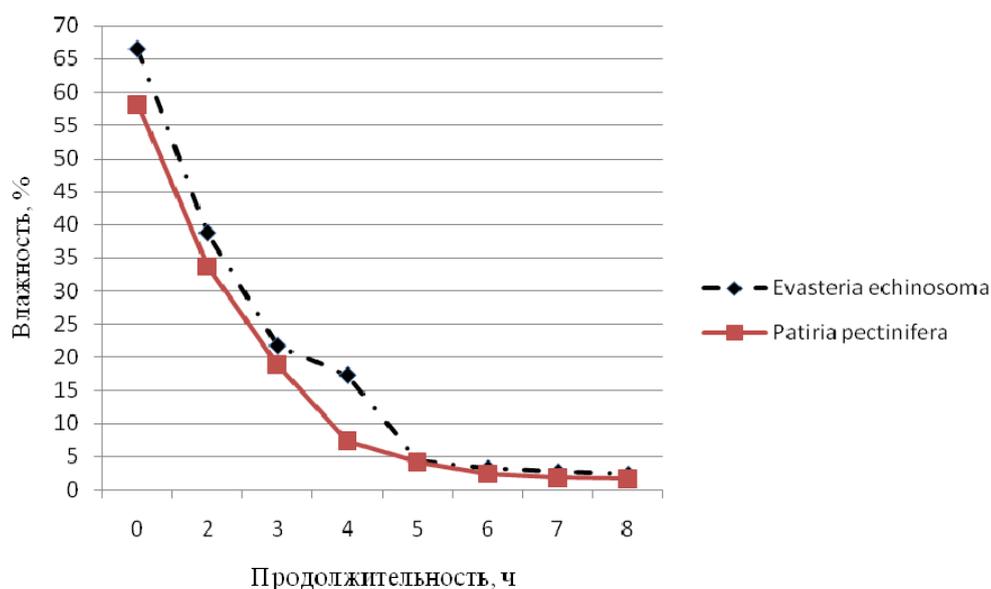


Рис. 2. Влияние продолжительности сушки на содержание влаги в белково-минеральной кормовой добавке из морских звезд

Fig. 2. The duration effect of drying on the moisture content of the protein-mineral feed additive from the sea stars

Упаковку белково-минеральной кормовой добавки из сушеных морских звезд осуществляют по ГОСТ 51850 [5].

Маркирование тары с продуктом осуществляют по ГОСТ 51849 [6].

Хранят белково-минеральную кормовую добавку в мешках, сложенных в штабеля, раздельно по наименованиям и видам упаковки, в хорошо вентилируемых помещениях, не зараженных вредителями. Мешки с мукой должны быть защищены от воздействия прямых солнечных лучей, источников тепла и влаги.

Срок хранения кормовой добавки, полученной из морских звезд методом прямой сушки, – 6 мес.

### **Выводы**

Мировой и отечественный опыт убедительно свидетельствует, что успешное развитие птицеводства зависит от производства комбикормов, сбалансированных по обменной энергии, комплексу питательных, минеральных и биологически активных веществ.

Химический состав полученных из морских звезд сушеных продуктов, характеризующийся высоким содержанием белка и минеральных компонентов, позволяет позиционировать их как ценную кормовую добавку в рацион птиц.

Таким образом, обоснованная технология белково-минеральной кормовой добавки из морских звезд, основанная на способе прямой сушки, может быть успешно применена при условии использования исходного сырья без признаков нерестовых изменений.

### **Список литературы**

1. Богданов, В.Д. Технохимическая характеристика морских звезд как объекта промышленной переработки / В.Д. Богданов, С.Н. Максимова, Н.Г. Тунгусов, Е.В. Шадрина // Изв. ТИПРО. – 2015. – Т.181. – С.240–257.
2. Богданов, В.Д. Biotesting of the Sea Stars *Patiria Pectinifera* and *Evasterias Echinosa* of the Japanese Sea and the Methods of their Detoxication / В.Д. Богданов, С.Н. Максимова, Н.Г. Тунгусов, Е.В. Шадрина, Е.М. Панчишина // Eastern European Scientific Journal. – Режим доступа: [www.auris-veriag.de/p.16-21](http://www.auris-veriag.de/p.16-21), 2015.
3. ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия. – Минск, 2000. – 7 с.
4. ГОСТ 51851-2001. Комбикорма для сельскохозяйственной птицы. Номенклатура показателей. – М., 2001. – 4 с.
5. ГОСТ 51850-2001. Продукция комбикормовая. Правила приемки. Упаковка, транспортирование и хранение. – М., 2001. – 9 с.
6. ГОСТ 51849-2001. Продукция комбикормовая. Информация для потребителя. Общие требования. – М., 2001. – 18 с.
7. Шульгин, Ю.П. Ускоренная биотест оценка качества и безопасности сырья и продуктов из водных биоресурсов: монография / Ю.П. Шульгин, Л.В. Шульгина, В.А. Петров. – Владивосток: Изд-во ТГЭУ, 2006. – С.58–66.

### **Сведения об авторах:**

Богданов Валерий Дмитриевич, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: [bogdanovvd@dgtru.ru](mailto:bogdanovvd@dgtru.ru);

Шадрина Екатерина Васильевна, аспирант, e-mail: [katyashadrina83@mail.ru](mailto:katyashadrina83@mail.ru);

Максимова Светлана Николаевна, доктор технических наук, профессор,  
e-mail: [maxsvet61@mail.ru](mailto:maxsvet61@mail.ru);

Тунгусов Николай Гаврилович, кандидат технических наук, доцент;

Панчишина Екатерина Мироновна, кандидат технических наук, e-mail: [ekaterina.pan@mail.ru](mailto:ekaterina.pan@mail.ru).

УДК 664

**Е.В. Глебова, А.В. Докучаева, В.С. Паначина, Р.О. Языков, А.С. Торба**  
Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,  
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ПОДГОТОВКИ К АККРЕДИТАЦИИ ИСПЫТАТЕЛЬНОЙ ЛАБОРАТОРИИ**

*Подготовка испытательной лаборатории к проведению процедуры аккредитации подразумевает выполнение ряда обязательных работ, направленных на достижение соответствия испытательной лаборатории установленным критериям аккредитации. Перечень и последовательность выполняемых работ, их сущность и содержание регламентируются в приказах Минэкономразвития России, документах, подтверждающих соответствие заявителя, аккредитованного лица критериям аккредитации, документах в области стандартизации, соблюдение требований которых аккредитованными лицами обеспечивает их соответствие критериям аккредитации. Трудности, связанные с большим объемом обязательных работ, используемой информации одновременно, оценка ее актуальности поднимают вопрос о поиске инструментов, позволяющих результативно управлять процессом подготовки к аккредитации испытательной лаборатории.*

**Ключевые слова:** аккредитация, испытательная лаборатория, идентификация процесса.

### **E.V. Glebova, A.V. Dokuchaeva, V.S.Panachina, R.O. Yazykov, A.S. Torba** **IDENTIFICATION PROCESS PREPARATION** **FOR THE ACCREDITATION TESTING LABORATORY**

*Preparation of the test laboratory to conduct the accreditation procedure, involves the implementation of a number of works required to achieve the corresponding RATIO-testing laboratory accreditation criteria established. The list and sequence of works, their nature and content are governed by the orders of the Ministry of Economic Development of Russia, the documents confirming the applicant's compliance with the accredited entity criteria for accreditation, the documents in the field of standardization, compliance with which is accredited persons provide their compliance with accreditation criteria. The difficulties associated with the large volume of work required, the information used simultaneously with the assessment of its relevance, raise questions about the search tools to efficiently manage the process of preparation for the accreditation of testing laboratories.*

**Key words:** accreditation, testing laboratory, the identification process.

Правовое регулирование отношений в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов в Российской Федерации (РФ) осуществляется Федеральным законом № 29–ФЗ (ред. от 13.07.2015 г.) «О качестве и безопасности пищевых продуктов», в соответствии с содержанием статьи 4 «Обеспечение качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий» настоящего ФЗ, качество и безопасность пищевых продуктов, материалов и изделий обеспечиваются посредством применения мер государственного регулирования в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, материалов и изделий [1].

Государственное регулирование в области обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов устанавливает требования к качеству пищевых продуктов, обеспечению их безопасности, процедурам оценки и подтверждения соответствия требованиям нормативных документов и т.д. Предназначенные для реализации пищевые продукты подлежат обязательному подтверждению соответствия обязательным требованиям нормативных документов в порядке, установленном законодательством РФ о техническом регулировании. В свою оче-

редь ФЗ № 184 – ФЗ «О техническом регулировании» (ред. 23.06.2014 г.) в качестве доказательных материалов по обязательному подтверждению соответствия пищевых продуктов обязательным требованиям нормативных документов называет протоколы испытаний и измерений, проведенных в аккредитованных испытательных лабораториях, т.е. в соответствии с законодательством РФ для оценки соответствия качества и безопасности пищевой продукции необходима испытательная лаборатория, аккредитованная в системе Росаккредитации [2].

Под аккредитацией испытательной лаборатории (ИЛ) подразумевается официальное признание Федеральной службой по аккредитации технической компетентности лаборатории в заявленных областях деятельности [2].

С 1 июля 2014 г. вся сфера оценки соответствия и обеспечения единства измерений работает по новому документу – Федеральному закону № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации» [3]. В рамках подготовки к аккредитации заявителю необходимо выполнить требования целого пакета нормативных документов и подзаконных актов, регламентирующих порядок и правила аккредитации ИЛ. В процессе подготовки к аккредитации ИЛ необходимо уделять особое внимание актуальности используемых нормативных документов и подзаконных актов, так как они подвержены периодическим изменениям.

Новое законодательство называет аккредитацию бессрочной, однако аккредитованная лаборатория должна периодически по определенной схеме подтверждать свою компетентность, как это предусмотрено международными стандартами: сначала в первый год с момента аккредитации, потом каждые два года с момента предыдущей оценки, а каждый пятый год идет полная оценка – такая же, как при аккредитации, т.е. каждая лаборатория, аккредитованная в системе Росаккредитации, должна постоянно осуществлять комплекс мероприятий по подтверждению своей компетентности в заявленной области в соответствии с установленным порядком.

На сегодняшний день порядок (процедура) аккредитации должен соответствовать требованиям ГОСТ ИСО/МЭК 17011-2009 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия» [4].

Работа по аккредитации включает в себя следующие этапы:

- представление заявителем заявления об аккредитации испытательной лаборатории с приложением необходимых документов;
- экспертиза документов, представленных заявителем;
- аттестация заявителя;
- анализ материалов по аккредитации и принятие решения об аккредитации заявителя (либо об отказе в аккредитации);
- оформление, регистрация и выдача заявителю аттестата аккредитации испытательной лаборатории с комплектом документов (либо об отказе в аккредитации) [5].

Трудности процедуры аккредитации для ИЛ возникают уже на первом этапе. Сбор необходимых документов и представление заявки являются весьма трудоемким процессом, включающим в себя целый ряд выполняемых работ: оценку актуальности НД на продукцию и методы анализа, инвентаризацию и закупку необходимых реактивов и стандартных образцов, подготовку к поверке средств измерений и ее проведение, оценку состояния помещений и т.д.

Таким образом, процесс подготовки к аккредитации ИЛ можно представить в виде макропроцесса, включающего в себя ряд подпроцессов со своими входами, выходами, ресурсами и механизмами. Вопросы оптимизации работы макропроцессов уже достаточно давно и с успехом решаются построением модели управления качеством изучаемого про-

цесса, которая является наиболее эффективным методом изучения самого макропроцесса, а часто и единственным практически доступным методом получения информации о поведении самого процесса.

Первым этапом в построении модели управления качеством любого процесса является его идентификация, необходимая для последующего управления процессом с целью обеспечения надлежащего качества как промежуточных результатов, так и итогового (выходного) результата каждого процесса и всех его подпроцессов. Осуществление идентификации процесса основано на его описании.

Обобщая вышесказанное, возникает очевидная необходимость в идентификации процесса подготовки к аккредитации ИЛ, в основу которого будет положено его описание.

Целью данной работы является идентификация процесса подготовки к аккредитации ИЛ.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- поиск методов представления (описания) процессов;
- выбор метода представления (описания) процесса подготовки к аккредитации ИЛ;
- идентификация и описание процесса аккредитации ИЛ на основе выбранного метода.

Для решения первой задачи был осуществлен поиск методов описания процессов. В результате были определены такие методы, как:

- IDEF – методология для решения задач моделирования сложных систем, позволяющая отображать и анализировать модели деятельности широкого спектра сложных систем в различных разрезах. При этом широта и глубина обследования процессов в системе определяется самим разработчиком, что позволяет не перегружать создаваемую модель излишними данными;

- DFD – методология графического структурного анализа, описывающая внешние по отношению к системе источники и адресаты данных, логические функции, потоки данных и хранилища данных, к которым осуществляется доступ;

- UnifiedModelingLanguage – открытый стандарт, использующий графические обозначения для создания абстрактной модели системы, созданный для определения, визуализации, проектирования и документирования;

- ARIS – методология, рассматривающая любой организационный процесс с четырех точек зрения: организационной и функциональной, обрабатываемых данных, структуры процессов, продуктов и услуг.

В соответствии со второй задачей, проанализировав каждый метод, изучив их достоинства и недостатки, удалось прийти к выводу, что ARIS является наиболее приоритетным методом описания процесса, ARIS поддерживает четыре типа моделей (и множество видов моделей в каждом типе), отражающих различные аспекты исследуемого процесса:

- функциональные модели, содержащие иерархию целей, стоящих перед аппаратом управления, с совокупностью деревьев функций, необходимых для достижения поставленных целей;

- информационные модели, отражающие структуру информации, необходимой для реализации всей совокупности функций системы;

- модели управления, представляющие комплексный взгляд на реализацию процессов в рамках системы.

Третьей, наиболее сложной задачей, стала идентификация и описание процесса подготовки к аккредитации ИЛ на основе метода ARIS.

В общем виде модель ARIS представлена рис. 1, где каждый процесс имеет свои функциональные ресурсы, которые предоставлены информацией о должностных лицах, выполняющих этот процесс, и информационные ресурсы, которые представляют собой перечень различных законодательных, правовых и нормативных документов, необходимых для выполнения того или иного процесса.



Рис. 1. Общая модель процесса подготовки к аккредитации ИЛ  
 Fig. 1. General model of the process of preparation for accreditation IL

На рис. 2 представлена функциональная структура ИЛ с названием должностей и должностными обязанностями каждого из сотрудников в процессе подготовки испытательной лаборатории к аккредитации, где приняты следующие обозначения: средства измерения СИ; испытательный центр ИЛ; нормативный документ НД; стандартный образец СО; испытательным оборудованием.



Рис. 2. Функциональная структура  
 Fig. 2. Functional structure

Информационные ресурсы, представленные на рис. 3, содержит всю нормативную базу, используемую в процессе подготовки к аккредитации ИЛ.

Структура самого процесса подготовки к аккредитации ИЛ, представленная на рис. 4, содержит перечень необходимых подпроцессов для подготовки к аккредитации испытательной лаборатории, описание и идентификация которых были проведены на основе порядка действий, изложенных в ГОСТ Р 51000.4-2011 «Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий».

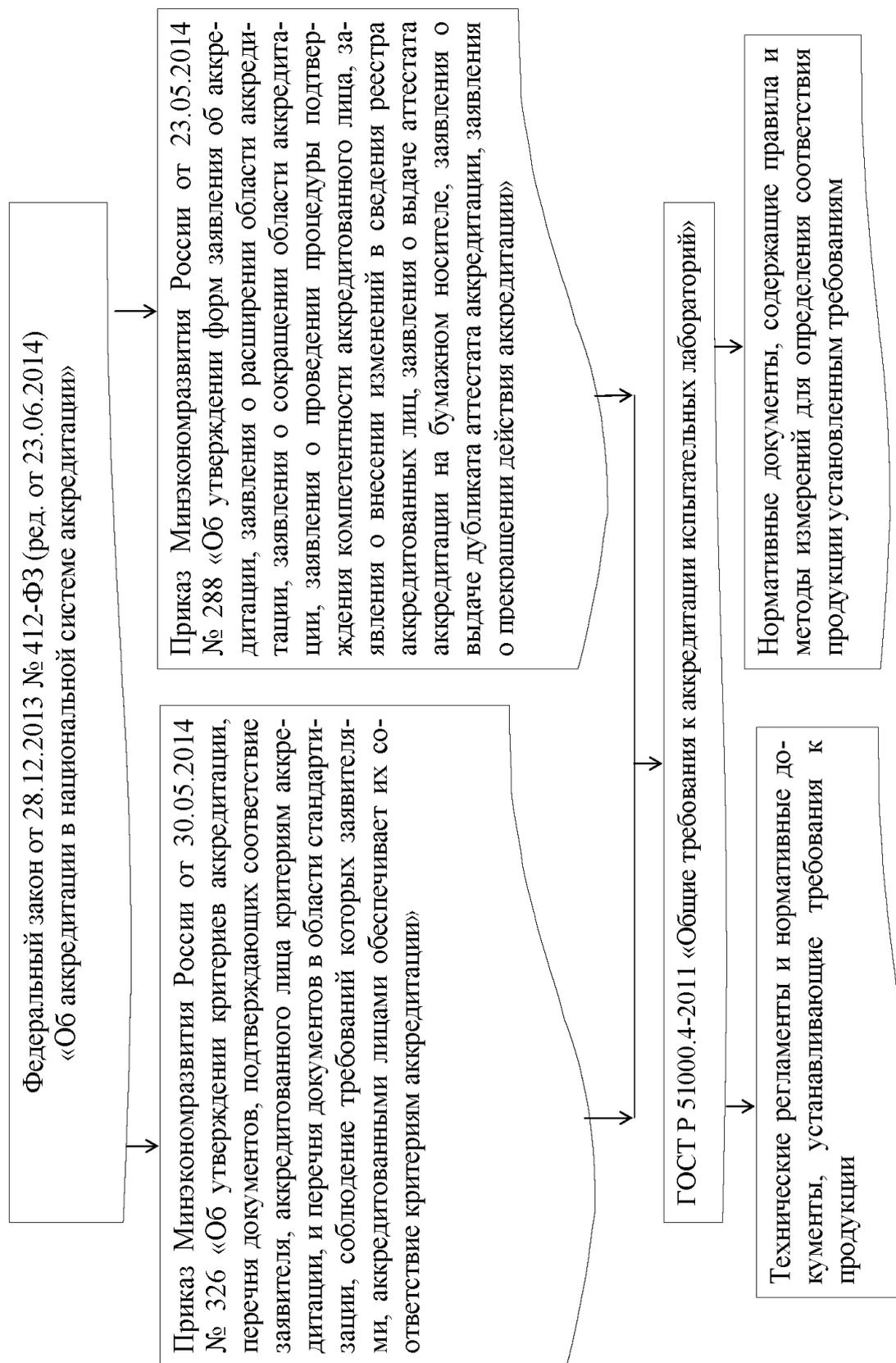


Рис. 3. Информационная структура процесса подготовки к аккредитации ИЛ  
 Fig. 3. The information structure of the preparatory process for accreditation II

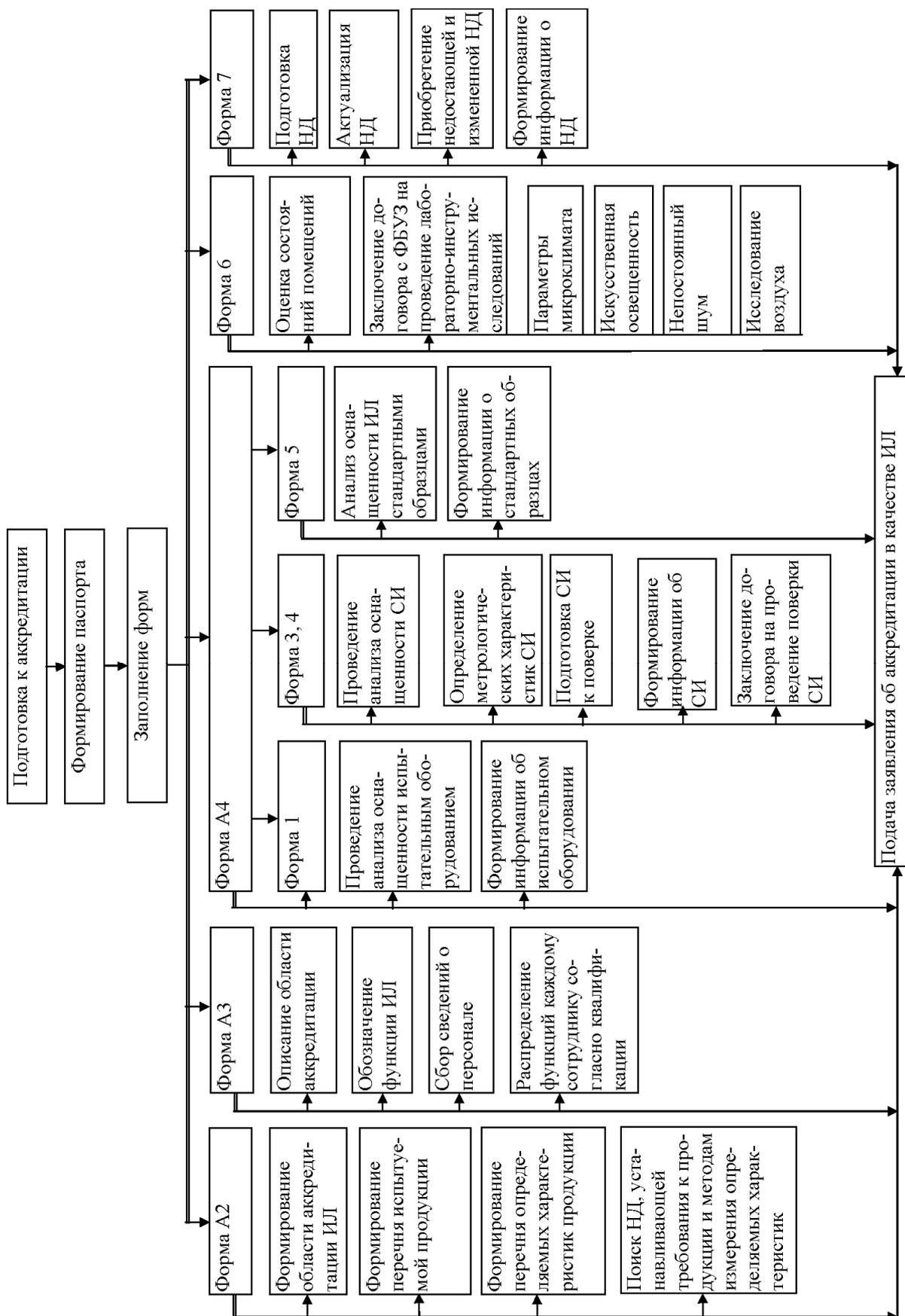


Рис. 4. Структура процесса подготовки к аккредитации ИЛ  
 Fig. 4. The structure of the preparatory process for the accreditation II

Обобщая вышеизложенный материал, можно сделать вывод, что идентификация процесса подготовки к аккредитации ИЛ позволила выявить и систематизировать информационные ресурсы процесса, механизмы процесса, представленные перечнем должностных лиц, должностными обязанностями сотрудников в процессе подготовки испытательной лаборатории к аккредитации, а также получить наглядный перечень обязательных работ, проводимых в рамках подготовки ИЛ к аккредитации в соответствии с требованиями нормативной документации. Результаты, полученные при идентификации процесса могут быть использованы в построении модели управления качеством изучаемого процесса, которая при условии ее детального описания, представленного в виде нормативного документа, позволяющего сконцентрировать накопленный опыт и новейшую информацию, позволит существенно минимизировать временные, финансовые и людские ресурсы, необходимые для подготовки к аккредитации ИЛ.

### Список литературы

1. Федеральный закон № 29 - ФЗ «О качестве и безопасности пищевых продуктов».
2. Федеральный закон № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».
3. Официальный сайт Росаккредитации <http://fsa.gov.ru> / (дата обращения: 23.11.2015).
4. ГОСТ ИСО/МЭК 17011 «Оценка соответствия. Общие требования к органам по аккредитации, аккредитующим органы по оценке соответствия».
5. ГОСТ Р 51000.4-2011 «Общие требования к аккредитации испытательных лабораторий».
6. Электронный ресурс: <http://fsa.gov.ru/index/staticview/id/193/> (24.11.2015 г).
7. Приказ Минэкономразвития России от 23.05.2014 N 288 «Об утверждении форм заявления об аккредитации, заявления о расширении области аккредитации, заявления о сокращении области аккредитации, заявления о проведении процедуры подтверждения компетентности аккредитованного лица, заявления о внесении изменений в сведения реестра аккредитованных лиц, заявления о выдаче аттестата аккредитации на бумажном носителе, заявления о выдаче дубликата аттестата аккредитации, заявления о прекращении действия аккредитации».

**Сведения об авторах:** Глебова Елена Велориевна, кандидат технических наук, доцент, e-mail: [levege@mail.ru](mailto:levege@mail.ru);

Докучаева Антонида Викторовна, старший преподаватель, e-mail: [nida11@mail.ru](mailto:nida11@mail.ru);

Паначина Виктория Сергеевна, e-mail: [v-i-93@mail.ru](mailto:v-i-93@mail.ru);

Языков Роман Олегович, e-mail: [roma125-95@mail.ru](mailto:roma125-95@mail.ru);

Торба Анастасия Сергеевна, e-mail: [torbinskaya@mail.ru](mailto:torbinskaya@mail.ru).

---

---

# ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ

---

---

УДК 664. 951 (075.8) 633

**А.И. Крикун, И.В. Панюкова, С.Д. Угрюмова**

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

## МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ЛИНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ

*Рассмотрены методы комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий на предприятиях рыбной отрасли. Выявлены их преимущества и недостатки, позволившие отработать наиболее подходящую методику для технологических линий, соединенных последовательно. Разработана программа комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий.*

**Ключевые слова:** *методы, надежность, эффективность, технологические линии, рыбная отрасль, программа.*

**A.I. Krikun, I.V. Panyukova, S.D. Ugryumova**

## COMPREHENSIVE ASSESSMENT PROCEDURE AND EFFICIENCY TOUGH LINE ON ENTERPRISES FISHING INDUSTRY

*Methods for a comprehensive assessment of the effectiveness and reliability of production lines at the fishing industry. Their advantages and disadvantages, allowed to work the most suitable technique for the production lines connected in series. A program of comprehensive evaluation of the effectiveness and reliability of production lines.*

**Key words:** *methods, reliability, efficiency, technological lines, the fishing industry, the program.*

### **Введение**

В настоящее время комплексная оценка эффективности и надежности технологических линий стала насыщенной необходимостью, особенно в тех случаях, когда речь идет о линиях больших масштабов и сложности. Такие факторы, как возрастание сложности технологических линий, усиление борьбы за рынки сбыта, а также конкурентной борьбы за финансовые средства и ресурсы полностью исключают поставку на современный рынок как изделий с низкой эффективностью и надежностью, так и изделий, спроектированных с чрезмерным запасом эффективности и надежности [1, 2].

Каждому этапу разработки или модернизации технологических линий соответствует определенный этап оценки эффективности и надежности [1–3]: предэскизный проект (разработка технического задания) – прикидочная оценка с целью определения норм эффективности и надежности; эскизный проект – ориентировочная оценка норм эффективности и надежности; технический проект – окончательная оценка с учетом режимов эксплуатации и факторов, воздействующих на технологическую линию; рабочий проект – окончательный вариант оценки с учетом дополнительных факторов, зависящих от принятых схемных и конструктивных решений; готовый объект (стендовые и натурные испытания) – экспериментальная оценка уровня эффективности и надежности объекта, выявление узлов с недостаточной надежностью, введение необходимых коррективов в технологическую линию, внесение поправок в окончательную оценку эффективности и надежности.

Стоимость отказов в существующих технологических линиях намного превышает стоимость ремонта оборудования или замены вышедшей из строя детали (неудобства для потребителей, потери продукции, несчастные случаи, снижение производительности) [1, 3, 4].

### **Объекты и методы**

Объектами исследования являлись действующая и модернизированная технологические линии подготовки морской воды для культивирования гидробионтов.

Методы определения показателей надежности и эффективности оборудования в агрегатно-технологических линиях выбирались в зависимости: от целей расчета и требований к точности определения показателей надежности оборудования; наличия и/или возможности получения исходной информации, необходимой для применения определенного метода расчета; уровня отработанности конструкции и технологии изготовления объекта, системы его технического обслуживания и ремонта, позволяющего применять соответствующие расчетные модели надежности.

Рассмотрено несколько методов определения показателей эффективности и надежности оборудования в технологических линиях рыбной отрасли [1, 2]: методы прогнозирования, структурные методы, физические методы, логико-вероятный метод (метод И.А. Рябинина) и топологический метод.

1. Методы прогнозирования [1–5] основаны на использовании для оценки ожидаемого уровня эффективности и надежности оборудования в технологических линиях рыбоводных и рыбоперерабатывающих производств данных о достигнутых значениях и выявленных тенденциях изменения показателей надежности (ПН) объектов-аналогов (идентичного или близкого к рассматриваемому оборудованию в линиях по назначению, принципам действия, схемно-конструктивному построению, технологии изготовления, элементной базе, применяемым конструкционным материалам, условиям и режимам эксплуатации, принципам и методам управления), с помощью которых составляется прогноз или план.

Методы прогнозирования объединяются в следующие большие группы: прогнозирование по временным рядам (методы экстраполяции); прогнозирование с помощью экономико-математических моделей и прогнозирование на основе экспертных оценок.

2. Структурные методы [1–5] оценки эффективности и надежности являются основными методами расчета показателей эффективности и надежности в процессе проектирования технических систем (технологических линий), поддающихся разукрупнению на элементы (отдельное оборудование), технико-экономические и надежность характеристики, которые в момент проведения расчетов известны или могут быть определены другими методами.

3. Физические методы оценки эффективности и надежности основаны на применении математических моделей, описывающих физические, химические и иные процессы, приводящие к отказам оборудования в технологических линиях (к достижению ими предельного состояния), и вычислении показателей эффективности и надежности по известным параметрам (загруженности оборудования в технологических линиях, особенностей конструкции и технологии изготовления, характеристикам примененных веществ и материалов) [1–5].

4. Топологический метод оценки эффективности и надежности (метод ненаправленных графов) основан на использовании математического аппарата Марковских процессов (вероятность нахождения системы в каком-либо состоянии и в будущем, не зависящая от прошлых состояний технической системы по А. Маркову). Применяется для расчета вероятностей состояний сложных технических систем (параллельных и комбинированных технологических линий) [1–5].

5. Логико-вероятный метод (метод И.А. Рябинина) [6, 7] заключается в описании блок-схемы технологической линии с помощью аппарата математической логики с последующим ис-

пользованием теории вероятностей при определении характеристик надежности (предполагается, что в действующей технологической линии выходит из строя 1 и частично 1 элемент).

Анализ известных методик оценки и эффективности и надежности технологических линий рыбной отрасли позволил сформулировать исследовательскую задачу и указать направление на наиболее эффективный результат.

### **Результаты и их обсуждение**

Выявлены основные преимущества и недостатки методов оценки эффективности и надежности технологических линий [1, 2].

Основными преимуществами методов прогнозирования являются: простота применения, наглядность результатов, так как прогноз выдается в виде численных значений параметра, легко реализуется с помощью ЭВМ (Microsoft Excel); комплексный подход к анализируемой ситуации; располагая моделью системы, возможно прогнозировать не только одно, наиболее вероятное развитие ситуации, но и проигрывать различные сценарии и тем самым выбирать наиболее результативные варианты поведения; системный подход (учитывается взаимодействие всех факторов и степень их воздействия на конечный результат); позволяют использовать при разработке прогноза практически всю доступную информацию, в том числе и неформализованную, неопределенную или неполную.

К недостаткам методов прогнозирования относятся: ограниченная сфера применения (прогнозированию подлежат только количественные показатели, при этом необходимо, чтобы имелись их значения за достаточно продолжительный прошлый период); ограниченный горизонт прогнозирования (методы точны в краткосрочный период); прогноз не может предвидеть какие-то значительные качественные изменения прогнозируемого показателя (объем производства определенного вида продукции, замену технологической схемы, которая позволит значительно расширить производство, появление новых видов продукции, которые вытеснят анализируемый продукт с рынка и т.д.); соответствующие параметры должны приводиться в сопоставимых условиях; поскольку методы основаны на анализе уже случившихся событий, то при возникновении несвойственной ситуации не способны обеспечить точный прогноз; в основном применяются в экономической сфере (коммерческая деятельность); практическое использование такого прогноза затруднено, поскольку производственная практика требует точных данных, а приблизительные оценки не могут быть положены в основу решения; выводы экспертов могут быть необъективны и предвзяты; крайне высокая стоимость, напрямую следующая из требований к высокой квалификации экспертов и использования достаточно сложных организационных процедур.

Преимуществами структурных методов оценки эффективности и надежности являются: структурная схема эффективности и надежности технической системы (технологических линий) создается непосредственно по функциональной диаграмме системы, что позволяет сократить количество конструктивных ошибок и/или систематическое описание функциональных путей технической системы; методы пригодны для различных видов технологических систем, включая сложные и комбинированные; пригодны для полного анализа вариантов при изменении параметров эффективности технологических линий; дают компактные результаты вероятностных характеристик для системы в целом.

К основным недостаткам относятся: не обеспечивают полный анализ неисправностей (причинно-следственная связь не определяется); требуют наличия вероятностной модели эффективности для каждого элемента диаграммы; не позволяют различать преднамеренные и непреднамеренные результаты; направлен, прежде всего, на анализ работоспособности системы и не распространяется на сложные стратегии ремонта, технического обслуживания или общий анализ работоспособности.

Основным достоинством физических методов является возможность прогнозирования параметрических отказов оборудования в технологических линиях на основе ускоренных испытаний.

Недостатки физических методов: необходимость испытаний в условиях многономенклатурного производства для новых видов продукции; непредсказуемость катастрофических отказов; отсутствие моделей связи показателей качества и результатов анализа отказов при производстве.

Преимуществами топологических методов являются: пригодны для расчета эффективности и надежности технологических линий с большим числом состояний (свыше 100); простота вычислительных алгоритмов; высокая наглядность графа; возможность приближенных оценок.

Недостатки: сложности при анализе работы сложных технических систем, формулы Мезона (Мейсона) в таких случаях бывает недостаточно; необходимость отыскания большого числа различных деревьев.

Преимуществами логико-вероятных методов являются: системный подход; наглядность полученных результатов; компактные вычисления; подробный анализ возможных параметров и условий при эксплуатации технологических линий; недорогостоящий метод; высокая точность для параллельносоединенных технологических линий.

Основными недостатками этого метода являются: ограничение использования для параллельных и комбинированных технологических линий; не подходит в случае необходимости оперативной оценки эффективности и надежности.

Проведенный анализ преимуществ и недостатков известных методик комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий, а также действующих стандартов [8–14] позволил определить наиболее подходящую методику для технологических линий рыбоперерабатывающих предприятий, соединенных последовательно – логико-вероятностный метод (метод И.А. Рябинина), на основе которой была разработана программа комплексной оценки эффективности и надежности технологических линий на рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятиях (на примере линии подготовки морской воды для культивирования гидробионтов) [1, 15].

В соответствии с полученной программой оценка эффективности и надежности предлагалась в виде технического отчета, который содержал: структурную схему надежности с кратким пояснительным текстом; формулировку понятия отказа системы; расчетные формулы для определения количественных показателей надежности; расчет показателей надежности; этапы надежного проектирования; выводы и рекомендации.

#### 1. Формулировалось понятие отказа.

Под отказом понимается любое событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта. Отказы классифицировались: на катастрофические и некатастрофические; критические и некритические; существенные и несущественные. Совокупность признаков нарушения работоспособного состояния объекта устанавливают в документации [8–14].

2. Определялась последовательность операций при анализе характера и последовательности отказов [1–3]: границы технической системы и выработка конкретных требований; перечень учитываемых типов отказов, описание рассматриваемого элемента; интенсивность отказов для каждого типа отказов элемента; перечень воздействий отказов каждого типа на подсистемы и систему в целом; анализ критических отказов каждого типа и проведение необходимых действий.

3. Описывалась модернизированная технологическая линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов.

Разработанная линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов предусматривает наличие большого количества контрольно-измерительных приборов [1, 3, 15]:

датчики солености ( $S$ , ‰) и температуры ( $t$ , °C); мутномеры (TURBIDE), обеспечивающие непрерывный контроль мутности в диапазоне 50÷100 ЕМФ (30÷60 мг/л по каолину); сигнализирующие датчики расхода объема, уровень фильтрата и слоя засыпки ( $\Delta V$ ); анализаторы химического состава морской воды (CHEMIC. STRUCT.); анализаторы взвешенных механических примесей (MECH. ADM.); сигнализирующие датчики кислотности (pH) и кислородосодержания ( $O_2$ ).

Модернизированная технологическая линия подготовки морской воды для культивирования гидробионтов включает: 2 насоса двустороннего входа; 2 отстойника скребковых с горизонтальным перемещением жидкости ( $V_1 = 100 \text{ м}^3$ ) и ( $V_2 = 40 \text{ м}^3$ ), фильтры грубой и тонкой очистки; 4 расходные емкости ( $V = 35 \text{ м}^3$ ) и нагревательный тен.

Забор морской воды из моря осуществляется с глубины 10 м и расстояния от берега 800 м. Отстаивание воды в горизонтальных отстойниках осуществляется не менее одних суток.

Фильтр грубой очистки морской воды изготовлен из высококачественной стали и выкрашен краской, устойчивой к стиранию, что обеспечивает долговечность данных фильтров (пропускная способность  $\approx 20 \text{ м}^3/\text{ч}$ , основной рабочий элемент – колотый гравий определенной фракции).

Фильтр тонкой очистки морской воды представляет собой прямоточно-противоточные колонны (1-я ступень – керамзит; 2-я ступень – цеолиты, 3-я ступень – морской песок).

#### 4. Этапы жизненного цикла оборудования в технологических линиях.

Жизненный цикл технологического оборудования условно подразделяется на 3 участка: первый – период приработки, второй – период нормальной эксплуатации, третий – период старения объекта.

Период приработки (участок интенсивности отказов) объекта имеет повышенную ИО, вызванную приработочными отказами, обусловленными дефектами производства, монтажа, наладки. Иногда с окончанием этого периода связывают гарантийное обслуживание объекта, когда устранение отказов производится изготовителем. В период нормальной эксплуатации (постоянная интенсивность отказов) ИО уменьшается и практически остается постоянной, при этом отказы носят случайный характер и появляются внезапно, прежде всего, из-за несоблюдения условий эксплуатации, случайных изменений нагрузки, неблагоприятных внешних факторов и т.п. Именно этот период соответствует основному времени эксплуатации объекта. Возрастание ИО относится к периоду старения объекта и вызвано увеличением числа отказов от износа, старения и других причин, связанных с длительной эксплуатацией. Отказы, появляющиеся в период нормальной эксплуатации, называют внезапным, так как они появляются в случайные моменты времени, или, другими словами, внезапно, непредсказуемо [15].

#### 5. Определение метода оценки эффективности и надежности технологических линий.

На основании сравнительного анализа известных методов определения эффективности и надежности технологических линий выбран логико-вероятностный метод [1, 2, 6, 7].

#### 6. Составление схемы расчета надежности (конструктивно оформленные блоки (звенья)).

Рассмотренные нами существующая и модернизированная технологические линии подготовки морской воды представляют собой технические системы с последовательным соединением элементов (оборудование). Технологическое оборудование в линии взаимодействует таким образом, что их отказы являются стохастически независимыми событиями, а отказ хотя бы одного из элементов приводит к отказу всей технологической линии в целом.

В соответствии с выбранной методикой строятся блок-схемы, показывающие роль каждого оборудования при его функционировании в составе всей технологической линии. Вероятность безотказной работы технологических линий ( $R(t)$ ) напрямую зависит от вероятности безотказности каждого отдельного элемента ( $R_i$ ), составляющих эти линии ( $i$  – порядковый номер оборудования в технологической линии,  $i = 1, 2, \dots$ ).

6.1. Составлялась блок-схема типичной линии подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях, занимающихся культивированием гидробионтов (Дальний Восток), состоящая из 9 последовательно соединенных технических элементов (рис. 1).

Предполагали, что из 9 последовательных элементов в типовой линии, которые подвергались испытаниям, через 3÷4 месяца выходит из строя частично 1 элемент, а остальные сохраняют работоспособность.

6.2. Составлялась блок-схема модернизированной линии подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях, состоящая из 13 последовательно соединенных технических элементов (рис. 2).

Допустили, что из 13 последовательных элементов в модернизированной линии, которые подвергались испытаниям, через 3–4 месяца вышел из строя частично 1 элемент, а остальные сохранили работоспособность.



Рис. 1. Блок-схема с последовательным соединением аппаратов в типовой агрегатно-технологической линии подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях: R1 – насос одностороннего входа;

R2 – гравитационный отстойник с плоским или коническим дном ( $V$  до  $75 \text{ м}^3$ );

R3 – насос одностороннего входа; R4 – фильтр грубой очистки; R5 – фильтр тонкой очистки;

R6, R7, R8, R9 – расходные емкости ( $V = 10\text{--}15 \text{ м}^3$ )

Fig. 1. Block diagram with series connection of devices in a standard aggregate-processing line preparing seawater hatcheries: R1 – the pump-sided entrance; R2 – gravity settler with flat or conical bottoms

( $V \approx 75 \text{ m}^3$ ); R3 – the pump-sided entrance; R4 – a coarse filter; R5 – fine filter;

R6, R7, R8, R9 – storage tanks ( $V = 10\text{--}15 \text{ m}^3$ )



Рис. 2. Блок-схема с последовательным соединением аппаратов в модернизированной агрегатно-технологической линии подготовки морской воды: R1 – насос двустороннего вход; R2 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости ( $V = 100 \text{ м}^3$ ); R3 – отстойник скребковый с горизонтальным перемещением жидкости ( $V = 40 \text{ м}^3$ ); R4 – насос двустороннего входа;

R5 – фильтр грубой очистки; R6, R7, R8 – соответственно 1-, 2- и 3-я ступени фильтра тонкой очистки; R9, R10, R11, R12 – расходные емкости ( $V = 35 \text{ м}^3$ ); R13 – нагревательный тен

Fig. 2. Block diagram with series connection of devices in a modernizing bath aggregate-processing line desalination: R1 – pump It includes two-way; R2 – the sump scraper with horizontal movement of the fluid

( $V = 100 \text{ m}^3$ ); R3 – sump scraper with horizontal movement of the fluid ( $V = 40 \text{ m}^3$ ); R4 – double-entry pumps; R5 – strainer; R6, R7, R8 – 1, 2 and 3, respectively, a fine filter stage;

R9, R10, R11, R12 – storage tanks ( $V = 35 \text{ m}^3$ ); R13 – ten heater

7. Оценка интенсивности отказов технологических линий с учетом всех расчетных элементов системы.

В соответствии с выбранным методом оценки эффективности и надежности технологических линий (логико-вероятностный метод (метод И.А. Рябинина) [1, 2, 6, 7] определены расчетные формулы.

Вероятность безотказной работы технологических линий ( $R(t)$ ) определялась по формуле (1) [1–3, 15]:

$$R(t) = 1 - \left( 1 - \frac{n_s(t)}{n_s(t) + n_f(t)} \right) = 1 - \left( 1 - \frac{n_s(t)}{n_0} \right), \tag{1}$$

где  $n_s(t)$  – аппараты, сохраняющие работоспособность;  $n_f(t)$  – аппараты, вышедшие из строя;  $n_0$  – всего аппаратов в линии.

Величина  $R(t)$  и вероятность появления отказов  $F(t)$  в момент времени  $t$  (3–4 мес.) связывались соотношением (2) [1, 2, 6]:

$$R(t) + F(t) = 1. \tag{2}$$

Вероятность появления отказов в момент времени  $t$  (3–4 мес.):

$$F(t) = 1 - \left( 1 - \left( 1 - \frac{n_s(t)}{n_0} \right) \right) = 1 - \left( 1 - \left( 1 - \frac{12,5}{13} \right) \right). \tag{3}$$

Результаты комплексной оценки эффективности и надежности существующей и модернизированной технологических линий подготовки морской воды представлены в таблице.

**Результаты комплексной оценки эффективности и надежности существующей и модернизированной технологических линий подготовки морской воды, %**  
**The results of a comprehensive assessment of the efficiency and reliability of existing and modernized production lines desalination, %**

Существующие технологические линии	
Показатели эффективности и надежности технологических линий	Типовая линия подготовки морской воды на рыбоводных предприятиях (Дальний Восток)
$R(t)$	94,44
$F(t)$	5,56
Модернизированная линия подготовки морской воды на предприятиях рыбной отрасли	
$R(t)$	96,15
$F(t)$	3,85
Повышение эффективности и надежности линий:	
$R(t)^*$	1,71
$F(t)^{**}$	1,71

\*  $R(t)$  – вероятность появления отказов в момент времени  $t$  (3–4 мес.), %

\*\*  $F(t)$  – вероятность безотказной работы технологических линий, %

8. Составление этапов надежного проектирования.

8.1. Осуществлялся подбор действующих стандартов на надежность в технике [8–14].

8.2. Производился подбор действующих стандартов для агрегатно-технологической линии подготовки морской воды [16–19].

9. Определялись конструктивные параметры системы (продолжительность эксплуатации линии в год, техническое обслуживание линии, численность занятого персонала, условия эксплуатации), показатели надежности, характер отказов, последствия отказов, рекомендации по ремонтпригодности.

Данные об эксплуатации: период эксплуатации линии – 4 месяца в год (июнь–сентябрь), техническое обслуживание – 24 ч/сут, численность занятого персонала – 2 человека, условия эксплуатации – морская вода, агрессивные среды.

Конструктивные параметры системы: количество занятых и резервных емкостей и их объем, погрешности и точности измерения контрольных приборов, степень очистки и подготовки морской воды, габариты оборудования и помещений.

Показатель ремонтпригодности – наличие запасного оборудования для очистки морской воды, наличие материалов.

Анализ характера отказов: некачественные производители, течь оборудования, поломки сложного оборудования, отсутствие расходных материалов, несоблюдение важных технологических параметров: температуры, солености, освещения, кислотности, щелочности сред, скорости воды. Грубое нарушение нормативных документов (стандартов, технических инструкций, норм, технических условий и т.д.). Исследование окончательного варианта линии водоподготовки морской воды и конструкции фильтров грубой и тонкой очистки.

Последствия отказов: финансовые убытки, гибель ценных животных, упущенное время для нереста новой партии, подрыв репутации предприятия. Анализ зарубежных достижений и разработок в области водоподготовки морской воды для рыбоводных предприятий, использование отечественных достижений, обмен опытом в данной области, исследование промежуточных вариантов. Анализ надежности и ремонтпригодности: использование современного и несложного оборудования и приборов (солемеры, насосы, резервуары, посуда, микроскопы, фильтры, трубопроводы, нагревательные приборы).

### **Выводы**

Надежность разработанной нами системы водоподготовки морской воды для культивирования гидробионтов напрямую зависит от стабильности, надежности и срока службы фильтров, используемых в линии.

Модернизация технологической линии подготовки морской воды для культивирования гидробионтов позволила повысить ее эффективность в среднем на 1,71 %, уменьшить количество ручного труда на 15,1 %; контролировать процесс; обеспечивать наиболее быструю, эффективную очистку морской воды; снизить расходы на замену фильтрующей загрузки (картриджи необходимо менять каждые 3 месяца, ориентировочный срок эксплуатации же одной зернистой загрузки составляет 3–5 лет).

Сформулировано возникающее противоречие, применительно к фильтрам, связанное с необходимостью промывки или замены фильтрующих элементов после накопления определенного количества загрязнений.

### **Список литературы**

1. Комплексная оценка эффективности и надежности технологических линий на рыбоводных и рыбоперерабатывающих предприятиях: отчет о НИР / С.Д. Угрюмова, А.И. Крикун, Д.А. Крикун, А.А. Дерябин, Д.Ю. Проскура. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2015. – 210 с. – № ГР 115033120011. – № 619/2015.
2. Крикун, Д.А. Комплексная оценка эффективности и надежности технологических линий / Д.А. Крикун, А.И. Крикун, Д.Ю. Проскура, А.А. Дерябин // *Фундаментальные и прикладные вопросы естествознания: материалы 58-й Всерос. науч. конф.* – Владивосток: ТОВМИ им. С.О. Макарова ВУНЦ «ВМА», 2015. – Т. 3. – С. 150–151.
3. Угрюмова, С.Д. Надежность технических и технологических систем: учеб. пособие / С.Д. Угрюмова. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2014. – 98 с.
4. Складчиков, А.А. Оценка надежности и управление рисками технологических нарушений на воздушных линиях электропередачи: дис. ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Складчиков Александр Александрович. – Чебоксары, 2012. – 220 с.

5. Диллон, Б. Инженерные методы обеспечения надежности систем: пер. с англ. / Б. Диллон, Ч. Сингх. – М.: Мир, 1984. – 318 с.
6. Рябинин, И.А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем / И.А. Рябинин, Г.Н. Черкесов. – М.: Радио и связь, 1981. – 264 с.
7. Рябинин, И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. – СПб: СПУ, 2007. – 276 с.
8. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2002. – 14 с.
9. ГОСТ 27.301-95. Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения. – Минск: Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2002. – 12 с.
10. ГОСТ 27.003-90. Надежность в технике. Состав и общие правила задания требований по надежности. – М.: Стандартинформ, 2007. – 20 с.
11. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий и критичности отказов. Основные положения. – М.: Стандартинформ, 2002. – 14 с.
12. ГОСТ Р МЭК 61650-2007. Надежность в технике. Методы сравнения постоянных интенсивностей отказов и параметров потока отказов. – М.: Стандартинформ, 2008. – 16 с.
13. ГОСТ Р 27.004-2009. Надежность в технике. Модели отказов. – М.: Стандартинформ, 2010. – 16 с.
14. ГОСТ Р 27.605-2013. Надежность в технике. Ремонтпригодность оборудования. Диагностическая проверка. – М.: Стандартинформ, 2014. – 28 с.
15. Угрюмова, С.Д. Оценка надежной эксплуатации фильтрующей загрузки в линии культивирования дальневосточного трепанга / С.Д. Угрюмова, А.И. Фёдорова // Науч. тр. Дальрыбвтуза. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2012. – Т. 27. – С. 171–180.
16. ГОСТ Р ИСО 3968-2011. Гидропривод объемный. Фильтры. Оценка зависимости перепада давления на фильтре от параметров потока. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
17. ГОСТ 26070-83. Фильтры и сепараторы для жидкостей. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам, 1996. – 15 с.
18. ГОСТ Р 53491.2-2012. Бассейны. Подготовка воды. – М.: Стандартинформ, 2013. – Ч. 2. – 44 с.
19. РД 52.10.243-92. Руководство по химическому анализу морских вод. – М.: Комитет по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, 1992. – 265 с.

**Сведения об авторах:** Крикун Александра Игоревна, аспирант, e-mail: aleksa13@list.ru;  
Панюкова Ирина Владимировна, аспирант, e-mail: strekoza84i@mail.ru;  
Угрюмова Светлана Дмитриевна, доктор технических наук, профессор.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ</b> .....	3
<i>Булыгин В.В., Рыбникова И.Г.</i> Анализ соотношения полов и стадий зрелости гонад тихоокеанского кальмара в заливе Петра Великого в 2009–2011 гг. ....	3
<i>Бутов И.В.</i> Видовой состав и экологическая характеристика макрофитобентоса бухты Перевозной Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) .....	11
<i>Буторина Т.Е., Еловская О.А.</i> Таксономический обзор ракообразных бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) .....	17
<i>Казаченко В.Н.</i> Паразитические копеподы (Crustacea: Copepoda) некоторых рыб северо-западной части Тихого океана .....	29
<i>Левенец И.Р., Лебедев Е.Б.</i> Разнообразие макрофитов литорали Дальневосточного морского биосферного заповедника ДВО РАН (зал. Петра Великого) .....	37
<i>Некрасова М.И., Еловская О.А.</i> Таксономический обзор моллюсков бухты Северной (Славянский залив, залив Петра Великого, Японское море) .....	49
<b>ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО. АКУСТИКА</b> .....	58
<i>Мироненко М.В., Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н.</i> Нелинейная просветная гидроакустика в системах мониторинга полей различной физической природы в морской среде .....	58
<i>Стародубцев П.А., Бакланов Е.Н., Стародубцев Е.П., Шевченко А.П.</i> Некоторые результаты влияния среды распространения на параметры сигнала при проведении численного моделирования .....	66
<b>СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ, УСТРОЙСТВА И СИСТЕМЫ, ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СУДОВОЖДЕНИЯ, ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ СУДОВ</b> .....	75
<i>Бойко С.П.</i> Сравнение функциональных показателей тканых фильтровальных сеток, используемых в судовых саморегенерирующихся топливо- и маслоочистителях .....	75
<i>Волынец А.В.</i> Опытная теплонасосная установка .....	80
<i>Руднев Б.И., Повалихина О.В.</i> Наноструктуры частиц дизельной сажи .....	86
<i>Таращан Н.Н., Кича П.П.</i> Эффективность очистки моторного масла комбинированным фильтрованием в судовых форсированных среднеоборотных дизелях .....	93
<b>ТЕХНОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ</b> .....	101
<i>Богданов В.Д., Дементьева Н.В.</i> Обоснование способа получения гомогенного продукта из молок рыб .....	101
<i>Богданов В.Д., Шадрин Е.В., Максимова С.Н., Тунгусов Н.Г., Панчишина Е.М.</i> Обоснование технологии белково-минеральной кормовой добавки из морских звезд, основанной на способе прямой сушки .....	108
<i>Глебова Е.В., Докучаева А.В., Паначина В.С., Языков Р.О., Торба А.С.</i> Идентификация процесса подготовки к аккредитации испытательной лаборатории .....	113
<b>ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ И ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОТРАСЛИ</b> .....	120
<i>Крикун А.И., Панюкова И.В., Угрюмова С.Д.</i> Методика комплексной оценки эффективности и надежности линий на предприятиях рыбной отрасли .....	120

## CONTENTS

---

---

<b>ICHTHYOLOGY. ECOLOGY</b> .....	3
<i>Bulygin V.V., Rybnikova I.G.</i> Analysis of sex ratio and maturity stages of gonads of pacific squid in Peter the Great Bay in 2009-2011 .....	3
<i>Butov I.V.</i> The species composition and ecological characteristics of macropycobenthos of the Perevoznaya Bay of Amursky Bay (Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	11
<i>Boutorina T.E., Elovskaya O.A.</i> Taxonomic review of crustaceans of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	17
<i>Kazachenko V.N.</i> Parasitic copepod (Crustacea: Copepoda) Some fish northwestern Pacific .....	29
<i>Levenets I.R., Lebedev E.B.</i> Diversity of the intertidal macrophytes of far Eastern Marine biosphere reserve FEB RAS (Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	37
<i>Nekrasova M.I., Elovskaya O.A.</i> Taxonomic review of mollusks of Severnaya Bay (Slavyansky Bay, Peter the Great Bay, Sea of Japan) .....	49
<b>INDUSTRIAL FISHERIES. ACOUSTICS</b> .....	58
<i>Mironenko M.V., Starodubtcev P.A., Baklanov E.N.</i> Nonlinear luminal hydroacoustic in systems of monitoring of different physical nature fields in the marine environment .....	58
<i>Starodubtcev P.A., Baklanov E.N., Starodubtcev E.P., Shevchenko A.P.</i> Some results of the influence of the environment on the parameters of a signal in numerical simulation .....	66
<b>SHIP POWER PLANTS, EQUIPMENT AND SYSTEMS, SHIP NAVIGATION FACILITIES, SHIP ELECTRICAL FACILITIES</b> .....	75
<i>Boyko S.P.</i> Comparison of functional parameters filter cloth nets used in ship self-recovering fuel and oil cleaner .....	75
<i>Volyntsev A.V.</i> Experimental heat pump system .....	80
<i>Rudnev B.I., Povalikhina O.V.</i> Diesel soot of nanostructure particles .....	86
<i>Tarashchan N.N., Kicha P.P.</i> Efficiency of engine oil purification by combined filtering in ship' super diesels engines .....	93
<b>TECHNOLOGY AND QUALITY CONTROL OF FOOD PRODUCTS</b> .....	101
<i>Bogdanov V.D., Dementieva N.V.</i> Justification of the way of receiving the homogeneous product from milts of fishes .....	101
<i>Bogdanov V.D., Shadrina E.V., Maksimova S.N., Tungusov N.G., Panchishina E.M.</i> Technology substantiation of protein-mineral feed supplement from the sea stars based on the method of direct drying .....	108
<i>Glebova E.V., Dokuchaeva A.V., Panachina V.S., Torba A.S., Yazykov R.O.</i> Identification process preparation for the accreditation testing laboratory .....	113
<b>TECHNOLOGICAL AND TRANSPORTATION EQUIPMENT OF FISHERIES</b> .....	120
<i>Krikun A.I., Panyukova I.V., Ugryumova S.D.</i> Comprehensive assessment procedure and efficiency tough line on enterprises fishing industry .....	120

## ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Статья должна соответствовать научным требованиям, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности.

Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

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

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и надписи к рисункам) должен быть от 4 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, межстрочный интервал – одинарный.

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

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические уравнения и химические формулы должны набираться в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word, одним объектом, а не состоять из частей, сами формулы должны быть 12-14 кегля.

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

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

Допускаются смысловые выделения – полужирным шрифтом.

### **Статья должна включать следующие данные:**

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

2. Инициалы и фамилии всех авторов, через запятую.

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

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

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

- **Ихтиология. Экология.**

- **Промышленное рыболовство. Акустика.**

- **Судовые энергетические установки, устройства и системы, технические средства судовождения, электрооборудование судов.**

- **Технология и управление качеством пищевых продуктов.**

- **Технологическое и транспортное оборудование рыбохозяйственной отрасли.**

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

6. Аннотацию (не более 700 печатных знаков) набирают курсивом.

7. Ключевые слова (не более 9).

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

**Введение**

**Объекты и методы исследований**

**Результаты и их обсуждение**

**Выводы**

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

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

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

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

**В редакцию предоставляются:**

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

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

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

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

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

Плата с аспирантов за публикацию рукописей не взимается.

*Пример оформления статьи*

УДК 123

Ихтиология. Экология

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

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

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

### НАЗВАНИЕ СТАТЬИ

*Аннотация.*

**Ключевые слова:** гидробионты.

Данные на английском языке.

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

#### **Список литературы**

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

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

Адрес: 690087, Россия, Владивосток, ул. Луговая, 52б, каб. 412б  
Тел./факс: (4232) 44-11-76  
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru  
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

*Научное издание*

## **НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА**

*Сборник научных статей*

Том 36

Свидетельство о регистрации средства массовой информации  
ПИ № ФС77-45533 от 16 июня 2011 г.

Редактор Т.В. Ломакина  
Художественный редактор А.А. Устьянцева  
Макет, обложка О.В. Нечипорук  
Мастер печати Н.В. Сауцкая

Подписано в печать 21.12.2015. Формат 60x84/8.  
Усл. печ. л. 15,81. Уч.-изд. л. 11,20. Заказ 0582. Тираж 400 экз.  
Отпечатано: Издательско-полиграфический комплекс Дальневосточного  
государственного технического рыбохозяйственного университета  
690091, г. Владивосток, ул. Светланская, 25