

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



**Научный
журнал**

Основан в 2002 г.

16+

**ВЫПУСК
34**

2015



Петропавловск-Камчатский

ISSN 2079-0333



Научный
журнал

ВЕСТНИК Камчатского государственного технического университета

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

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

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

ВЫПУСК

34

2015

Петропавловск-Камчатский

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

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

EDITORIAL BOARD

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

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Белавина О.А., Швецов В.А., Адельшина Н.В., Пахомова В.В., Пахомов В.А. Зависимость продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от начальной температуры материала пробы	6
Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы	12
Матвиенко С.А., Костенко А.В., Лукичев А.В., Сакно О.П. Развитие ресурсосберегающих технологий финишной отделочно-упрочняющей обработки при изготовлении деталей машин	19
Соловьев И.С., Мандрикова О.В. Программная система по обработке и анализу геомагнитных данных	24
Чермошнцева А.А., Шулюпин А.Н. Расчет течений в пароводяных геотермальных скважинах по математическим моделям WELL	29

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Клочкова Т.А., Клочкова Н.Г., Очеретяна С.О., Ким Г.Х. Влияние долговременного обезвоживания на морские зеленые водоросли <i>Prasiola delicata</i> и <i>Rosenvingiella constricta</i> (Chlorophyta, Prasiolales)	33
Литвиненко А.В., Ефанов В.Н. Современное состояние и перспективы развития аквакультуры в Сахалинской области	46
Лопатина (Писарева) Н.А. Особенности биологии развития <i>Porphyra miniata</i> (Bangiales, Rhodophyta) в Авачинском заливе в разных экологических условиях	54
Мартынов А.В., Санамян Н.П., Коршунова Т.А. Обзор фауны заднежаберных моллюсков дальневосточных морей России: <i>Pleurobranchomorpha</i> , <i>Doridida</i> и <i>Nudibranchia</i>	62
Панина Е.Г., Степанов В.Г. Видовой состав голотурий дальневосточных морей России, VI: семейство <i>Psolidae</i> (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida)	88

РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Бильчинская С.Г., Сюльжин И.Н., Чернявский Ю.А., Шабинская Е.В. Анализ двухкомпонентной модели системы управления экономическими кластерами региона	102
Гаврилов С.В. База активного опытного лова – родоначальник Камчатского тралового флота	108
Попова С.А. Анализ ценообразования на конкурентном рынке рыбной продукции в рыбохозяйственном комплексе Камчатского края	114
Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей	123
Правила оформления рукописей статей	125

Contents

SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

Belavina O.A., Shvetsov V.A., Agelshina N.V., Pakhomova V.V., Pakhomov V.A. Dependence of the operation duration of drying the gold-quartz ores geological samples from the initial temperature of the sample	6
Belov O.A. The methodology of analysis and monitoring of ship safety as difficult technical-organizational system	12
Matvienko S.A., Kostenko A.V., Lukichov A.V., Sakno O.P. Development of resource-saving technologies of finishing strengthening processing during manufacture of the machine parts	19
Solovev I.S., Mandrikova O.V. Program system on geomagnetic data processing and analysis	24
Chermoshentseva A.A., Shulyupin A.N. The calculation of steam-water flow in geothermal wells by mathematical models WELL	29

SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

Klochkova T.A., Klochkova N.G., Ocheretyana S.O., Kim G.H. Effect of long-term desiccation on the marine green algae <i>Prasiola delicata</i> and <i>Rosenvingiella constricta</i> (Chlorophyta, Prasiolales)	33
Litvinenko A.V., Efanov V.N. Current status and prospects of aquaculture development in the Sakhalin region	46
Lopatina (Pisareva) N.A. Peculiarities of biology of <i>Porphyra miniata</i> (Bangiales, Rhodophyta) in Avacha Gulf in different conditions of man-made pollution	54
Martynov A.V., Sanamyan N.P., Korshunova T.A. Review of the opisthobranch mollusc fauna of Russian Far Eastern seas: Pleurobranchomorpha, Doridida and Nudibranchia	62
Panina E.G., Stepanov V.G. List of species of the sea cucumbers (Holothuroidea) in the Far-Eastern seas of Russia, VI. Family Psolidae (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida)	88

SECTION III. SOCIO-ECONOMIC AND PUBLIC SCIENCES

Bilchinskaya S.G., Siulzhyn I.N., Chernyavskiy Yu.A., Shabinskaya E.V. Two-component economic clusters of the region management system and its analysis	102
Gavrilov S.V. Base of dynamic, experimental catch is father of Kamchatka minesweeping fleet	108
Popova S.A. Pricing analysis of in a competitive market of fish production in the fishery complex of Kamchatka region	114
Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication	123
Manuscripts guidelines	125

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 553.411.08

О.А. Белавина¹, В.А. Швецов¹, Н.В. Адельшина²,
В.В. Пахомова³, В.А. Пахомов¹

¹Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003;

²Военный восточный округ Министерства обороны РФ, Петропавловск-Камчатский, 683000;

³ОАО «Камчатгеология», Петропавловск-Камчатский, 683016

e-mail: oni@kamchatgtu.ru

**ЗАВИСИМОСТЬ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ОПЕРАЦИИ СУШКИ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБ КВАРЦЕВЫХ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД
ОТ НАЧАЛЬНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ МАТЕРИАЛА ПРОБЫ**

Исследована зависимость продолжительности операции сушки геологических проб золотосодержащих руд от начальной температуры материала пробы. Показано, что можно повысить экспрессность подготовки проб к анализу за счет сокращения операции сушки геологических проб на два часа.

Ключевые слова: сушка лабораторных проб, микроволновая печь, продолжительность операции сушки, влажность проб, кварцевые золотосодержащие руды.

O.A. Belavina¹, V.A. Shvetsov¹, N.V. Agelshina², V.V. Pakhomova³, V.A. Pakhomov¹ (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ² Eastern Military Region of the Ministry of Defence of the Russian Federation, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000; ³JSC «Kamchatgeology», Petropavlovsk-Kamchatsky, 683016) **Dependence of the operation duration of drying the gold-quartz ores geological samples from the initial temperature of the sample**

The dependence of the operation duration of drying the gold-quartz ores geological samples from the initial temperature of the sample was examined. It is shown that it is possible to increase the sample preparation rapidity for analysis by reducing the geological samples drying operation by two hours.

Key words: laboratory samples drying, a microwave oven, the duration of drying, the moisture content of the samples, quartz-gold ores.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-6-11

Обоснование направления исследований

Операция сушки геологических проб является важной составной частью подготовки проб минерального сырья к анализу [1–3]. Поэтому совершенствование процесса сушки геологических проб минерального сырья является актуальной задачей [4–6]. Наиболее перспективным методом сушки является сушка проб в микроволновой печи [6–8].

В работе [7] предложено устройство для сушки проб в микроволновой печи и методика операции сушки. Однако стоимость предлагаемого устройства высока (224 000 руб.) [9]. Авторы работы [7] предлагают сушить пробу в микроволновой печи (мощность печи 1000 Вт) в течение 15 мин после выдержки пробы в течение двух часов в помещении с температурой воздуха от 15 до 30°C. Подогрев пробы в помещении в течение двух часов значительно снижает экспрессность анализа (пробирного, атомно-абсорбционного и других видов анализа) проб золотосодержащих руд. При этом авторы работы [7] не указывают начальную влажность проб, подвергаемых сушке, которая, согласно результатам работ [10, 11], является одним из основных факторов, влияющих на скорость операции сушки. Поэтому необходимо установить, можно ли достичь высокой [7] скорости сушки при максимальной начальной влажности проб, равной примерно 20% [10, 11], и использовании наиболее дешевых (3000 руб.) [12] микроволновых печей с номинальной мощностью 700 Вт. Следует отметить, что в работах [10, 11] исследовано влияние на процесс сушки

проб в дешевых бытовых микроволновых печах следующих основных факторов: начальной и конечной влажности материала проб, массы проб, уровня мощности СВЧ-излучения печи.

На основании результатов этих исследований разработана методика сушки проб кварцевых золотосодержащих руд [11], которая позволяет рассчитать необходимую продолжительность операции сушки в зависимости от начальной и конечной влажности материала проб, массы проб, уровня мощности СВЧ-излучения печи. Однако эта методика рассчитана на использование ее при нормальных температурных условиях, а именно в производственных помещениях с температурой воздуха $18\pm 2^\circ\text{C}$ [13]. Однако в теплый период года из-за постоянной работы мощных сушильных шкафов температура в производственных лабораториях превышает 20°C , в холодный период года температура в дробильных цехах не превышает 15°C вследствие использования интенсивной вытяжной вентиляции. Следует отметить, что мощность сушильных шкафов примерно 10 кВт, это приводит к значительным дополнительным расходам электроэнергии на подготовку проб к анализу. Часто пробы в производственные лаборатории поставляются геологами с температурой материала ниже 15°C , и при этом необходимо обеспечить максимальную экспрессность определения золота [3]. Поэтому необходимо исследовать процесс сушки проб геологических кварцевых золотосодержащих руд в микроволновой печи, выполняемых в помещениях при существующих температурных отклонениях от нормального режима.

Цель настоящей работы – исследование зависимости продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от начальной температуры материала пробы.

Экспериментальная часть Материалы и оборудование

Для сушки проб кварцевой золотосодержащей руды использовали бытовую микроволновую печь MS – 1744W фирмы LG ElectronicsInc, мощностью 700 Вт. Материал геологических кварцевых золотосодержащих проб, дробленых до крупности минус 1 мм, взвешивали на весах лабораторных ВЛТК-500г-М. Температуру материала пробы измеряли с помощью термпары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра М-838). Материал пробы помещали в пластиковый контейнер.

Методика исследования

Материал проб массой примерно 650–700 г взвешивали на весах лабораторных ВЛТК-500г-М, высушивали до постоянной массы (масса считается постоянной, если разность результатов двух последующих взвешиваний не превышает 0,05% от массы пробы [14]). При достижении постоянной массы проб материал проб считали сухим. Из материала сухой пробы отбирали навеску массой 500 г [15]. Затем в материал навески добавляли воду в количестве 20% (от массы пробы). Выбор величины влажности пробы обусловлен результатами работ [10, 11], согласно которым скорость процесса сушки проб резко снижается (на 25%), если начальная влажность проб составляет 20%. Пробы выдерживали в помещениях с различной температурой в течение двух часов, для достижения заданной температуры материала пробы. Затем измеряли исходную температуру материала проб с помощью термпары ТХА и электроизмерительного прибора (мультиметра М-838). После этого пробы в пластиковом контейнере постоянной емкости (0,75 л) и массы (36,5 г) помещали в микроволновую печь и сушили в течение 18 мин [11], при номинальном уровне мощности СВЧ-излучения (700 Вт). При этом пробы вынимали из печи через определенные промежутки времени, измеряли температуру материала пробы и взвешивали пробу (с точностью до десятых грамма) на весах лабораторных ВЛТК-500г-М. Затем определяли массовую долю удаленной влаги. Всего было выполнено шесть экспериментов, результаты которых приведены в табл. 1–6 и на рис. 1.

Эксперименты и их обсуждение

Эксперимент № 1. Сушили пробу с начальной температурой материала пробы 11°C . За расчетное время нагрева (18 мин) проба не высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 5,8%), поэтому время сушки увеличили на 4 мин.

Результаты эксперимента приведены в табл. 1, зависимость остаточной влажности пробы, с начальной температурой материала 11°C , от времени нагрева приведена на рис. 1. Пробу с остаточной влажностью 1,6% можно направлять на операцию тонкого измельчения [16].

Таблица 1

Результаты эксперимента № 1

Время нагрева, мин	Температура материала пробы, °С	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	11	600,0	20,0	Проба темная, однородная
8	90	590,5	18,1	
13	92	559,0	11,8	
18	94	529,0	5,8	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
22	97	508,0	1,6	Проба светлая, по периметру контейнера тонкая темная полоса

Эксперимент № 2. Сушили пробу с начальной температурой материала 13°С. За расчетное время нагрева (18 мин) проба высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 1,0%). Результаты эксперимента приведены в табл. 2, зависимость остаточной влажности пробы, с начальной температурой материала пробы 13°С, от времени нагрева приведена на рис. 1.

Таблица 2

Результаты эксперимента № 2

Время нагрева, мин	Температура материала пробы, °С	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	13	600,0	20,0	Проба темная, однородная
5	94	592,0	18,4	
10	94	554,5	10,9	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
15	95	519,5	3,9	Проба в центре светлая, по периметру контейнера тонкая темная полоса
18	96	505,0	1,0	Проба светлая, однородная

Эксперимент № 3. Сушили пробу с начальной температурой материала пробы 19°С. За расчетное время нагрева (18 мин) проба высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 0,7%). Однако при этом температура материала пробы составила 143°С, что превысило установленное значение 135°С [11] и привело к слипанию материала и образованию комков. Поэтому время нагрева следует уменьшить на 1–2 мин. Результаты эксперимента приведены в табл. 3, зависимость остаточной влажности пробы, с начальной температурой материала 19°С, от времени нагрева приведена на рис. 1.

Таблица 3

Результаты эксперимента № 3

Время нагрева, мин	Температура материала пробы, °С	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	19	600,0	20,0	Проба темная, однородная
3	76	599,0	19,8	
13	96	529,5	5,9	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
18	143	503,5	0,7	Проба светлая, неоднородная (слипшиеся комки, при разбивании пылят)

Эксперимент № 4. Сушили пробу с начальной температурой материала 23°С. За расчетное время нагрева (18 мин) проба высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 0,6%), но при этом температура материала пробы достигла 165°С, что превысило установленное значение 135°С [11] и привело к слипанию материала, образованию комков и оплавлению контейнера. Следовательно, время нагрева следует уменьшить. Результаты эксперимента приведены в табл. 4, зависимость остаточной влажности пробы, с начальной температурой материала 23°С, от времени нагрева приведена на рис. 1.

Таблица 4

Результаты эксперимента № 4

Время нагрева, мин	Температура материала пробы, °C	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	23	600,0	20,0	Проба темная, однородная
10	94	546,5	9,3	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
18	165	503,5	0,6	Проба светлая, неоднородная (слипшиеся комки, при разбивании пылят), контейнер оплавился

Зависимость остаточной влажности проб с различной начальной температурой от времени нагрева

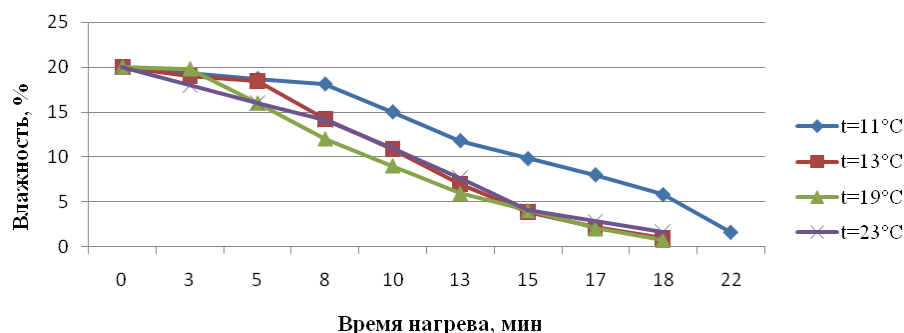


Рис. 1. Графики зависимостей остаточной влажности проб с различной начальной температурой от времени нагрева

Эксперимент № 5. Сушили пробу с начальной температурой материала пробы 23°C в течение 17 мин. За это время проба высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 1,4%), при этом температура материала пробы составила 122°C, что не превысило установленного значения 135°C [11]. По мнению авторов, время нагрева можно еще уменьшить. Результаты эксперимента приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты эксперимента № 5

Время нагрева, мин	Температура материала пробы, °C	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	23	600,0	20,0	Проба темная, однородная
8	85	570,5	14,1	
13	96	538,0	7,6	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
17	122	508,0	1,4	Проба светлая, по периметру контейнера тонкая темная полоса

Эксперимент № 6. Сушили пробу с начальной температурой материала пробы 23°C в течение 15 мин. За это время проба высохла до требуемого [16] уровня (остаточная влажность составила 1,6%), при этом температура материала пробы составила 115°C, что не превысило установленного значения 135°C [11]. Авторы считают, что данное время операции сушки пробы является оптимальным. Результаты эксперимента приведены в табл. 6.

Таблица 6

Результаты эксперимента № 6

Время нагрева, (мин)	Температура пробы, (°C)	Масса пробы, г	Влажность пробы, %	Результат визуального наблюдения
0	23	600,0	20,0	Проба темная, однородная
10	92	544,5	8,9	Образовалась поверхностная корка, пробу перемешали
15	115	507,0	1,6	Проба светлая, по периметру контейнера тонкая темная полоса

Выводы

Из результатов экспериментов 1–6 следует, что при начальной температуре материала пробы в диапазоне 13–20°C время сушки пробы можно рассчитать по формуле [11]:

$$5 \leq \tau = K \cdot m \cdot (W1 - W2) / P,$$

где τ – продолжительность операции нагревания пробы, мин; K – коэффициент пропорциональности, зависящий от физико-химических свойств руды и типа печи, $\frac{\text{мин} \cdot \text{Вт}}{\text{кг} \cdot \%}$, $K \leq 10^4$, определяется экспериментально для каждого типа руды; m – масса геологической пробы, кг; $W1$ – массовая доля влаги в исходной пробе, % $W2$ – установленное [16] значение массовой доли влаги в подсушенной пробе, %; $W2 \leq 3,0\%$; P – мощность электропечи, Вт.

При снижении температуры материала пробы до 11°C время сушки необходимо увеличить на 4 мин от расчетной [11] величины. При увеличении температуры материала пробы до 23°C время сушки следует уменьшить на 3 мин от расчетной [11] величины.

Литература

1. Пробоотбирание и анализ благородных металлов: справочник / под ред. И.Ф. Барышникова. – М.: Металлургия, 1978. – 432 с.
2. Карпов Ю.А., Савостин А.П. Методы пробоотбора и пробоподготовки. – М.: Бином. Лаборатория знаний, 2003. – 243 с.
3. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений: моногр. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
4. Альбов М.Н. Опробование месторождений полезных ископаемых. – М.: Недра, 1965. – 239 с.
5. Сажин Б.С. Основы техники сушки. – М.: Химия, 1984. – 320 с.
6. Гельперин Н.И. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1981. – 812 с.
7. Руководство по эксплуатации лабораторной установки для определения влажности сыпучих материалов ВС-1. РЭ 00.205.000. Асбест. – 2002. – 13 с.
8. Особенности микроволновой сушки [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ingredient.su/news/40> (дата обращения 16.05.12).
9. Каталог. Лабораторная установка для исследования различных способов сушки материалов [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.measlab.ru/jWRH> (дата обращения 16.06.2015).
10. Исследование процесса сушки лабораторных проб кварцевых золотосодержащих руд в микроволновой печи / О.А. Белавина, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина, П.А. Белозёров // Вестник КамчатГТУ. – 2013. – Вып. 23. – С. 9–13.
11. Способ сушки геологических проб золотосодержащих руд в микроволновой печи: патент на изобретение № 2502060 / В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина; заявл. 26.04.2012 г.; заявка № 2012117470; опубл. 20.12.2013, Бюл. № 35.
12. Микроволновки Samsung [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.propagandahistory.ru.>1161/Mikrovolnovki-Samsung/> (дата обращения 16.06.2015).
13. СанПиН 2.2.4.548-96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений [Электронный ресурс]. – URL: <http://tehnopost.kiev.ua/otoplenie/12-komfortnaia-temperatura.html> / (дата обращения 29.10.2015).
14. ГОСТ 13170-80. Руды и концентраты цветных металлов. Метод определения влаги [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gosthelp.ru/gost/gost23574.html> / (дата обращения 23.03.2010).
15. ОСТ 41-08-249-85. Управление качеством аналитической работы. Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР. – М.: ВИМС, 1985. – 32 с.
16. Исследование влияния влажности лабораторных проб кварцевой золотосодержащей руды на операцию тонкого измельчения проб / О.А. Белавина, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, В.В. Пахомова, В.А. Пахомов, П.А. Белозёров // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2014. – Т. 80, № 4. – С. 73–75.

Информация об авторах
Information about authors

Белавина Ольга Александровна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru

Belavina Olga Aleksandrovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Research officer of science and innovation department; oni@kamchatgtu.ru

Швецов Владимир Алексеевич – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор химических наук; доцент; профессор кафедры электро- и радиооборудования судов; oni@kamchatgtu.ru

Shvetsov Vladimir Alekseevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Doctor of chemical sciences; Associate Professor; Professor of Elctro- and Radioequipment of Ships Chair; oni@kamchatgtu.ru

Адельшина Наталья Владимировна – Военный восточный округ Министерства обороны РФ; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер 718 регионального экологического центра; oni@kamchatgtu.ru

Adelshina Natalya Vladimirovna – Eastern Military Region of the Ministry of Defence of the Russian Federation; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Engineer of 718th Regional Ecological Centre; oni@kamchatgtu.ru

Пахомова Вера Владимировна – ОАО «Камчатгеология»; 683016, Россия, Петропавловск-Камчатский; начальник центральной лаборатории; oni@kamchatgtu.ru

Pakhomova Vera Vladimirovna – JSC «Kamchatgeology»; 683016, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Head of Central laboratory; oni@kamchatgtu.ru

Пахомов Владимир Александрович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; oni@kamchatgtu.ru

Pakhomov Vladimir Aleksandrovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Undergraduate; oni@kamchatgtu.ru

УДК 62-192:629.5

О.А. Белов

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

МЕТОДОЛОГИЯ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ СУДНА КАК СЛОЖНОЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Общей задачей проектирования и эксплуатации сложных организационно-технических систем является обеспечение их безопасности. Решение этой задачи требует системного подхода, и наряду с конструктивно-технологическими мероприятиями важное значение имеют анализ и контроль безопасности в период технической эксплуатации. Современное судно является сложной организационно-технической системой, и обеспечение его безопасности связано с рядом аспектов. Научный аспект безопасности судов связан с разработкой новых методов исследования и оценки безопасности, позволяющих своевременно предотвратить возникновение и развитие опасной ситуации. Технические аспекты безопасности связаны с обеспечением надежности и живучести системы, а также организацией оптимального технического обслуживания ее элементов. Учитывая важность человеческого фактора с точки зрения безопасности системы, необходимы анализ и контроль эргономических факторов. Особое место в этом направлении занимает профессиональная подготовка оператора и создание эффективных экспертных систем. Экономические последствия и значимость ущерба от аварий и катастроф подтверждают актуальность совершенствования безопасности сложных организационно-технических систем, в том числе за счет своевременного финансирования противоаварийных мероприятий.

Ключевые слова: организационно-техническая система, безопасность, человеческий фактор, аварийная ситуация, опасное состояние, конструктивные мероприятия, профессиональная подготовка, эффективность, уровень готовности.

O.A. Belov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) The methodology of analysis and monitoring of ship safety as difficult technical-organizational system

The general problem of projection and operation of difficult technical-organizational system is guarantee of their safety. The solution of this problem demands systems approach. The analysis and monitoring of safety at the period of technical maintenance have importance meaning along with constructive-technological measures. The modern ship is also difficult technical-organizational system and the guarantee of its safety is concerned with a number of aspects. The scientific aspect of the ship safety connects with working out new methods of research and safety estimation, permitting to prevent the occurrence and development of the dangerous situation in proper time. The technical aspects of safety are concerned with guarantee of system reliability and survivorship, as well organization of optimal maintenance of its elements. Taking into account the importance of human factor in the point of view of system safety, it is necessary to conduct analysis and monitoring of ergonomic factors. The training of operator and creation of effective expert system hold the special place in this aspect. Economic consequence and amount of catastrophe detriment corroborate the urgency of perfection of difficult technical-organizational system safety which can be made at the expense of opportune financing of anti-damage measures.

Key words: technical-organizational system, safety, human factor, contingency, dangerous state, constructive measures, training, efficacy, level of readiness.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-12-18

Введение

Снижение аварийности и повышение безопасности всегда было одним из ведущих мотивов при создании кораблей и судов. Однако, несмотря на высокий уровень их конструктивной надежности, продолжают происходить морские катастрофы с человеческими жертвами. Примера-

ми этого являются катастрофы с такими высоконадежными техническими системами, как АПЛ «Комсомолец», «Курск», К-159 и другие менее значимые аварии, не получившие большого общественного резонанса. Кроме риска для жизни человека, с авариями и гибелью кораблей и судов связаны огромные экономические потери и социальные проблемы.

Обеспечение безопасности сложных организационно-технических систем является предметом специальных научных исследований [1]. Эта задача стоит перед проектировщиками и строителями судов, а также перед эксплуатирующими их организациями. Сложность проблемы заключается в том, что судно может быть построено в полном соответствии с существующими требованиями, но, тем не менее, попасть в катастрофу, так как обстоятельства, явившиеся причиной аварии, не были и не могли быть предусмотрены. Снижение риска в использовании судов по назначению может быть достигнуто только на основании системного подхода. Обеспечение безопасности судов представляет собой сложную и многогранную проблему, включающую в себя научные, технические, эргономические и экономические аспекты.

Научный аспект обеспечения безопасности

В настоящее время проблеме безопасности и аварийности, а также отдельным ее аспектам посвящено много работ. Например, в монографии И.А. Рябинина [2] приведен список, состоящий из 170 работ. В большей части они посвящены научному аспекту безопасности, перед которым стоит задача разработки теории безопасности ответственных объектов и технических систем. Первоочередной задачей теории является разработка методов количественной оценки риска возникновения той или иной аварии и прогнозирование ее возможных последствий. Наиболее трудным препятствием на пути создания этой теории является огромный перечень всех ситуаций, которые могут привести техническую систему в опасное состояние, и малый объем статистического материала. Несмотря на это, ведутся активные исследования по теории безопасности, научный аспект которой направлен на разработку следующих основных положений:

- методов исследования аварийных ситуаций,
- методов моделирования опасных ситуаций,
- критериев и норм безопасности,
- методов оценки уровней безопасности,
- оптимизация структуры организационно-технических систем по критерию безопасности.

Среди методов исследования аварийных ситуаций наиболее разработанными являются методы, основанные на теории графов и алгебры логики [3]. Сущность этих методов заключается в том, что на основе тщательного и конкретного анализа объекта и физики воздействия на него неблагоприятных факторов определяются все возможные опасные состояния системы, затем выявляются причины, которые могут привести к катастрофе. По каждому опасному состоянию ведется анализ отказов ее конструктивных элементов или цепочки отказов до тех пор, пока не будет найден выход из строя конкретного узла, инициирующего отказ элемента. В результате такого подхода строятся так называемое дерево отказов или логические функции.

Для практического использования этих методов исследования аварийных ситуаций необходимо максимально конкретизировать и сформулировать суть опасного состояния, ограничить объект исследования разумными пределами, использовать строгую логику и тщательность перебора возможных ситуаций для составления сценария развития событий, переводящих систему в опасное состояние. Такой анализ можно вести как «снизу вверх», то есть от опасного состояния до инициирующего события, так и «сверху вниз» – от первоначальной причины к опасному состоянию.

Для моделирования опасного состояния, как правило, используются графоаналитические, вероятностные и логико-вероятностные модели. Они позволяют объективно выявлять наиболее опасные объекты, причины возникновения опасных ситуаций, условия, влияющие на дальнейшее развитие событий в опасном направлении, характер развития событий во времени, и другие обстоятельства, способные повлиять на безопасность людей. Наиболее эффективными для использования являются логико-вероятностные модели, пригодные не только для технических, но и для организационно-технических систем.

Моделирование всегда сопряжено с необходимостью использования большого объема статистического материала. Основу большинства моделей составляют первоначальные, редкие события, не поддающиеся учету (нарушение правил эксплуатации, курение в неположенных мес-

тах и пр.), поэтому возникает проблема количественной оценки частоты возникновения первопричинных событий и условий их появления. Эта проблема требует решения для определения факторов, подлежащих приоритетному учету.

Количественная оценка уровня безопасности осуществляется с помощью критериев опасности и норм безопасности, основанных на понятии риска. Оценка риска или его последствий осуществляется расчетным путем в наиболее приемлемых единицах, например, таких как число человеческих жертв, экологический ущерб, или в вероятностной форме. Несмотря на то, что исследователи относительно недавно обратились к проблеме безопасности, имеются количественные оценки риска в тех или иных условиях. Например, в работе [1] приведены масштабы риска смерти, измеряемые в человеко-часах в земных условиях: от естественной среды обитания – $(1 \div 2) \cdot 10^{-12}$ до спортивных автогонок – $(5 \div 10) \cdot 10^{-4}$ человек в час, в том числе для рыболовных судов – $(5 \div 10) \cdot 10^{-7}$ человек в час.

В монографии [2] приводятся данные по потерям судов и рекомендуются для использования в расчетах следующие средние значения аварий различных категорий:

- столкновения судов – 10,3%,
- посадка на грунт – 33,1%,
- опрокидывания – 38,9%,
- пожары и взрывы – 17,7%.

В работе [4] приведена интенсивность различных аварий на судне из-за возможных происшествий за год:

- морские происшествия – $5,9 \cdot 10^{-5}$ 1/сут,
- пожары – $5,1 \cdot 10^{-5}$ 1/сут,
- затопления помещений – $9 \cdot 10^{-5}$ 1/сут,
- отказы технических средств – $7,6 \cdot 10^{-4}$ 1/сут.

В инженерном плане для измерения риска часто рекомендуется использовать вычисление вероятности возникновения ущерба большого масштаба или математическое ожидание этого ущерба. Решение вероятностных задач должно сопровождаться большим статистическим материалом, который зачастую отсутствует, а при небольшой выборке может приводить к определенным расхождениям результатов. Однако они позволяют дать нижние оценки вероятности предотвращения опасности и выработать рекомендации, защищающие системы от попадания в опасное состояние, а также найти наиболее эффективные средства защиты в чрезвычайных ситуациях.

Завершая анализ научного аспекта безопасности, следует подчеркнуть, что появление чрезвычайных ситуаций не может носить массовый характер, не поддается экспериментальной проверке и имеет характер существенной неопределенности. Теория безопасности должна опираться на такой аппарат, который служит не столько для определения математической меры безопасности, сколько помогает найти конкретные практические меры защиты от попадания системы в опасные состояния.

Технический аспект обеспечения безопасности

Технический аспект обеспечения безопасности связан с конструктивными мероприятиями, закладываемыми в процессе проектирования и строительства судна, и с техническим обслуживанием и ремонтом судна, проводимыми в процессе эксплуатации.

Конструктивные мероприятия обеспечивают главные составляющие безопасности – надежность и живучесть сложной технической системы.

Разработанная к настоящему времени теория надежности позволяет создавать высоконадежные технические устройства и системы путем повышения надежности отдельных элементов, составляющих систему, за счет введения структурной и временной избыточности, применения взаимозаменяемости и восстановления, а также иных мер, гарантирующих отказоустойчивость систем. В настоящее время для технических средств судовой электроэнергетической системы как наиболее ответственного оборудования вероятность безотказной работы за 3000 часов составляет $P = 0,971$, а для остального судового оборудования в среднем $P = 0,929$.

Созданы руководящие документы по расчету надежности и экспериментальные стенды для проведения испытаний. Однако именно для сложных технических систем могут возникнуть необычные сочетания событий, вероятность каждого из которых мала, но при их совместном маловероятном возникновении наступает критический момент, приводящий систему в опасное состояние.

Усилия, направленные на повышение надежности при проектировании, необходимы, но они не всегда обеспечивают безопасность. В процессе эксплуатации происходит естественное старение и износ механизмов и узлов, отказы отдельных элементов [5]. Для поддержания корабля в технической и боевой готовности предусматриваются техническое обслуживание и ремонт, а также модернизация с внедрением новых определенных конструктивных решений, направленных на повышение надежности и живучести. Соотношение указанных факторов в системе безопасности представлено на рис. 1.

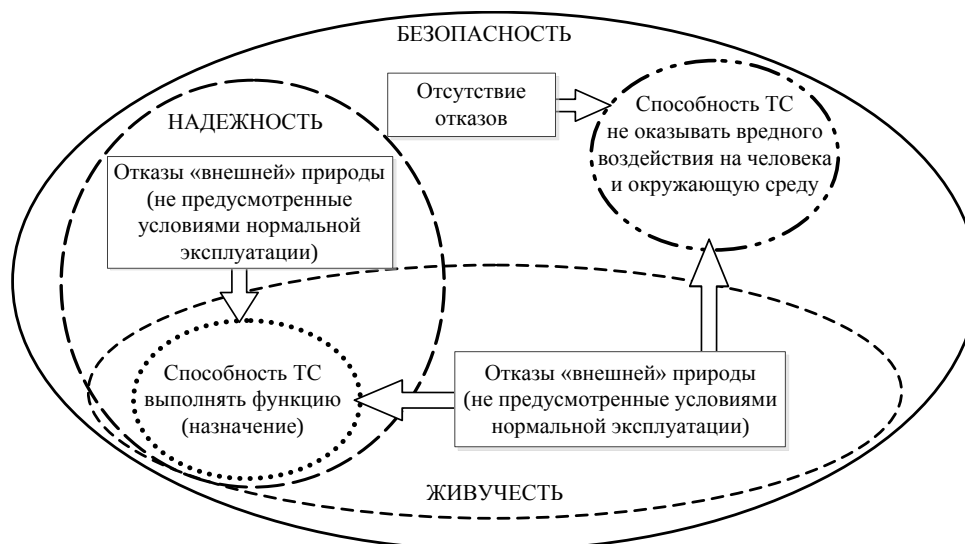


Рис. 1. Соотношение свойств надежности, живучести и безопасности сложной технической системы

Техническое обслуживание представляет собой комплекс организационно-технических мероприятий, выполняемых в основном силами экипажа. Оно проводится с целью:

- поддержания технических средств для постоянной готовности к действию;
- своевременного выявления и устранения неисправностей;
- предупреждения преждевременного износа узлов и деталей механизмов;
- поддержания параметров работы и характеристик технических средств в установленных нормах между плановыми ремонтами.

Современный уровень развития корабельных технических средств и средств диагностирования свидетельствует о возможности применения (по отдельности или в различных комбинациях) следующих принципиально отличных стратегий технического обслуживания и ремонта:

- по календарному плану и наработке;
- по уровню надежности;
- по отказу;
- по состоянию;
- смешанной многоуровневой стратегии.

В настоящее время используется в основном стратегия технического обслуживания и ремонта по календарному плану и наработке, а для некоторых механизмов и узлов – по отказу. Она основана в целом на инструкциях по планово-предупредительным осмотрам и ремонтам технических средств судна и на инструкциях по эксплуатации для отдельно взятого судового узла и механизма. Основными положениями данных инструкций определена периодичность, виды и объем осмотров и ремонтов, организация и сроки их проведения.

Основная нагрузка на выявление предотказного состояния технических средств ложится на практический опыт обслуживающего персонала. Как правило, все инструкции по эксплуатации имеют в своем составе так называемые перечни наиболее часто встречающихся или возможных неисправностей, в которых описаны внешние проявления и дополнительные признаки неисправностей, вероятностные причины и возможные методы их устранения. Однако для современной сложной судовой техники подобных указаний часто бывает недостаточно при обеспечении ее безопасного функционирования.

Анализ опыта эксплуатации судового электрооборудования показывает, что стратегия технического обслуживания по календарному плану и наработке приводит к значительному перерасходу трудовых и материальных ресурсов. Причем выполнение заранее назначенного объема работ в установленные сроки для большинства сложных изделий не уменьшает вероятность возникновения отказов, а для некоторого оборудования, например, для сложных объектов судовой автоматики, увеличивает поток послеремонтных отказов.

Одним из направлений повышения эффективности контроля технического состояния судового оборудования является переход к стратегии обслуживания технических средств по их фактическому состоянию. В ее основе лежит совокупность правил по диагностированию и прогнозированию технического состояния и остаточного ресурса механизмов и узлов, базирующаяся на теории, методах и средствах технической диагностики. Задачами стратегии являются: оценка работоспособности технических средств, поиск неисправностей элементов и узлов, а также прогнозирование их технического состояния.

Для перевода на систему технического обслуживания и ремонта по состоянию суда должны быть:

- оснащены комплектом универсальных средств диагностирования и неразрушающего контроля с инструкциями по контролю исправности, наладке, настройке и использованию по назначению;
- снабжены нормативно-технической документацией или технологическими инструкциями с методиками контроля состояния оборудования средствами диагностирования;
- укомплектованы специалистами, прошедшими подготовку по использованию средств диагностирования, которые применяются для технического обслуживания и ремонта.

Эргономический аспект обеспечения безопасности

Эргономический аспект обеспечения безопасности охватывает все стороны функционирования сложной организационно-технической системы: обслуживающий персонал, судовые технические средства, внешнюю среду. Ввиду того что обслуживающий персонал участвует на всех этапах использования судна по назначению, наиболее остро вопросы обеспечения безопасности силами персонала проявляются в случаях нарушения работоспособности оборудования и отказов отдельных его элементов, а также незапланированного изменения условий внешней среды, грозящих привести к опасной ситуации. Обслуживающий персонал в этих условиях является звеном последовательной цепи управления в опасной ситуации, и сбой в его работе усугубляет опасность в значительной степени [6].

Учет человеческого фактора для обеспечения безопасности связан с решением следующих основных задач:

- эргономическое обеспечение разработки безопасных человеко-машинных систем;
- эргономические аспекты обеспечения безопасных действий в чрезвычайных ситуациях;
- профессиональный отбор и подготовка персонала по безопасности в учебных заведениях, на тренажерах, на кораблях.

Учет эргономических факторов осуществляется при эргономическом проектировании сложных организационно-технических систем, под которым понимается решение всего комплекса вопросов, связанных с включением человека в ту или иную систему управления. Основными задачами эргономического проектирования являются: формулировка назначения системы управления и возлагаемых на нее функций, определение рациональной степени автоматизации управления, то есть определение рационального распределения функций между человеком и машиной и разработка алгоритмов деятельности управленческого персонала. В настоящее время эргономика в основном прошла стадию научного развития, которая позволила дать количественную оценку различным характеристикам оператора: надежности, быстродействия, вероятности безошибочного выполнения операций и т. д.

Более сложными и недостаточно исследованными вопросами являются эргономические аспекты обеспечения безопасных и безошибочных действий оператора в чрезвычайных и аварийных ситуациях. На долю человеческого фактора приходится от 50 до 80% всех отказов сложных технических систем. При возникновении аварийной ситуации даже опытному оператору необходим период адаптации, что приводит к запаздыванию принятия решений и управляющих воздействий. Кроме того, развитие аномальных ситуаций происходит в сторону ухудшения с такой скоростью, при которой оператор не может справиться с переработкой информации для

принятия правильного решения, а его стрессовое состояние не позволяет ему правильно оценить ситуацию и найти первопричину, то есть инициирующее событие. Поэтому весьма актуальным является вопрос создания системы интеллектуальной или информационной поддержки оператора на базе цифровой вычислительной техники, работающей в диалоговом режиме как советчик оператора. Методы и средства искусственного интеллекта сделали возможным создание систем, в которых информация о текущих параметрах рабочих процессов в механизмах, устройствах и аппаратах проходит обработку и поступает на видеоконтрольные терминалы в форме, удобной для принятия решения, а именно:

- обобщенная оценка текущего состояния;
- первопричина аварийной ситуации;
- рекомендации обслуживающему персоналу;
- оперативный прогноз развития событий.

Однако создание экспертных систем требует более углубленного анализа эргономического аспекта безопасности. В настоящее время проектировщики систем «человек-машина» почти не располагают исходными данными о деятельности человека в диалоговых компьютеризированных системах, у них отсутствуют интегральные критерии оценки правильности действия оператора, выбора оптимальной степени автоматизации и т. д.

Эргономические аспекты обеспечения безопасной деятельности оператора неразрывно связаны с профессиональным отбором и подготовкой обслуживающего персонала. Необходимость профессионального психологического отбора обусловлена высокими требованиями к способностям человека при включении его в сложную техническую систему «человек-судно», а также значимостью ошибок, допущенных в процессе аварии.

Экономический аспект обеспечения безопасности

Опасность нельзя понимать как что-то ненормальное, случайное. В практической деятельности людей изначально существует потенциальная опасность, которая обуславливается неявным, неочевидным характером ее проявления при определенных, иногда трудно предсказуемых условиях. Международная статистика свидетельствует, что экономический ущерб от аварий, несчастных случаев и катастроф достигает 8–15% от национального дохода страны, что составляет значительную сумму в денежном выражении. В то же время исследования по оценке риска аварий также весьма дороги. Например, вероятностный анализ риска конкретной атомной электростанции в США требует затрат до двух миллионов. Отсюда возникает экономический аспект проблемы безопасности.

Следуя [7], рассмотрим пример повышения безопасности некоторого гипотетического устройства. На рис. 2 представлены возможные изменения строительных и эксплуатационных затрат (кривая 1), а также экономический эффект использования дополнительного устройства для обеспечения снижения риска для человеческой жизни.

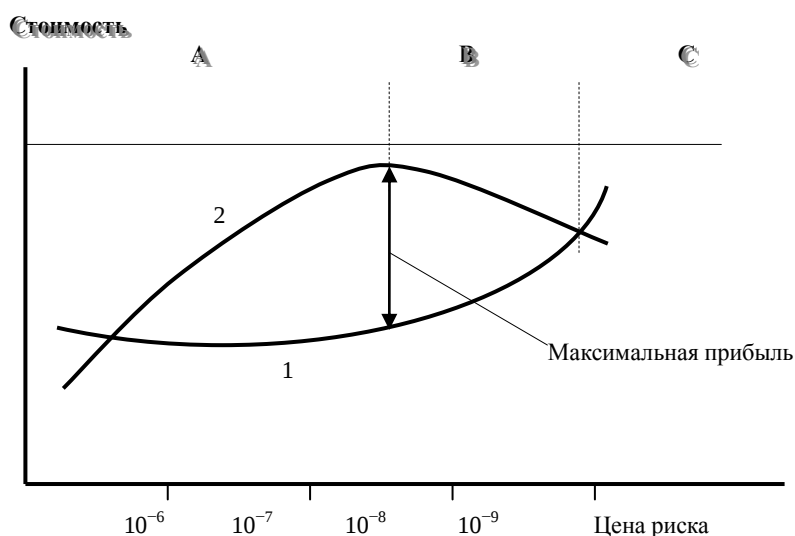


Рис. 2. Экономический эффект использования средств безопасности

На некотором интервале с ростом безопасности устройства доход от его эксплуатации (кривая 2) будет увеличиваться. Это можно объяснить возрастающей надежностью, сокращением простоев и затрат на ликвидацию экономических последствий аварий. Однако существует предел, при достижении которого доход не может перекрыть затраты. Прибыль сокращается, возможны даже убытки.

Таким образом, меры, направленные на повышение безопасности, могут рассматриваться в следующих экономических ситуациях (рис. 2): А – увеличение прибыли, В – уменьшение прибыли, С – возрастание убытков.

В интервале, обозначенном буквой А, решение о принятии конкретных технических решений с целью уменьшения риска не связано с какими-либо трудностями. В более трудном положении находятся лица, принимающие решения в ситуациях В и С, так как цена риска может оцениваться в том числе и в человеческих жизнях.

Обеспечение безопасности достигается за счет увеличения затрат на проектирование и строительство судов, эксплуатацию, техническое обслуживание и ремонт, на подготовку обслуживающего персонала. Статистика показывает, что при десятилетнем сроке эксплуатации на техническое обслуживание электрооборудования судов необходимо затратить в 10 раз больше финансовых средств, чем на его проектирование. Это говорит о том, что гораздо эффективнее закладывать основы безопасности и надежности в конструкцию при проектировании, чем ожидать, пока оборудование откажет, и производить ремонт.

Заключение

Таким образом, несмотря на достаточно малый период пристального внимания к проблемам безаварийности и безопасности, к настоящему времени развиты различные методы снижения опасности эксплуатации и длительного хранения сложных организационно-технических систем. Они решают эти проблемы с научной, технической, эргономической и экономической точек зрения. Однако большинство из них должно быть направлено на обеспечение безопасности будущих проектируемых и строящихся судов. Для судов, находящихся в эксплуатации, решение этих проблем возможно за счет качественного анализа и контроля безопасности, основанного на реализации организационно-технических мероприятий, технического обслуживания и ремонта, обучения и подготовки обслуживающего персонала.

Литература

1. *Половко А.М.* Надежность, живучесть и безопасность технических систем. – Л.: Знание, 1992. – 240 с.
2. *Рябинин И.А., Парфенов Ю.М.* Надежность, живучесть и безопасность корабельных электроэнергетических систем. – СПб.: ВМА, 1997. – 430 с.
3. *Можжаев А.С.* Общий логико-вероятностный метод анализа надежности сложных систем. – Л.: ВМА, 1988. – 67 с.
4. *Северцев П.А.* Надежность сложных систем в эксплуатации при наработке. – М.: Высшая школа, 1989. – 428 с.
5. *Белов О.А.* Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник АГТУ. Серия «Морская техника и технология». – 2015. – № 3. – С. 96–102.
6. *Белов О.А.* Оценка технической готовности системы с учетом влияния человеческого фактора // Вестник КамчатГТУ. – 2014. – Вып. 30. – С.11–16.
7. *Хенли Э.Д., Кумамото Х.* Надежность технических систем и оценка риска. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

Информация об авторе Information about author

Белов Олег Александрович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; заведующий кафедрой электро- и радиооборудования судов; beloff.oa@gmail.ru

Belov Oleg Aleksandrovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Candidate of technical sciences; Head of Electro- and radioequipment of ships chair; beloff.oa@gmail.ru

УДК 621.793/.795:621.8

С.А. Матвиенко¹, А.В. Костенко², А.В. Лукичев¹, О.П. Сакно¹¹Донецкая академия автомобильного транспорта, Донецк, 83086;²Камчатский государственный технический университет,

Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: andr13kost@list.ru

РАЗВИТИЕ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ФИНИШНОЙ ОТДЕЛОЧНО-УПРОЧНЯЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Рассмотрены существующие методы отделочно-упрочняющей обработки (ОУО). Предложен перспективный с точки зрения ресурсосбережения и экологической безопасности способ звуковой резонансной отделочно-упрочняющей обработки в квазиупругой среде (ЗРООКУС).

Ключевые слова: отделочно-упрочняющая обработка, резонанс, квазиупругая среда, износ, структура поверхности.

S.A. Matvienko¹, A.V. Kostenko², A.V. Lukichov¹, O.P. Sakno¹ (¹Donetsk Academy of Motor Transport; Donetsk, 83086; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Development of resource-saving technologies of finishing strengthening processing during manufacture of the machine parts**

The article deals with existing methods of finishing strengthening processing (FSP). Perspective in terms of resource-saving and ecological safety way of sound resonance finishing strengthening processing in the quasi-elastic environment (SRFSPQEE) is offered.

Key words: finishing strengthening processing, resonance, quasi-elastic environment, deterioration, surface structure.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-19-23

Постановка проблемы

Основным резервом экономии материальных и природных ресурсов, энергосбережения и экологической безопасности окружающей среды является применение новых ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий ОУО деталей. Параметры поверхностного слоя (ПС) существенно влияют на параметры надежности и эксплуатационные свойства деталей: износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для обеспечения заданного свойства ПС детали необходимо обеспечить характеристики поверхности, которые непосредственно влияют на необходимые свойства, а именно равновесную шероховатость, являющуюся функционально ориентированным показателем, характеризующим эксплуатационные свойства рассматриваемого узла трения. Исследования, направленные на повышение качества рабочих поверхностей деталей и повышение их износостойкости путем применения современных высокоэффективных технологий, являются актуальными для различных отраслей народного хозяйства.

Цель работы – разработка прогрессивной ресурсосберегающей технологии отделочной обработки деталей машин, позволяющей уменьшить время приработки при эксплуатации деталей и повысить износостойкость рабочих поверхностей деталей сопряжений.

Анализ последних исследований

Инновационные технологии, позволяющие снизить затраты энергии и ресурсов, обеспечить наилучшую технологичность, повысить износостойчивость, усталостную прочность и коррозионную стойкость основаны на различных методах обработки металлов. Ресурсосберегающие технологии позволяют экономить природные ресурсы и избегать загрязнения окружающей среды [1]. Известно большое количество методов ОУО деталей машин [2]. Каждый из них имеет как свои преимущества, так и недостатки. Современные методы финишной обработки позволяют получать заданную точность, но не всегда обеспечивают рациональное качество рабочей поверхности детали. Применяемые способы отделки, упрочнения и нанесения износостойчивых

покрытий не всегда позволяют получить удовлетворительную комбинацию необходимого уровня эксплуатационных характеристик трибосистем с приемлемыми технологичностью, ремонтнопригодностью и экономичностью процессов изготовления и ремонта деталей.

Анализ исследований показал широкие возможности вибрационной ОУО в области улучшения эксплуатационных качеств рабочих поверхностей деталей. Широкое применение находят квазиупругие среды. Установление равновесной шероховатости, уменьшение времени приработки, замена дорогих материалов и оборудования на менее дорогие обеспечивают ресурсосбережение при производстве и снижение себестоимости продукции.

С учетом поставленных задач перспективными энергосберегающими технологиями ОУО являются вибрационные комбинированные методы обработки в квазиупругих средах. В основу методов положен процесс технологического поверхностного пластического деформирования (ППД), который позволяет, варьируя технологическими режимами обработки и составом рабочей среды, получить заданное качество поверхности с минимальными затратами [3].

Отделочно-упрочняющая обработка в вязких активных средах, как разновидность технологии ППД, снижает динамическую нагрузку в поверхностном слое путем формирования тонких износостойчивых пленок на контактирующих поверхностях деталей. При этом колебательный процесс в масляном слое полностью демпфируется, повышая его влияние на несущую способность и, соответственно, эксплуатационную надежность деталей. Виброобработка в квазиупругих средах является довольно перспективным направлением, которое открывает широкие возможности управления качеством поверхности.

Целесообразность применяемого способа финишной обработки детали в каждом отдельном случае зависит от ряда факторов:

- условия работы деталей пар трения;
- величины износа и характера изнашивания.

При разработке нового энергосберегающего метода ОУО ставились следующие задачи:

- исключить непроизводительные потери энергии;
- уменьшить затраты энергии и трудоемкость отделочно-упрочняющих операций и как следствие уменьшить себестоимость финишной обработки детали;
- исключить использование дефицитных и дорогих материалов;
- использовать энергию естественных процессов.

Структурная схема ЗРООКУС, позволяющая управлять получаемыми свойствами, показана на рис. 1.

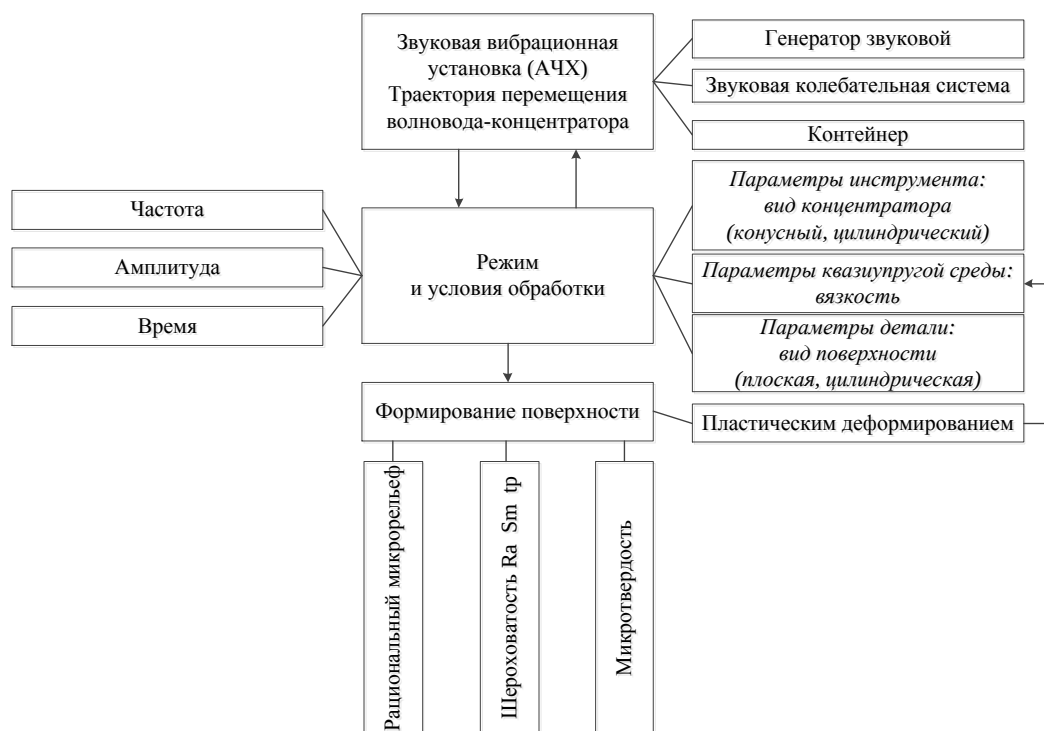


Рис. 1. Структурная схема управления процессом ЗРООКУС

Физическая сущность ЗРООКУС следующая: деталь погружается в контейнер с рабочей жидкостью и осуществляет гармонические колебания в квазиупругой среде, влияя на частицы граничного слоя среды и заставляя их осуществлять вынужденные колебания. Рабочая среда близ тела, которое колеблется в резонансном режиме, деформируется, и в ней возникают упругие силы. При взаимодействии с рабочей средой профиль поверхностного слоя детали пластично деформируется и микрогеометрия поверхности приближается к равновесному (эксплуатационному) состоянию. В поверхностном слое возникают сжимающие напряжения, которые способствуют повышению усталостной прочности и износостойчивости, значительно снижается шероховатость поверхности обработанной детали. Модель разработки технологического процесса показана на рис. 2.



Рис. 2. Модель ЗРООКУС

Параметры качества поверхности, влияющие на износостойкость и долговечность деталей, достигаются на этапах механической и отделочной обработок. В процессе колебаний детали возникают напряжения, в поверхностном слое усиливаемые за счет сопротивления, оказываемого квазиупругой средой. Особенность метода заключается в том, что рабочая среда легко приобретает формы обрабатываемой поверхности, которая обеспечивает относительную равномерность отделочной обработки и возможность обрабатывать детали сложной формы [4]. Схема разработанной установки для ЗРООКУС приведена на рис. 3.

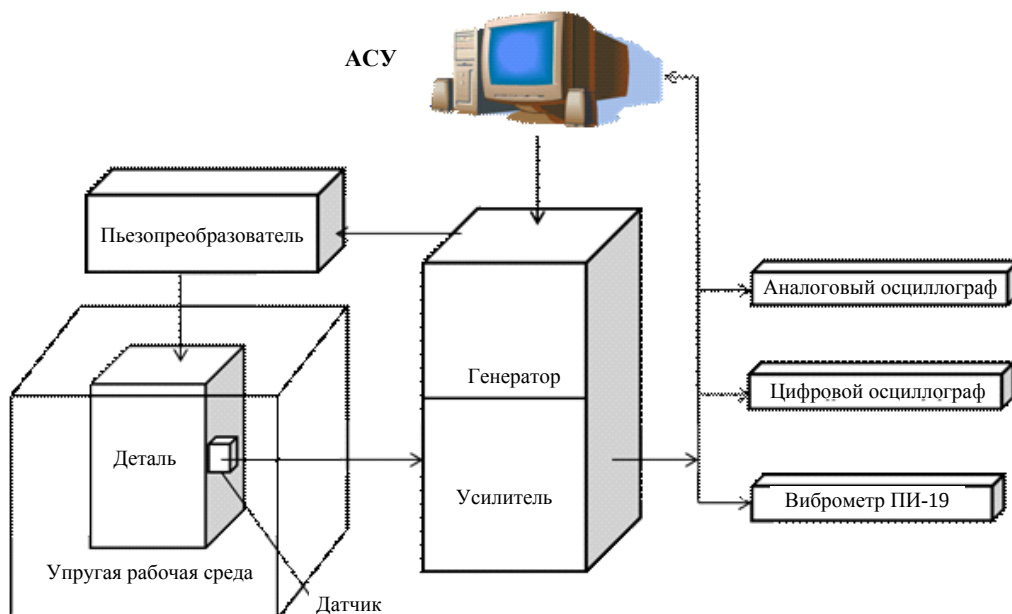


Рис. 3. Принципиальная схема вибрационной установки

Обработка ведется на одной из собственных частот колебаний детали в резонансном режиме. Момент возникновения резонанса в системе «генератор-деталь» фиксируется системой управления на базе ПК с осуществлением автоматической подстройки резонансной частоты, после чего ультразвуковая колебательная система работает с заданной частотой вынужденных колебаний. Полное использование вынужденного импульсного сигнала обеспечивает жесткое соединение детали с концентратором пьезопреобразователя. Генератор импульсов формирует короткие мощные импульсы, которые подаются на пьезопреобразователь. Механический импульс передается заготовке, вызывая ее вынужденные колебания с амплитудой до 50 мкм, и фиксируется вибродатчиком, превращаясь в электрический сигнал, который усиливается и подается на входы измерительной аппаратуры. Время обработки 6–15 мин, в зависимости от марки металла и предварительной механической обработки. Формирование новых структур и микрогеометрии ПС при ЗРООКУС вызывает изменение физико-механических свойств, которые в свою очередь повышают износостойчивость и усталостную прочность рабочих поверхностей пар трения.

Основной элемент вибрационной установки – задающий генератор со следующими техническими характеристиками: напряжение питания генератора ~65 В, 50 Гц; максимальная мощность генератора 0,4 кВА; импульсная мощность 0,1–30 кВА; длительность импульсов 20–25 мкс; мощность цепей управления 0,1 кВА.

Виброобработка образцов из алюминиевых сплавов и стали 45 приводит к незначительному увеличению микротвердости 10–15% на глубине 100–250 мкм. Обработка позволяет получить сжимающее остаточное напряжение величиной 100–120 МПа на глубине 0,3–0,6 мм. Шероховатость уменьшается на 20–30%. Сглаживаются вершины микронеровностей поверхностного слоя. Качество поверхности при ЗРООКУС значительно приближается к равновесному состоянию.

Износостойкость обработанных образцов повышается. Ниже представлены зависимости относительного износа для образцов, изготовленных из стали 45 (рис. 4 и 5).

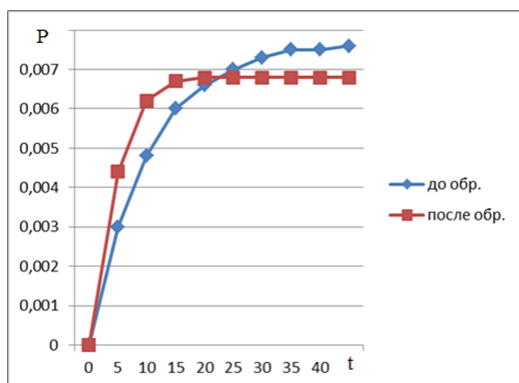


Рис. 4. Зависимость относительного износа по размеру (P) во времени (t)

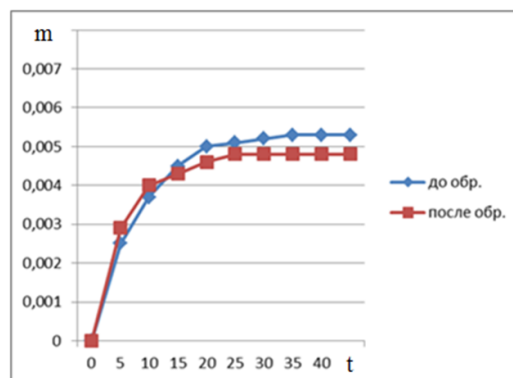


Рис. 5. Зависимость относительного износа по массе (m) во времени (t)

Время приработки образцов составляет 20 мин после обработки и 30 мин до обработки. Относительный износ в 1,15 раза меньше после проведенной обработки.

Процесс характеризуется комплексным действием на детали и их ПС ряда факторов, вызванных вибрацией в резонансном режиме. Множество микроударов частей технологической жидкости в разных направлениях обеспечивают равномерное действие на всю обрабатываемую поверхность. В результате создаются условия для процессов многократной деформации.

Целевая направленность формирования параметров сводится к получению равновесного комплекса параметров ПС рабочих поверхностей деталей сопряжений. Данный способ обработки позволяет создать промышленную технологию обработки, позволяющую формировать качество ПС, приближенное к эксплуатационному, при минимальных затратах энергии и ресурсов.

Обработке ЗРООКУС могут подлежать рабочие поверхности ответственных деталей узлов трения: детали приводных и распределительных механизмов, диски, втулки, пальцы и т. д. Могут обрабатываться все детали, имеющие центральные сквозные отверстия, используемые для базирования и закрепления с концентратором. Можно обрабатывать детали с цилиндрическими, коническими и другими криволинейными поверхностями.

Выводы

Актуальной является задача разработки теоретических и экспериментальных зависимостей параметров ЗРООКУС одновременно с обеспечением эксплуатационных параметров поверхности, то есть функционально ориентированная обработка. Это позволит выбирать режимы обработки оптимальные с точки зрения качества и энергосбережения для заданных условий эксплуатации.

Литература

1. Кулик Ю.Г. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии: конспект лекций в ключевых словах и понятиях. – Н. Новгород: ВГАВТ, 2004. – 65 с.
2. Повышение износостойкости деталей грузовых автомобилей технологическими методами: анализ и перспективы развития / С.А. Матвиенко, Е.И. Донченко, А.В. Лукичев, А.А. Писанец // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. – 2012. – № 4. – С. 78–86.
3. Ковалевський С.В., Матвієнко С.А. Особливості енергозберігаючих технологій зміцнення робочих поверхонь деталей автомобілів // Логістика промислових регіонів: матеріали III Міжн. наук.-практ. конф. (Донецьк-Святогорськ, 06-09 квітня 2011 року) – Донецьк, 2011. – С. 373–376.
4. Моделювання коливальних процесів при фінішній зміцнювальній віброобробці в пружному середовищі / С.В. Ковалевський, С.А. Матвієнко, О.Ю. Деньщиков, О.В. Лукичов // Зб. наук. пр. (галузеве машинобудування, будівництво). – Полтава: ПолтНТУ, 2012. – Вип. 2(32), т. 1. – С. 93–99.

Информация об авторах Information about authors

Матвиенко Сергей Анатольевич – Донецкая академия автомобильного транспорта; 83086, Донецк; старший преподаватель кафедры технической эксплуатации автомобилей; serge-matvienko@yandex.ru

Matvienko Sergej Anatolevich – Donetsk Academy of Motor Transport; Donetsk, 83086; Senior tutor of Vehicles maintenance chair; serge-matvienko@yandex.ru

Костенко Андрей Викторович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры технологических машин и оборудования; andr13kost@list.ru

Kostenko Andrej Viktorovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Candidate of technical sciences; Associate Professor; Assistant professor of Technological machinery and equipment chair; andr13kost@list.ru

Лукичев Александр Владимирович – Донецкая академия автомобильного транспорта; 83086, Донецк; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей; a_lukichov@mail.ru

Lukichev Aleksandr Vladimirovich – Donetsk Academy of Motor Transport; Donetsk; 83086, Candidate of technical sciences; Associate Professor; Assistant professor of Vehicles technical maintenance chair; a_lukichov@mail.ru

Сакно Ольга Петровна – Донецкая академия автомобильного транспорта; 83086, Донецк; кандидат технических наук; доцент кафедры технической эксплуатации автомобилей; sakno-o@yandex.ru

Sakno Olga Petrovna – Donetsk Academy of Motor Transport; Donetsk, 83086; Candidate of technical sciences; Associate Professor; Assistant professor of Vehicles technical maintenance chair; sakno-o@yandex.ru

УДК 004.4:550.38

И.С. Соловьев^{1,2}, О.В. Мандрикова^{1,2}

¹*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 684034;*

²*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kamigsol@yandex.ru*

ПРОГРАММНАЯ СИСТЕМА ПО ОБРАБОТКЕ И АНАЛИЗУ ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ

Работа направлена на создание прикладных методов и программных средств по изучению динамических процессов в магнитосфере в периоды магнитных бурь. В работе представлена программная система по анализу вариаций геомагнитного поля, основу которой составляют авторские методы и алгоритмы. Система позволяет оценивать состояние геомагнитного поля и выделять геомагнитные возмущения, возникающие в периоды повышенной солнечной активности и магнитных бурь. К системе организован свободный доступ через сеть Интернет.

Ключевые слова: магнитная буря, геомагнитные данные, вейвлет-преобразование, цифровая обработка сигналов.

I.S. Solov'ev^{1,2}, O.V. Mandrikova^{1,2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Paratunka, Kamchatka, 684034). **Program system on geomagnetic data processing and analysis**

The work is aimed to creation of applied methods and software tools for the study of dynamic processes in the magnetosphere during magnetic storms. The software system is presented in the paper for analyze the variations of the geomagnetic field, which is based on the author's methods and algorithms. The system allows us to assess the condition of the geomagnetic field and allocate geomagnetic disturbances, arising during periods of increased solar activity and magnetic storms. There is a free access to the system through the Internet.

Key words: magnetic storm, the geomagnetic data, the wavelet transformation, digital signal processing.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-24-28

Введение

Изменения вариаций магнитного поля Земли связаны с различными геофизическими процессами и имеют сложную внутреннюю структуру, что делает малоэффективными традиционные методы для их обработки и анализа [1–9]. В периоды возмущений в вариациях поля возникают локальные особенности различной формы, длительности и амплитуды. Они характеризуют возмущенность поля и содержат важную информацию о характере развития магнитной бури [1–9]. Авторами на основе вейвлетов разработан метод описания вариации геомагнитного поля и созданы алгоритмы по выделению геомагнитных возмущений и оценке их интенсивности [1, 2]. Разработанные средства составили основу представленной программной системы. При обработке используются минутные значения горизонтальной составляющей вектора напряженности магнитного поля Земли. В системе поддерживается формат данных IAGA2002, принятый международной сетью геомагнитных обсерваторий INTERMAGNET. Также реализованы функции пространственно-временного анализа, что позволяет выполнять анализ геомагнитных событий по цепочке станций регистрации. В данной работе описаны методы обработки и продемонстрированы возможности применения системы.

Оценка интенсивности геомагнитных возмущений

Оценка интенсивности геомагнитных возмущений выполняется на основе непрерывного вейвлет-преобразования данных, определяемого формулой:

$$W_{\Psi} f_{b,a} := |a|^{-1/2} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \Psi\left(\frac{t-b}{a}\right) dt, \quad f \in L^2(R), a, b \in R, a \neq 0, \quad (1)$$

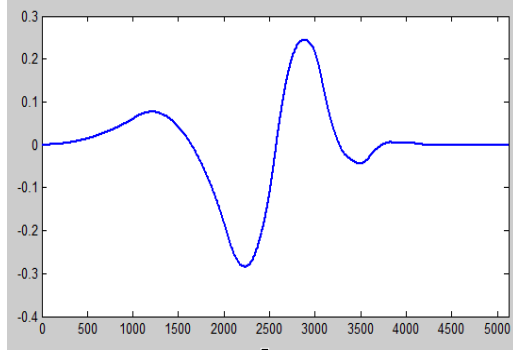


Рис. 1. Вейвлет Добеши порядка 3

где a – масштаб Ψ – базисный вейвлет. В программе используется базисный вейвлет Добеши порядка 3 (рис. 1), имеющий следующие свойства: несимметричный, ортогональный, обладает компактным носителем.

Замечание 1. Если базисный вейвлет Ψ имеет компактный носитель, равный $[-\Omega, \Omega]$, то носитель $\Psi_{b,a}$ на масштабе a равен $[b - \Omega a, b + \Omega a]$. Точка ξ содержится в носителе $\Psi_{b,a}$, если $|b - \xi| \leq \Omega a$.

Замечание 2. Преобразование (1) выполняется численно по алгоритму, аналогичному алгоритму, реализованному в системе Matlab. Перед выполнением преобразования (1) для уменьшения влияния краевого эффекта временной ряд данных $f_N = \{f_n\}_{n=\frac{0}{N}}$ дополняется значениями по правилу:

$$f_{N+2L} = \{f_L, \dots, f_2, f_1, f_0, \dots, f_N, f_{N-1}, f_{N-2}, \dots, f_{N-L}\},$$

где $L = \Omega * a_{\max}$, $(2\Omega + 1)$ – носитель вейвлета (см. Замечание 1), $a_{\max}$ – наибольший масштаб вейвлет-преобразования. После выполнения вейвлет-преобразования коэффициенты $W_{\Psi} f_{b,a}$, соответствующие дополненным значениям, удаляются. Интенсивность геомагнитных возмущений в момент времени $t = b$ на анализируемом масштабе a оценивается на основе величины [1, 2]:

$$e_{b,a} = |(W_{\Psi} f)(b, a)|. \quad (2)$$

Интенсивность возмущений поля в $t = b$ оценивается по формуле:

$$E_b = \sum_a e_{b,a}. \quad (3)$$

Выделение периодов слабой и сильной геомагнитной активности

Выделение периодов слабой и сильной геомагнитной активности выполняется на каждом масштабе a на основе применения пороговых функций [1, 2]:

$$P_{T_{a,1}}(e_{b,a}) = \begin{cases} 0, & \text{если } e_{b,a} < T_{a,1} \\ e_{b,a}, & \text{если } e_{b,a} \geq T_{a,1} \end{cases}, \quad P_{T_{a,2}}(e_{b,a}) = \begin{cases} 0, & \text{если } e_{b,a} < T_{a,2} \\ e_{b,a}, & \text{если } e_{b,a} \geq T_{a,2} \end{cases}, \quad (4)$$

где пороговые значения $T_{a,1}$ позволяют выделить слабые и сильные возмущения, а пороговые значения $T_{a,2}$ – сильные возмущения.

Идентификация порогов $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$ выполнялась путем оценки апостериорного риска [10]. В оценках для определения степени возмущенности геомагнитного поля использовались значения индекса геомагнитной активности K (K -индекса). Экспериментальной базой являлись гео-

магнитные данные обсерватории «Паратунка» (Камчатский край) за период 2002–2010 гг. Путем обработки «спокойных» дней (трехчасовые значения K -индекса которых не превышали значения 1, а суммарные суточные не превышали значения 8) на каждом масштабном уровне a были оценены пороговые значения $T_{a,1}$. На основе обработки «слабовозмущенных» дней (трехчасовые значения K -индекса которых не превышали значения 4, а суммарные суточные не превышали значения 18) на каждом масштабном уровне a были оценены пороговые значения $T_{a,2}$. Результаты расчета $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$ для различных масштабных уровней a показаны на рис. 2.

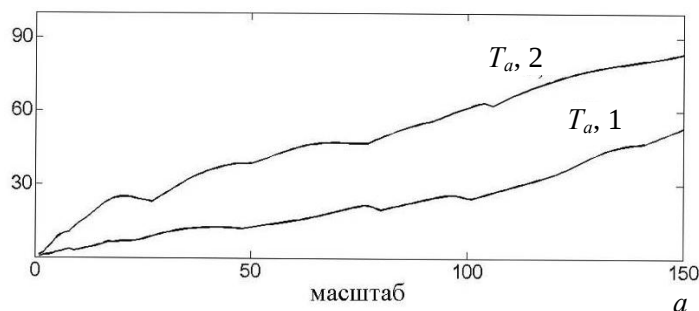


Рис. 2. Результаты расчета пороговых значений $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$.
На оси ox отмечены масштабные уровни a ,
на оси oy – значения $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$

Принципы работы в системе

Система доступна через сеть Интернет по адресу <http://www.ikir.ru:8280/lsaserver/MagneticPage.jsp>. Управляющее окно компоненты показано на рис. 3.

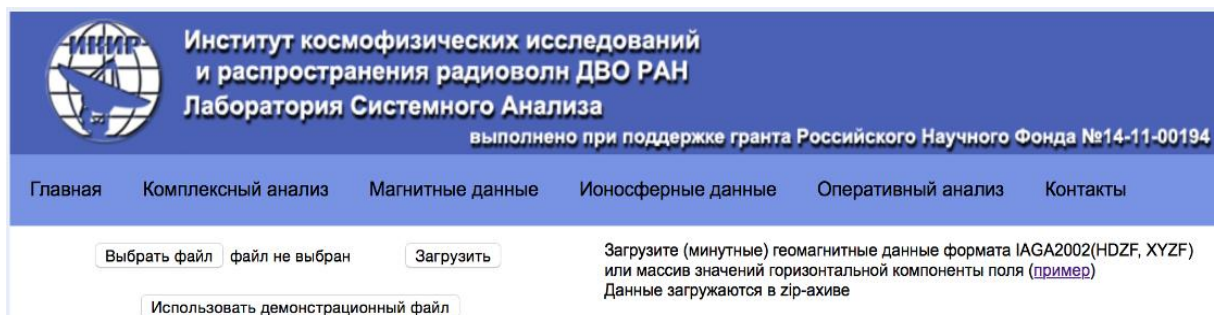


Рис. 3. Управляющее окно программной системы

Графические окна, представленные на рис. 3, имеют следующие основные элементы управления:

- Выбрать файл – выбор файла для анализа.
- Загрузить – загрузка выбранного файла. Для пространственно-временного анализа в систему последовательно загружаются данные нескольких станций.
- Использовать демонстрационный файл – использование специального файла для демонстрации работы системы.
- Обработать данные – переход на страницу обработки и анализа загруженных данных.

На рис. 4 представлен пример обработки данных в системе (используются магнитные данные станций «Магадан» и «Паратунка» за период с 9 сентября 2014 г. по 15 сентября 2014 г.). Анализируемое событие 12 сентября 2014г. вызвало возмущения в магнитном поле Земли (рис. 4, з). В 3:55 по результатам обработки данных выделены периоды сильной геомагнитной активности, что соответствует главной фазе бури. Анализ результатов показывает, что за двое суток до начала магнитной бури на основе алгоритмов в системе выделены периоды слабой активности поля (рис 4, в), которые могут служить предвестниками данного события.

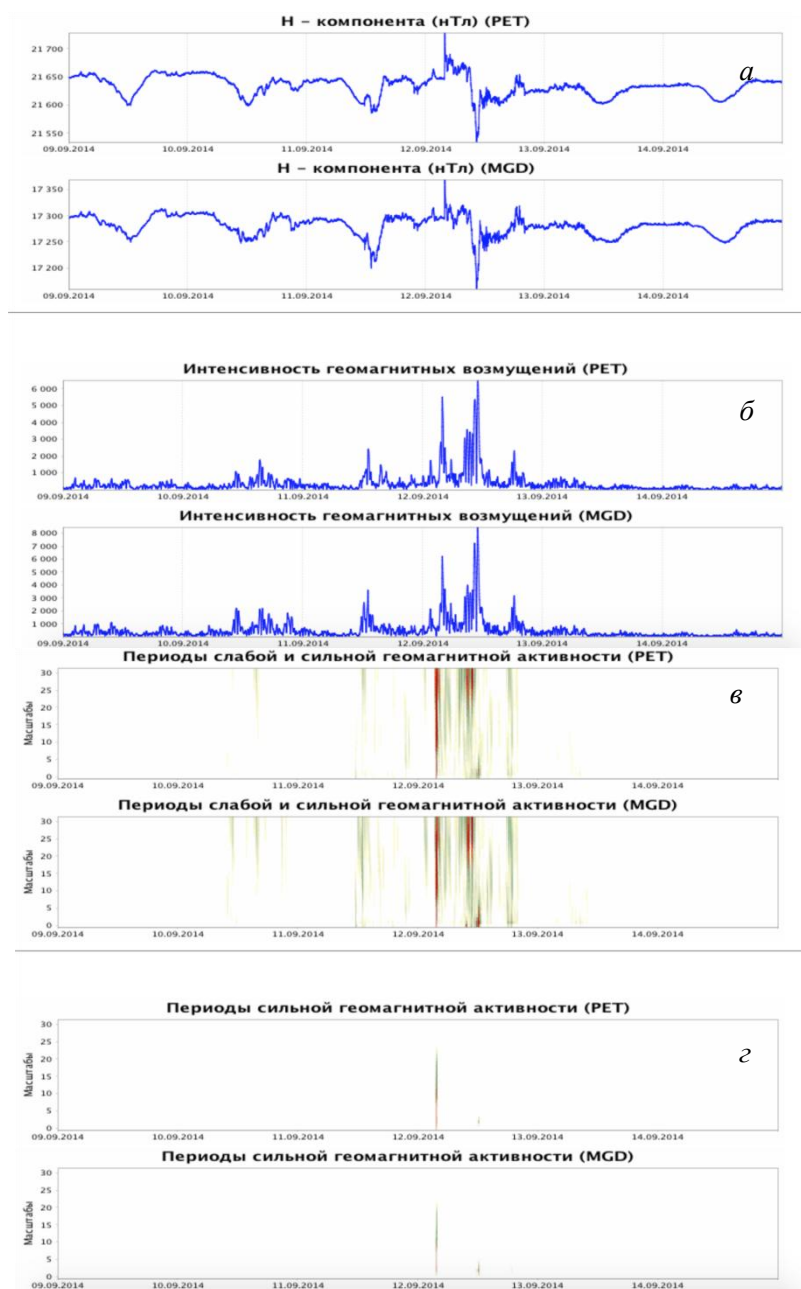


Рис. 4. Результат обработки данных станции «Магадан» и «Паратунка» за период с 09.09.2014 г. по 14.09.2014 г.: а – горизонтальная составляющая поля; б – интенсивность геомагнитных возмущений, рассчитывается на основе формулы (3); в – выделенные периоды слабой и сильной геомагнитной активности, рассчитывается на основе формулы (4) с использованием порога $T_{a,1}$; г – выделенные периоды сильной геомагнитной активности, рассчитывается на основе формулы (4) с использованием порога $T_{a,2}$

Выводы

В работе описана программная система по обработке и анализу геомагнитных данных, позволяющая в периоды повышенной солнечной активности оценивать состояние геомагнитного поля и выделять периоды слабой и сильной геомагнитной активности. Анализ магнитной бури 12 сентября 2014 г. показал перспективность применения разработанной системы для исследования развития магнитосферных возмущений и прогноза космической погоды. Реализованные в системе алгоритмы позволили выделить период главной фазы бури и моменты развития слабой геомагнитной активности, возникшие за двое суток до начала магнитной бури. Программная система доступна через сеть Интернет по адресу ikir.ru:8280/lserver/.

Работа выполнена при поддержке гранта РНФ №14-11-00194.

Литература

1. Analysis of the Earth's magnetic field variations on the basis of a wavelet-based approach / *O. Mandrikova, I. Solovjev, V. Geppener, A-KR. Taha, D. Klionskiy* // *Digit Signal Process.* – 2013. – Vol. 23 – P. 329–339
2. *Mandrikova O.V., Solovjev I.S., Zalyaev T.L.* Methods of analysis of geomagnetic field variations and cosmic ray data // *Earth Planet Space.* – 2014. – Vol. 66. – I. 1. – doi:10.1186/s40623-014-0148-0.
3. Systematic examination of the geomagnetic storm sudden commencement using multi resolution analysis/ *A.G. Hafez, E. Ghamry, H. Yayama, K. Yumoto* // *Advances in Space Research.* – 2013. – №. 51. – P. 39–49.
4. *Huang N.E., Wu Z.* A review on Hilbert-Huang transform: Method and its applications to geophysical studies // *Reviews of Geophysics.* – 2008. – Vol. 46. – I. 2. – doi:10.1029/2007RG000228.
5. Wavelet-based index of magnetic storm activity / *A. Jach, P. Kokoszka, J. Sojka, L. Zhu* // *J. Geophys. Res.* – 2006. – Vol. 111. – doi:10.1029/2006ja011635.
6. *Rotanova N., Bondar T., Ivanov V.* Wavelet Analysis of Secular Geomagnetic Variations // *Geomagnetism and Aeronomy.* – 2004. – Vol. 44. – P. 252–258.
7. Automated recognition of spikes in 1 Hz data recorded at the Easter Island magnetic observatory / *A. Soloviev, A. Chulliat, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, S. Agayan, A. Peltier, B. Heumez* // *Earth Planets Space.* – 2012. – Vol. 64. – P. 743–752.
8. Wavelet-based multiscale analysis of geomagnetic disturbance / *N. Zaourar, M. Hamoudi, M. Manda, G. Balasis, M. Holschneider* // *Earth Planets Space.* – 2013. – Vol. 65. – P. 1525–1540.
9. An assessment study of the wavelet-based index of magnetic storm activity (WISA) and its comparison to the Dst index / *Z. Xu, L. Zhu, J. Sojka, P. Kokoszka, A. Jach* // *J. Atmos. Solar-Terr. Phys.* – 2008. – Vol. 70. – P. 1579–1588.
10. *Левин Б.П.* Теоретические основы статистической радиотехники. Изд. 2-е. – М.: Советское радио, 1975. – 392 с.

Информация об авторах Information about authors

Соловьев Игорь Сергеевич – Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН; 684034, Россия, с. Паратунка; кандидат технических наук; старший научный сотрудник лаборатории системного анализа; kamigsol@yandex.ru

Solovjev Igor Sergeevich – Institute of Cosmophysics Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; Paratunka Village, Russia, 684034; Candidate of technical sciences; Senior researcher of systems analysis laboratory; kamigsol@yandex.ru

Мандрикова Оксана Викторовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук; доцент; профессор кафедры систем управления; oksanam1@mail.ru

Mandrikova Oksana Viktorovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Doctor of technical sciences; Associate Professor; Professor of Control systems chair; oksanam1@mail.ru

УДК 532.529:620.91

А.А. Чермошенцева¹, А.Н. Шулюпин²¹ Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003;² Институт горного дела ДВО РАН, Хабаровск, 680000

e-mail: allachermoshentseva@mail.ru

**РАСЧЕТ ТЕЧЕНИЙ В ПАРОВОДЯНЫХ ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ
ПО МАТЕМАТИЧЕСКИМ МОДЕЛЯМ WELL**

Представлен обзор разработанных авторами математических моделей семейства WELL для расчета течений в пароводяных геотермальных скважинах.

Ключевые слова: математическая модель, пароводяное течение, режимы течения, скважина.

A.A. Chermoshentseva¹, A.N. Shulyupin² (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, ² Mining Institute of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Khabarovsk, 680000). **The calculation of steam-water flow in geothermal wells by mathematical models WELL**

Mathematical models WELL are developed by the authors for the calculation of steam-water flows in geothermal wells. Review of mathematical models WELL is presented.

Key words: mathematical model of steam-water flow, flow regimes, well.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-29-32

Геотермальная энергетика является динамично развивающимся направлением мировой энергетики [1]. По мере роста суммарной мощности геотермальных электрических станций (ГеоЭС) растет актуальность исследований, относящихся к повышению эффективности использования ресурсов и оборудования, в том числе на основе комплексного подхода к использованию энергетического и компонентного состава геотермальных флюидов [2].

С точки зрения энергетического потенциала и ценности компонентного состава наибольший интерес представляют месторождения парогидротерм [3], теплоноситель которых состоит в основном из пара и воды. Одна из ключевых задач при освоении таких месторождений заключается в расчете параметров течения пароводяной смеси для прогноза эксплуатационных параметров скважин.

В настоящей работе представлен обзор математических моделей, предшествующих семейству моделей WELL-4, разработанных авторами для решения практических задач по расчету течения в пароводяных скважинах при освоении месторождений парогидротерм Камчатки.

Существующие на сегодня подходы и методы разработки моделей для расчета течений в пароводяных скважинах рассмотрены в [3, 4]. Отметим, что все известные модели используют интегральный метод описания течений и отличаются только акцентами на отдельные эффекты, количеством и видом эмпирических зависимостей, используемых для замыкания систем уравнений.

Модель WELL-1 была разработана в 1987 г. по трехлетнему плану тематической партии Камчатского управления по использованию глубинного тепла Земли. Ей предшествовало создание двух моделей: простой, не рассматривающей режимы двухфазного течения и позволяющей получить аналитическое решение; сложной, предполагающей возможность наличия до шести режимов двухфазного течения. Результирующая модель явилась компромиссом между адекватностью, требующей рассмотрения различных режимов двухфазного течения, и целесообразностью, требующей минимизации числа используемых эмпирических зависимостей, поскольку качественных экспериментов в условиях, соответствующих течениям в скважинах, нет. Сравнение расчетов по модели с проведенными позже экспериментами показало хорошее согласование [5].

Интегральный метод, используемый в модели WELL-1, может быть корректно использован только в случае принятия простых предположений, таких как гомогенность или наличие двух неизменных в сечении скоростей (для различных фаз). Принципиальная ограниченность придает особую важность используемым для замыкания эмпирическим формулам – методическая неадекватность компенсируется соответствием условий экспериментов. То есть адекватность модели определяется степенью соответствия применяемых эмпирических формул.

Столкнувшись со сложностями проведения экспериментов в условиях, характерных для геотермальных скважин, авторы предприняли попытку создания моделей, основанных на структурном подходе, позволяющем сочетать интегральный и дифференциальный методы. В частности, была разработана модель дисперсно-кольцевого режима, наиболее распространенного при освоении месторождений парогидротерм. Движение жидкой пленки описывалось на основе дифференциального метода, дисперсного ядра – на основе интегрального метода [6]. Опыт показал, что математическая модель при таком подходе значительно усложняется в части реализации, при этом для замыкания необходимы эмпирические зависимости, детализирующие рассматриваемую структуру. В целом авторы убедились, что, несмотря на расширение возможностей, применение структурного подхода для решения практических задач расчета течений в скважинах нецелесообразно.

К концу прошлого века сложилось убеждение, что при моделировании течения в скважинах необходимо учитывать теплообмен с окружающими породами [7]. При этом все модели, учитывающие это, рассматривали исключительно радиальный тепловой поток. Специально для исследования вертикальной составляющей теплового потока в 2005 г. была разработана модель WELL-2. За основу была взята модель WELL-1, но тепловые потери в уравнении энергии определялись на основе решения задачи двухмерного теплового потока (радиального и вертикального) в окружающих породах [8]. Также был изменен блок уравнений состояния. Если раньше модель предназначалась для скважин Паужетского месторождения, и предел до 25 бар для уравнений состояния насыщенного пара и воды был достаточным, то в новой модели, ориентированной на более глубокие и высоконтальпийные скважины Мутновского месторождения (давление на глубине до 100 бар), это ограничение было снято. Для вычисления термодинамических свойств воды и водяного пара и использовалась система уравнений IFPWS-IF 97 [9]. Исследования, проведенные с помощью разработанной модели, показали, что для учета тепловых потерь в окружающие породы достаточно учитывать радиальный поток тепла путем введения коэффициента нестационарного теплообмена [3].

Модель WELL-3 была разработана в ходе решения задачи по прогнозу производительности после реконструкции скважины А-2 Мутновского месторождения [4] и основана на рекомендациях работы [3]. В ней тепловые потери в окружающие породы вновь учитывались введением коэффициента нестационарного теплообмена. Кроме того количество рассматриваемых режимов двухфазного течения было увеличено с двух до четырех. Однако проверка модели на экспериментах, использованных при испытании модели WELL-1, показала ухудшение согласования.

Неудовлетворительные результаты испытания модели WELL-3 заставили вернуться к предшествующим версиям. В связи с этим авторы разработали и создали новую модель WELL-4 на базе WELL-1 с новым блоком уравнений состояния из WELL-2. Кроме того были внесены изменения в критерии смены режимов течения. Эмпирические критерии были заменены на имеющие теоретическую основу соотношения. Добавился переходный режим, характеризующийся неполным выполнением критериев.

Отметим основные положения новой модели WELL-4:

- течение квазистационарно (используются стационарные уравнения гидродинамики, со временем меняется тепловой поток на стенках, входящий в уравнение энергии);
- течение может быть как пароводяным, так и чисто водяным;
- базовые уравнения для двухфазного течения получены в рамках интегрального метода и двухскоростной модели;
- возможна реализация трех режимов двухфазного течения: с малым паросодержанием (структуры с непрерывной жидкой фазой), переходной и с большим паросодержанием (структуры с непрерывной газовой фазой).

Основу модели составляют уравнения неразрывности, движения и энергии:

$$dG = 0, \quad (1)$$

$$\rho''\varphi v'' dv'' + \rho'(1-\varphi)v' dv' + \frac{(v''-v')}{\pi R^2} G dx = -dp - \frac{2\tau}{R} dz - (\rho''\varphi + \rho'(1-\varphi))g dz, \quad (2)$$

$$dh + g dz + de = dq, \quad (3)$$

где G – массовый расход смеси, где ρ'' , ρ' – плотности пара и воды, φ – истинное объемное паросодержание, v'' и v' – скорости пара и воды, p – давление, R – радиус скважины, τ – касательное напряжение на стенке, g – модуль ускорения свободного падения, z – направленная вверх координата вдоль оси трубы, h – удельная энтальпия смеси, e – удельная кинетическая энергия, dq – изменение удельной энергии потока за счет теплового потока от стенок скважины.

Существование режима с непрерывной газовой фазой, ассоциирующегося с дисперсно-кольцевой структурой, требует выполнения двух условий: паросодержание должно быть достаточным для формирования ядра потока; скорость в ядре должна быть достаточной для удержания жидкой пленки на стенке. Формализация данных условий осуществляется соотношениями:

$$\beta > 0,8, \quad (4)$$

$$\frac{\rho'' w^2}{g(\rho' - \rho'')2R} > 1, \quad (5)$$

где β – объемное расходное паросодержание, w – приведенная скорость смеси, определяемая так же, как скорость, соответствующая гомогенной модели.

Переходным считается режим, в котором не достигнуты указанные условия, но скорость пара достигла критической скорости движения насыщенной воды, то есть на структуру потока начинает влиять локальная критичность.

Принципиальными вопросами при описании газожидкостных течений является выбор формул, определяющих истинную скорость одной из фаз или коэффициент скольжения (отношение скоростей газа и жидкости) и касательного напряжения на стенке трубы. Для определения коэффициента скольжения при дисперсно-кольцевом течении используется модифицированная формула З.Л. Миропольского [10]:

$$s = 1 + \frac{13,5(1 - p/p^*)(1 - M^2)}{Fr^{5/12} Re^{1/6}}, \quad (6)$$

где s – коэффициент скольжения, p^* – давление в критической точке ($22,115 \cdot 10^6$ Па), Fr , Re и M – числа Фруда, Рейнольдса и Маха.

Для определения скорости пара при течении с малым паросодержанием используется хорошо известная формула [11], успешно применяемая для соответствующих структур:

$$v'' = 1,2w + 0,35\sqrt{2gR(1 - \rho''/\rho')}. \quad (7)$$

Скорость пара в переходном режиме определяется формулой [3]:

$$v'' = w + v_c(1 - w/v_s), \quad (8)$$

где v_c – критическая скорость движения насыщенной воды, v_s – скорость пара, определяемая формулой (7).

Формулы (7) и (6), без дополнения числа Маха, использовались в модели WELL-1, так же как формула для определения касательного напряжения для всех режимов двухфазного течения

$$\tau = \lambda(\rho''v''^2 \varphi + \rho'v'^2(1-\varphi))/8, \quad (9)$$

где λ – коэффициент трения.

Модель WELL-4 при сопоставлении с данными испытания скважин Паужетского месторождения [5] показала результат, аналогичный модели WELL-1. Это, а также изменения, расширяющие диапазон применимости к более высоким паросодержаниям, давлениям и скоростям потока, позволили выполнить прогноз производительности скважины А-2 Мутновского месторождения для обоснования проекта реконструкции. Результат реконструкции подтвердил прогнозные оценки [12], что является подтверждением действенности модели в условиях Мутновского месторождения.

Литература

1. Bertani R. Geothermal power generation in the World 2010–2014. Update report // Proceedings World Geothermal Congress 2015, Melbourne, Australia (19–25 April 2015). – № 01001. – 19 p.
2. Шулюпин А.Н., Чернев И.И. Проблемы и перспективы освоения геотермальных ресурсов Камчатки // Георесурсы. – 2012. – № 1(43). – С. 19–21.
3. Чермошенцева А.А., Шулюпин А.Н. Математическое моделирование пароводяных течений в элементах оборудования геотермальных промыслов. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2011. – 144 с.
4. Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А. О расчете пароводяного течения в геотермальной скважине // Журнал технической физики. – 2013. – Т. 83, № 8. – С. 14–19.
5. Шулюпин А.Н. Течение в геотермальной скважине: модель и эксперимент // Вулканология и сейсмология. – 1991. – № 4. – С. 25–31.
6. Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А. Модель дисперсно-кольцевого потока в геотермальной скважине // Динамика гетерогенных сред в геотехнологическом производстве. – Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1998. – С. 23–35.
7. Palachio A. Effect of heat transfer on the performance of geothermal wells // Geothermics. – 1989. – Vol. 19, №. 4. – P. 311–328.
8. Чермошенцева А.А. Течение теплоносителя в геотермальной скважине // Математическое моделирование. – 2006. – Т. 18, № 4. – С. 61–76.
9. Александров А.А. Система уравнений IFPWS-IF 97 для вычисления термодинамических свойств воды и водяного пара в промышленных расчетах. Ч. 1. Основные уравнения // Теплоэнергетика. – 1998. – №. 9. – С. 69–77.
10. Кутепов Ф.М., Стерман Л.С., Стюшин Н.Г. Гидродинамика и теплообмен при парообразовании. – М.: Высшая школа, 1986. – 448 с.
11. Теоретические основы теплотехники. Теплотехнический эксперимент: Справочник / под ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 560 с.
12. Чернев И.И., Шулюпин А.Н. Изменение конструкции как способ повышения производительности добычных скважин парогидротермальных месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – Отд. вып. 4. – С. 103–107.

Информация об авторах Information about authors

Чермошенцева Алла Анатольевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры высшей математики; allachermoshentseva@mail.ru

Chermoshentseva Alla Anatolevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia; Candidate of technical sciences; Associate Professor; Assistant professor of Higher Mathematics chair; allachermoshentseva@mail.ru

Шулюпин Александр Николаевич – Институт горного дела ДВО РАН; 680000, Россия, Хабаровск; доктор технических наук; доцент; заместитель директора по научной и инновационной работе; ans714@mail.ru

Shulyupin Aleksandr Nikolaevich – Mining Institute of the Feb RAS; 680000, Khabarovsk, Russia; Doctor of Technical Sciences; Associate professor; Deputy Director for scientific and innovation work; ans714@mail.ru

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 582.263(265.52)

Т.А. Ключкова^{1,2}, Н.Г. Ключкова¹, С.О. Очеретяна¹, Г.Х. Ким²¹Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;²Национальный университет Конджу, Конджу 32588, Корея
e-mail: tatyana_algae@mail.ru, ghkim@kongju.ac.kr**ВЛИЯНИЕ ДОЛГОВРЕМЕННОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ
НА МОРСКИЕ ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ *PRASIOLA DELICATA*
И *ROSENVINGIELLA CONSTRICTA* (CHLOROPHYTA, PRASIOLALES)**

В статье обсуждается способность к восстановлению активной жизнедеятельности у камчатских морских супралиторальных видов зеленых водорослей *Prasiola delicata* и *Rosenvingiella constricta* после 3–4-летнего экстремального обезвоживания. В ходе экспериментов изучали три разные по морфологии группы растений, принадлежащие к двум биологическим видам: *P. delicata* (линейные пластины) и *R. constricta* (многорядные нити с перетяжками и капюшончатые пластины, морфотип «constricta» и морфотип «prasiola», соответственно). Собранные растения высушивали в силикагеле до практически полного удаления внутриклеточной жидкости и далее хранили при температуре 4°C в пробирке с силикагелем. Их обводнение в морской воде через разные промежутки времени показало, что *P. delicata* и *R. constricta* (морфотип «constricta») могут восстанавливаться и формировать автоспоры даже через четыре года после иссушения, а капюшончатые растения *R. constricta* (морфотип «prasiola») сохраняют жизнеспособность в течение трех лет. Окрашивание регидрированных клеток флуоресцентным диацетатом показало, что на возобновление происходящих в цитоплазме метаболических реакций требовалось 4–12 дней после регидратации образцов. Размножение у всех регидрированных растений осуществлялось автоспорами. Их формирование начиналось от краев пластины, и по мере высыпания процесс фертилизации пластин охватывал практически все растение. Таким образом, оба морфотипа *R. constricta* и *P. delicata* демонстрируют исключительную способность к выживанию в условиях длительного экстремального иссушения даже почти при 100%-й потере внутриклеточной жидкости.

Ключевые слова: абиотический стресс, выживаемость, флуоресцентный диацетат, зеленые водоросли, обезвоживание, регидратация, *Prasiola*, *Rosenvingiella*.

T.A. Klochkova^{1,2}, N.G. Klochkova¹, S.O. Ocheretyana¹, G.H. Kim² (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Kongju National University, Kongju 32588, Korea) **Effect of long-term desiccation on the marine green algae *Prasiola delicata* and *Rosenvingiella constricta* (Chlorophyta, Prasiolales)**

This paper discusses desiccation tolerance and ability to recover and successfully reproduce after 3–4 years of drying in the marine supra-tidal green algae *Prasiola delicata* and *Rosenvingiella constricta* from Kamchatka. We collected 3 types of plants with different morphologies belonging to 2 species, such as *P. delicata* (small linear blades) and *R. constricta* (multiseriate filaments with constrictions and hood-like small uniseriate blades, hereafter called *R. constricta* morphotype “constricta” and morphotype “prasiola”, respectively). Collected samples were dried in silica gel to the state when they lost almost 100% of intracellular water and became fragile and crisp. Thereafter, they were held at 4°C condition while being inside silica gel-filled plastic tubes. Rehydration experiments showed that *P. delicata* and *R. constricta* morphotype “constricta” could revive in seawater after 4 years of desiccation and began reproduction by autospores, whereas hood-like blades of *R. constricta* morphotype “prasiola” were able to survive 3 years of desiccation. Alive cell staining with fluorescein diacetate (FDA) showed that after rehydration, cells required 4–12 days to recover metabolic processes in the cytoplasm. Reproduction by autospores was observed in all rehydrated plants, usually starting from the margins of thalli and later covering almost the entire plants’ surface. Therefore, species *P. delicata* and *R. constricta*, including both of its morphotypes, should be regarded as organisms capable of extreme desiccation, since they remain viable for at least 3–4 years after losing almost 100% of intracellular water.

Funding statement: This research was supported by Golden Seed Project, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (MAFRA), Ministry of Oceans and Fisheries (MOF), Rural Development Administration (RDA) and Korea Forest Service (KFS). This research was also a part of the project “Development of selection techniques of suitable industrial variety in Korean coast”, funded by the Ministry of Oceans and Fisheries, Korea, to GHK.

Key words: abiotic stress, desiccation, fluorescein diacetate, green algae, rehydration, *Prasiola*, *Rosenvingiella*, survivability.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-33-45

Введение

Представители отдела Prasiolales (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) принадлежат к одной из наиболее распространенных групп зеленых водорослей. Роды этого отдела представлены морскими, пресноводными и почвенными видами, и гораздо чаще их регистрировали в холодноумеренных, полярных и антарктических регионах [1–6], хотя они распространены и в теплоумеренных и тропических регионах [7–8]. Морфологию прازیоловых характеризуют определенное разнообразие и высокая фенотипическая пластичность, во многом зависящая от факторов окружающей среды [9]. Они представлены простыми одно- и многорядными нитями, лентообразными или более-менее широкими пластинами капюшончатой формы и даже колониальными формами, состоящими из «пакетов» клеток.

Наиболее многочисленными по количеству видов родами в отделе Prasiolales являются *Prasiola* (C. Agardh) Meneghini и *Rosenvingiella* Silva, включающие 34 и 6 видов морских, пресноводных и почвенных водорослей, соответственно [10]. Известно, что их представители предпочитают местообитания с высоким содержанием органического азота [11–13]. Поэтому обычным местообитанием морских представителей этих родов являются скалистые участки побережья, часто посещаемые морскими птицами, птичьи базары [6], места обитаний колоний пингвинов [2]. Очевидно, что морские птицы, совершающие дальние миграции, способствовали распространению прازیоловых и формированию у них чрезвычайно широких ареалов. Камчатские морские колониальные птицы в этом отношении не представляли исключения. Об этом можно судить по тому, что белое оперение многих морских чаек на птичьих базарах Авачинского залива (юго-восточная Камчатка) часто бывает покрыто зеленым налетом водорослей (рис. 1).

Водоросли, обитающие на скалах в зоне брызг, в супралиторали или в самом верхнем этаже первого горизонта литорали, подвержены крайне неблагоприятным условиям окружающей среды, таким как регулярное иссушение во время отливов [6, 14–15], повторяющиеся циклы заморозания и таяния в холодные осенне-зимние месяцы и высокий уровень солнечной радиации в летние месяцы [16–19]. Известно, что криоагентом, защищающим клетки *Prasiola* от перемерзания, служит аминокислота пролин, а от солнечной радиации их защищают микоспорин-подобные аминокислоты [17, 20–22]. Выделенное недавно вещество, защищающее клетки почвенной водоросли *Prasiola calophylla* от вредного воздействия ультрафиолетовой радиации, было названо «прازیолин» [22]. В химическом отношении это – N-[5,6гидрокси-5(гидроксиметил)-2-метокси-3-оксо-1-цикохексен-1-ил] глютаминовая кислота.

Из научной литературы известно, что представители родов *Prasiola* и *Rosenvingiella* способны переносить значительное обезвоживание [6, 23–24], однако никем из исследователей не было установлено, какой период иссушения и какая степень обезвоживания являются критическими для сохранения у них жизни. Между тем эти сведения чрезвычайно важны для понимания механизмов сохранения биоразнообразия видов в морских прибрежных экосистемах.

Камчатские представители родов *Prasiola* и *Rosenvingiella* были собраны нами в августе 2011 г. в Авачинском заливе у о. Старичков и послужили объектом изучения устойчивости прازیоловых водорослей к долговременному абиотическому стрессу – экстремальному иссушению и определения их способности к восстановлению активной жизнедеятельности при регидратации. Ниже обсуждаются результаты, полученные в ходе этих исследований.



Рис. 1. Место обитания видов *Prasiola* и *Rosenvingiella* на юго-восточной Камчатке:
 а – боковая стенка скалистого острова во время отлива с супралиторальным поясом зеленых водорослей, образованным *Prasiola* и *Rosenvingiella*; б – гнездовья морских чаек, обитающих в местах распространения прازیоловых водорослей. Белые пятна на камнях – птичий помет; на оперении брюшка чаек видны зеленые пятна (показано стрелкой)

Fig. 1. Collection site of *Prasiola* and *Rosenvingiella* species on southeastern coast of Kamchatka:
 а – small rocky island during low tide, with green-colored sub-tidal algae belt visible on the stones;
 б – nests of seagulls on the stones. White spots on stone surfaces are birds' droppings;
 arrow points to a bird with green feathering because of attached algae

Материалы и методы

Изучение влияния абиотического стресса проводили следующим образом. Пробы водорослей были собраны 7 августа 2011 г. на скалистой супралитерали о. Старичков (Авачинский залив). Для отделения растений от пористого скального грунта использовали специальный скребок. Собранные растения поместили в пластиковые пакеты объемом 1 л и по возвращении в лабораторию положили в морозильную камеру при температуре -10°C . При этом образцы не были сухими и содержали небольшое количество воды, но не были в нее погружены. В таком виде образцы пролежали в морозильной камере до 6 октября 2011 г., то есть 60 дней. Затем их

вынули из морозильной камеры и одну неделю хранили при комнатной температуре. После этого для повторного стресса образцы снова поместили в морозильную камеру при температуре -18°C на две недели. Затем они были подвергнуты оттаиванию и высушиванию в силикагеле. Высушенные образцы завернули в бумажную салфетку и поместили в плотно закупоренную пробирку объемом 50 мл, наполненную силикагелем на 50% объема; один раз в год силикагель заменяли на новый. В сухом виде образцы хранили в холодильнике при температуре 4°C в течение 4 лет (до ноября 2015 г.).

Таким образом, в течение четырех лет образцы подвергли следующему непрерывному абиотическому стрессу: 1) медленная заморозка при температуре -10°C , полное отсутствие света (**60 дней**) → 2) оттаивание и выдерживание при комнатной температуре (**7 дней**) → 3) медленная заморозка при температуре -18°C , полное отсутствие света (**14 дней**) → 4) оттаивание и выдерживание при комнатной температуре (**1 день**) → 5) высушивание в силикагеле, хранение при температуре 4°C , полное отсутствие света (**4 года**).

Через разные промежутки времени (1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 месяцев, 2, 3, 4 года) небольшое количество сухих растений переносили пинцетом в стерильную морскую среду для культивирования – IMR medium, составленную по методике, описанной в работе Klochkova et al. [25]. Чашки Петри с образцами переносили в инкубационный шкаф емкостью 2 м^3 , поддерживающий постоянную температуру (15°C) и освещение ($30\text{ }\mu\text{моль фотон}\cdot\text{м}^{-2}\cdot\text{с}^{-1}$, 12 ч света : 12 ч темноты). Контроль за состоянием культивируемого материала проводили ежедневно. Для этого чашки Петри просматривали под инверсионным микроскопом (Olympus IX70).

Для изучения объектов в сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) сухие растения помещали на покровное стекло, покрытое липкой карбонатной лентой, прикрепленное к держателю образцов для СЭМ. После этого образцы напыляли коллоидным золотом и помещали в сканирующий электронный микроскоп JEOL-35 (JEOL, Tokyo, Japan) для дальнейших исследований.

Для определения живых клеток в высушенных в течение трех и четырех лет талломах зеленых водорослей использовали флуорохромный краситель флуоресцентный диацетат (fluorescein diacetate, Sigma), который позволяет отличать живые клетки и мертвые и определять целостность плазмолеммы [26]. Сухой порошок ФДА разводили в 100%-м ацетоне в концентрации 1 мг/мл и после полного растворения порошка полученный раствор разводили в морской среде для культивирования водорослей (IMR medium) в концентрации 100 мкл раствора на 1 мл воды. Талломы водорослей погружали в этот раствор и выдерживали в нем 10–15 мин. Затем их переносили в чистую морскую воду и тщательно отмывали от раствора во избежание артефактов при исследовании под микроскопом. Все описанные выше процедуры проводили на льду, при этом препарат и образцы защищали от попадания на них света алюминиевой фольгой. Препараты исследовали под конфокальным лазерным сканирующим микроскопом Olympus IX71 (Fluoview FV500).

Результаты

В августе 2011 г. на о. Старичков на разных скалах (далее по тексту: места № 1 и № 2) нами были обнаружены плотные заросли *Prasiola delicata* (более 99% всех растений на месте № 1) и *Rosenvingiella constricta* (98,6% растений в пробе, собранной на месте № 2). На месте № 2 среди растений *R. constricta* попадались редкие капюшончатые пластины *Prasiola* (1,4% растений в пробе). Смешения растений разных видов на местах № 1 и 2 зарегистрировано не было. Всего нами было собрано три типа растений с разной морфологией, принадлежащих к двум биологическим видам: *Prasiola delicata* (линейные пластины) и *Rosenvingiella constricta* (многорядные нити с перетяжками и капюшончатые пластины, в дальнейшем называемые нами *R. constricta* морфотип «constricta» и *R. constricta* морфотип «prasiola», соответственно). Видовая принадлежность каждого образца была подтверждена в ходе молекулярно-филогенетического анализа. Подробно эти данные будут обсуждаться в другой публикации авторов настоящей статьи.

В клетках собранных зеленых водорослей не было вакуолей, или же они были настолько мелкими, что оставались не различимыми под световым микроскопом. Цитоплазма всех клеток была плотной, большую часть их объема занимал одиночный хлоропласт.

Сопутствующими видами в каждой пробе были нитчатые и коккоидные сине-зеленые водоросли, зеленая микроводоросль *Entocladia* sp. и пеннчатые диатомовые *Nitzschia* spp., однако количество этих видов было минимальным, и все они становились распознаваемыми только в ходе дальнейшего лабораторного культивирования прازیоловых водорослей. Во всех пробах было повышенное количество бактерий, поскольку они были собраны в местах обитания морских птиц.

Часть собранных водорослей из каждой пробы высушили в силикагеле, завернули в сухую бумажную салфетку и поместили на хранение в плотно закупоренную пробирку, наполненную силикагелем на 50% объема, и один раз в год силикагель заменяли на новый. Наличие в образце остаточной воды можно определить по цвету силикагеля, так как при соприкосновении с жидкостью он меняет цвет с темно-синего на фиолетовый. Весь период хранения образцов цвет силикагеля всегда оставался темно-синим, что свидетельствовало о том, что внутриклеточная жидкость в пробе отсутствует. Высушенные до такого состояния растения были ломкими, электризовались и разлетались, подобно частицам пыли. Микрофотографии высушенных в силикагеле водорослей, сделанные с использованием сканирующего электронного микроскопа, представлены на рис. 2.

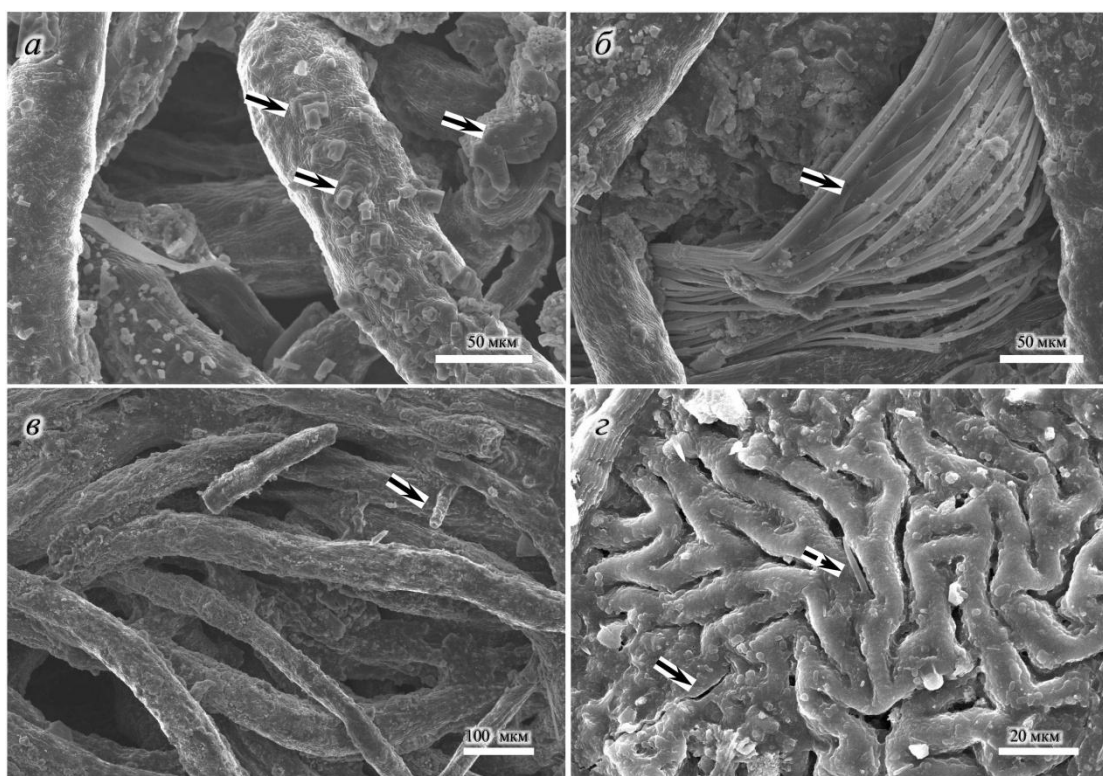


Рис. 2. Микрофотографии высушенных в силикагеле водорослей в сканирующем электронном микроскопе: а – в – талломы *Prasiola delicata* и *Rosenvingiella constricta*. Поверхность высушенных растений покрыта многочисленными мелкими и крупными кристаллами морской соли (рис. а, показано стрелками).

В пробах попадались растения, клеточная стенка которых была рыхлой и распадалась на отдельные волокна (рис. б, показано стрелкой). Среди зеленых водорослей изредка попадались ниточки цианобактерий (рис. в, показано стрелкой), но в целом в пробах было минимальное количество сопутствующих организмов; з – иссушенная пластина *R. constricta* морфотип «*prasiola*», место № 2. Стрелками показаны разломы и трещины, образовавшиеся на поверхности обезвоженной сморщенной пластины

Fig. 2. Scanning electron micrographs of the silica-gel dried green algae:

а – в – *Prasiola delicata* and *Rosenvingiella constricta* thalli. Numerous sea salt crystals of varying sizes were attached to the surfaces of the desiccated plants (fig. а, arrows). Some plants had loose cell wall, which disintegrated into separate fibers (fig. б, arrows). Filamentous blue-green algae were sometimes visible among the green algae (fig. в, arrow); however, on overall all samples had a minimal number of accompanying organisms; з – desiccated blade of *R. constricta* morphotype “*prasiola*”, with furrows (dashed arrow) and cracked cavities on its dried shrunken surface (arrow)

В иссушенном состоянии водоросли хранились при температуре 4°C. Через разные промежутки времени (1, 2, 3, 4, 5, 6, 12 месяцев, 2, 3, 4 года) их небольшое количество переносили из пробирки в стерильную морскую воду для изучения способности к восстановлению.

Оказалось, что среди всех обнаруженных в пробах организмов самыми не устойчивыми к иссушению были диатомовые и *Entocladia* sp., поскольку они сохранялись живыми в сухом виде 3 и 12 месяцев, соответственно. Виды цианобактерий и зеленые водоросли *P. delicata* и *R. constricta* морфотип «constricta» оказались крайне устойчивыми к экстремальному иссушению, поскольку могли восстановиться и начать размножение автоспорами в морской воде через любой промежуток указанного выше времени. Капюшончатые растения *R. constricta* морфотип «prasiola» оставались живыми в иссушенном состоянии более трех лет, однако затем они постепенно стали утрачивать способность к восстановлению. На исходе 4-го года иссушения эти растения погибли, хотя растения другого морфотипа этого же вида – *R. constricta* морфотип «constricta», иссушенные в аналогичных условиях, оставались живыми и способными к восстановлению при регидратации. Таким образом, *R. constricta* морфотип «constricta» является более устойчивой, чем *R. constricta* морфотип «prasiola». Вероятно, именно этим можно объяснить, почему в природе в их смешанных зарослях соотношение разных морфотипов составляет 98,6 и 1,4%, соответственно.

Об устойчивости цианобактерий к иссушению было известно и до наших исследований, поэтому далее мы продолжили работу только с зелеными водорослями. Как показано на рис. 2, высушенные в силикагеле растения были покрыты кристаллами морской соли и часто имели разломы и трещины, образовавшиеся на их обезвоженной сморщенной поверхности. Солевой налет на пластинах является дополнительным фактором, способствующим их медленной биологической коррозии.

После погружения в морскую среду для культивирования все растения моментально втягивали воду, и их клетки увеличивались в объеме в несколько раз. Однако окрашивание клеток флуоресцентным красителем ФДА показало, что после регидратации на возобновление происходящих в цитоплазме метаболических реакций требовалось несколько дней. Так, через четыре дня после регидратации у $\geq 30\%$ клеток регистрировали характерную желто-зеленую флуоресценцию ФДА. С течением времени количество таких клеток возрастало. Через 12 дней после регидратации у $\geq 80\%$ клеток в каждом растении регистрировали флуоресценцию ФДА. Стоит отметить, что флуоресценция была не очень интенсивной и в то же время явно различимой под конфокальным лазерным сканирующим микроскопом (рис. 3). Таким образом, в цитоплазме клеток активность эстераз восстанавливалась медленно.

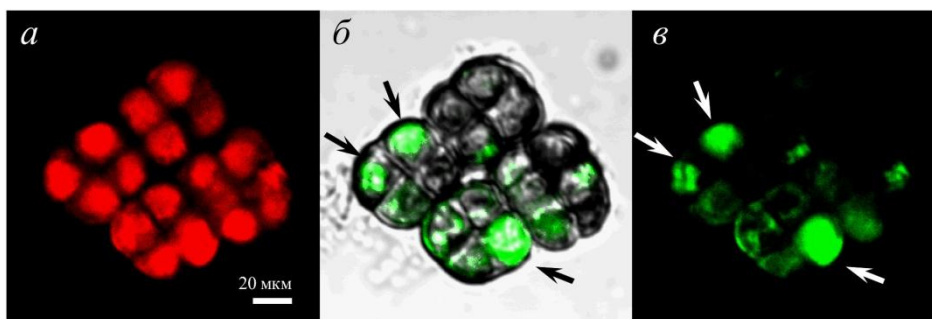


Рис. 3. Окрашивание автоспор, отделившихся от растения *Rosenvingiella constricta* (морфотип «constricta»), флуоресцентным диацетатом (ФДА). Время – 30-й день после регидратации, период иссушения – 4 года. Микрофотографии сняты под конфокальным лазерным сканирующим микроскопом: а – автофлуоресценция хлорофилла в хлоропластах (зеленый фильтр, режим «Mito Red»). Всего отделилось 4 пакета, включающие 18 автоспор; б – те же автоспоры, снятые в режиме «transmitted» с наложенной поверх них флуоресценцией ФДА, снятой под синим фильтром в режиме «FITC». У 11 клеток из 18 была различима характерная флуоресценция ФДА, однако наиболее интенсивной она была только у 3 клеток (показано стрелками, рис. б, в), т.е. эти клетки были самыми жизнеспособными; в – те же автоспоры, окрашенные ФДА, сфотографированные под синим фильтром в режиме «FITC»

Fig. 3. Fluorescein diacetate (FDA) staining of *Rosenvingiella constricta* (morphotype “constricta”) autospores observed under confocal laser scanning microscope. Time – day 30 after rehydration; period of desiccation – 4 years: а – chlorophyll autofluorescence inside chloroplasts visualized with “Mito Red” under the green filter. Four packages of autospores separated from the parent plant, including 18 autospores totally; б – transmitted images of the same autospores with overlapped FDA fluorescence. Characteristic green fluorescence of FDA was visible in 11 out of 18 cells; however, intensive fluorescence was observed only in 3 cells (figs. б, в, arrows), implying that they were the most viable; в – FITC image of same autospores stained with FDA. Most viable cells are shown with arrows

Через 30 дней после регидратации растений покрывающий их толстый кутикулярный слой размягчился до слизистого состояния и, очевидно, слизь частично растворилась в воде (рис. 4, а – в; рис. 5, а – в).

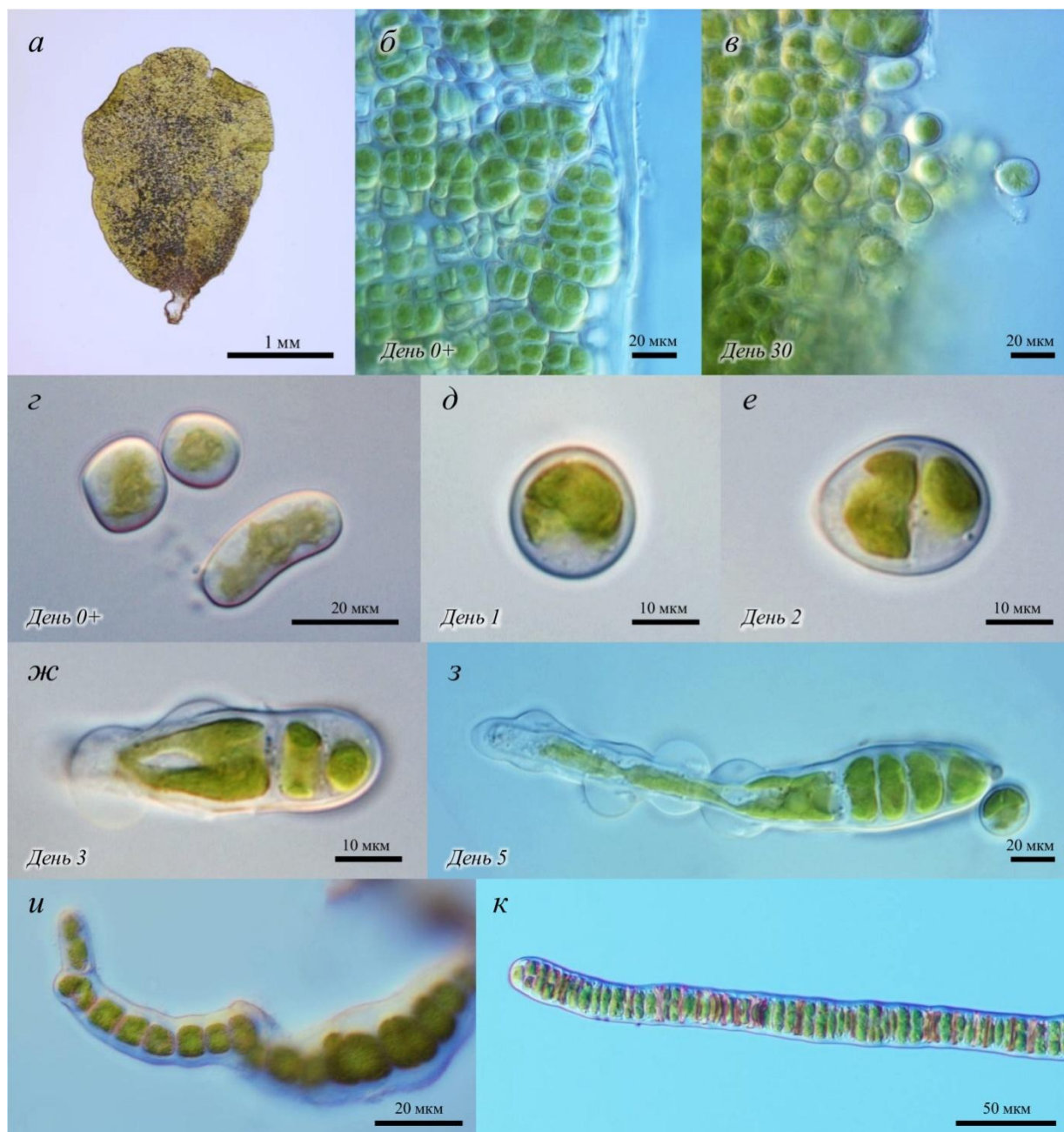


Рис. 4. Регидратация капюшончатого растения *Rosenvingiella constricta* (морфотип «prasiola»):
 а – инициальное растение, высушенное в силикагеле в течение 3 лет, а затем помещенное в стерильную морскую воду;
 б – увеличенный фрагмент пластины на день регидратации 0+. Зеленые клетки в пластине – потенциально живые, белесые клетки между ними – изначально мертвые, с разрушенным хлоропластом. Хотя клетки в пластине формируют пакеты, при высвобождении они всегда отделяются друг от друга; в – высвобождение автоспор на 30-й день после регидратации; г – все автоспоры были разного размера и формы; д – з – развитие проростков из автоспор. У всех автоспор инициальная клетка была заключена в волнистый чехол, напоминающий приспущенный чулок; и – молодой проросток через 20 дней после прорастания автоспоры. Часто молодые пластинки искривлялись в начале роста, а затем формировали линейную многорядную пластину; к – нитчатый таллом через 2 месяца после прорастания автоспоры

Fig. 4. Rehydration of the hood-like blade of *Rosenvingiella constricta* (morphotype “prasiola”):
 а – plant that was desiccated in silica gel for 3 years and then transferred to sterile seawater; б – magnified view of the blade on day 0+ after rehydration. Green cells are potentially alive, and whitish cells among them are dead, with disintegrated chloroplast. Although cells formed packages inside the blade, they separated from each other upon release; в – release of autospores on day 30 after rehydration; г – з – development of germlings from the autospores. In all young germlings, the basal elongated rhizoidal cell was covered with a cuticle that had undulate margins; и – young filament at 20 days after autospore germination. Young filaments could be twisted at the beginning of growth and later they formed linear multiseriate blade; к – filament at 2 months after autospore germination

После этого пластины *R. constricta* морфотип «prasiola» начинали распадаться на отдельные одиночные клетки, у *R. constricta* морфотип «constricta» – на пакеты из 2–8 клеток и у *P. delicata* – на пакеты из двух клеток, реже одиночные клетки. Этот процесс всегда начинался с периферической части и, по мере ее распада на отдельные клетки и пакеты клеток, он охватывал практически все растение, кроме самой нижней части. Высыпавшиеся клетки не были жгутиковыми (т. е. зооспорами), а также их безжгутиковыми аналогами (т. е. апланоспорами), поэтому мы называем их автоспорами. От одной материнской пластины могло образоваться от нескольких десятков до нескольких сотен автоспор. В течение первых двух лет хранения сухих образцов выживаемость появившихся после регидратации растений от автоспор проростков во всех чашках Петри составляла более 90%. Затем эти показатели стали медленно понижаться, и к концу 4-го года иссушения растений выживало около 16–40% появившихся из автоспор проростков (рис. 3).

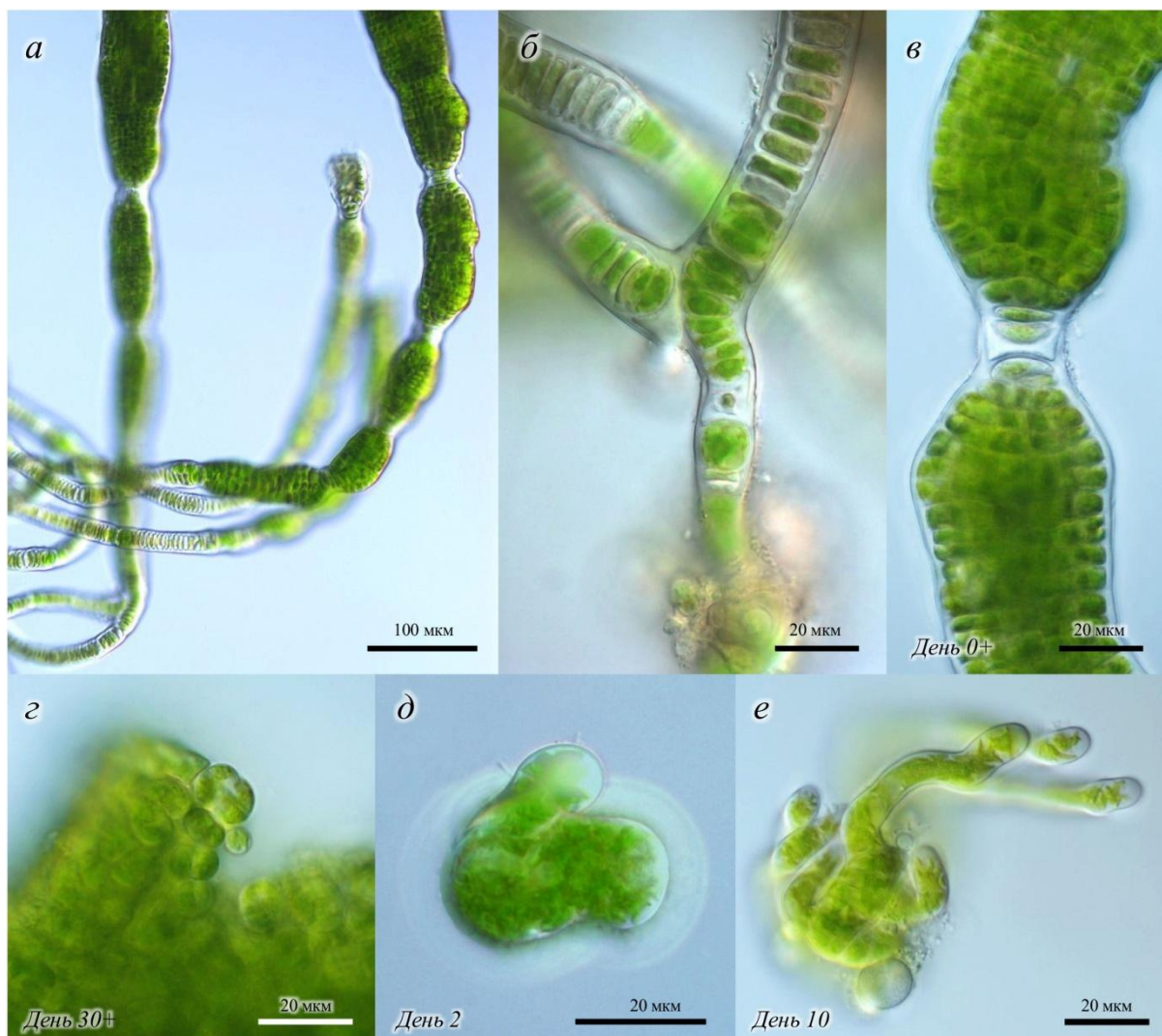


Рис. 5. Регидратация растений *Rosenvingiella constricta* (морфотип «constricta»):

- а – пучок растений, подвергшихся регидратации после нахождения в силикагеле в течение 4 лет;
 б – увеличенный фрагмент нижней нитчатой части растения; в – увеличенный фрагмент пластины с плотнотрубчатой структурой и характерными перетяжками (день 0+ после регидратации);
 г – высвобождение пакетов из автоспор на 30-й день после регидратации; д – пакет из 4 автоспор на 2-й день.
 Одна из клеток (верхушечная) пошла в рост; е – развитие проростков из автоспор на 10-й день

Fig. 5. Rehydration of *Rosenvingiella constricta* (morphotype “constricta”):

- а – bundle of filaments that were desiccated in silica gel for 4 years and then rehydrated in sterile seawater;
 б – magnified view of lower uniseriate filamentous part of thallus; в – magnified view of multiserial part of thallus with characteristic constrictions (day 0+ after rehydration); г – liberation of autospores in packages of 2–8 on day 30 after rehydration; д – package with 4 autospores on 2nd day after liberation.
 The upper cell started to grow; е – young germlings at 10 days after autospores germination

Автоспоры капюшончатых растений *R. constricta* морфотип «*prasiola*» высыпались по одной и во всех случаях прорастали только одиночными проростками, тогда как у *R. constricta* морфотип «*constricta*» из пакетов клеток появлялись группы проростков. Это наблюдение позволяет понять, почему в природе растения указанных выше морфотипов растут одиночными или собранными в группы талломами. У капюшончатых растений *R. constricta* морфотип «*prasiola*» все автоспоры имели разные размеры и форму (рис. 4, *з*), но при этом прорастали однообразно. Через один день после отделения от материнской пластины автоспора прикреплялась к субстрату (рис. 4, *д*), а еще через день в ней происходило первое клеточное деление (рис. 4, *е*). По нашим наблюдениям, в среднем клетки растений этого морфотипа делились один раз в сутки. У всех автоспор сохранялась строго определенная клеточная полярность, поскольку формирование пластины шло в одном направлении, а инициальная клетка вытягивалась в противоположном, формируя маленькую подошву (рис. 4, *ж*). У всех проростков удлиненная инициальная клетка всегда была одета в волнистый чехол, напоминающий приспущенный чулок, и ее хлоропласт был удлиненным, звездчатой формы (рис. 4, *з*). Во всех других клетках развивающейся пластины размер хлоропласта был в два раза меньше. Через 60 дней после выхода автоспор из материнских пластин проростки сформировали нитчатые растения 1–1,5 мм в длину (рис. 4, *и*, *к*). Затем они остановились в росте, хотя в течение многих месяцев оставались живыми.

У *R. constricta* морфотип «*constricta*» пакеты автоспор, состоящие из 2–8 клеток, сформировали пучки точно таких же нитчатых растений 1–1,5 мм в длину и затем остановились в росте. Мы не смогли проследить формирование у их нитей характерных узких перетяжек, в то же время они имели незначительные перепады толщины, отдаленно напоминающие перетяжки. В целом их рост был более медленным, чем у проростков, появившихся от капюшончатых растений, вероятно, из-за высокой плотности их поселения. Примечательно, что инициальные проростки, образовавшиеся из автоспор морфотипа «*constricta*» (рис. 5, *д*, *е*), не были похожи на таковые у капюшончатых растений морфотипа «*prasiola*», поскольку у последних вытянувшаяся инициальная клетка всегда была в волнистом чехле. Однако нитчатые талломы, появившиеся от разных по морфологии материнских растений, имели одинаковую форму.

Обсуждение

Размножение и жизненные циклы являются особенно интересными аспектами биологии развития видов *Prasiola*. Половое размножение было зарегистрировано у двух морских видов этого рода – *P. meridionalis* [27–28] и *P. stipitata* [29–31], а также у одного пресноводного вида – *P. japonica* [32]. У *P. meridionalis* и *P. stipitata* одновременно во всех клетках верхней части пластины происходил соматический мейоз, после чего эти же клетки делились посредством митоза, формируя гаметангии [27, 29]. У других представителей этого рода половое размножение отсутствует и жизненный цикл включает гетероморфное чередование поколений – листоподобной пластины и одноклеточного апланоспорангия [1, 4], или изоморфное чередование поколений, когда пластинчатые растения постоянно размножаются только спорами [1]. Видам *Prasiola* свойственно также вегетативное размножение, происходящее путем фрагментации талломов [9].

У видов рода *Rosenvingiella* регистрировали формирование гаметангиев. Так, все растения из атлантической популяции *R. polyrhiza* были гаплоидными, а образовавшаяся при слиянии гамет зигота являлась диплоидной фазой жизненного цикла этого вида, причем из каждой зиготы прорастало четыре растения – два женских и два мужских [1]. У популяции этого вида с Аляски женские и мужские гаметы формируются на одном растении, причем женские крупнее мужских в два раза [4]. Культивирование этого вида в лабораторных условиях показало, что у него происходит партеногенетическое прорастание гамет во взрослые растения.

При изучении камчатских образцов *R. constricta* мы никогда не находили жгутиковых спор или гамет. Размножение всегда происходило путем формирования автоспор, которое начиналось от краев пластины и по мере высвобождения периферийных клеток охватывало практически всю пластину. Автоспоры высыпались либо отдельными клетками (*R. constricta* морфотип «*prasiola*»), либо пакетами по 2–8 клеток, находящимися в общем слизистом чехле (*R. constricta* морфотип «*constricta*»). При этом из автоспор обоих морфотипов материнских растений вырастали нитчатые талломы, хотя мы не смогли культивировать их до стадии образования характерных узких перетяжек. Анализ ДНК показал, что капюшончатые растения *R. constricta* морфотип

«*prasiola*», появившиеся из их автоспор нитчатые талломы и *R. constricta* морфотип «*constricta*» (т. е. с перетяжками), принадлежат к одному биологическому виду (Т. Клочкова, неопубликованные данные).

Еще один изученный нами вид – *P. delicata* размножался только автоспорами, которые прорастали в растения с типичной для этого вида морфологией.

Для зеленых водорослей существует очень мало информации о цитологических изменениях клеток во время обезвоживания [25, 33–34], если сравнивать с подобной информацией по сосудистым растениям [35]. Для экосистем суши засуха всегда являлась одной из самых важных проблем, поскольку приводила к ущербу в сельском хозяйстве, а в самых критичных ситуациях к потере урожая и голоду.

Обезвоживание организма смертельно опасно, поскольку все внутриклеточные метаболические процессы происходят в водной среде. При потере жидкости в клетках неустойчивых организмов происходит необратимая агрегация основных макромолекул и дезинтеграция клеточных органелл [36]. Когда их клетки высыхают на 20%, в них полностью останавливается метаболизм из-за недостатка жидкости для формирования биологических мембран и монослоя воды вокруг белковых молекул [37–38].

Устойчивыми к иссушению организмами считаются те, клетки которых остаются живыми при потере $\geq 90\%$ воды, но таких организмов крайне мало, и они, как правило, имеют малые размеры [36, 39]. Так, среди 265 000 видов изученных сосудистых растений только 330 видов, то есть 0,12%, способны пережить подобную экстремальную дегидратацию [40]. Известно, что некоторые мхи и печеночники могут восстановиться после 20–25 лет иссушения, а покрытосеменные и папоротникообразные – после 5 лет [41–42]. Коловратки и тихоходки могут оставаться живыми в иссушенном состоянии до 9 лет [43]. Помещенная в воду сине-зеленая водоросль *Nostoc commune* возобновила рост после 55 лет иссушения в гербарной коллекции [44], а зеленая почвенная водоросль *Protosiphon botryoides* – через 43 года [45]. Мы находили уникальный вид зеленой водоросли *Chlorococcum* sp. на каменных стенах внутри запечатанного храмового комплекса в Корее в условиях полного отсутствия света и влаги, где он много лет оставался живым в виде толстостенных покоящихся цист. После регидратации он возобновил рост в пресной воде [25].

Что касается видов *Prasiola* и *Rosenvingiella*, утверждение, что они способны переносить иссушение, высказывалось и ранее [6, 23–24], однако при этом ни в одной из этих публикаций не сказано, какой максимальный период времени они способны пережить в таком состоянии и какая степень обезвоживания является для них критичной. Если судить по материалам и методам указанных выше и других статей, иссушение прازیоловых осуществлялось в течение нескольких часов или дней [24, 46].

Наши исследования показали, что виды *Prasiola delicata* и *Rosenvingiella constricta*, включая оба типа его морфологии, следует относить к организмам, устойчивым к экстремальному иссушению, поскольку при потере $\geq 90\%$ (практически 100%) внутриклеточной жидкости они остаются живыми в течение 3–4-х лет. Стоит отметить, что до высушивания в силикагеле все растения дополнительно испытали температурный шок, когда их дважды подвергли медленной заморозке при $-10...-18^{\circ}\text{C}$ и последующему оттаиванию при комнатной температуре. В альгологии известны случаи успешной криоконсервации живых водорослей с использованием специальных защитных мер. При крайне быстрой заморозке цитоплазма не кристаллизуется, а обретает желеобразную консистенцию, и органеллы не повреждаются, однако при медленной заморозке происходит образование внутриклеточного льда, приводящее к разрушению органелл и смерти клеток.

Во время обезвоживания в клетках растений также происходит ряд необратимых изменений. Во-первых, недостаток воды вызывает сильное уплотнение «головных» групп фосфолипидов в клеточных мембранах и тилакоидах, что в свою очередь приводит к увеличению ван-дер-ваальсовых сил между углеводородными цепями [47]. Иссушенные при комнатной температуре липиды превращаются в гель, а затем при регидратации они снова принимают жидкое состояние, но становятся при этом проницаемыми, и в результате нарушается структурная целостность мембран [48–49].

Во время иссушения клеточные мембраны и белки становятся более восприимчивыми к воздействию активных форм кислорода. Их атака на липиды приводит к сильному окислению плаз-

молекул, делая ее более проницаемой [50–51], а воздействие на белки вызывает окисление функциональных групп аминокислот, из-за чего белки могут полностью утратить свою активность [49]. При отсутствии воды белки вынуждены компенсировать потери водородных связей путем соединения с другими молекулами, в результате чего может происходить их денатурация [48, 52–53]. Во время регидратации они часто находятся в развернутом состоянии, из-за чего в дальнейшем могут полностью утратить свою активность [48].

Окрашивание клеток камчатских представителей *P. delicata* и *R. constricta* флуоресцентным диацетатом (ФДА) показало, что сразу после регидратации в них отсутствует характерная желто-зеленая флуоресценция. Это указывает на неактивное состояние клеточных эстераз. Эстеразы принадлежат классу гидролаз и участвуют в реакциях расщепления сложноэфирной связи в органических соединениях. По существу ФДА является нефлуоресцентной, неполярной молекулой, которая переносится в клетку пассивно и после расщепления в цитоплазме эстеразами начинает светиться под флуоресцентным микроскопом желто-зеленым цветом [26].

Характерная флуоресценция у наших растений появилась через 4–12 дней после регидратации, что указывает на то, что к этому времени в регидрированных клетках возобновился метаболизм. Дальнейшее развитие растений показало, что от одной материнской пластины может быть получено от нескольких десятков до более сотни новых дочерних растений. Таким образом, даже одно перенесшее экстремальный стресс, но сохранившее жизнеспособность растение обеспечивает сохранение вида и восстановление его численности.

Литература

1. Kornmann P., Sahling P.-H. Prasiolales (Chlorophyta) von Helgoland // Helgoländer Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen. – 1974. – Vol. 26. – P. 99–133.
2. Becker E.W. Physiological studies on Antarctic *Prasiola crispa* and *Nostoc commune* at low temperatures // Polar Biology. – 1982. – Vol. 1. – P. 99–104.
3. Ettl H., Gärtner G. Syllabus der Boden-, Luft- und Flechtenalgen. – Gustav Fischer Verlag, Stuttgart/Jena/New York. – 1995. – 722 p.
4. Rindi F., McIvor L., Guiry M.D. The Prasiolales (Chlorophyta) of Atlantic Europe: an assessment based on morphological, molecular, and ecological data, including the characterization of *Rosenvingiella radicans* (Kützinger) comb. nov. // Journal of Phycology. – 2004. – Vol. 40. – P. 977–997.
5. Rodríguez R.R., Jimenez J.C., Delgado C.M. Microhabitat and morphometric variation in two species of *Prasiola* (Prasiolales, Chlorophyta) from streams in central Mexico // Aquatic Ecology. – 2007. – Vol. 41. – P. 161–168.
6. Ключкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, КамчатНИРО. – 2009. – Т. 1. – 216 с.
7. Naw M.W.D., Hara Y. Morphology and molecular phylogeny of *Prasiola* sp. (Prasiolales, Chlorophyta) from Myanmar // Phycological Research. – 2002. – Vol. 50. – P. 175–182.
8. Morphology and phylogenetic position of a freshwater *Prasiola* species (Prasiolales, Chlorophyta) in Korea / Kim M.S., Jun M.-S., Kim C.A., Yoon J., Kim J.H., Cho G.Y. // Algae. – Vol. 30. – P. 197–205.
9. Green seaweeds of Britain and Ireland / Eds.: Brodie J., Maggs C.A., John D.M. British Phycological Society, Dunmurry, Northern Ireland. – 2007. – P. 13–31.
10. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. – 2015. – URL: <http://www.algaebase.org> (дата обращения 01.10.2015).
11. Kobayasi Y. *Prasiola crispa* and its allies in the Alaskan Arctic and Antarctica // Bulletin of the National Science Museum [Tokyo, Japan]. – 1967. – Vol. 10. – P. 211–220.
12. The marine and terrestrial Prasiolales (Chlorophyta) of Galway City, Ireland: a morphological and ecological study / Rindi F., Guiry M.D., Barbiero R.P., Cinelli F. // Journal of Phycology. – 1999. – Vol. 35. – P. 469–482.
13. Rindi F., Guiry M.D. Composition and spatial variability of terrestrial algal assemblages occurring at the bases of urban walls in Europe // Phycologia. – 2004. – Vol. 43. – P. 225–235.
14. Hunt J.H., Denny M.W. Desiccation protection and disruption: a trade-off for an intertidal marine algae // Journal of Phycology. – 2008. – Vol. 44. – P. 1164–1170.
15. Holzinger A., Karsten U. Desiccation stress and tolerance in green algae: consequences for ultrastructure, physiological and molecular mechanisms // Frontiers in Plant Science. – 2013. – Vol. 4. – P. 327.

16. Jackson A.E., Seppelt R.D. The accumulation of proline in *Prasiola crispa* during winter in Antarctica // *Physiologia Plantarum*. – 1995. – Vol. 94. – P. 25–30.
17. Antarctic communities: species, structure, and survival / Eds.: Battaglia B., Valencia J., Walton D.W.H. Cambridge University Press, Cambridge. – 1997. – P. 226–233.
18. DNA damage and photosynthetic performance in the Antarctic terrestrial alga *Prasiola crispa* ssp. *antarctica* (Chlorophyta) under manipulated UV-B radiation / Lud D., Buma A.G.J., van den Poll W., Moerdijk T.C.W., Huiskes H.L. // *Journal of Phycology*. – 2001. – Vol. 37. – P. 459–467.
19. Comparative study on the photosynthetic properties of *Prasiola* (Chlorophyceae) and *Nostoc* (Cyanophyceae) from Antarctic and non-antarctic sites / Kosugi M., Katashima Y., Aikawa S., Tanabe Y., Kudoh S., Kashino Y., Koike H., Satoh K. // *Journal of Phycology*. – 2010. – Vol. 46. – P. 466–476.
20. Photoprotective substances in Antarctic macroalgae and their variation with respect to depth distribution, different tissues and developmental stages / Hoyer K., Karsten U., Sawall T., Wiencke C. // *Marine Ecology Progress Series*. – 2001. – Vol. 211. – P. 117–129.
21. Mycosporin-like amino acids and phylogenies in green algae: *Prasiola* and its relatives from the Trebouxiophyceae (Chlorophyta) / Karsten U., Friedl T., Schumann R., Hoyer K., Lembcke S. // *Journal of Phycology*. – 2005. – Vol. 41. – P. 557–566.
22. Prasiolin, a new UV-sunscreen compound in the terrestrial green macroalga *Prasiola calophylla* (Carmichael ex Greville) Kützinger (Trebouxiophyceae, Chlorophyta) / Hartmann A., Holzinger A., Ganzera M., Karsten U. // *Planta*. – 2015. – In press. – DOI 10.1007/s00425-015-2396-z.
23. Ключкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
24. Physiology and ultrastructure of desiccation in the green alga *Prasiola crispa* from Antarctica / Jacob A., Wiencke C., Lehmann H., Kirst G.O. // *Botanica Marina*. – 1992. – Vol. 35. – P. 297–303.
25. Biology of a terrestrial green alga *Chlorococcum* sp. (Chlorococcales, Chlorophyta) collected from the Miruksazi stupa in Korea / Klochkova T.A., Kang S.-H., Cho G.Y., Pueschel C.M., West J.A., Kim G.H. // *Phycologia*. – 2006. – Vol. 45. – P. 115–124.
26. Oparka K.J., Read N.D. The use of fluorescent probes for studies of living plant cells // *Plant Cell Biology; A Practical Approach*. Oxford University Press Inc., New York. – 1994. – P. 27–50.
27. Cole K., Akintobi S. The life cycle of *Prasiola meridionalis* Setchell and Gardner // *Canadian Journal of Botany*. – 1963. – Vol. 41. – P. 661–668.
28. O'Kelly C.J., Garbary D.J., Floyd G.L. Flagellar apparatus of male gametes and other aspects of gamete and zygote ultrastructure in *Prasiola* and *Rosenvingiella* (Chlorophyta, Prasiolales) from British Columbia // *Canadian Journal of Botany*. – 1989. – Vol. 67. – P. 505–514.
29. Friedmann I. Structure, life-history, and sex determination of *Prasiola stipitata* Suhr. // *Annals of Botany, New Series*. – 1959. – Vol. 23. – P. 571–594.
30. Friedmann I. Geographic and environmental factors controlling life history and morphology in *Prasiola stipitata* Suhr. // *Österreichische Botanische Zeitschrift*. – 1969. – Vol. 116. – P. 203–225.
31. Friedmann I., Manton I. Gametes, fertilization and zygote development in *Prasiola stipitata* Suhr. I. Light Microscopy // *Nova Hedwigia*. – 1960. – Vol. 1. – P. 443–462.
32. Fujiyama T. On the life-history of *Prasiola japonica* Yatabe // *Journal of the Faculty of Fisheries and Animal Husbandry, Hiroshima University*. – 1955. – Vol. 1. – P. 15–37.
33. Klochkova T.A., Kim G.H. Ornamented resting spores of a green alga, *Chlorella* sp., collected from the stone Standing Buddha statue at Jungwon Miruksazi in Korea // *Algae*. – 2005. – Vol. 20. – P. 295–298.
34. Algae: nutrition, pollution control and energy sources / Ed.: Hagen K.N. Nova Science, Hauppauge. – 2009. – P. 41–56.
35. The predominant polyphenol in the leaves of the resurrection plant *Myrothamnus flabellifolius*, 3,4,5 tri-O-galloylquinic acid, protects membranes against desiccation and free radical-induced oxidation / Moore J.P., Westall K.L., Ravenscroft N., Farrant J.M., Lindsey G.G., Brandt W.F. // *Biochemical Journal*. – 2005. – Vol. 385. – P. 301–308.
36. Ecological aspects of seed desiccation sensitivity / Tweddle J.C., Dickie J.B., Baskin C.C., Baskin J.M. // *Journal of Ecology*. – 2003. – Vol. 91. – P. 294–304.
37. Anhydrobiosis / Eds.: Crowe J.H., Clegg J.S. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson and Ross. – 1973. – P. 141–146.
38. Billi D., Potts M. Life and death of dried prokaryotes // *Research in Microbiology*. – 2002. – Vol. 153. – P. 7–12.

39. Alpert P. Constraints of tolerance: why are desiccation tolerant organisms so small or rare? // Journal of Experimental Biology. – 2006. – Vol. 209. – P. 1575–1584.
40. Porembski S., Barthlott W. Granitic and gneissic outcrops (inselbergs) as centers of diversity for desiccation tolerant vascular plants // Plant Ecology. – 2000. – Vol. 151. – P. 19–28.
41. Alpert P. The limits and frontiers of desiccation tolerant life // Integrative and Comparative Biology. – 2005. – Vol. 45. – P. 685–695.
42. Desiccation and survival in plants: Drying without dying / Eds.: Black M., Prichard H.W. CAB International, Wallingford, UK. – 2002. – P. 3–43.
43. Guidetti R., Jönsson K.I. Long-term anhydrobiotic survival in semi-terrestrial micrometazoans // Journal of Zoology. – 2002. – Vol. 257. – P. 181–187.
44. Genomic DNA of *Nostoc commune* (Cyanobacteria) becomes covalently modified during long-term (decades) desiccation but is protected from oxidative damage and degradation / Shirkey B., McMaster N.J., Smith S.C., Wright D.J., Rodriguez H., Jaruga P., Birincioglu M., Helm R.F., Potts M. // Nucleic Acids Research. – 2003. – Vol. 31. – P. 2995–3005.
45. Lewis L.A., Trainor F.R. Survival of *Protosiphon botryoides* (Chlorophyceae, Chlorophyta) from a Connecticut soil dried for 43 years // Phycologia. – 2012. – Vol. 51. – P. 662–665.
46. Metabolic changes of the Antarctic green alga *Prasiola crista* subjected to water stress investigated by in vivo ³¹P NMR / Bock C., Jacob A., Kirst G.O., Leibfritz D., Mayer A. // Journal of Experimental Botany. – 1996. – Vol. 47. – P. 241–249.
47. Crowe J.H., Hoekstra F.A., Crowe L.M. Anhydrobiosis // Annual Review of Physiology. – 1992. – Vol. 54. – P. 579–599.
48. Hoekstra F.A., Golovina E.A., Buitink J. Mechanisms of plant desiccation tolerance // Trends in Plant Sciences. – 2001. – Vol. 6. – P. 431–438.
49. França M.B., Panek A.D., Eleutherio E.C.A. Oxidative stress and its effects during dehydration // Comparative Biochemistry and Physiology, Part A. – 2007. – Vol. 146. – P. 621–631.
50. Senaratna T., McKersie B.D., Borochov A. Desiccation and free radical mediated changes in plant membranes // Journal of Experimental Botany. – 1987. – Vol. 38. – P. 2005–2014.
51. Crowe J.H., McKersie B.D., Crowe L.M. Effects of free fatty acids and transition temperature on the stability of dry liposomes // Biochimica et Biophysica Acta. – 1989. – Vol. 979. – P. 7–10.
52. Wolkers W.F., Tablin F., Crowe J.H. From anhydrobiosis to freeze-drying of eukaryotic cells // Comparative Biochemistry and Physiology Part A. – 2002. – Vol. 131. – P. 535–543.
53. Rebecchi L., Altiero T., Guidetti R. Anhydrobiosis: the extreme limit of desiccation tolerance // Invertebrate Survival Journal. – 2007. – Vol. 4. – P. 65–81.

Информация об авторах Information about authors

Клочкова Татьяна Андреевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; старший научный сотрудник; tatyana_algae@mail.ru

Klochkova Tatyana Andreevna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Candidate of biological sciences; Senior Researcher; tatyana_algae@mail.ru

Клочкова Нина Григорьевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; проректор по научной работе; ninakl@mail.ru

Klochkova Nina Grigorevna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Doctor of biological sciences; Vice-Rector on scientific work; ninakl@mail.ru

Очеретяна Светлана Олеговна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник отдела науки и инноваций; sveta_kam_08@hotmail.ru

Ocheretyana Svetlana Olegovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Researcher of science and innovation department; sveta_kam_08@hotmail.ru

Ким Гван Хун – Национальный университет Конджу; 32588, Корея, Конджу; доктор философии биологии; профессор; декан колледжа естественных наук; ghkim@kongju.ac.kr

Kim Gwang Hoon – Kongju National University; Kongju, Republic of Korea, 32588; Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.); Professor; Dean of College of Natural Sciences; ghkim@kongju.ac.kr

УДК 639.3(571.64)

А.В. Литвиненко, В.Н. Ефанов

*Сахалинский государственный университет,
Южно-Сахалинск, 693008
e-mail: vesna271@rambler.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АКВАКУЛЬТУРЫ В САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

В октябре 2015 г. на базе Сахалинского государственного университета состоялась Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов. Организаторами мероприятия выступили Правительство Сахалинской области, Сахалинский государственный университет, Дальневосточный федеральный государственный университет и Международная кафедра ЮНЕСКО «Морская экология» при Дальневосточном федеральном государственном университете. Необходимость проведения данной конференции была обусловлена современными условиями: возрастающей потребностью в продукции, вырабатываемой из тихоокеанских лососей и других гидробионтов, а также ограниченным потенциалом естественного воспроизводства. Кроме того, несовершенство нормативно-правовой базы, регламентирующей работу рыбоводных предприятий, и острый дефицит квалифицированных специалистов препятствуют развитию рыбной промышленности на Дальнем Востоке и сводят на нет заинтересованность частных капиталовложений.

Пути решения назревших в рыбной отрасли проблем были выявлены во время проведения школы-конференции. В большинстве выступлений ведущих ученых, профессоров, молодых ученых и специалистов России, Японии и Китая прозвучала мысль о необходимости передачи полномочий по управлению рыбохозяйственным комплексом, включая прибрежную зону, от федеральных органов к субъектам Российской Федерации; об усовершенствовании существующей нормативно-правовой базы; о необходимости разработки концепции искусственного воспроизводства лососей и морских гидробионтов на Дальнем Востоке на период до 2030 г., в которой требуется заложить создание комплексов (кластеров).

Ключевые слова: гидробионты, экологическая емкость, инновационные методы воспроизводства.

A.V. Litvinenko, V.N. Efanov (Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, 693008) **Current status and prospects of aquaculture development in the Sakhalin region**

In October 2015 International marine scientific school-conference on hydrobiont cultivation was held on the basis of Sakhalin State University. The event was organized by Sakhalin region Government, Sakhalin State University, Far Eastern Federal State University and its International UNESCO department "Marine ecology". The necessity of the conference was conditioned by growing demand for Pacific salmon and other hydrobiont products and limited potential for natural reproduction. In addition, the imperfection of the legal framework governing hatchery activity and acute shortage of experienced personnel hinder fishing industry development in the Far East and private investments.

At the conference the solutions to the problems were discovered. Leading scientists, professors, young scientists and specialists from Russia, Japan and China suggested delegating subjects of the Russian Federation to manage fishing industry, including coastal zone. It was suggested improving legal framework; developing the concept of artificial reproduction of salmon and sea hydrobionts in the Far East up to 2030. This concept was based on setting up clusters.

Key words: hydrobionts, environmental capacity, innovative methods of reproduction.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-46-53

Сахалин – это край нефти и газа. Многие знают, что Сахалин – край рыбаков и именно здесь вылавливается пятая часть рыбы, добываемая в России. Но только специалисты знают, что сахалинские рыбоводы выпускают четверть от всего выпускаемого в Северной Пацифике количества молоди тихоокеанских лососей, более 85% от всего количества, выпускаемого в России, что составляет около 800 млн шт. молоди в год.

В настоящее время США, Япония, Канада и Россия выращивают и выпускают в океан более 4 млрд штук молоди тихоокеанских лососей. В условиях усиления антропогенного воздействия на промысловые объекты и на среду их естественного обитания одним из основных путей восстановления и увеличения промысловых запасов, а также увеличения вылова лососевых служит их искусственное разведение на современных рыбоводных заводах, которых в области уже 41. В связи с увеличивающейся потребностью в продукции, вырабатываемой из тихоокеанских лососей и морских гидробионтов, а также ограниченным потенциалом естественного воспроизводства, все более возрастает роль искусственного разведения рыб и марикультуры. В этой связи губернатором области было принято решение о разработке программы по развитию искусственного воспроизводства гидробионтов в Сахалинской области. В этом направлении рыбохозяйственной деятельности во главу угла было поставлено строительство ультрасовременных рыбоводных комплексов, базирующихся на сахалинском и мировом опыте. Их эффективность будет высокой в том случае, если они будут работать в единой структуре, объединяющей разведение, естественное воспроизводство, добычу, переработку, развитие производственной и социальной инфраструктуры.

На сегодняшний момент лидерами в области марикультуры, во многом определяющими ситуацию на мировом рынке, являются страны АТР. Их успехам способствует как высокая плотность населения, обеспечивающая относительно дешевые трудовые ресурсы, огромные рынки сбыта и короткие логистические цепочки, так и климатические условия, позволяющие выращивать продукцию в короткие сроки [1]. Однако к настоящему времени развитие аквакультуры в этих странах, в первую очередь, в Китае, сталкивается с ограничениями в силу чрезмерной нагрузки на естественную среду, что негативно сказывается на качестве получаемой продукции [2, 3].

В противоположность этому дальневосточная аквакультура, базирующаяся на акваториях с чистой водой, при относительно низкой нагрузке на водоемы позволит получать продукцию значительно более высокого качества, которая будет пользоваться спросом на внешнем рынке. Примером разительного контраста зависимости стоимости и качества продукции от условий выращивания является трепанг дальневосточный. Цена голотурий, выращенных в Китае и выловленных в чистых прибрежных водах Хоккайдо, Курил и Приморья, отличается более чем на порядок. Несмотря на то, что объемы культивирования трепанга только в Даляне измеряются тысячами тонн, высокая стоимость российского трепанга не способствует решению проблемы браконьерства.

В ТИНРО-центре в 2000-х гг. были разработаны биотехники разведения беспозвоночных, выполнены расчеты экономической эффективности экстенсивных технологий культивирования двусторчатых моллюсков, разработаны инструкции по технологии разведения беспозвоночных: приморского гребешка, мидии обыкновенной, гигантской устрицы и дальневосточного трепанга. В Приморском крае на сегодняшний день пользователям выделено около 20 тыс. га, на которых работают свыше 50 хозяйств марикультуры, где основными объектами культивирования являются сахарина (ламинария) *Saccharina japonica*, приморский гребешок *Mizuhopecten yessoensis*, тихоокеанская мидия *Mytilus trossulus*, дальневосточный трепанг *Apostichopus japonicus*. В последние годы развивается культивирование тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* и серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* [4]. Специалисты указывают на необходимость разработки биотехнологии восстановления полей ламинарии в прибрежных участках, что позволит увеличить сырьевую базу этой водоросли для использования в промышленных целях. Кроме того, потенциал ламинариевой плантации может использоваться для получения урожая ценных промысловых животных, поселившихся на ней, для которых она представляет субстрат для оседания их личинок, укрытия от врагов, а также служит кормом в виде самих слоевищ ламинарии или органики, поставляемой постоянно разрушающимися верхними частями слоевищ водоросли. Совместно с ламинарией возможно выращивать урожай ежа, приморского гребешка и мидии [5].

По экспертным оценкам, к числу гидробионтов, продукция которых будет востребована, относится и халиотис *Haliotis discus* (морское ухо), в Сахалинской области встречающийся исключительно в районе о. Монерон, где он образует поселения. Разработка биотехнологии культивирования коммерчески ценного моллюска – халиотиса в условиях Приморья и о. Сахалин будет носить пионерский характер.

Таким образом, существующие биологические предпосылки для развития марикультуры на юге Дальнего Востока подкреплены как научным обеспечением, так и опытом промышленности. Марикультура имеет перспективы развития в специализированную отрасль, для развития которой, однако, необходимо будет решить ряд важнейших вопросов, в частности подбор акваторий для создания новых хозяйств марикультуры с учетом значительной variability их условий [4].

Тем временем весьма эффективное искусственное разведение тихоокеанских лососей в Сахалинской области основано на грамотном сочетании с уникальным естественным воспроизводством. На сегодняшний день в Сахалинской области функционирует 41 лососевый рыбоводный завод различной формы собственности (федеральные, находящиеся в аренде и частные). В ближайшем будущем планируется проектирование и строительство еще порядка пятидесяти предприятий в различных районах Сахалинской области (табл. 1).

Таблица 1

**Перечень действующих рыбоводных предприятий Сахалинской области,
по состоянию на 01.01.2016 (по данным СКТУ ФАР)**

№ п.п.	Базовый водоток ЛРЗ	Наименование ЛРЗ	Организация, собственник ЛРЗ	Вид ВБР
1	руч. Рыбоводный бассейн р. Тымь	Адо-Тымовский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
2	р. Пиленга	«Тымовское»	ООО «Пиленга-98»	кижуч
3	руч. Рыбоводный бассейн р. Поронай	Побединский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша
4	р. Буюклинка бассейн р. Поронай	Буюкловский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
5	р. Нитуй	«Нитуй»	ООО «Туровка»	кижуч
6	р. Лазовая	«Лазовой»	ООО «ЛРЗ Лазовой»	горбуша
7	р. Тихая	«Тихая»	ООО «Охранник-3»	кета
8	р. Сенька бассейн р. Пугачевка	Пугачевский	ЗАО «Островной»	горбуша
9	р. Мануй	«Мануй»	ООО «РРЗ Арсентьевка»	горбуша
10	р. Ай	«Ай»	ООО «Лосось-2004»	горбуша
11	р. Фирсовка	«Фирсовка»	ООО «Меридиан»	кета
12	р. Бахура	«Бахура»	ООО «Дельта»	горбуша
13	р. Залом бассейн р. Найба	«Залом»	СП ООО «Пиленга Годо»	кета
14	р. Белая бассейн р. Найба	Соколовский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	горбуша
15	р. Б. Такой бассейн р. Найба	Березняковский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
16	р. Знаменка бассейн р. Очепуха	Лесной	ООО «Салмо»	сима
17	р. Ударница бассейн оз. Тунайча	Охотский	ООО «Салмо»	кета
18	р. Долинка	«Долинка»	ООО «Долинка»	горбуша
19	р. Островка, р. Чиркова	«Монетка»	ЗАО «Пиленга»	кета
20	р. Игривая	«Игривая»	ЗАО «Пиленга»	горбуша
21	р. Быстрая бассейн р. Лютога	Анивский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
22	р. Таранай	Таранайский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	сима
23	р. Ольховатка	«Ольховатка»	ООО «Олимп»	горбуша
24	р. Ясноморка	Ясноморский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
25	р. Заветинка	Сокольниковский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
26	р. Сова	ЛРЗ на р. Сова	ОАО ЛРЗ «ДОРИМП»	кета
27	р. Калинка	Калининский	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
28	р. Красноярка	«Красноярка»	ООО «Нерест»	горбуша
29	р. Черная Речка	Урожайный	ФГБУ «Сахалинрыбвод»	кета
				сима

Окончание табл. 1

№ п.п.	Базовый водоток ЛРЗ	Наименование ЛРЗ	Организация, собственник ЛРЗ	Вид ВБР
30	р. Курилка	Курильский	ЗАО «Гидрострой»	горбуша кета
31	р. Рейдовая	Рейдовый	ЗАО «Гидрострой»	горбуша кета
32	руч. Скальный	«Скальный»	ООО Компания «Буг»	горбуша кета
33	руч. Безымянный бассейн р. Куйбышевка	«Куйбышевский»	ООО «Континент»	горбуша кета
34	руч. Безымянный, бассейн оз. Большое Куйбышевское	«Озеро»	ООО «Континент»	кета
35	р. Осенняя	«Осенний»	ООО «Скит»	кета
36	руч. Болотный, бассейн р. Цирк	«Океанский»	ООО «Минеральные источники Итурупа»	кета
37	бух. Оля	«Бухта Оля»	ЗАО «Гидрострой»	кета
38	бух. Китовая	«Китовый»	ЗАО «Гидрострой»	кета
39	р. Кострома	«Павино»	ООО «ЛРЗ Лазовой»	горбуша кета
40	р. Саратовка	«Саратовский»	ООО «Континент»	кета
41	р. Янкито (о. Итуруп)	«Янкито»	ЗАО «Гидрострой»	кета
ВСЕГО по Сахалинской области				41

Основная цель искусственного разведения в условиях усиливающего антропогенного воздействия на популяции рыб и среду их обитания – это восстановление подорванных внутривидовых группировок и увеличение величины промыслового изъятия. Два основных способа искусственного разведения тихоокеанских лососей – за счет строительства рыбоводных заводов и создание искусственных нерестилищ и других технических приспособлений для воспроизводства лососей в условиях, близких к нативным (внезаводской способ).

Однако если необходимость увеличения количества рыбоводных предприятий поддерживают практически все грамотные специалисты, мнения в задачах этого строительства значительно разнятся. Для одних – это инженерное решение вопроса, заключающееся в простом возведении рыбоводного комплекса, в основном без учета специфики биологических и экологических особенностей объекта разведения, для других – это решение значимых биологических, экологических и генетических задач, разрешение которых позволило бы на рыбоводном комплексе получать:

- 1) устойчивую во времени единицу запаса;
- 2) генетически полиморфную разводимую единицу запаса, генофонд которой приближается к нативному;
- 3) эффективность разводимой единицы запаса высокорентабельна;
- 4) разводимая единица запаса не входит в противоречия в существующей экосистеме с нативными популяциями, в том числе не оказывает негативного влияния на кормовую базу экосистемы.

Рыбоводное предприятие, сочетающее свою деятельность с естественным воспроизводством и базирующееся на научной основе, позволяет достичь высокой эффективности, в несколько раз превышающей естественный нерест. Высокая эффективность рыбоводства наглядно просматривается на примере работы Рейдового рыбоводного завода (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная характеристика искусственного разведения и естественного воспроизводства горбуши и кеты (по данным отчетов по рыбоводству Рейдового ЛРЗ и ФГБУ «Сахалинрыбвод», 2012 г.)

Показатели	Искусственное разведение		Естественное воспроизводство	
	Горбуша	Кета	Горбуша	Кета
Слой воды над икрой, см	10–15	10–15	11,8	11,8
Глубина закладки икры, см	0	0	14,5–50,5	14,5–50,5
Скорость течения воды, м/с	0,5–0,8	0,5–0,8	0,7	0,7
Количество производителей, участвующих в нересте, шт.	39360	31156	58210	37100
Средневзвешенная рабочая плодовитость, шт.	1250	2536	1547	2800
Эффективность нереста, %	19,2	9,4	50,39	50,39
Количество заложенной икры, тыс. шт.	30930225	39501619	22688317	26172566
Температура воды при инкубации, °С	3–6	3–6	3–4	3–4

Окончание табл. 2

Показатели	Искусственное разведение		Естественное воспроизводство	
	Горбуша	Кета	Горбуша	Кета
Содержание кислорода, мг	7,8	7,8	7–11	7–11
Отход икры за инкубацию и выдерживание, %	10,3	9,52	63,9	63,9
Коэффициент ската, %	92,5	92,0	36,1	36,1
Количество скатившейся молоди, шт.	27732200	35846900	8190482	9448296
Коэффициент возврата, %	5	4	5	4
Возврат производителей, шт.	1386610	1433876	409524	377932
Возврат от пары производителей, шт.	35,2	46,02	7,04	10,2

Проанализировав данные по естественному воспроизводству и искусственному разведению горбуши и кеты в р. Рейдовая и на Рейдовом рыбоводном заводе в период инкубации икры, выдерживания предличинки, подращивания личинок и выращивания молоди, было отмечено, что, на первый взгляд, комплексы абиотических условий среды как в естественных (в реке), так и в искусственных условиях (на рыбоводном заводе) отличаются незначительно. Однако если отход икры за период инкубации на заводе составляет 10,3% и 9,52%, то в реке этот же показатель оценивается в 63,9%, что больше почти в семь раз [6]. Кроме того, существующая сегодня на современных рыбоводных предприятиях техническая возможность осуществления подачи на протяжении всего цикла воды различной температуры, в зависимости от этапа развития, регулирование других абиотических факторов для оптимизации жизнедеятельности объектов в соответствии с видовыми требованиями, позволяет свести до минимума потери рыбоводной продукции и выпустить максимальное количество жизнестойкой молоди, тем самым обеспечив устойчивые возвраты. Выявлены оптимальные значения основных абиотических факторов (температура воды, содержание растворенного кислорода) для основных объектов искусственного воспроизводства в Сахалинской области, горбуши и кеты, разработана инструкция по биотехнике искусственного воспроизводства для современных рыбоводных предприятий [7].

В целях восстановления сохранившейся только в бассейне р. Поронай популяции летней кеты, видоспецифичность которой в отношении экологических факторов проявляется в требовании более низких значений температуры воды во время инкубационного развития, а также более высоких значений растворенного кислорода, по сравнению с осенней кетой как основным объектом искусственного разведения, необходимо использовать современные технические возможности рыбоводных заводов; при этом не требуется специальной модернизации существующих мощностей [8].

Направление действий для восполнения и приумножения самовозобновляемых ресурсов должно базироваться на создании комплексов, сочетающих в себе следующие составные части, взаимозависимые друг от друга: искусственное разведение, мониторинг естественного воспроизводства, охрана воспроизводства, добыча и обработка возвращающихся лососей, вспомогательные службы. Сочетание всех составных создаваемых комплексов с созданием совокупного размещения производственных мощностей и научных наблюдений, проживание специалистов в благоустроенных населенных пунктах и обеспечение их социального благополучия позволит получить высокий экономический эффект от капиталовложений, при этом деятельность комплексов будет практически не ограничена во времени. Всего предлагается создание как минимум девяти комплексов. Примерная схема расположения таких комплексов представлена на рис. 1.

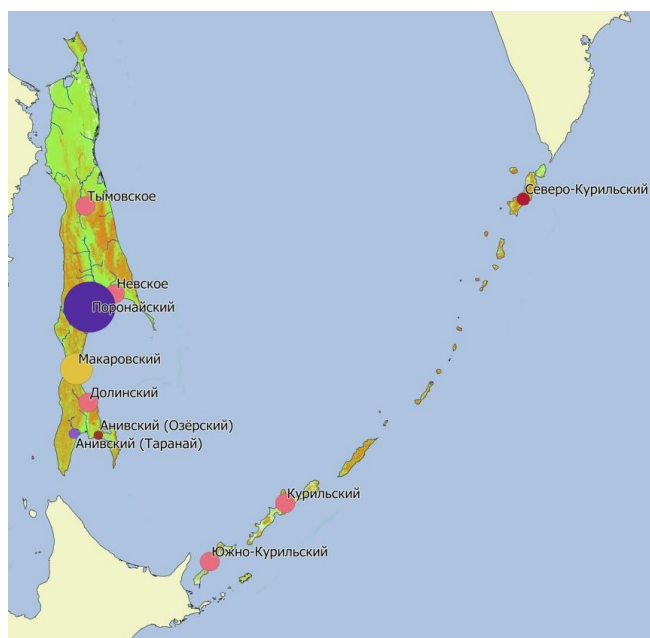


Рис. 1. Предлагаемая предварительная схема расположения комплексов по искусственному разведению тихоокеанских лососей в Сахалинской области [6]

этом деятельность комплексов будет практически не ограничена во времени. Всего предлагается создание как минимум девяти комплексов. Примерная схема расположения таких комплексов представлена на рис. 1.

Как показали последние исследования [9], экологическая емкость северо-западной части Тихого океана достаточна для поддержания современного уровня численности лососей. Смоделированные сценарии дальнейшего увеличения обилия лососей (в полтора раза относительно уровня 2000-х гг.) выявили, что уровень обилия кормовых ресурсов способен поддержать существование популяций лососей при еще более высокой их численности. Таким образом, кормовая база не может являться фактором, ограничивающим численность лососей в северо-западной Пацифике, включая Берингово, Охотское и Японское моря.

В этой связи общее количество молоди, выпускаемой с рыбоводных заводов Сахалинской области, в перспективе может быть доведено до 2,0–2,5 млрд шт., а общий возврат вкупе с естественным воспроизводством может составить 400–500 тыс. т лососей [6].

В существующей экологической ситуации в северо-западной Пацифике качество лососей, как источника ценного белка, по результатам последних исследований не вызывает опасений: концентрация цинка, кадмия, ртути, мышьяка и свинца, а также хлорорганических соединений в мышцах и других органах не превышает санитарно-эпидемиологическую норму в Российской Федерации [10–12].

Кроме традиционного способа искусственного разведения лососей в Сахалинской области, которое, впрочем, не решает всего многообразия задач, стоящих перед субъектами, хозяйствующими на водных объектах, с успехом находят свое применение гнезда-инкубаторы особых конструкций, размещаемые по всей протяженности водотока – от верхних до нижних порожистых участков рек, что включает в процесс воспроизводства всю экосистему реки. Эти гнезда-инкубаторы рекомендуется использовать при проведении мероприятий по восстановлению численности популяций дальневосточных лососей в реках с критически низким количеством производителей или в реках с утраченными популяциями, в целях акклиматизации, а также при проведении мероприятий по компенсации ущерба водным биоресурсам и среде их обитания, нанесенного в результате строительства и эксплуатации различных сооружений на водных объектах Сахалинской области. При этом с появлением новых технологий и материалов, проведением детальных исследований условий естественного нереста, структуры и гидравлики нерестовых гнезд, а также возможностями транспортной доставки посадочного материала, такой способ воспроизводства лососей становится все более перспективным [13].

Если в сохранении и приумножении численности тихоокеанских лососей максимальной рентабельности можно добиться созданием комплексов, включающих в себя искусственное разведение, естественное воспроизводство, охрану, добычу, переработку и научное обеспечение, то для успешного развития марикультуры необходимо переходить к комплексному управлению прибрежными акваториями через создание сети морских биотехнопарков. В условиях существующей далеко несовершенной нормативно-правовой базы, регулирующей деятельность субъектов рыбохозяйственного комплекса, не представляется возможным эффективно использовать весь имеющийся потенциал прибрежных участков, кроме того, происходит деградация морских прибрежных экосистем. Компенсировать эту деградацию, восстановить биопродуктивность прибрежных акваторий до исторического максимума, а затем и превысить его позволяет высокий уровень технологического развития современной марикультуры. Наиболее успешная стратегия развития прибрежных территорий, как показывает богатый зарубежный опыт, заключается в создании территориальных кластеров, в том числе и морских биотехнопарков.

Под биотехнопарком подразумевается структура, интегрирующая в себе береговой комплекс по получению молоди беспозвоночных для морских хозяйств, сами хозяйства и Береговой центр их обслуживания, производственные мощности, обеспечивающие глубокую комплексную переработку получаемого сырья, а также смежные и сопутствующие производства (рис. 2).

Одними из таких сопутствующих производств представляются комплексы для переработки морского биологического сырья, в том числе из биомассы, остающейся после переработки рыбы и морепродуктов. В результате производства будут получены медицинские препараты с высоким содержанием Омега-3 и Омега-6 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) и корма для развития аквакультуры, так необходимые в современных условиях и способные конкурировать с дорогостоящими импортными продуктами [14].

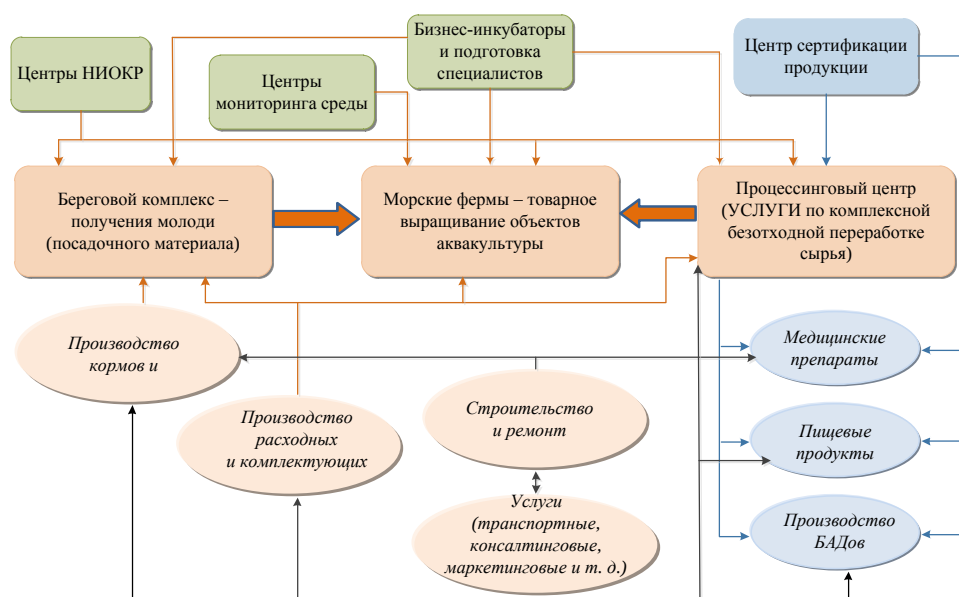


Рис. 2. Упрощенная схема структуры Морского биотехнопарка [16]

В предлагаемой структуре все перечисленные структурные единицы системно и функционально взаимосвязаны, каждая из них формирует вокруг себя систему производств различной специализации по кластерному принципу [15]. Непосредственное комплексное управление морской акваторией должно осуществляться через Центр мониторинга, который помимо непосредственного наблюдения за состоянием водной среды в районе морских плантаций определяет уровень допустимой нагрузки на экосистемы, участвует в создании морских ферм. Это позволит эффективно развивать не только искусственное воспроизводство и товарное выращивание, но и санитарную аквакультуру, особую актуальность которой придает развитие нефтегазового сектора [16].

Литература

1. Sui X. The progress and prospect of studies on artificial propagation and culter of the sea cucumber, *Apostichopus japonicas* // *Advances in Sea Cucumber Aquaculture and Management*. – FAO, Rome, Fisheries Technical Paper. – 2004. – № 14. – P. 273–276.
2. Распределение и оценка растворенных элементов в придонной воде в районе садковой аквакультуры залива Залинг (Zaling) / Wei Xian-ge, Wen Yan-mao, Wang Weng-quang, Jia Huo-lei, Xu Xin-rong // *Aqua sci. Nature Inc. Sutyatseni. Nature. Sci.* – 2005. – Vol. 44, № 4. – P. 115–119.
3. Development of mariculture and its impact in Chines coastal waters / Yang Y.F., Li C.H., Nie X.P. et al. // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. – 2004. – № 14. – P. 1–10.
4. Викторовская Г.Н., Сухин И.Ю. Современное состояние и перспективы развития марикультуры на Дальнем Востоке // *Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов.* – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 20–25.
5. Крупнова Т.Н. Марикультура бурых водорослей и сопутствующих гидробионтов // *Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов.* – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 60–63.
6. Ефанов В.Н. Искусственное разведение тихоокеанских лососей – цели, задачи, направление развития // *Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов.* – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 27–37.
7. Литвиненко А.В. Экологические особенности искусственного воспроизводства горбуши и кеты в условиях сахалинских рыбоводных заводов // *Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов.* – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 68–73.
8. Лапина А.Е., Самарский В.Г., Зеленников О.В. Экспериментальный анализ выращивания молоди кеты осенней и летней рас при различных температурных режимах // *Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов.* – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 63–68.

9. *Заволокин А.В., Темных О.С.* Экологическая емкость северо-западной части Тихого океана для тихоокеанских лососей // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 37–43.
10. *Ковековдова Л.Т.* Микроэлементный состав и оценка качества лососевых рыб дальневосточных морей // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 43–47.
11. Курило-Камчатский регион как импактная зона на пути анадромной миграции лососей / *Н.К. Христофорова, В.Ю. Цыганков, О.Н. Лукьянова, М.Д. Боярова* // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 90–96.
12. Хлорорганические соединения (ХОС) в тихоокеанских и атлантических лососях / *В.Ю. Цыганков, М.Д. Боярова, О.Н. Лукьянова, Н.К. Христофорова* // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 96–101.
13. Опыт воспроизводства кеты (*Oncorhynchus keta*) с применением гнезд-инкубаторов на малых реках Сахалина / *Л.К. Федорова, А.Е. Веселов, Д.А. Ефремов, М.А. Скоробогатов, А.И. Мадудин* // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 84–90.
14. *Никифоров Е.Л.* Создание комплекса для переработки морского биологического сырья // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 78–83.
15. *Портер М.* Конкуренция. – М.: Вильямс, 2005. – 592 с.
16. *Масленников С.И., Щукина Г.Ф.* Проблема управления морскими прибрежными акваториями // Международная морская научная школа-конференция по искусственному разведению гидробионтов: сб. науч. трудов. – Южно-Сахалинск, 2015. – С. 73–78.

Информация об авторах Information about authors

Литвиненко Анна Владимировна – Сахалинский государственный университет; 693008, Россия, Южно-Сахалинск; кандидат биологических наук; доцент; доцент кафедры экологии и природопользования; vesna271@rambler.ru

Litvinenko Anna Vladimirovna – Sakhalin State University; Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 693008; Candidate of biological sciences; Associate Professor; Assistant professor of Ecology and Nature management chair; vesna271@rambler.ru

Ефанов Валерий Николаевич – Сахалинский государственный университет; 693008, Россия, Южно-Сахалинск; доктор биологических наук; профессор; заведующий кафедрой экологии и природопользования; yefanov@mail.ru

Efanov Velerij Nikolaevich – Sakhalin State University; Yuzhno-Sakhalinsk, Russia, 693008; Doctor of biological sciences; Professor; Head of Ecology and Environmental chair; yefanov@mail.ru

УДК 582.274(265.52)

Н.А. Лопатина (Писарева)

Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: miranda-n@yandex.ru

**ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИИ РАЗВИТИЯ *PORPHYRA MINIATA*
(BANGIALES, RHODOPHYTA) В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ
В РАЗНЫХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ**

В статье приведены особенности биологии развития *Porphyra miniata* (C. Agardh) C. Agardh, массового эфемера литоральной альгофлоры Авачинского залива. Показано, что сроки жизни гаметофитной генерации этого вида в описываемом районе камчатского побережья составляют 2–2,5 месяца, с середины мая до начала августа. При этом его спороношение растянуто во времени и происходит асинхронно. В прибрежных районах Авачинской губы, подверженных антропогенному загрязнению, развитие гаметофитов *P. miniata* происходит позднее, чем в чистых водах. Многочисленные обрастания поверхности пластин диатомовыми, обнаруженные в бухте Завойко, оказывают угнетающее воздействие на их вегетацию. Заболевания, поражающие *P. miniata* в загрязненных районах Авачинской губы, вызывают патологические изменения в ее клетках.

Ключевые слова: красные водоросли, *Porphyra miniata*, биология развития, Авачинский залив, антропогенное загрязнение.

N.A. Lopatina (Pisareva) (Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000) **Peculiarities of biology of *Porphyra miniata* (Bangiales, Rhodophyta) in Avacha Gulf in different conditions of man-made pollution**

The peculiarities of biology of *Porphyra miniata* (C. Agardh) C. Agardh in Avacha Gulf are described in the article. Period of life of gametophyte generation of this species in Kamchatka region is 2–2,5 months, from mid May to early August as shown. Its reproduction lasts for a long time and occurs asynchronously. In Avacha Bay coastal areas that are exposed to man-made pollution gametophytes development of *P. miniata* occurs later than in clean waters. Extensive growth of diatoms on the blades surface in Zavoiko Bay has depressing effect on their vegetation. Diseases that affect *P. miniata* in man-made pollution areas of Avacha Bay cause pathological changes in its cells.

Key words: red algae, *Porphyra miniata*, biology, Avacha gulf, man-made pollution.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-54-61

Представители массовых видов красных бангиевых водорослей играют важную роль в формировании литоральных сообществ. Они относятся к видам-эфемерам и населяют разные горизонты фитали, но основная их часть все же встречается на малых глубинах. Многие из них хорошо переносят антропогенное загрязнение и не исчезают из флоры загрязненных районов. К таковым относятся прежде всего виды рода *Porphyra*.

Впервые данный род был описан два века назад [1]. В настоящее время он включает в себя значительное количество таксонов. Так, число его валидных видов и подвидов, форм и вариаций в альгофлоре Мирового океана ныне достигает 110 [2]. Порфиры распространены практически повсеместно и во многих странах являются важным объектом промышленного культивирования. Ряд бангиевых, относящихся теперь к родам *Porphyra*, *Pyropia* и *Wildemanina*, в зарубежных прибрежных странах Дальнего Востока являются ценными объектами культивирования, поскольку содержат уникальные полисахариды и незаменимые аминокислоты [3], витамины, липиды [4] и другие полезные для здоровья человека соединения.

Изучению *Porphyra* посвящено огромное количество работ самых разных исследователей. Это вызвано ее широким практическим использованием, сложностью таксономической диффе-

ренциации, обилием видов и доступностью их для изучения. Количество исследований, касающихся порфиры, выполненных за последние 20 лет, очень велико [5]. При этом до последних лет в разных районах Мирового океана продолжается описание новых видов обсуждаемого рода.

Если раньше принадлежащие роду *Porphyra* виды дифференцировали только на основании морфолого-анатомических признаков, то в настоящее время в их систематике, как и у всех багрянок, большую роль играют методы молекулярного анализа [6–9 и др.]. С использованием последних С. Линдстром был изучен североамериканско-тихоокеанский порфиновый комплекс [10, 11 и др.]. В результате данной таксономической ревизии часть видов, прежде относившихся к роду *Porphyra*, была выведена из его состава и включена во вновь описанные роды [12]. Исследования С. Линдстром с соавторами охватили практически все побережье Северной Америки и Азии. Однако водоросли вдоль обширного побережья российского Дальнего Востока, в том числе и камчатские представители массового вида *P. miniata*, остались не затронутыми этими исследованиями, поэтому их родовая и видовая принадлежность еще требуют уточнения.

В последние годы из-за ухудшения экологической обстановки наблюдается рост случаев заражения порфиновых плантаций патогенными организмами: вирусами, бактериями и грибами. Многие болезнетворные агенты имеют широкие ареалы, поэтому опасность их интродукции и появления в том числе и на Камчатке достаточно велика. В связи с хорошо выраженной у этих организмов способностью адаптации к новым условиям обитания и выбора новых хозяев, необходим контроль за географическим распространением патогенов, их количественным развитием и вредным влиянием на физиологическое состояние хозяев.

Названные выше причины определяют интерес к изучению биологии развития массовых видов камчатских порфир и выявлению показателей физиологического состояния растений в условиях изменяющейся среды и антропогенного загрязнения.

Отбор проб порфир проводился нами в верхнем горизонте литоральной зоны Авачинского залива, в том числе и в Авачинской губе. Наиболее загрязненным в губе является восточное побережье, вдоль которого расположен г. Петропавловск-Камчатский с его промышленными предприятиями, местами базирования флота и многочисленными канализационными коллекторами, несущими в акваторию хозяйственно-бытовые и производственные стоки. В бух. Сероглазка и у м. Санникова загрязнение наиболее высоко, туда из канализационного коллектора поступают нефть и нефтепродукты, фенолы и детергенты, тяжелые металлы. У м. Санникова, кроме того, есть место, которое называют кладбищем затонувших кораблей. Бухту Завойко можно считать среднезагрязненной, поскольку сюда поступают относительно чистые воды Авачинского залива, но во время отлива сюда выносятся воды Авачинской губы. Остров Старичков является, пожалуй, самым чистым районом в центральной части залива. Одна его сторона регулярно подвергается океаническому волнению и поэтому постоянно омывается водами открытого океана, другая сторона, обращенная к берегу, подвергается сильному воздействию волн только во время ветров определенного направления, дующих с берега.

Водоросли собирали в весенне-летний период 2015 г. каждые две недели во время сизигийных и квадратурных отливов. Сезонные пробы порфир отбирали в литоральной зоне в бухтах Завойко и Сероглазка, у о. Старичков. Разовые сборы проб были выполнены у м. Санникова – сильно загрязненного участка Авачинской губы, а также в горле губы, в бух. Безымянной. Для сбора порфир в сублиторальной зоне использовали легководолазное снаряжение. Дополнительно к изучению привлекался обширный водорослевый материал из гербарных коллекций КФ ТИГ ДВО РАН и КамчатГТУ.

Порфиры фотографировали в свежем состоянии и в сухом виде. По мере разбора альгологического материала делали временные препараты для микроскопических исследований. Поскольку каждая собранная проба содержала растения, находящиеся в разных стадиях созревания, гербаризации подвергали представителей всех возрастных групп. Из наиболее типичных по морфологии стерильных и зрелых водорослей для изучения под микроскопом готовили постоянные препараты на основе желатин-глицерина. Удачно выполненные срезы фотографировали с помощью микрофотонасадки Infinity. Полученные фотографии использовали для изучения размножения и физиологического состояния растений, особенностей развития их вегетативных и генеративных структур.

В результате изучения морфолого-анатомического строения водорослей было установлено, что чаще всего в Авачинском заливе встречаются шесть видов порфир, в том числе *Porphyra miniata*. Наши наблюдения показали, что названный выше вид наряду с *P. ochotensis*

здесь наиболее распространен (рис. 1). Как видно из этого рисунка, высокая перекрываемость морфологических признаков у порфир затрудняет их видовую идентификацию, особенно в естественной среде обитания. При высушивании растений порфиры, как правило, меняют окраску, что дает дополнительные признаки для дифференциации их видов. Важнейшими среди последних являются особенности генеративной анатомии.

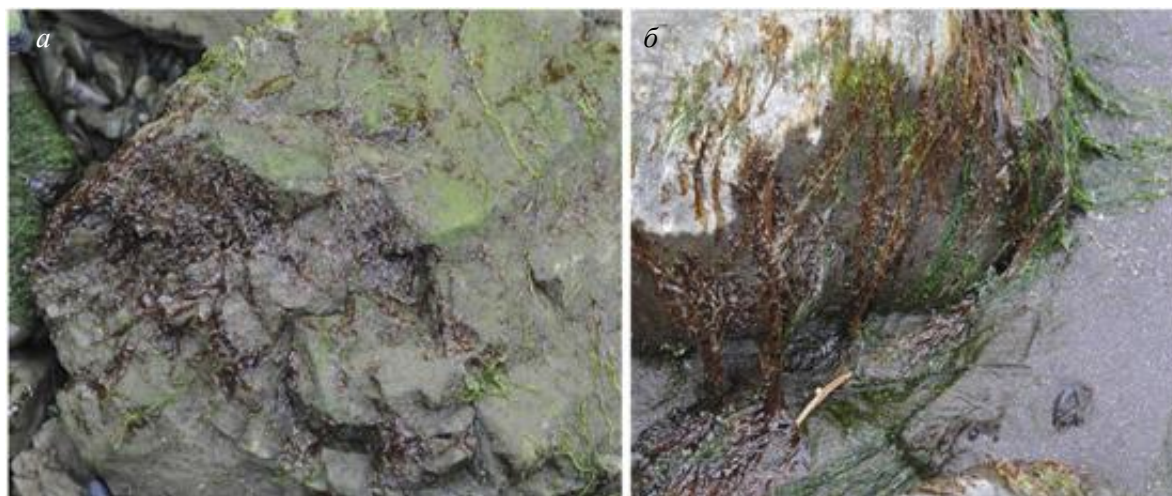


Рис. 1. Внешний вид растений *Porphyra ochotensis* (а) и *Porphyra miniata* (б) из разных районов Авачинской губы (июль 2015 г.)

Для вида *P. miniata* по сравнению с другими видами были получены наиболее полные данные о биологии развития, сроках жизни, размерной и возрастной структуре популяции. Как показали полученные нами данные, массовое развитие у этого вида происходит в Авачинском заливе в первую половину лета. *P. miniata* была встречена во всех названных выше районах. Однако темпы ее роста, развития и воспроизводства отличались друг от друга в разных участках побережья. Представления о сезонном развитии *P. miniata* были получены по образцам из бух. Завойко. Внешний вид растений, собранных в этом районе в разное время, показан на рис. 2.

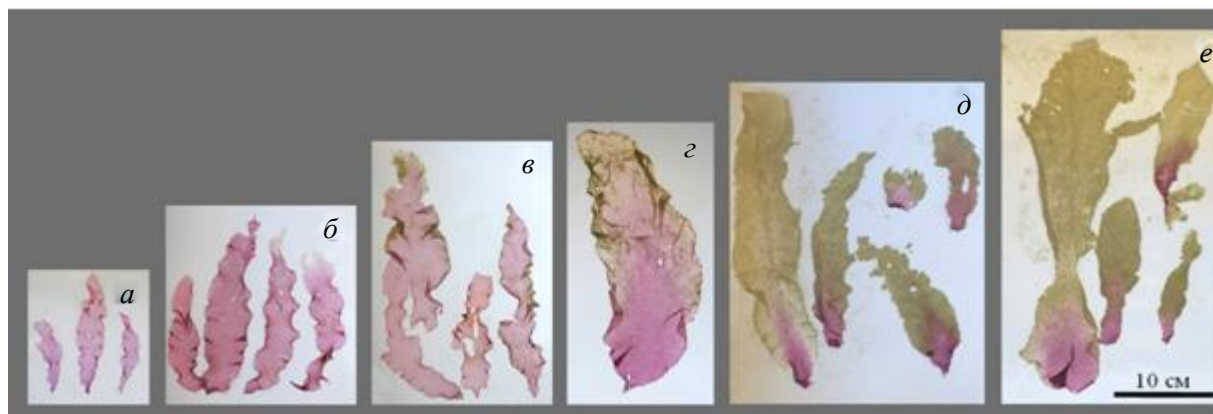


Рис. 2. Развитие *Porphyra miniata* в бух. Завойко летом 2015 г.: а – ювенильные растения, 20 мая; б – зрелые растения с карпоспорангиями и сперматангиями, 5 июня; в, г – зрелые растения, покрытые по краю диатомовыми эпифитами, 19 июня; д, е – отспороносившие растения с большой площадью поверхности, покрытой диатомовыми эпифитами, 16 и 31 июля

Первая находка представителей этого вида пришлась на 20 мая (рис. 2, а). Максимальная длина растений в это время составляла 12,5 см, а ширина – 3 см. Все они были стерильными. Обработка количественных проб *P. miniata* из бух. Завойко показала, что в мае вид только начал вегетацию. Отметим, что на литорали более загрязненных районов побережья Авачинской губы, бух. Сероглазка и у м. Санникова, в составе растительных сообществ в мае *P. miniata* нам не встречалась.

Спустя две недели, 5 июня, в бух. Завойко мы обнаружили большое количество растений *P. miniata*. При этом в ее популяции существенно снизилось количество молодых растений и возросло количество крупных. Средние размеры растений составляли 13–14 см в длину, 4 см

в ширину, а наиболее крупные растения достигали 20 см в длину и 6 см в ширину. Примерно половина водорослей вступила в фертильную стадию развития и имела карпоспорангии и сперматангии, о чем свидетельствует изменение окраски по краям растений (рис. 2, б). В то же время в краевых частях пластин наблюдалось развитие эпифитных диатомовых водорослей.

В загрязненных районах до начала июня представители *P. miniata* по-прежнему отсутствовали. В то же время в первых числах июня их удалось собрать на литорали о. Старичков. При этом основная часть растений этого вида была в той же стадии зрелости и имела те же размеры, что и в бух. Завойко, но не была в такой же степени подвержена обрастанию диатомовыми.

Еще через две недели, 19 июня, на побережье бух. Завойко были найдены многочисленные крупные и зрелые растения *P. miniata* (рис. 2, в, г). Их доля в возрастной структуре популяции значительно превышала количество ювенильных экземпляров. Длина самых крупных из них достигала 30 см, а ширина – 13 см. По сравнению с образцами из весенних сборов у них изменилась форма пластин, увеличились их складчатость и количество разрывов по краям. Покрытие диатомовыми водорослями составляло большую площадь их пластин. В этот же день, 19 июня, у м. Санникова были собраны мелкие растения *P. miniata*, не превышающие 5 см в длину и 1,5 см в ширину. Их размеры и окраска свидетельствовали о самом начале вегетации. Исходя из проведенных нами сравнительных наблюдений можно заключить, что развитие микропопуляции *P. miniata*, произрастающей у м. Санникова, начинается на месяц позже, чем в бух. Завойко и у о. Старичков. Скорее всего, на задержку вегетации растений порфиры негативно влияют условия антропогенного загрязнения среды.

В начале июля *P. miniata* была обнаружена в бух. Сероглазка, правда, в этом районе побережья было найдено только одно растение этого вида. Стоит отметить, что хотя оно и было фертильным и имело зрелые карпоспорангии, но выглядело ослабленным и разрушающимся. О причинах, вызывающих ухудшения его физиологического состояния, будет сказано ниже.

Отметим, что днем раньше, 3 июля, *P. miniata* была собрана на глубине 5 м в открытом районе Авачинского залива – бух. Безымянной. Морская вода здесь подвержена значительному перемешиванию, насыщена кислородом и имеет более низкую температуру, чем в бух. Сероглазка. Отличия данных районов по гидрологическому и гидрохимическому составу, безусловно, сказываются на состоянии растений, о чем свидетельствует рис. 3.

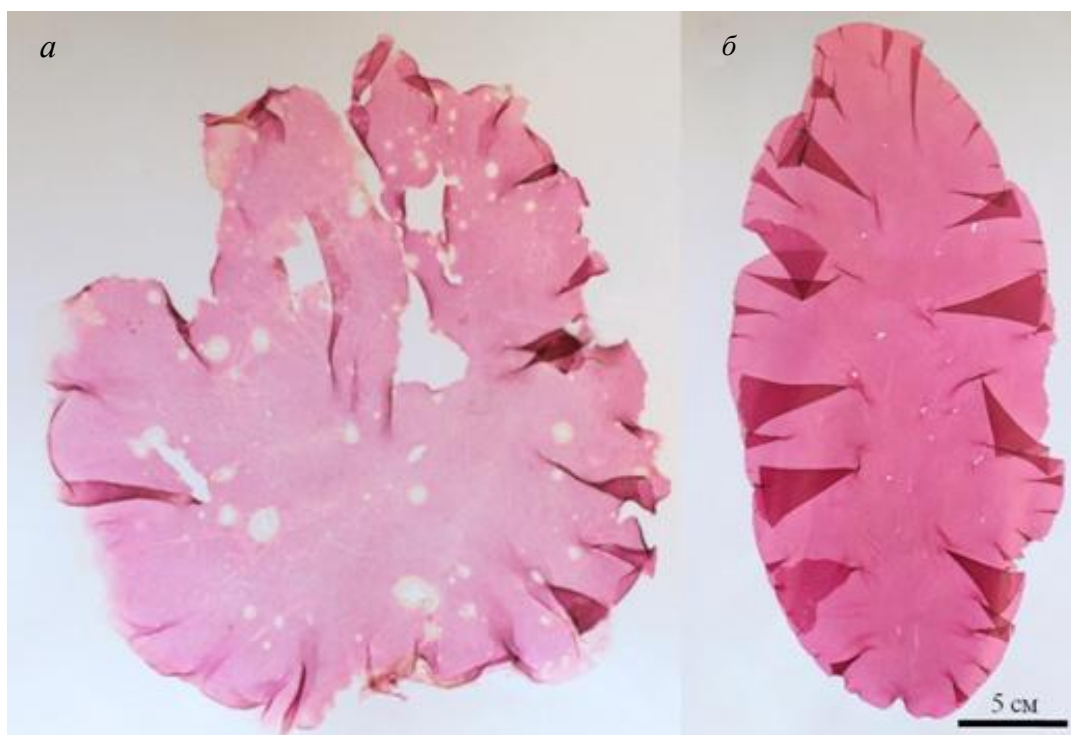


Рис. 3. Внешний вид растений *Porphyra miniata*, собранных в июле 2015 г. в загрязненном (бух. Сероглазка – а) и чистом (бух. Безымянная – б) районах с интервалом в один день

Наши наблюдения за *P. miniata* в бух. Завойко были продолжены 16 и 31 июля. Обработка собранных там проб показала, что основная масса водорослей этого вида к этому времени уже завершила там свой линейный рост. Многие растения, заканчивая спороношение, начали разрушаться (рис. 2, д, е). Ювенилов среди них практически не было.

Изучение собранных нами в 2015 г. растений *P. miniata* и сравнение их с гербарными сборами представителей этого вида показало, что в Авачинском заливе он вегетирует до конца июля – начала августа. До окончания вегетации у него продолжается созревание и выход половых продуктов. Таким образом, на основании проведенных исследований можно говорить, что период развития пластинчатых гаметофитов у *P. miniata* достаточно растянутый и что сроки его жизни, по нашим наблюдениям, составляют 2–2,5 месяца. Они приходятся на середину мая – начало августа, а пик роста и размножения – на период с середины июня до середины июля.

Пластина у *P. miniata* состоит из двух слоев клеток (рис. 4, а) и прикрепляется к субстрату образованной ризоидами подошвой. Наши наблюдения, как и данные из литературы [13], показывают, что *P. miniata* обычно имеет однодомные гаметофиты, но иногда у нее встречаются исключительно мужские растения. Окраска последних по краю пластины в местах развития сперматангиев становится бледно-желтой. Как видно из рис. 4, а, в, у однодомных растений из Авачинской губы развитие мужских и женских половых продуктов происходит одновременно.

Говоря о жизненном цикле *P. miniata*, нужно подчеркнуть, что она, как и другие представители порфир, является сезонным эфемером. Пластинчатый гаметофит у нее чередуется с нитчатым спорофитом. Особенности жизненного цикла этого вида посвящено не так много работ [14, 15 и др.]. Микроскопический нитчатый спорофит порфиры называется *Conchocelis*, он образует моно- и конхоспоры. Из моноспор вырастают слоевища диплоидных спорофитов, а из конхоспор – слоевища гаплоидных гаметофитов, имеющих пластинчатое строение. Однако, как и у других багрянок, в жизненном цикле *P. miniata* бывают необычные отклонения.

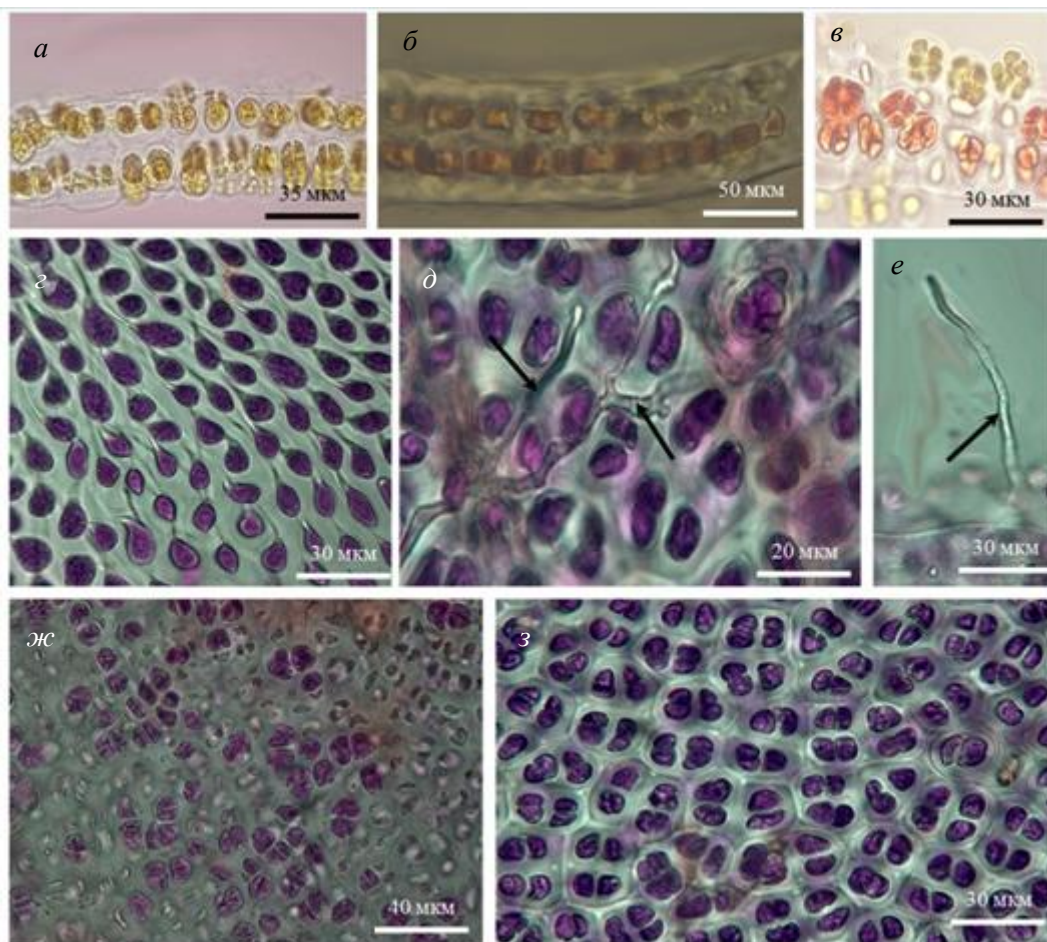


Рис. 4. Вегетативные и генеративные структуры у *Porphyra miniata*. а, в – поперечные срезы фертильных растений; б – поперечный срез стерильного растения; г – вид с поверхности пластины на ризоидальную зону; д, е – нити *Conchocelis*, прорастающие на поверхности пластинчатого гаметофита (показаны стрелками); ж – карпоспорангии среди вегетативных клеток; з – карпоспорангии, покрывающие пластину сплошным слоем

Как известно, *Conchocelis* обычно прорастет на твердом субстрате – камнях и раковинах моллюсков. Однако мы обнаружили, что он может развиваться прямо на поверхности пластинчатого гаметофита порфиры (рис. 4, д, е). Клетки нитей микроскопического спорофита содержали протопласты прямоугольной формы с едва различимым красновато-голубым пигментом. По-видимому, карпоспоры, не сумев высыпаться из пластины из-за покрывающей ее обильно слизи, проросли и продолжили свое развитие в виде *Conchocelis in situ*. Изучение литературы по этому вопросу не дало нам никаких результатов, но в Корее такие особенности в жизненном цикле порфир уже отмечались (устное сообщение Т.А. Ключковой).

Выделение у растений большого количества слизи, что хорошо заметно на поперечных срезах пластин, косвенно говорит о стрессовой ситуации, которой подвергается порфира. Стресс, очевидно, вызван высокой антропогенной нагрузкой.

Одним из показателей ухудшения физиологического состояния водорослей и снижения их иммунитета является наличие у них эпи- и эндофитов, а также паразитов. У здоровых растений, находящихся в стадии активного роста и фертилизации, обычно образуются вещества, ингибирующие развитие на нем биообрастателей. В ходе изучения внутренних структур *P. miniata* мы находили множество эпифитов на ее поверхности. Эти эпифиты представляли собой разные виды пеннатных диатомовых и сине-зеленых водорослей (рис. 5, а – е). Отметим, что массовое развитие диатомовых косвенно свидетельствует о загрязнении морской среды и о высоком содержании в воде железа. Кроме того, диатомеи предпочитают застойную воду. Поэтому вспышки их обрастаний на порфире в кутовой части бух. Завойко могут свидетельствовать о застойных явлениях в этом районе.

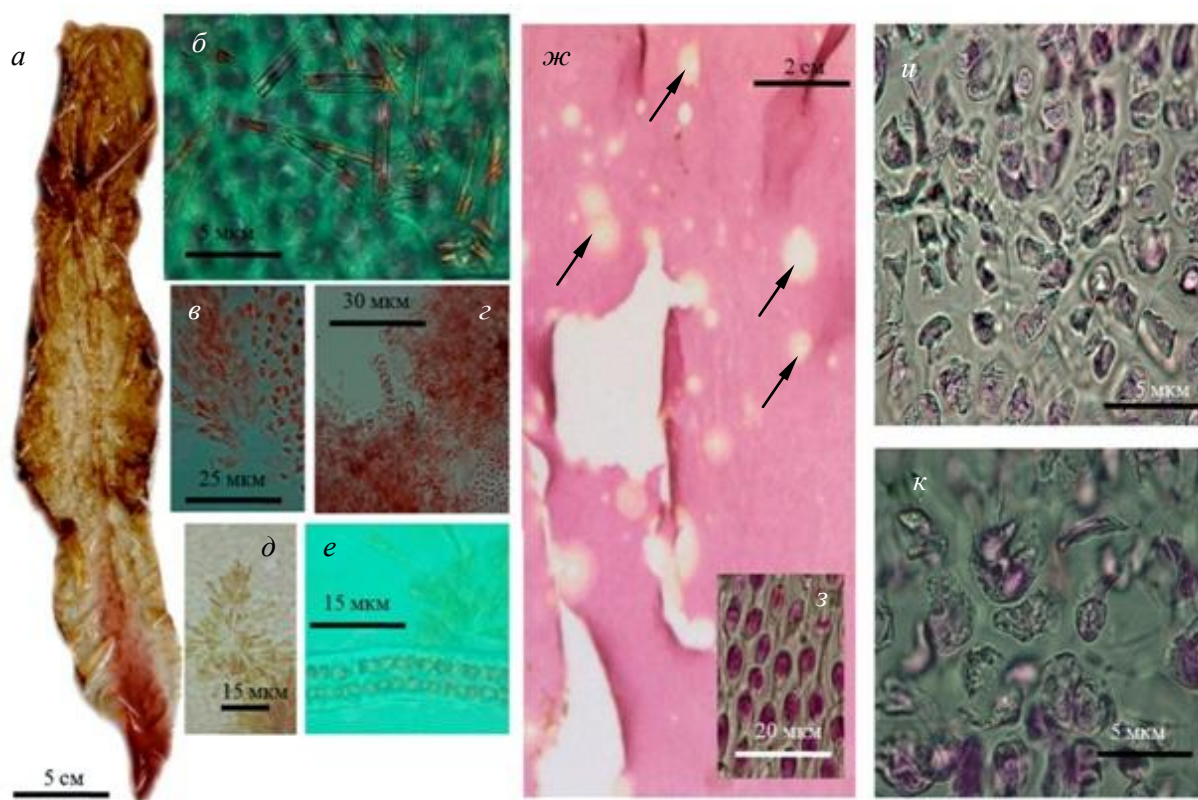


Рис. 5. Морфолого-анатомическое строение *Porphyra miniata* и ее фитопатогены: а – внешний вид свежесобранного растения из бух. Завойко, обросшего диатомовыми водорослями; б – е – пеннатные диатомовые на поверхности пластин; ж – увеличенный фрагмент растения, собранного 4 июля 2015 г. в бух. Сероглазка, стрелками показаны образованные в результате заболевания отверстия на его поверхности; з – вид с поверхности на здоровый участок этого растения; и, к – деформированные и погибшие клетки по краям отверстий, образующихся на поверхности этого растения

Известно, что диатомовые водоросли могут вызывать поражение пластин порфиры. На рис. 5, а показано, что множественные диатомовые стягивают ее поверхность и вызывают угнетение клеток. Особенно интенсивно они развиваются на тех участках пластины, где уже высы-

пались половые продукты. Диатомеи обрастают пластину толстым слоем и, безусловно, ингибируют ее фотосинтез и угнетают рост. Как видно (рис. 5, б, е), их клетки имеют слизистую ножку, с помощью которой они прикрепляются к *P. miniata*, как бы «вгрызаясь» в поверхность пластины, чем вызывают ее разрушение.

В последние годы морские фермерские хозяйства, которые выращивают пуропию (порфиру), обеспокоены большим количеством болезней на своих плантациях. Из-за часто поражающих морскую монокультуру заболеваний экономика стран Азии терпит большой ущерб. Изучение заболеваемости на плантациях пуропии (порфиры) в Корее, проведенное нашими коллегами, показало, что культивируемые там растения подвержены заражению микроскопическими псевдогрибками – оомицетами, принадлежащими к родам *Olpidopsis* и *Pythium* [16–18].

Изучая собранные в 2015 г. растения *P. miniata*, мы обратили внимание на то, что одно из них, из бух. Сероглазка, имело очень необычные множественные перфорации, обрамленные по периферии беловатыми кольцами (рис. 5, ж).

Перфорации, формирующиеся на поверхности этого растения, были совсем не похожи на те, которые возникают при естественном формообразовании пластины в процессе ее роста. Рассматривая под микроскопом края этих отверстий, мы увидели, что клетки на участках, где они образуются, существенно отличаются от обычных вегетативных клеток того же и других представителей *P. miniata* (рис. 5, з).

Исследования, проводимые в Южной Корее, показали, что плантации культивируемой там пуропии (порфиры) часто подвержены заболеванию, которое называют «дырчатость» в Корее или болезнь «Анааки» в Японии [16, 17]. Такое заболевание предположительно вызвано бактериями рода *Pseudoalteromonas* и поражает растения с ослабленным иммунитетом. При этом клетки пуропии гибнут одна за другой, образуя цепочки, в результате чего на поверхности растений появляются многочисленные перфорации. Изучая под микроскопом края отверстий на *P. miniata* из бух. Сероглазка, мы обнаружили, что клетки в этих участках сильно деформированы (рис. 5, и, к). Исходя из того, что бух. Сероглазка является одним из самых загрязненных районов Авачинской губы и за все время полевых наблюдений в 2015 г. там было найдено только одно растение обсуждаемого вида, можно заключить, что его популяция в этом районе сильно ослаблена и подвержена заболеваниям. Отметим, что цепочки, формируемые ее деформированными клетками, в отличие от цепочек, вызванных бактериальными язвами на поверхности корейской пуропии, довольно короткие и состоят всего из 2–3 «звеньев». Пока невозможно достоверно говорить о природе заболевания камчатской *P. miniata* из бух. Сероглазка, но вид ее клеток в местах образования перфораций свидетельствует об их патологических изменениях.

Изучение образцов *P. miniata* из разных районов Авачинского залива показало, что в результате антропогенного воздействия на водную среду ее микропопуляция в бух. Завойко испытывает стресс. В бух. Санникова, одной из самых загрязненных бухт Авачинской губы, развитие этого вида начинается позже, чем в более чистых районах побережья. В бух. Сероглазка *P. miniata* практически не встречается. В загрязненных районах побережья юго-восточной Камчатки представители обсуждаемого вида подвержены значительному обрастанию и заболеваниям, которые вызывают ухудшение их физиологического состояния.

Благодарю к.б.н. Ph. D. Т.А. Ключкову за консультацию по вопросам, касающимся развития *Conchocelis* и заболеваний представителей *Porphyra*.

Литература

1. Agardh C.A. Systema algarum. – Lundae. – 1824. – 312 p.
2. Guiry M.D., Guiry G.M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2015. – URL: <http://www.algaebase.org>.
3. Amino acid composition and nutritive value of *Porphyra yezoensis* and *P. haitanensis* from China / Zeng F.J., Jandg L.J., Xu X.Z., Zhang W., Lin Y.S. // Oceanol. et Limnol. Sin. – 1991. – Vol. 22. – P. 590–593.
4. Хотимченко С.В. Липиды морских водорослей-макрофитов и трав: Структура, распределение, анализ. – Владивосток: Дальнаука, 2003. – 234 с.
5. Making the links: towards a global taxonomy for the red algal genus *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) / Brodie J., Mortensen A.M., Ramirez M.E., Russell S. & Rinkel B. // Proceedings of the International Seaweed Symposium. – 2009. – Vol. 19. – P. 489–499.

6. Niwa K., Kobiyama A. Simple molecular discrimination of cultivated *Porphyra* species (*Porphyra yezoensis* and *Porphyra tenera*) and related wild species (Bangiales, Rhodophyta) // Phycological Research. – 2009. – Vol. 57(4). – P. 299–303.
7. Construction of a genetic linkage map for *Porphyra haitanensis* (Bangiales, Rhodophyta) based on sequence-related amplified polymorphism and simple sequence repeat markers / Chaotian X., Changsheng C., Yan X. & Dehua J. // Journal of Phycology. – 2010. – Vol. 46(4). – P. 780–787.
8. Yan X.-H., Huang M. Identification of *Porphyra haitanensis* (Bangiales, Rhodophyta) meiosis by simple sequence repeat markers // Journal of Phycology. – 2010. – Vol. 46(5). – P. 982–986.
9. Kucera H., Saunders G.W. A survey of Bangiales (Rhodophyta) based on multiple molecular markers reveals cryptic diversity // Journal of Phycology. – 2012. – Vol. 48(4). – P. 869–882.
10. Lindstrom S.C. Cryptic diversity, biogeography and genetic variation in Northeast Pacific species of *Porphyra* sensu lato (Bangiales, Rhodophyta) // Proceedings of the International Seaweed Symposium. – 2009. – Vol. 19. – P. 501–512.
11. Lindstrom S.C., Fredericq S. rbcL gene sequences reveal relationships among north-east Pacific species of *Porphyra* (Bangiales, Rhodophyta) and a new species, *P. aestivalis* // Phycological Research. – 2003. – Vol. 51(3). – P. 211–224.
12. A new look at an ancient order: generic revision of the Bangiales (Rhodophyta) / Sutherland J.E., Lindstrom S.C., Nelson W.A., Brodie J., Lynch M.D., Hwang M.S., Choi H.-G., Miyata M., Kikuchi N., Oliveira M.C., Farr T., Neefus C., Mols-Mortensen A. Milstein D. & Müller K.M. // Journal of Phycology. – 2011. – Vol. 47, № 5. – P. 1131–1151.
13. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб: Изд-во «Ольга», 1994. – 331 с.
14. The life history of *Porphyra miniata* / Chen L.C.-M. Edelstein T., Ogata E. & McLachlan J. // Canadian Journal of Botany. – 1970. – Vol. 48 – P. 385–389.
15. Lubchenco J., Cubit J. Heteromorphic life histories of certain marine algae as adaptations to variations in herbivory // Ecology. – 1980. – Vol. 61(3). – P. 676–687.
16. Ключкова Т.А., Ким Г.Х. Заболевания красной водоросли *Pyropia* (= *Porphyra*) на открытых морских плантациях Южной Кореи // Вестник КамчатГТУ. – 2015. – Вып. 32. – С. 48–52.
17. Host-parasite interactions and host species susceptibility of marine fungal parasite, *Olpidiopsis* sp., from Korea that infects red algae / Klochkova T.A., Shim J.B., Hwang M.S., Kim G.H. // Journal of Applied Phycology. – 2012. – Vol. 24. – P. 135–144.
18. A revaluation of algal diseases in Korean *Pyropia* (*Porphyra*) sea farms and their economic impact / Kim G.H., Moon K.-H., Kim J.-Y., Shim J., Klochkova T.A. // Algae. – 2014. – Vol. 29. – P. 249–265.

Информация об авторе
Information about author

Лопатина (Писарева) Нина Александровна – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории гидробиологии; miranda-n@yandex.ru

Lopatina (Pisareva) Nina Aleksandrovna – Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Researcher of hydrobiological laboratory; miranda-n@yandex.ru

УДК 594.35(265.5)

А.В. Мартынов¹, Н.П. Санамян², Т.А. Коршунова^{1,3}¹Зоологический музей МГУ, Москва, 125009;²Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000;³Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН, Москва, 119334
e-mail: martynov@zmmu.msu.ru**ОБЗОР ФАУНЫ ЗАДНЕЖАБЕРНЫХ МОЛЛЮСКОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ
РОССИИ: PLEUROBRANCHOMORPHA, DORIDIDA И NUDIBRANCHIA**

Представлен современный обзор фауны трех крупнейших групп преимущественно безраковинных заднежаберных моллюсков дальневосточных морей России – Pleurobranchomorpha (=Notaspidea), Doridida и Nudibranchia. Для каждого из 76 включенных в работу видов приведены краткая синонимия, распространение и систематические комментарии. Для таксономического анализа фауны был использован интегративный подход, включающий морфологические и молекулярные методы. Продemonстрировано, что значительное число традиционно амфибореальных и широко распространенных тихоокеанских видов оказались комплексами криптических видов. Суммированы новейшие данные о подобных видах в контексте фауны заднежаберных моллюсков. Выделено шесть новых видов голожаберных моллюсков. Для целого ряда уже известных видов представлены таксономические комментарии с учетом новейших данных, включая изменения статуса. Для всех новых видов и некоторых ключевых таксонов даны иллюстрации, включая электронно-микроскопические изображения радул.

Ключевые слова: систематика, фауна, биогеография, заднежаберные моллюски, морфологическое и молекулярное исследование.

A.V. Martynov¹, N.P. Sanamyan², T.A. Korshunova^{1,3} (¹Zoological Museum Moscow State University, Moscow 125009; ²Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute Far-Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000; ^{1,3}Koltzov Institute of Developmental Biology, Moscow, 119334)
Review of the opisthobranch mollusc fauna of Russian Far Eastern seas: Pleurobranchomorpha, Doridida and Nudibranchia

Modern review of three largest opisthobranch groups (pleurobranchomorphs, dorids and nudibranchs) of Russian Far Eastern seas (NW Pacific) is presented. 76 species are included in total. For each species short synonymy, distributional data and taxonomic comments are presented. Taxonomic analysis of fauna is based on broadly integrative approach including morphological and molecular methods. Presence of numerous cryptic species complexes is revealed. It challenges the traditional approach of amphiboreal and other prevailing Pacific species. Novel data on opisthobranch species complexes in the Northern Pacific including descriptions of 6 new species are reviewed. Illustrations including SEM of radulae for several relevant species are provided.

Key words: systematics, fauna, biogeography, opisthobranch molluscs, morphological and molecular study.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-62-87

Заднежаберные моллюски (Mollusca: Opisthobranchia) по праву входят в число лучших моделей для исследований самого различного уровня: от фаунистических и систематических до филогенетических и молекулярных. В современной морской биологии исследования Opisthobranchia являются одной из активно и динамично развивающихся областей.

К настоящему времени опубликован целый ряд обобщающих работ по фауне Opisthobranchia дальневосточных морей России, включая иллюстрированные каталоги (Martynov, 2006¹), монографии (Мартынов, Коршунова, 2011) и аннотированные списки (Мартынов, 1997; Martynov, 2013a; Лебедев и др., 2015). Однако в связи с постоянным притоком нового материала и вовлечением в сис-

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

тематическую работу новых молекулярных методов исследования, состав фауны Opisthobranchia наших морей постоянно пополняется, а уже известные таксоны подвергаются ревизии. Все это свидетельствует в пользу необходимости в регулярной публикации обновленных обзоров фауны.

Основой данной работы послужили как собственные сборы авторов в различных районах северо-западной части Тихого океана, так и многочисленные материалы из ведущих учреждений России, где имеются релевантные коллекции по Opisthobranchia. Сканирующая электронная микроскопия таксономически значимых признаков осуществлялась на базе межкафедальной лаборатории электронной микроскопии биологического факультета МГУ. Молекулярно-генетические работы проводились на базе Института биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН.

Представлен современный обзор фауны трех крупнейших групп преимущественно беззаконных заднежаберных моллюсков дальневосточных морей России – Pleurobranchomorpha, Doridida и Nudibranchia. Для каждого из 76 включенных в работу видов приведены краткая синонимия, распространение и систематические комментарии. Показано, что значительное число традиционно амфибореальных и широко распространенных тихоокеанских видов оказались комплексами криптических видов.

Отряд Pleurobranchomorpha (=Notaspidea)

Сем. Pleurobranchidae

Berthella californica (Dall, 1900)

= *Pleurobranchus chacei* Burch, 1944; *Pleurobranchus californicus denticulatus* MacFarland, 1966. *Pleurobranchus californicus* Dall, 1900: 92–93; *Berthella californica* (Dall, 1900): Мартынов, Коршунова, Санамян, Санамян, 2009: 228, рис. 9А; Мартынов, Коршунова, 2011: 95–98.

Типовое местонахождение. Сан Педро, Калифорния.

Распространение в морях России. Камчатка (о. Старичков), Командорские о-ва, Японское море (зал. Петра Великого и бух. Киевка).

Батиметрическое распределение. 0–25 м.

Boreoberthella augusta Martynov et Schrödl, 2008

Boreoberthella augusta Martynov et Schrödl, 2008: 53–70, figs. 1–5.

Типовое местонахождение. Командорские о-ва, о. Беринга, 55°35'N 165°00'4E.

Распространение в морях России. Японское море, Курильские о-ва, Командорские о-ва.

Батиметрическое распределение. 150–540 м.

Замечания. Данный вид, описанный менее 10 лет назад, оказался весьма обычным шельфовым и верхнебатиальным видом не только в дальневосточных морях России, но и в северной Японии (Hasegawa, 2009). В 2015 г. для этого таксона были впервые представлены молекулярно-генетические данные (Berning, Martynov, Korshunova, Padula, Schrödl, 2015).

Сем. Pleurobranchaeidae

Pleurobranchaea japonica Thiele, 1925

= *Pleurobranchaea novaezealandiae* sensu Baba, 1949, non Cheesemann, 1878.

Pleurobranchaea japonica Thiele, 1925: 249, pl. 45, fig. 8.

Типовое местонахождение. Кобе, Хонсю, Япония.

Распространение в морях России. Японское море (Монерон, ювенильный экземпляр).

Батиметрическое распределение. 5–7 м.

Отряд Doridida

Сем. Cadlinidae

Cadlina kamchatica Korshunova, Picton, Sanamyan et Martynov, sp.nov. (рис. 1, а, б)

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-446), северо-западная часть Тихого океана, Камчатка, Авачинский залив, камни Лаперуза, гл. 10–15 м, валуны, 03.08.2008, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. **Паратипы.** 2 экз. (ZMMU Op-452), Камчатка, Авачинский залив, о. Старичков, гл. 6–7 м, валуны, 25.07.2008, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. 1 экз. (ZMMU Op-453), собран там же, где и предыдущий. 1 экз. (ZMMU Op-454), Камчатка, Авачинский залив, о. Старичков, гл. 10–15 м, валуны, 19.08.2008, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов.

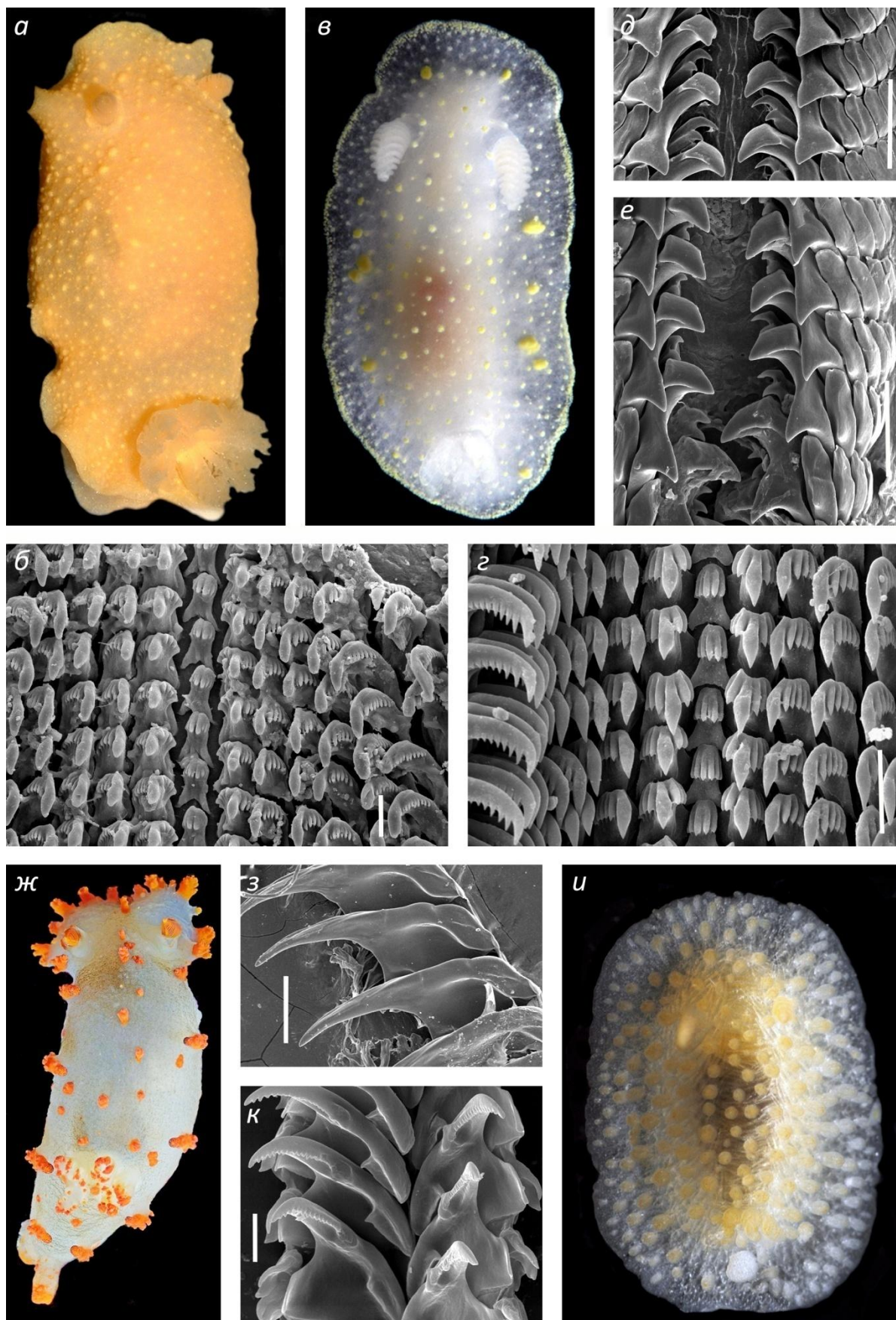


Рис. 1:

а, б (радула, электронно-микроскопическое изображение) – *Cadlina kamchatica* sp. nov.; в, г (радула) – *Cadlina umiushi* sp. nov.
 д – *Palio ionica* sp. nov. (радула); е – *Palio dubia* (M. Sars, 1829) (радула); ж – *Triopha modesta* Bergh, 1880;
 з – *Acanthodoris uchidai* Baba, 1935 (радула); и, к (радула) – *Adalaria jannaella* sp. nov. Масштаб: б – 30μm;
 г – 30μm; д – 150μm; е – 100μm; з – 200μm; к – 10μm. Фото авторов статьи

Описание. Длина голотипа до фиксации 37 мм. Тело покрыто мелкими округлыми бугорками. Окраска нотума желто-кремовая, светло-коричневая. Жабры и ринофоры сходной окраски. Многочисленные субэпидермальные железы дорсально не заметны. Желтая кайма по краю нотума отсутствует. Элементы челюстей с двойными зубчиками. Формула радулы у фиксированного паратипа длиной 25 мм $82 \times 35.1.35$. Центральный зуб умеренно высокий, несет 5–6 зубчиков. Внутренние латеральные зубы с 4–6 внутренними и 5–6 наружными зубчиками. Срединные латеральные гребневидные, несут до 19 зубчиков. Ампула тонкая, извитая. Простата трубковидная, извитая, переходит в узкую мускульную часть семяпровода. Семенной рецептакулом овальный, бурса округлая. Копулятивный аппарат с удлинненными шипиками.

Распространение. Тихоокеанское побережье Камчатки, Авачинский залив (несколько паратипов).

Замечания. Интегрированные морфологические и молекулярные данные демонстрируют достоверные отличия нового вида от всех известных видов рода (включая атлантическую *C. laevis*).

***Cadlina umiushi* Korshunova, Picton, Sanamyan et Martynov, sp. nov.** (рис. 1, в, з)

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-445), Японское море, зал. Петра Великого, восточный участок Дальневосточного морского биосферного заповедника, о. Большой Пелис, гряда Матвеева, 07.09.2014, гл. 5–7 м, камни, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. **Паратипы.** 1 экз. (ZMMU Op-455), Японское море, бух. Спокойная, 25.09.2014, гл. 20 м, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. 1 экз. (ZMMU Op-458), зал. Восток, р-н биостанции Восток, 07.07.1993, гл. 5–7 м, на водорослях, сб. А.В. Мартынов.

Описание. Длина голотипа до фиксации 10 мм. Тело покрыто мелкими округлыми бугорками. Окраска нотума полупрозрачно-белая. Жабры и ринофоры сходной окраски. Субэпидермальные железы хорошо заметны дорсально. Желтая кайма по краю нотума всегда отчетливо выражена. Элементы челюстей раздвоенные. Формула радулы у фиксированного паратипа длиной 8 мм $70 \times 30.1.30$. Центральный зуб умеренно высокий, несет 5–6 зубчиков. Внутренние латеральные зубы с 2–3 внутренними и 4–6 наружными зубчиками. Срединные латеральные гребневидные, несут до 15 зубчиков. Ампула тонкая, извитая. Простата трубковидная, извитая, переходит в узкую мускульную часть семяпровода. Семенной рецептакулом округлый, бурса округлая. Копулятивный аппарат с коническими шипиками.

Распространение. Японское море и сопредельные районы (несколько паратипов).

Замечания. Интегрированные морфологические и молекулярные данные показывают достоверные отличия нового вида от всех известных видов рода (включая атлантическую *C. laevis*). От *C. laevis* также хорошо отличается постоянным наличием желтой каймы вдоль нотума.

Сем. Akiodorididae

***Akiodoris lutescens* Bergh, 1880**

Akiodoris lutescens: Bergh, 1879: pl. 4–8, Bergh, 1880: 55–58; Millen, Martynov, 2005: 1–7, figs. 1–2; Мартынов, Коршунова, 2011: 106–107; Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 58.

Типовое местонахождение. о. Атка, Алеутские о-ва.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, Камчатка (м. Лопатка), Охотское море (о. Ионы), Курильские о-ва.

Батиметрическое распределение. 10–160 м.

***Doridunculus unicus* Martynov et Roginskaya, 2005**

Doridunculus unicus Martynov, Roginskaya, 2005: 135–145, figs 1–5; Мартынов, Коршунова, 2011: 107–108.

Типовое местонахождение. Японское море, $42^{\circ}28,2' \text{ N}$, $138^{\circ}20,9' \text{ E}$.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение. 3000–3630 м.

Сем. Anculidae

***Ancula pacifica* MacFarland, 1905**

Ancula pacifica MacFarland, 1905: 53; MacFarland, 1966: 123–124, pl. 21, fig. 1, pl. 29, fig. 2, 3; Martynov, 2013a: 167; – Мартынов, Коршунова, 2011: 118–119 (как *Ancula gibbosa* (Risso, 1818), partim.).

Типовое местонахождение. зал. Монтерей, Калифорния.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, южные Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

Замечания. Требуются дальнейшие исследования для подтверждения конспецифичности *Ancula pacifica* из западной и восточной Северной Пацифики и ее сравнения с атлантической *A. gibbosa*.

Сем. Polyceridae

Colga minichevi Martynov et Baranets, 2002

Colga minichevi Мартынов, Баранец, 2002: 33–35, рис. 2 D–E, 3 A–F; Мартынов, Коршунова, Санамян, Санамян, 2009: 229, рис. 9Б; Мартынов, Коршунова, 2011: 108–110.

Типовое местонахождение. Курильские о-ва, о. Кунашир (м. Пузанова).

Распространение. Тихоокеанское побережье Камчатки, Курильские о-ва, Охотское море, северная часть Японского моря (Татарский пролив).

Батиметрическое распределение. 5–140 м.

Colga pacifica (Bergh, 1894)

= *Triopa camtchatica* Volodchenko, 1941; non *Issena pacifica* sensu Iredale, O'Donoghue, 1923. *Issa lacera* var. *pacifica* Bergh, 1894: 189–191, pl. 9, figs. 3–11. *Colga pacifica* (Bergh, 1894): Мартынов, Баранец, 2002.

Типовое местонахождение. о. Унимак, Алеутские о-ва.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, Камчатка, все Курильские о-ва.

Батиметрическое распределение. 17–1070 м.

Palio ionica sp.nov. (рис. 1, д)

Голотип. Зоологический музей МГУ (Ор-444), НИС «Посейдон», Охотское море, о. Ионы, ст. 90, 11.07.1978, гл. 5 м, скала.

Описание. Длина фиксированного голотипа 8 мм. Спина покрыта мелкими бугорками, более крупные бугорки маркируют край редуцированного нотума. 4–5 многоветвистых жабр. Оральные щупальца в виде треугольных складок. Окраска живых особей из Японского моря зеленовато-оливковая, светло-коричневая. Формула радулы голотипа $14 \times 4-6.1.1.0.1.1.4-6$. Первый латеральный зуб небольшой, несет в верхней части вилочку из двух зубцов. Второй латеральный зуб крупный, вытянутый, его верхний зубец заметно меньше нижнего.

Распространение. Охотское и Японское моря, вероятно, широко распространен в дальневосточных морях России.

Замечания. От атлантического вида *Palio dubia* (M.Sars, 1829) (рис. 1, е) и восточно-северотихоокеанского вида *Palio zosteræ* (O'Donoghue, 1924) хорошо отличается формой внутренних латеральных зубов радулы.

Triopha modesta Bergh, 1880 (рис. 1, ж)

= *Triopha elioti* O'Donoghue, 1921; *Triopa pacifica* Volodchenko, 1941.

Triopha modesta Bergh, 1880: 113–117, pl. 14, figs. 17–20; pl. 15, figs. 1–10.

Triopha catalinae auct. non Cooper, 1863a: 59; Мартынов, Коршунова, 2011: 115; Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 59.

Типовое местонахождение. о-ва Шумагина, Аляска.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, Японское море; вероятно, широко распространен в дальневосточных морях России.

Батиметрическое распределение. 0–40 м.

Замечания. Молекулярно-генетический анализ показал конспецифичность по последовательности фрагмента COI (cytochrome oxidase subunit 1 gene) командорских экземпляров этого вида (о. Медный, бух. Глинка, м. Дровенской, $54^{\circ}35.0789' \text{ N } 167^{\circ}59.7778' \text{ E}$, гл. 18 м, 16.08.2014, сб. Н.П. Санамян, ZMMU Ор-451, рис. 1, ж) особям с тихоокеанского побережья Аляски (различия p-distance менее 2%, №№ генбанка KF643788 и KF643916, использовались в работе Layton, Martel, Hebert, 2014). Кроме того, *T. catalinae* с япономорского побережья Южной Кореи также отличается менее чем на 2% (Jung, Lee, Kim, 2013) от экземпляров с побережья штата Вашингтон (GQ292040) и с нашими особями с Командорских о-вов. В то же время экземпляры, собран-

ные из района типового местонахождения *Triopha catalinae* (Калифорния), демонстрируют различия в 8,6% (HM162690, использовался в работе Pola, Gosliner, 2010, и DQ026830, использовался в работе Shields, 2009) в сравнении с вышеперечисленным материалом. Таким образом, существенная молекулярная дивергенция свидетельствует в пользу комплекса криптических видов «*T. catalinae*». Поэтому для генетически относительно однородных «*T. catalinae*» из других районов северной части Тихого океана здесь предлагается восстановить самостоятельный видовой статус *Triopha modesta* Bergh, 1880, первоначально описанного из вод Аляски (о-ва Шумагина) и обычно считающегося синонимом *T. catalinae* (McDonald, 1983). Настоящая *T. catalinae* s.str. распространена не севернее штата Калифорния. Синонимами *T. catalinae* s.str. являются, таким образом, только *T. carpenteri* (Stearns, 1873) и *T. scrippsiana* Cockerell, 1915, также описанные из вод Калифорнии.

Сем. Okadaidae

Vayssierea elegans (Baba, 1930)

= *Okadaia tectocardia* Slavoshevskaya, 1971.

Okadaia elegans Baba, 1930: 48–50, pl.2, figs. 11–14; *Vayssierea elegans* (Baba, 1930): Мартынов, Коршунова, 2011: 116–118.

Типовое местонахождение. Тихоокеанское побережье Хонсю, Япония.

Распространение в морях России. Южные Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

Сем. Dorididae

Archidoris beringiensis Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015

Archidoris beringiensis Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 55–58, рис. 1.

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-416).

Типовое местонахождение. Берингово море, 59° 14' 5" N 170° 22' E.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). lsid:zoobank.org:act:FD13C0CD-8EC1-4CEE-8488-BE9719E3C214.

Описание. Длина голотипа 42 мм. Поверхность нотума покрыта многочисленными мелкими коническими и цилиндрическими бугорками. 7–8 многоветвистых жабр. Медиальная вырезка лабиума отсутствует. Оральные щупальца в виде лопастей с наружной продольной щелью.

Окраска живых экземпляров не известна. Радула у паратипа имеет формулу $65 \times 45.0.45$. Зубы радулы гладкие крючковидные. Внутренние латеральные с сильно редуцированным зубцом. Семяпровод узкий, длинный, состоит из нескольких петель и извитых колен. Дистальная часть семяпровода более тонкая и погружена в копулятивный аппарат, внутри которого делает несколько петель. Бурса крупная, шаровидная, в месте перехода ее к вагинальному протоку впадает овалный рецептакулом.

Распространение. Обнаружен в юго-западной части Берингова моря, вероятно, широко распространен на шельфе и верхней батиали дальневосточных морей.

Батиметрическое распределение. 190–285 м.

Archidoris magnotuberculata Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015

Archidoris magnotuberculata Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 55–56, рис. 2.

Archidoris sp.: Martynov, 2013a: 167.

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-414).

Типовое местонахождение. Японское море, о. Монерон.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). lsid:zoobank.org:act:D7603AED-3F5E-4209-9177-720A14E7BBC3.

Описание. Длина голотипа 52 мм. Нотум плотно покрыт крупными полусферическими бугорками, между которыми располагаются мелкие бугорки. 6 многоветвистых жабр. Медиальная вырезка лабиума отсутствует. Оральные щупальца в виде лопастей с наружной продольной щелью. Общая окраска тела коричневая (паратип ZMMU Op-417). Формула радулы у голотипа $55 \times 40.0.40$. Зубы радулы гладкие крючковидные, внутренние с редуцированным зубчиком. Дистальная часть семяпровода погружается в овалный копулятивный аппарат, внутри которого делает несколько петель, при выворачивании которого образуется конический пенис. Бурса крупная, шаровидная, в месте перехода ее к вагинальному протоку впадает овалный рецептакулом.

Распространение. Японское море, Курильские о-ва, возможно нахождение у Камчатки.

Батиметрическое распределение. 2–13 м.

Сем. Discodorididae

***Diaulula boreopacifica* sp.nov. (рис. 2, б)**

Diaulula sandiegensis auct. non Cooper, 1863b;

Diaulula sandiegensis: Мартынов, Коршунова, 2011: 123–124 non Cooper, 1863b.

Голотип. Зоологический музей МГУ (Op-450), Японское море, зал. Петра Великого, восточный участок Дальневосточного морского биосферного заповедника, бух. Средняя, 13.09.2014, 0–1 м, камни, скалы, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. **Паратипы.** 1 экз. (ZMMU Op-459), собран там же, где и голотип. 1 экз. (ZMMU Op-460) Японское море, зал. Петра Великого, о. Русский, 21.09.2014, литораль, Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов.

Типовое местонахождение. зал. Петра Великого, Японское море.

Описание. Длина голотипа до фиксации 42 мм (рис. 2, б). Поверхность нотума покрыта многочисленными мелкими кариофиллидиями, в целом нотум производит впечатление гладкой поверхности. 6 многоветвистых жабр. Общая окраска нотума – светло-кремовая, с желтоватым и коричневатым оттенком. Два сорта пятен разбросаны по всему нотуму: более мелкие – тусклые, вторые – темно-коричневые. Форма, размеры и количество пятен варьирует значительно. У голотипа около 12 крупных и около 15 мелких темно-коричневых сплошных пятен. Жабры и ринофоры близки по цвету к нотуму. Челюсти отсутствуют. Формула радулы у фиксированного паратипа длиной 23 мм из Японского моря $21 \times 36.0.36$. Зубы радулы гладкие крючковидные. Ампула узкая, состоит из нескольких колен. Простата массивная глобулярная, резко переходит в узкую мускульную часть семяпровода, проксимальная часть которого спрямленная, дистальная – извитая из нескольких петель – впадает в цилиндрический мешок пениса. Пенис цельный, конический. Бурса округлая, рецептакулом округлый меньше по размерам.

Распространение. Тихоокеанское побережье Камчатки, Командорские о-ва, Курильские о-ва, Японское море (несколько паратипов). В северной части Тихого океана ареал этого вида на юго-востоке достигает, по крайней мере, побережья штата Вашингтон.

Батиметрическое распределение. 0–72 м.

Замечания. Молекулярно-генетический анализ показал конспецифичность по CO1 экземпляров ранее определяемых как «*Diaulula sandiegensis*» из зал. Петра Великого Японского моря особям с тихоокеанского побережья Канады (отличия менее 2,4%, KF643541, использован в работе Layton, Martel, Hebert, 2014) и с побережья штата Вашингтон (отличия 2%, собственные молекулярные данные на основе экземпляров, собранных Карин Флетчер) и с GQ326865 (использован в работе Shields, 2009). В то же время экземпляры, собранные из района типового местонахождения *D. sandiegensis* (Калифорния), демонстрируют различия в 7,7 и 8,2%, соответственно (KP871647, KP871638, использовались в работе Mahguib, Valdés, 2015), в сравнении с вышеперечисленным материалом. Таким образом, существенная молекулярная дивергенция свидетельствует в пользу существования комплекса криптических видов «*D. sandiegensis*». Это уже предполагалось нами ранее на морфологическом материале (например, в работе Martynov, Schrödl, 2008, была указана *Diaulula* cf. *sandiegensis* из р-на Командорских о-вов) и подтверждено в данном исследовании с использованием молекулярных данных. Подтверждением этого является и независимый молекулярный анализ (Lindsay, Valdés et al., 2015), выявивший сходную картину. Основываясь на этих данных, для генетически относительно однородных «*D. sandiegensis*» из других районов северной части Тихого океана (исключая Калифорнию) здесь предлагается выделить новый вид *Diaulula boreopacifica* sp.nov. Название нового вида («северо-тихоокеанская») подчеркивает его обширный ареал в северной части Тихого океана (достигающий на юго-западе Японских о-вов). Беренс и Вальдес (Behrens, Valdés, 2001) предположили, что малоизвестное название *Doris odonoghuei* Steinberg, 1963 (= *Doris echinata* O'Donoghue, 1922 non *Doris echinata* Loven 1846), основанное на материале из вод Канады (р-н Ванкувера), может относиться к роду *Diaulula*. Однако возможная синонимия *Doris odonoghuei* и *D. sandiegensis* явным образом была указана лишь предположительно (Behrens, Valdés, 2001, p. 183: «*Doris odonoghuei* Steinberg, 1963 (= *Doris echinata* O'Donoghue, 1922) is probably a synonym of *Diaulula sandiegensis* as well»).



Рис. 2:

a – *Onchidoris bilamellata* (L., 1767); *б* – *Diaulula boreopacifica* sp.nov.; *в*, *г* (радула) – *Dendronotus albus* MacFarland, 1966; *д* – *Janolus fuscus* O'Donoghue, 1924; *е* – *Cuthona hermitophila* Martynov et al., 2015; *ж* – *Trinchesia ornata* (Baba, 1937); *з*, *и* (радула) – *Trinchesia viridis*; *к*, *л* (радула) – *Trinchesia midori* sp. nov.
 Масштаб: *г* – 30μm; *и* – 30μm; *л* – 30μm. Фото авторов статьи, кроме *а* (фото А. Коробка), *д*, *е*, *ж*, *к* (фото А. Шпатака)

Описание *Doris odonoghuei* краткое, и типовые экземпляры отсутствуют (Behrens, Valdés, 2001, pp. 190–191), что не позволяет подтвердить принадлежность *Doris odonoghuei* к роду *Diaulula*. Решающим свидетельством против отнесения *Doris odonoghuei* к роду *Diaulula* является первоначальное описание этого вида, в котором четко указано, что «dorsum is covered with spiculate papillae» (O'Donoghue, 1922), тогда как для описания настоящей *Diaulula sandiegensis* этот же автор использовал совершенно иную терминологию: «The whole dorsum is covered with small closely set villi which give it a soft velvety appearance» (O'Donoghue, 1921). Последнее описание хорошо соответствует внешнему виду тончайших выростов-кариофиллидий, характерного признака дорсальной стороны *Diaulula*, действительно делающий их нотум похожий на бархат (= основное значение «velvet» в английском языке). Напротив, пронизанные спикулами папиллы *Doris odonoghuei* могут соответствовать другим крупным симпатрическим видам дорид из других родов. Наличие мелких пятен и белой окраски не противоречит этому, поскольку отмечено и для других родов обитающих в районе о-ва Ванкувер дорид. *Diaulula sandiegensis* s.str., вероятно, не всегда легко отличима внешне от *D. boreopacifica*, однако при всех вариациях формы спинных пятен у *Diaulula boreopacifica*, по крайней мере, в дальневосточных морях России никогда не встречаются формы с очень крупными тонкими кольцами, как у калифорнийской *D. sandiegensis* (см. например, fig. 2D в работе Behrens, Valdés, 2001). Частично кольцообразные пятна (отличные от настоящей *D. sandiegensis*) имеются у некоторых экземпляров камчатских и командорских *D. boreopacifica*. Япономорские особи обычно с цельными пятнами (рис. 2, б).

***Rostanga alisae* Martynov, 2003**

Rostanga alisae Martynov, 2003: 142–146, figs. 1–3; Мартынов, Коршунова, 2011: 124–125; Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015: 75.

Типовое местонахождение. бух. Туманная, Японское море.

Распространение. Японское море, вероятно нахождение на Хоккайдо и северном Хонсю.

Батиметрическое распределение. 1–5 м.

Замечания. Многочисленные новые экземпляры этого вида были собраны в акватории Дальневосточного морского биосферного заповедника (сборы Коршуновой и Мартынова, сентябрь 2014, см. Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015).

Сем. Onchidorididae

***Acanthodoris pilosa* (Abildgaard in Müller, 1789) s.l.**

Doris pilosa Abildgaard in Müller, 1789: 7, pl. 85, figs. 5–8;

Acanthodoris pilosa (Abildgaard in Müller, 1789): Мартынов, Коршунова, 2011: 128–130.

Типовое местонахождение. Норвежское море.

Распространение в морях России. Баренцево и Белое моря, Камчатка (о. Старичков), Командорские о-ва, Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–20 м.

Замечания. Особи, определяемые обычно как *A. pilosa* из дальневосточных морей России (включая экземпляр, найденный на Камчатке (Мартынов, Коршунова, Санамян, Санамян, 2009), могут относиться к восточно-северо-тихоокеанскому виду *A. atrogriseata*, самостоятельный статус которого был восстановлен совсем недавно (Hallas, Gosliner, 2015), или комплексу близких видов.

***Acanthodoris uchidai* Baba, 1935 (рис. 1, з)**

Acanthodoris uchidai Baba, 1935: 119, pl. 7, figs. 8–10; Martynov, 2006: 274, pl. 133 D.

Типовое местонахождение. бух. Аккеши, тихоокеанское побережье Хоккайдо, Япония.

Распространение в морях России. о. Итуруп и о. Парамушир. Вероятно обнаружение у тихоокеанского побережья Камчатки.

Батиметрическое распределение. 10–20 м.

Замечания. Отличается от остальных видов *Acanthodoris* гладким нотумом, который лишен каких-либо выростов (фото фиксированного экземпляра см. Martynov, 2006) и гладкими зубами радулы. В настоящей работе впервые приводится электронно-микроскопическое изображение радулы этого вида из дальневосточных морей России (рис. 1, з).

***Adalaria jannaella* sp. nov.** (рис. 1, и, к)

Adalaria jannae sensu Мартынов, Коршунова, 2011: 135–136; Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015: 75 по Millen, 1987.

Голотип. Зоологический Музей МГУ (ZMMU Op-448). Японское море, зал. Петра Великого, бух. Горностай, 18.09.2014, 1–1,5 м, под камнями на корковых мшанках, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. **Паратипы.** 1 экз. (ZMMU Op-462), Японское море, зал. Петра Великого, восточный участок Дальневосточного морского биосферного заповедника, о. Большой Пелис, гряда Матвеева, 07.09.2014, гл. 5–7 м, камни, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. 1 экз. (ZMMU Op-463), Японское море, зал. Петра Великого, бух. Соболев, 1–2 м, камни, 01.09.2014, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. 2 экз. (ZMMU Op-464), Японское море, зал. Петра Великого, бух. Горностай, 18.09.2014, 1–1,5 м, камни, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов. 1 экз. (ZMMU Op-465), Японское море, зал. Петра Великого, бух. Астафьева, 15.09.2014, 0,5–0,7 м, камни, сб. Т.А. Коршунова, А.В. Мартынов.

Описание. Длина голотипа 6 мм. Нотум относительно широкий, его профиль Ω -образный. Поверхность нотума покрыта многочисленными булавовидными бугорками, содержащими спикулы. Ринофоры несут около 8 пластинок. 5 одноветвистых жабр. Позади жабр находится крупная постбранхиальная железа. Оральный парус полукруглый. Общий цвет тела белый, слегка желтоватый. Постбранхиальная железа белая. Глотка несет овальную буккальную помпу, без стебелька, опоясана периферическим мускулом. Формула радулы у фиксированного паратипа длиной 4 мм $20 \times 2-4.1.0.1.4-2$. Первый латеральный зуб со спрямленным клювовидным зубцом. Число зубчиков 14–20. Маргинальные зубы неправильно-овальные, с одним или двумя зубцами. Бурса неправильно-овальная. Сперматоцист частично скрыт в женских железах. Простата небольшая, переходит в непростатическую часть семяпровода, формирующая полупрозрачный чехол. Копулятивный орган удлинённый.

Распространение. Японское море (несколько паратипов), возможно, также тихоокеанское побережье Камчатки.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

Замечания. Молекулярно-генетический анализ выявил значительную степень различий по CO1 (различия 6,6–7,3%) между япономорскими экземплярами, традиционно определяемыми как «*A. jannae*» и особями с тихоокеанского побережья Северной Америки (с япономорскими экземплярами сравнивались два изученных в ходе данного исследования экземпляра из района Сиэтла (сб. Карин Флетчер), близкого к типовому местонахождению – м. Тыее Point, Канада, Millen, 1987 и экземпляр из Калифорнии (KP340392, использованный в работе Hallas, Gosliner, 2015). Это свидетельствует в пользу видовой самостоятельности по меньшей мере япономорских особей этого комплекса, описываемых здесь как новый вид. Таксономическое положение *A. jannae*, обнаруженного в водах Камчатки (Мартынов, Коршунова, Санамян, Санамян, 2009), требует дополнительного исследования.

Предварительный молекулярно-филогенетический анализ, основанный на данных по трем генам (CO1, 16S, 18S), показал, что роды *Adalaria* и *Onchidoris* являются отдельными таксонами (Martynov et al., 2015), и не показал поддержки недавно выделенного рода *Knoutsodonta* (Hallas, Gosliner, 2015). Поэтому в настоящей работе используется традиционная система семейства Onchidorididae.

***Adalaria olgae* Martynov, Korshunova, Sanamyan et Sanamyan, 2009**

Adalaria olgae Martynov, Korshunova, Sanamyan, Sanamyan, 2009: 29–34, figs. 3D, H; 6G–H; 7C; 10; 11E, F, H; 12C–D; Мартынов, Коршунова, 2011: 132–133.

Типовое местонахождение. о. Старичков, Камчатка.

Распространение. Известен с тихоокеанского побережья Камчатки, вероятно, распространен в сопредельных районах.

Батиметрическое распределение. 18–26 м.

Замечания. После первоначального описания этого вида (2009) Н.П. Санамян в течение нескольких лет регулярно встречает этот вид в ходе погружений на о. Старичков.

***Adalaria proxima* (Alder et Hancock, 1854)**

Adalaria pacifica Bergh, 1880; *Adalaria virescens* Bergh, 1880.

Doris proxima Alder, Hancock, 1854: 103;

Adalaria proxima (Alder et Hancock, 1854): Мартынов, Коршунова, 2011: 130–131.

Типовое местонахождение. Биркенхед, Великобритания.

Распространение. Баренцево и Белое моря, северо-восточная Пацифика.

Батиметрическое распределение. Верхняя сублитораль.

Замечания. Поскольку виды с амфибореальным распространением обычно демонстрируют существенные значения генетической дивергенции, представляются примечательными результаты нашего молекулярно-генетического анализа особи, собранной на тихоокеанском побережье штата Вашингтон (сб. Карин Флетчер), по внешним признакам и по строению радулы соответствующей атлантической *A. proxima*. Данный экземпляр показал 1% различия по CO1 и 16S с нашим обширным материалом, охватывающим различные районы бассейна Северной Атлантики, включая Белое, Баренцево моря и побережье Великобритании. Таким образом, оправданным является синонимия тихоокеанских видов *Adalaria pacifica* Bergh, 1880 и *A. virescens* Bergh, 1880, и *A. albopapillosa* Dall, 1872 с атлантической *A. proxima*, которая, по-видимому, является настоящим амфибореальным видом, относительно недавно вселившимся в Тихий океан. Причину этого можно объяснить либо недавним вселением этого вида в Тихий океан, либо возможным существованием генетического обмена между популяциями этого вида через воды арктической Канады, поскольку в российской Арктике *A. proxima* s.str. отсутствует. До настоящего времени *A. proxima* s.str. неизвестна в дальневосточных морях России, но ее нахождение можно ожидать в водах Командорских о-вов и Камчатки.

***Adalaria slavi* Martynov, Korshunova, Sanamyan et Sanamyan, 2009**

Adalaria slavi Martynov, Korshunova, Sanamyan, Sanamyan, 2009: 3C, G; 6D–F; 7B; 9; 11A–D; 12A, B; Мартынов, Коршунова, 2011: 134–135.

Типовое местонахождение. о. Старичков, Камчатка.

Распространение. Известен с тихоокеанского побережья Камчатки, вероятно, распространен в сопредельных районах.

Батиметрическое распределение. 18–26 м.

Замечания. После первоначального описания этого вида (2009), Н.П. Санамян в течение нескольких лет регулярно обнаруживает этот вид в ходе погружений на о. Старичков.

***Adalaria tschuktschica* Krause, 1885**

= *Arctadalaria septentrionalis* Roginskaya, 1971. *Adalaria tschuktschica* Krause, 1885: 296–297, pl. 17, fig. 5.

Типовое местонахождение: Бериногово море, бух. Мечингем.

Распространение. Море Лаптевых, Чукотское и Берингово моря.

Батиметрическое распределение. 7–29 м.

Замечания. Хорошо отличающийся вид рода как по морфологическим признакам, так и по молекулярно-генетическим данным.

***Calycidoris guntheri* Abraham, 1876**

= *Doris (Adalaria) sibirica* Aurivillius, 1885; *Acanthodoris sibirica* auct.; *Calycidoris guntheri* Abraham, 1876: 133–134, pl. 6, fig. 1, A–C; Мартынов, Коршунова, 2011: 128–130.

Типовое местонахождение. Вероятно Берингов пролив.

Распространение. Все моря Арктики, кроме Белого моря, северная часть Берингова моря.

Батиметрическое распределение. 9–270 м.

***Loy meyeri* Martynov, 1994**

Loy meyeri Мартынов, 1994: 7–11, рис. 1 A–B, 2 A–B, 3 A, B; Мартынов, Коршунова, 2011: 141–142; Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015: 75.

Типовое местонахождение. Японское море, зал. Петра Великого, м. Льва.

Распространение. Охотское море, Японское море.

Батиметрическое распределение. 40–146 м.

***Onchidoris bilamellata* (Linnaeus, 1767) (рис. 2, a)**

= *Doris fusca* Müller, 1776. *Doris bilamellatus* Linnaeus, 1767: 1083. *Onchidoris bilamellata* (Linnaeus, 1767): Мартынов, Коршунова, 2011: 140–141.

Типовое местонахождение. Норвежское море.

Распространение в морях России. Баренцево и Белое моря, Берингово море, Командорские о-ва, тихоокеанское побережье Камчатки, Курильские о-ва, Охотское море, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–50 м, встречается в обрастаниях судов.

Замечания. Молекулярно-генетические данные по COI и 16S для *O. bilamellata* как с тихоокеанского, так и с атлантического побережья Канады демонстрируют очень низкий процент различий (не более 1%) (молекулярно-генетические данные из работы Layton, Martel, Hebert, 2014). Необходимо дополнительное сравнение с европейским и западно-тихоокеанским материалом, но уже имеющиеся данные свидетельствуют в пользу широкого генетического обмена между тихоокеанскими и атлантическими популяциями и/или недавним вселением этого вида в одну из указанных акваторий, что может быть связано с обитанием этого вида в обрастаниях судов и других искусственных плавающих конструкций. Необходимо отметить, что указанная в работе Gosliner, Hallas (2015) последовательность COI “*Onchidoris bilamellata*” из Калифорнии (KP340408) в действительности сходна (менее 1% отличий) с криптобранхиальной доридой *Archidoris montereyensis* – очевидно имеет место ошибочная идентификация. Здесь также впервые публикуются фото живых экземпляров *O. bilamellata* с Камчатки (рис. 2, а), собранных А. Коробком (г. Петропавловск-Камчатский) в Авачинской губе 14.11.2015 на глубине 6 м вместе с многочисленными кладками этого же вида.

***Onchidoris muricata* (Müller, 1776)**

= *Doris aspera* Alder et Hancock, 1842; *Doris diaphana* Alder et Hancock, 1845; *Doris ulidiana* Thompson, 1845; *Doris muricata* Müller, 1776: 229; *Onchidoris muricata* (Müller, 1776): Мартынов, Коршунова, 2011: 136–138.

Типовое местонахождение. Норвежское море.

Распространение. Баренцево и Белое моря, Командорские о-ва, Тихий океан около Камчатки.

Батиметрическое распределение обитания. 0–20 м (128 м).

***Onchimira cavifera* Martynov, Korshunova, Sanamyan et Sanamyan, 2009**

Onchimira cavifera Martynov, Korshunova, Sanamyan, Sanamyan, 2009: 17–25, figs. 2; 3A, E; 4A–C, F, J–K; 5A, B; 6A, B; 7; Мартынов, Коршунова, 2011: 126–127.

Типовое местонахождение. о. Старичков, Камчатка.

Батиметрическое распределение. 18–26 м.

Замечания. В 2015 г. для этого таксона были впервые представлены молекулярно-генетические данные (Martynov, Korshunova, Padula, Picton, Schrod, 2015).

***Proloy millenae* Martynov, 1994**

Proloy millenae Martynov, 1994: 11–13, рис. 1 Г–Е, 2 Г, Д, 3 Б, Г; Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015: 75.

Типовое местонахождение. Японское море, зал. Петра Великого, м. Льва.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение. 16 м.

Сем. Goniodorididae

***Goniodoridella borealis* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015**

Goniodoridella borealis: Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 58–59, рис. 4А–Б; Мартынов, Коршунова, 2011: 119–120 (как *Goniodoridella savignyi* Pruvot-Fol, 1933, partim.).

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-421), Японское море, бух. Бойсмана, о. Клерка, глубина 2–2,5 м, 29.08.1993, сб. А. В. Мартынов.

Типовое местонахождение. зал. Петра Великого, Японское море.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). Isid:zoobank.org:act:66F7F339-B9C5-4E0F-942F-1E02EDDB59C2.

Описание. Тело удлинённое, длиной 3–5,5 мм, рудиментарный край нотума с 6–7 бугорками. На спине 3 гребневидных ряда бугорков. Фронтальный парус представлен парой удлинённых конических отростков. Четыре-пять одноветвистых жабр. Позади жабр имеются два мощных отростка. Окраска тела полупрозрачно-беловатая. Бугорки нотума, гребни на спине, верхняя

треть жабр, фронтальный парус, кончики задних выростов и кончик ноги желтые. Формула радулы $15 \times 1.1.0.1.1$. Внутренние латеральные зубы с мощным клювовидным отростком, несущим до 20 хорошо выраженных зубчиков. Внешние латеральные зубы с крючковидным отростком.

Распространение. Японское море, зал. Петра Великого (Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015). Указания *G. savignyi* Pruvot-Fol, 1933 с Хонсю (Baba, 1960a), вероятно, также относятся к этому виду.

***Okenia distincta* Baba, 1940**

= *Okenia angelensis* Lance, 1962 sensu Minichev et al., 1971 non Lance, 1962.

Okenia distincta Baba, 1940: 104–106, figs. 3, 4; Мартынов, Коршунова, 2011: 145.

Типовое местонахождение. Асамуши, Япония.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

Отряд Nudibranchia

Сем. Tritoniidae

***Tochuina gigantea* (Bergh, 1904)**

= *Tochuina tetraquetra* sensu Bergh, 1879, non Pallas, 1788.

Tritonia gigantea Bergh, 1904: 26–28, pl. 4, figs. 29–32; Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 59, рис. 3Д.

Типовое местонахождение. о. Уналашка (Аляска) и зал. Пьюджет Саунд (штат Вашингтон)

Распространение. Командорские о-ва, южный Сахалин.

Батиметрическое распределение. 16–71 м.

***Tritonia nigromaculata* Roginskaya, 1984**

Tritonia nigromaculata Рогинская, 1984: 99–102, табл. 1 (А–Е), табл. 2 (А–Д), рис. (А–Д).

Типовое местонахождение. о. Симушир, Курильские о-ва, $46^{\circ}27'N$, $152^{\circ}00'E$.

Распространение. Охотское море вдоль Курильских о-вов.

Батиметрическое распределение. 1375–2550 м.

***Tritonia tetraquetra* (Pallas, 1788)**

= *Tritonia psoloides* Aurivillius, 1887, syn. nov.; *Tritonia diomedea* Bergh, 1894; *Tritonia exsulans* Bergh, 1894; *Duvaucelia* (*Duvaucelia*) *septemtrionalis* Baba, 1937; *Duvaucelia gilberti* MacFarland, 1966; *Tritonia primorjensis* Minichev, 1971.

Limax tetraquetra Pallas, 1788: 237–239, pl. 5, fig. 22; *Tritonia tetraquetra* (Pallas, 1788): Мартынов, Коршунова, 2011: 150–152; Лебедев, Мартынов, Коршунова, 2015: 76.

Типовое местонахождение. Северные Курильские о-ва.

Распространение в морях России. Все дальневосточные моря.

Батиметрическое распределение. 2–640 м.

Замечания. См. Martynov (2006) для истории таксономии этого вида.

Сем. Dendronotidae

***Dendronotus albus* MacFarland, 1966 (рис. 2, в, г)**

= *Dendronotus diversicolor* Robilliard, 1970. *Dendronotus albus* MacFarland, 1966: 275–279, pl. 40, fig. 1, pl. 46, figs. 1–4, pl. 47, figs. 8–11, pl. 48, figs. 7, 8; pl. 49, figs. 5, pl. 50, figs. 4, pl. 51, figs. 6, 7; Robilliard, 1970: 466–470, pl. 64, fig. 34, text figs. 2, 4–6, 22–24; Stout, Pola, Valdés, 2010: 373.

Типовое местонахождение. зал. Монтерей, Калифорния.

Распространение в морях России. Камчатка (о. Старичков, Кроноцкий залив).

Батиметрическое распределение. 11,5 м.

Замечания. *Dendronotus albus* здесь указывается впервые для фауны России по материалу, собранному Н.П. Санамян (3 экз., включая кладку, на гидроиде *Abietinaria annulata*, 17.09.2015, о. Старичков, гл. 11,5 м, ZMMU Op-447). Собранные экземпляры соответствуют морфологическим признакам *D. albus*, который широко распространен в северо-восточной Пацифике от Аляски до Калифорнии (MacFarland, 1966; Robilliard, 1970; Behrens, 1991). Диагностические признаки *D. albus* следующие: полупрозрачное тело с оранжеватыми или коричневатыми пигментными по-

лосками на спинных выростах (число последних у взрослых экземпляров более пяти) (рис. 2, в), и центральный зуб радулы с мелкими зубчиками, которые не формируют заметных борозд на поверхности зуба (рис. 2, г). Близкий вид *D. diversicolor* Robilliard, 1970 недавно был признан синонимом *D. albus* (Stout et al., 2010).

***Dendronotus dalli* Bergh, 1879**

Dendronotus dalli Bergh, 1879 Bergh, 1879: 150, pl. 1, fig. 21, pl. 2, figs. 9–12, pl. 3, figs. 2–6; Мартынов, Коршунова, 2011: 155–157; Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan, Martynov, 2015: 860–863, figs. 6C, 8G, 11, 12, 13A.

Типовое местонахождение. Берингов пролив.

Распространение в морях России. Берингово море, Командорские о-ва, Охотское море, Курильские о-ва, тихоокеанское побережье Камчатки.

Батиметрическое распределение. 10–60 м.

Замечание. Согласно новым морфологическим и молекулярным данным (Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan, Martynov, 2015) распространение этого вида ограничено только северной частью Тихого океана (включая западную и восточную Северную Пацифику) и, возможно, прилегающими частями Чукотского моря.

***Dendronotus kalikal* Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan et Martynov, 2015**

Dendronotus kalikal Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan, Martynov, 2015: 872–874, figs. 6F, 8E, 16C, 18B, 19.

Типовое местонахождение. Камчатка, о. Старичков.

Распространение. Известен из Авачинского залива (Камчатка) и Берингова пролива. Вероятны находения в других районах дальневосточных морей России и сопредельных акваториях.

Батиметрическое распределение. 14–60 м.

Замечания. Согласно новым морфологическим и молекулярным данным (Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan, Martynov, 2015; Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015) атлантический вид *D. frondosus*, для которого ранее указывались очень широкие ареалы (McDonald, 1983; Мартынов, Коршунова, 2011), замещается в северо-западной части Тихого океана серией криптических видов: *D. kalikal*, *D. kamchaticus* и *D. primorjensis*.

***Dendronotus kamchaticus* Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan et Martynov, 2015**

Dendronotus kamchaticus Ekimova, Korshunova, Schepetov, Neretina, Sanamyan, Martynov, 2015: 869–872, figs. 6E, 8D, 16A, B, 17, 18.

Типовое местонахождение. Камчатка, о. Старичков.

Распространение. Известен из Авачинского залива (Камчатка). Вероятны находения в других районах северной части Тихого океана.

Батиметрическое распределение. 7–12 м.

Замечания. После первоначального описания этого вида Н.П. Санамян собрала дополнительный материал 17.07.2015 на глубине 12 м у о. Старичков.

***Dendronotus primorjensis* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015**

Dendronotus primorjensis Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 60, 5A–Г.

Голотип. Зоологический Музей МГУ (ZMMU Op-419).

Типовое местонахождение. бух. Спокойная, Японское море.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). [Isid:zoobank.org:act:2001DB85-2005-4E6F-8A21-F15F9068EC7D](https://www.zoobank.org/act:2001DB85-2005-4E6F-8A21-F15F9068EC7D).

Описание. Длина голотипа 35 мм. Тело сжато с боков. Латеральная папилла длинная и разветвленная. Вдоль спины расположено 5–6 пар высоких сильно разветвленных спинных выростов. Поверхность спины бугорчатая. Цвет тела неравномерно-коричневый, с розоватым оттенком, иногда оливковый. По спине, по всем отросткам, а также вдоль верхних краев ноги неравномерно разбросаны мелкие беловатые и желтоватые точки. Встречаются слабоокрашенные экземпляры. Формула радулы голотипа $37 \times 8-9.1.9-8$. Центральный зуб с выраженными зубчиками по режущему краю, продолжающимися бороздами на теле зуба. Латеральные зубы узкие с относительно длинным загнутым острым зубцом. Простата округлая. Семяпровод в виде клубка. Пенис длинный, несколько изогнутый.

Замечания. Молекулярно-генетический анализ выявил отличия *Dendronotus primorjensis* по CO1 от *D. frondosus* (KM396984, KM396982) на 6,3–6,6%, от *D. venustus* (HM162709) – на 8%, от *D. kalikal* (KM396988, KM396987) на 10,8–11,3% и от *D. kamchaticus* (KM396991, KM396990) на 11,8%.

***Dendronotus robustus* Verrill, 1870**

Dendronotus robustus Verrill, 1870: 405–406, fig. 1.; Мартынов, Коршунова, 2011: 157–158.

Типовое местонахождение. о. Гран-Манан, Канада.

Распространение в морях России. Баренцево, Белое, все моря Арктики, Охотское и Японское моря.

Батиметрическое распределение. 10–300 м.

***Pseudobornella orientalis* Baba, 1932**

Pseudobornella orientalis Baba, 1932: 369–376, figs. 1–4. *Dendronotus orientalis* – Pola, Gosliner, 2010: 937.

Типовое местонахождение. Мисаки, Япония.

Распространение в морях России. зал. Петра Великого, Японское море.

Батиметрическое распределение. Литораль.

Сем. Dotoidae

***Doto* sp.**

Распространение. Командорские о-ва (Мартынов, 1997).

Батиметрическое распределение. 11 м.

Сем. Dironidae

***Dirona pellucida* Volodchenko, 1941**

= *Dirona akkeshiensis* Baba, 1957; *Dirona albolineata* sensu Volodchenko, 1941, *Dirona picta* sensu Volodchenko, 1941, non Cockerell et Eliot, 1905; *Dirona aurantia* Hurst, 1966.

Dirona pellucida Володченко, 1941: 56, 65, табл. 1, рис. 6, табл. 2, рис. 6; Мартынов, Коршунова, Санамян, Санамян, 2009: 233; Мартынов, Коршунова, 2011: 148–149.

Типовое местонахождение. зал. Де-Кастри, Японское море.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, Охотское море, Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–20 м.

Сем. Proctonotidae

***Janolus fuscus* O'Donoghue, 1924 (рис. 2, д)**

Janolus fuscus O'Donoghue, 1924: 16–19, pl. 2, figs. 18–20; Behrens, 1991: 82.

Типовое местонахождение. о. Галиано, Британская Колумбия, Канада.

Распространение. В северо-восточной Пацифике широко распространен от Аляски до Калифорнии. В северо-западной части Тихого океана указан в Японском море (р-н бухты Рудная) и у Хоккайдо.

Батиметрическое распределение. Около 7–20 м.

Замечания. В фауне дальневосточных морей России этот вид был впервые обнаружен и идентифицирован А. Шпатаком в бух. Рудной (Северное Приморье) и указан им в 2012 г. (<http://shpatak.livejournal.com/64830.html?thread=782398>). На рис. 2, д приведено изображение *J. fuscus* из бух. Рудной, предоставленное А. Шпатаком по материалам 2015 г. Еще ранее, в 2004 г. *J. fuscus* был указан для Хоккайдо как довольно обычный вид (Masayoshi, N., 2004 (Jul 9) *Janolus fuscus* from northern Japan. Sea Slug Forum), причем отмечено, что этот вид обнаруживали в северной Японии на протяжении по меньшей мере 20 лет до этого.

Сем. Flabellinidae

***Chlamylla atypica* (Bergh, 1899)**

= *Coryphella barentsi* Derjugin, 1924, non Vayssiere, 1913; ?*Coryphella stimpsoni* var. *incognita* Derjugin et Gurjanova, 1926; *Coryphella derjugini* Thiele, 1928; *Coryphella orientalis* Volodchenko, 1941.

Goniaeolis atypica Bergh, 1899: 35–37, pl. 4, figs. 6–15, pl. 5, fig. 1; 1900: 37–40, pl. 4, figs. 6–15, pl. 5, fig. 1; – Мартынов, Коршунова, 2011: 163–165.

Типовое местонахождение. Дэвисов пролив, 66°43'N, 55°57'W.

Распространение в морях России. Баренцево и Белое моря, Карское море, Чукотское море, Берингово море, Командорские о-ва, Охотское море, Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–330 м.

Замечания. Виды рода *Chlamylla* представляют собой компактную группу холодноводных архайческих флабеллинид с широким телом, несущим дорсально многочисленные папиллы, мощными ринофорами (иногда превышающими в длину оральные щупальца более чем в четыре раза), обособленной зернистой простатой и характерным наружным треугольным пениальным воротником, внутри которого располагается длинный конический копулятивный орган. Все известные виды приурочены к очень низким температурам (около –2...+ 7 °C), обитают либо в бассейне Арктики, либо на глубине свыше 50–100 м в северной части Тихого океана, и если и обнаруживаются на мелководье в низкореальных районах, то исключительно в зимнее время, когда температура достигает арктических значений.

***Chlamylla borealis* Bergh, 1886**

= *Chlamylla intermedia* sensu Løynning, 1932, non Bergh, 1899; *Chlamylla borealis* Bergh, 1886: 10–13, pl.1, figs. 9–22.

Типовое местонахождение. Баренцево море, Новая Земля, 75°49,8 N 53°41 E.

Распространение. Баренцево, Белое и Карское моря, море Лаптевых, Берингово и Японское моря.

Батиметрическое распределение. 10–195 м.

***Coryphella amabilis* (Hirano et Kuzirian, 1991)**

Flabellina amabilis: Hirano, Kuzirian, 1991: 48–55, figs. 1–7; “*Coryphella*” *amabilis* (Hirano et Kuzirian, 1991); Мартынов, Коршунова, 2011: 173.

Типовое местонахождение. бух. Ошоро, Хоккайдо, Япония.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, Охотское море, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–20 м.

***Coryphella athadona* Bergh, 1875**

Coryphella athadona Bergh, 1875: 635–638, pl. 13, figs. 1–13; Мартынов, Коршунова, Санамьян, Санамьян, 2009: 234; Мартынов, Коршунова, 2011: 176–178; Мартынов, Санамьян, Коршунова, 2015: 62.

Типовое местонахождение. Японское море, 39°40'–40° N, 133°30'–134° E.

Распространение в морях России. Все дальневосточные моря.

Батиметрическое распределение. 0–132 м (обычно литораль и верхняя сублитораль).

***Coryphella japonica* Volodchenko, 1941**

= *Coryphella stimpsoni* sensu Roginskaya, 1978, non Verrill, 1879.

Coryphella japonica Volodchenko, 1941: 57, табл. 3, рис. 3, табл. 4, рис. 1; Martynov, 2013b: 1–8, pl. 1–7.

Типовое местонахождение. К югу от о. Аскольд, зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение. Охотское и Японское моря.

Батиметрическое распределение. 100–3460 м.

***Coryphella polaris* Volodchenko, 1946**

= *Gonieolis typica* sensu Bergh, 1886, non M. Sars in G.O. Sars, 1872; *Chlamylla typica* («Bergh») sensu Odhner, 1907; Roginskaya, 1987, non M. Sars in G.O. Sars, 1872

Coryphella polaris Volodchenko, 1946 Володченко, 1946: 323, рис. 1.

Типовое местонахождение. Карское море, 79°55,3'N, 73°54'E.

Распространение. Баренцево море, Белое море, Карское море, Восточно-Сибирское и Охотское моря, тихоокеанское побережье южных Курильских о-вов.

Батиметрическое распределение. 20–325 м.

***Coryphella pseudoverrucosa* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015**

Coryphella pseudoverrucosa: Мартынов, Санамьян, Коршунова, 2015: 60–61, рис. 6A–Г, Ж; Мартынов, Коршунова, 2011: 174–176 (*Coryphella verrucosa* (M. Sars, 1829), partim.).

Типовое местонахождение. Японское море.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). Isid:zoobank.org:act:9923653D-5E12-450F-93AF-8576E05BEDCF.

Описание. Длина голотипа 23 мм. Гладкие, удлинённо-конические, пальцевидные, с закругленной вершиной ринофоры тоньше оральных щупалец и примерно в 1,5 раза короче их. Цератальная формула голотипа: п (1,2,3,3,2,2; 2,2,2,2,1,1,2,2,1,1,1). Передние отростки ноги короткие. Плеуропроктивный анус под 2-м рядом папилл правой задней печени. Генитальное отверстие под 3-м и 4-м рядами папилл передней печени. Общая окраска полупрозрачно-беловатая. Дивертикулы пищеварительной железы в папиллах от темно-красного до красно-коричневатого. Папиллы покрыты белыми пигментными точками. Хвостик посередине с белой линией. Формула радулы голотипа $17 \times 1.1.1$. Центральный зуб характеризуется мощным зубцом и шестью боковыми зубчиками. Латеральный зуб по длине составляет примерно половину основания центрального зуба. 9–12 зубчиков на латеральных зубах. Семяпровод S-образный. Крупный дискоидный мешок копулятивного органа, который состоит из основания и широкого диска, несущего по краю небольшие треугольные мягкие папиллы.

Распространение. Берингово море, Тихий океан около Камчатки, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–67 м.

Coryphella nobilis Verrill, 1880

= *Coryphella sarsi* Friele, 1902. *Coryphella nobilis* Verrill, 1880: 380; Мартынов, Коршунова, 2011: 169–171.

Типовое местонахождение. м. Код, Массачусетс.

Распространение в морях России. Баренцево, Белое, Карское и Восточно-Сибирское моря, от Берингова до Японского моря.

Батиметрическое распределение. 9–250 м.

Flabellina pricei (MacFarland, 1966)

Coryphella pricei MacFarland, 1966: 313–318, Pl. 58, fig. 6, Pl. 65, figs 9–13; Pl. 66, figs 8, 9.

Flabellina pricei (MacFarland, 1966): Behrens, 1991: 84; Мартынов, Коршунова, Санамян, 2015: 62, рис. 3, 3Е.

Типовое местонахождение. зал. Монтерей, Калифорния.

Распространение в морях России. Командорские о-ва, северо-западная часть Японского моря.

Батиметрическое распределение. 19,5 м.

Замечания. *Flabellina pricei* была впервые указана для фауны России по материалам, собранным Н.П. Санамян на Командорских о-вах (Мартынов, Коршунова, Санамян, 2015). В дополнение укажем, что на одной из фотографий, размещенных А. Шпатаком (<http://shpatak.livejournal.com/15853.html>) из бух. Рудной Японского моря, изображена несомненная *Flabellina pricei*. Это означает существенное расширение ареала этого вида на юг.

Himatina trophina (Bergh, 1894)

= *Coryphella fusca* O'Donoghue, 1921; *Aeolis camtchatica* Volodchenko, 1941; *Cratena rubra* Volodchenko, 1941.

Himatella trophina Bergh, 1894: 134–136, pl. 1, figs. 16–17; pl. 2, figs. 1–5; Мартынов, Коршунова, 2011: 179–180.

Типовое местонахождение. Port Althorp, Аляска, США.

Распространение в морях России. Берингово – Японское моря.

Батиметрическое распределение. 0–115 м.

Paracoryphella islandica (Odhner, 1937)

Coryphella islandica: Odhner, 1937b: 253–257, figs. 1–5

Paracoryphella islandica (Odhner, 1937): Мартынов, Коршунова, 2011: 165–166.

Типовое местонахождение. Skjalfandi Bay, Исландия.

Распространение в морях России. Белое, Берингово и Японское моря.

Батиметрическое распределение. 0–15 м.

Сем. Eubranchidae***Aenigmastyletus alexeii* Martynov, 1998**

Aenigmastyletus alexeii: Мартынов, 1998: 767–770, рис. 1, 3А, 3Б; 4А–4Г.; Мартынов, Коршунова, 2011: 191–192.

Типовое местонахождение. зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение. 1,5–5 м.

***Amphorina horii* (Baba, 1960)**

Eubranchus horii Baba, 1960b: 78, pl. 34, figs. 1A–1E; *Amphorina horii* (Baba, 1960): Мартынов, Коршунова, 2011: 185–186.

Типовое местонахождение. зал. Сагами, Япония.

Распространение в морях России. Японское море.

Батиметрическое распределение. 0,3–1,5 м.

***Leostyletus pseudomisakiensis* Martynov, 1998**

Leostyletus pseudomisakiensis Мартынов, 1998: 770–774, рис. 2; 3В, 3Г; 4Д–4З; Мартынов, Коршунова, 2011: 192–193.

Типовое местонахождение. бух. Сухопутная, Уссурийский залив, Японское море.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение. 3–5 м.

***Nudibranchus rupium* (Møller, 1842)**

= *Galvina olivacea* O'Donoghue, 1922; *Embletonia pallida* sensu Gurjanova, 1924, non Nordmann, 1845; *Galvina farrani* sensu Derjugin, 1924, non Alder et Hancock, 1844; *Eubranchus exiguus* sensu Roginskaya, 1962a, 1987, non Alder et Hancock, 1848.

Tergipes rupium Møller, 1842: 78; *Nudibranchus rupium* (Møller, 1842): Мартынов, Коршунова, 2011: 186–189.

Типовое местонахождение. Фредериксхаб, Гренландия.

Распространение в морях России. Баренцево и Белое моря, Берингово море, тихоокеанское побережье Камчатки, Охотское море (Магадан), Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–20 м, обычен в сообществах обрастания.

Сем. Tergipedidae***Catriona columbiana* (O'Donoghue, 1922)**

= *Cratena spadix* MacFarland, 1966; ? *Cuthona alpha* Baba et Hamatani, 1963; non *Catriona columbiana* sensu Gosliner, Griffiths, 1981.

Amphorina columbiana O'Donoghue, 1922: 160–161, 165, pl. 6, figs. 23–24. *Catriona columbiana* (O'Donoghue, 1922) : Behrens, 1991: 89.

Типовое местонахождение. Габриола Пасс, район о. Ванкувер, Канада.

Распространение в морях России. Южные Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

***Cuthona hermitophila* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015 (рис. 2, e)**

Cuthona hermitophila Мартынов, Санамян, Коршунова, 2015: 62–65, рис. 4 А–Г.

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-433).

Типовое местонахождение. бух. Киевка, Японское море.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). [lsid:zoobank.org:act:006D8768-3B5A-423F-B384-C81678107168](https://zoobank.org/act:006D8768-3B5A-423F-B384-C81678107168).

Описание. Длина голотипа около 10 мм. Тело относительно широкое, несет многочисленные папиллы, заходящие за оральные щупальца. С каждой стороны тела голотипа до 15 рядов папилл, в каждом – по 5–9 папилл. Голова широкая, равна по ширине ноге. Оральные щупальца отходят от верхней части головы, конические; ринофоры гладкие, конические. Окраска тела беловатая, папиллы коричневатые и розоватые. Формула радулы 15 × 0.1.0. Число боковых зубчиков по бокам от выступающего зубца радулярного зуба 5–8. Единственный семенной резервуар шаровидный, с коротким протоком. Копулятивный орган конический, невооруженный. Дополнительная железа впадает на вершине пениального мешка, крупная.

Распространение. Японское, Берингово моря, вероятно, более широко распространена в северо-западной Пацифике.

Батиметрическое распределение. 2–150 м.

Замечания. Благодаря интенсивным наблюдениям А. Шпатака в северо-западной части Японского моря (бух. Рудная), биология этого вида хорошо документирована. Так, одной из очень любопытных особенностей этого вида является его почти облигатная ассоциация с раковинами крупных брюхоногих моллюсков, заселенными раками-отшельниками (рис. 2, е). Такой особенностью не обладает другой тихоокеанский вид этого рода, известный из Калифорнии – *Cuthona divae* (Marcus, 1961), имеющий по сравнению с *Cuthona hermitophila* заметно более стройное тело и папиллы. Также отмечены различия в формах кладок *C. hermitophila* и *C. divae*. У последней кладки в форме компактных глобул, напоминающих цветки гвоздики, тогда как кладки *C. hermitophila* менее компактные, более типичной для голожаберных моллюсков-эолид формы в виде извитого закрученного шнура. В свою очередь, атлантическая *Cuthona nana* (которая также иногда может быть ассоциирована с раками-отшельниками, но нередко обитает и на обычных субстратах) не обладает столь мощно развитыми (особенно впереди) рядами папилл, как у *C. hermitophila*, значительно уступает последней по размерам тела (*C. hermitophila* может достигать 3 см и более в длину, а *C. nana* обычно менее 3 см), наконец кладка *C. nana* заметно более рыхлая и распластанная (Thompson, Brown, 1984), чем у *C. hermitophila*. Раковины покрыты атекатными гидроидами, которые, очевидно, являются пищевым объектом *C. hermitophila*, на этот же субстрат моллюски откладывают свои кладки.

***Cuthonella concinna* (Alder et Hancock, 1843)**

= *Cuthona marisalbi* Roginskaya, 1963.

?= *Cuthona cocachroma* Williams, Gosliner, 1979.

Eolis concinna Alder, Hancock, 1843: 234; *Cuthonella concinna* (Alder et Hancock, 1843): Мартынов, Коршунова, 2011: 198–200.

Типовое местонахождение. бух. Уитли, Каллеркоатс, Великобритания.

Распространение в морях России. Баренцево море, губа Дальне-Зеленецкая, Белое море.

Батиметрическое распределение. 0–20 м.

Замечания. Новые молекулярные данные подтверждают конспецифичность ранее долго дебатированной *Cuthona marisalbi* европейскому виду *Cuthonella concinna* (= *Cuthona concinna*). Различия по CO1 между *Cuthonella concinna* (Швеция, сб. Кеннет Лундин, собственные молекулярные данные) и беломорскими особями, определяемыми как *Cuthonella marisalbi* (из различных точек Белого моря), составили менее 1%. Более того, слабые различия (1,5–2%) показали вышеуказанные особи из бассейна Атлантического океана с экземплярами из Тихого океана, описанными ранее как самостоятельный вид *Cuthona cocachroma* (Williams, Gosliner, 1979).

***Cuthonella soboli* Martynov, 1992**

Cuthonella soboli Мартынов, 1992: 18–23, рис. 1–3; Мартынов, Коршунова, 2011: 197–198.

Типовое местонахождение. зал. Соболев, зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение. Командорские о-ва, тихоокеанское побережье Камчатки, Охотское море, южные Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–15 м.

***Tenellia adspersa* (Nordmann, 1844)**

Tergipes adspersus Norman, 1844: 270; Мартынов, Коршунова, 2011: 210–212.

Типовое местонахождение. Черное море около Одессы.

Распространение в морях России. Черное и Азовское моря, Каспийское море, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–10 м.

Замечания. Чрезвычайно редок в Японском море.

***Trinchesia divanica* Martynov, 2002**

Trinchesia divanica Мартынов, 2002: 50–52, рис. 2 (А–Е).

Типовое местонахождение. бух. Соболев, зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение. Японское море, зал. Петра Великого.

Батиметрическое распределение. 1,5–2,5 м.

Замечания. Самостоятельность рода *Trinchesia* поддерживается рядом специалистов (например, Miller, 2004), используется в ряде атласов (например, Debelius, Kuitert, 2007) и подтверждена международным профессиональным таксономическим порталом WoRMS (<http://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=391297>).

***Trinchesia hiranorum* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015**

Trinchesia hiranorum Мартынов, Санамян, Коршунова 2015: 65–67, рис. 4Д–3.

Голотип. Зоологический Музей МГУ (ZMMU О р-436).

Типовое местонахождение. р-н бухты Витязь, зал. Петра Великого, Японское море.

Номер регистрации в ЗооБанке (ZooBank). lsid:zoobank.org:act:62F8ED5C-FCAA-4FCF-97A5-C855DE96FF68.

Описание. Длина голотипа 3,5 мм. Ринофоры длиннее оральных щупалец примерно в 1,5 раза. Цератальная формула паратипа экземпляра 4 мм длиной п(2,2; А,2,2,1) л(2,2; 2,2,1). Нога впереди закругленная, без выростов. Аклеипроктный анус располагается перед первым рядом задней правой пищеварительной железы, между первой и второй папиллами. Общая окраска беловатая. По телу разбросаны беловатые опалесцирующие пятнышки. Ринофоры и оральные щупальца, как правило, в средней части несут оранжеватые колечки. Вырост пищеварительной железы в папиллах светло-кремовый, иногда с мелкими коричневатыми крапинками. Ветви пищеварительной железы, просвечивающие дорсально сквозь покровы, светлые, с темно-коричневыми пятнами. Вершина папилл прозрачная. Жевательный отросток челюстей покрыт коническими зубчиками. Формула радулы 26 × 0.1.0. (паратип О р-440). Центральный зубец не выдается за боковые зубчики. 3–4 крупные зубчика, между которыми встречаются мелкие вставочные. Ампула овальная. Семяпровод разделяется на простатическую и мускульную части. Дополнительная железа впадает на вершине пениального мешка. Копулятивный орган конический с изогнутым апикальным стилетом. Периферическая сперматека без заметной ножки.

Распространение. Японское море: зал. Петра Великого и бухта о. Осёро на Хоккайдо; южные Курильские о-ва (о. Кунашир).

Батиметрическое распределение. 0–2 м.

Замечание. Является одним из самых массовых видов рода *Trinchesia*, встречающихся в зал. Петра Великого летом и осенью.

***Trinchesia lenkae* Martynov, 2002**

Trinchesia lenkae Мартынов, 2002: 48–50, рис. 1 А–G.

Типовое местонахождение. бух. Сухопутная, зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение в морях России. Японское море, зал. Петра Великого.

Батиметрическое распределение. Обнаружена на литорали.

***Trinchesia midori* sp.nov. (рис. 2, к, л)**

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU О р-449).

Описание. Длина фиксированного голотипа 6,5 мм. Тело цилиндрическое, несколько суживающееся к заднему концу. Ринофоры заметно больше оральных щупалец. Цератальная формула голотипа п(1,3,4,5; А,4,4,3,3,2,1) л(1,3,2,5; 4,4,4,3,2,1). Генитальное отверстие располагается под 2–3 ветвями правой передней пищеварительной железы. Общая окраска беловатая, с желтоватым отливом. Ринофоры и оральные щупальца примерно на две трети покрыты белым пигментом. Цвет выростов пищеварительной железы в папиллах темно-зеленый. По папиллам разбросаны отдельные белые округлые пятна, не формирующие полос. Вершина папилл прозрачная, иногда со слабым оранжевым пигментом. На хвостике белая полоса. Формула радулы голотипа 42 × 0.1.0. Зубы широкие, гребневидные. В задней части радулы до 11 крупных зубчиков и небольшое число мелких вставочных. В половой системе характерна довольно крупная впадающая в пениальный мешок дополнительная железа. Копулятивный аппарат несет стилет.

Распространение. Японское море, Командорские о-ва. Вероятно, широко распространен в северо-западной Пацифике.

Батиметрическое распределение. 0–15 м.

Замечания. Новый вид *T. midori* внешне отличается от атлантической *T. viridis*, благодаря наличию обособленных округлых пятен на папиллах. У *T. viridis* (рис. 2, з), напротив, присутствуют мелкие сливающиеся пятна, часто формирующие продольную линию на папиллах. Очень сходными с *T. midori* обособленными пятнами характеризуются особи, обнаруженные на япономорском побережье о. Хонсю и определенные как «*T. viridis*» (Yasuhiro Shamoto, 2007 (Jul 24) *Cuthona viridis?* from Japan. Sea Slug Forum). Наиболее вероятно они также относятся к *T. midori*. Особи «*T. viridis*» из северо-восточной Пацифики, например, указанные из вод Аляски (Millen, 1989), нуждаются в дополнительном исследовании. Описанная с тихоокеанского побережья Хонсю *Trinchesia signifera* (Baba, 1961), также обладающая зеленоватыми папиллами, значительно отличается от обоих указанных видов благодаря наличию овального крупного белого пятна на дорсальной части тела между передними папиллами, а также формой зубов радулы. Радула *T. midori*, для которой характерны более многочисленные латеральные зубчики (7–11 крупных зубчиков в задней части радулы, рис. 2, л) хорошо отличается по этому признаку от таковой *T. viridis*, для которой как для беломорских экземпляров, так и для особей из вод Великобритании (Thompson, Brown, 1984) в задней части радулы обычно не более 5–6 крупных боковых зубчиков (рис. 2, u).

***Trinchesia ornata* (Baba, 1937) (рис. 2, ж)**

Cuthona (Hervia) ornata Baba, 1937: 331–333, pl. 2, fig. 4, textfig. 17; *Trinchesia ornata* (Baba, 1937): Мартынов, Коршунова, 2011: 202–203.

Типовое местонахождение. Томиока, Амакуса, тихоокеанское побережье Хонсю.

Распространение в морях России. Японское море, зал. Петра Великого (Мартынов, 2002), Рудная пристань.

Батиметрическое распределение. 0–2 м.

Замечания. Распространение этого вида на север за пределы зал. Петра Великого (на основе наблюдений и фотографий А. Шпатака) приводится впервые (рис. 2, ж).

***Trinchesia pupillae* (Baba, 1961)**

Catriona pupillae Baba, 1961: 368, pl. 14, figs. 1 a–b, 5, textfig. 1, A; Мартынов, Коршунова, 2011: 209–210.

Типовое местонахождение. Таннова, зал. Осака, Япония.

Распространение в морях России. Известен только из зал. Петра Великого.

Батиметрическое распределение. 0–1,5 м.

Сем. Facelinidae

***Hermisenda crassicornis* (Eschscholtz, 1831)**

Aeolis (Flabellina?) opalescens Cooper, 1863; *Cuthona (Hervia) emurai* Baba, 1937; *Cavolina crassicornis* Eschscholtz, 1831: 15, fig. 1; *Hermisenda crassicornis* (Eschscholtz, 1831): Мартынов, Коршунова, 2011: 215–216.

Типовое местонахождение. Ситка, Аляска.

Распространение в морях России. Южные Курильские о-ва, Японское море.

Батиметрическое распределение. 0–5 м.

Сем. Aeolididae

***Aeolidia herculea* Bergh, 1894**

=*Aeolidia grandis* Volodchenko, 1941; *Aeolidia farallonensis* Gosliner et Behrens, 1997; Bergh, 1894: 128–129, pl. 1, figs. 8–12; *Aeolidia herculea* Bergh, 1894: Мартынов, Коршунова, 2011: 217–219.

Типовое местонахождение. о. Санта Барбара, Калифорния.

Распространение в морях России. Тихий океан около Камчатки, Охотское море.

Батиметрическое распределение. 418–1491 м.

***Aeolidia papillosa* (Linnaeus, 1761)**

Aeolidia papillosa var. *pacifica* Bergh, 1879; *Limax papillosus* Linnaeus, 1761: 508; *Aeolidia papillosa* (Linnaeus, 1761): Мартынов, Коршунова, 2011: 217–219.

Типовое местонахождение. Норвежское море.

Распространение в морях России. Баренцево, Белое и Берингово моря, Командорские острова, средние и южные Курильские острова, Охотское и Японское моря.

Батиметрическое распределение. 0–153 м.

***Cerberilla longibranchus* (Volodchenko, 1941)**

Aeolis longibranchus Володченко, 1941: 59, табл. 3, рис. 5, табл. 4, рис. 5.

Типовое местонахождение. Сивучья бухта, зал. Петра Великого, Японское море.

Распространение. Японское море.

Батиметрическое распределение обитания. 10 м.

Замечание. По состоянию на 2015 г. данный вид никогда не был найден в российских водах после первоописания, но был отмечен в Японии (Baba, 1976).

***Cerberilla misyuki* Martynov, Sanamyan et Korshunova, 2015**

Cerberilla misyuki Martynov, Sanamyan, Korshunova, 2015: 67–68, рис. 4В–Д.

Голотип. Зоологический музей МГУ (ZMMU Op-424).

Типовое местонахождение. зал. Петра Великого, Японское море.

Номер регистрации в ZooБанке (ZooBank). lsid:zoobank.org:act:DF370B61-DE05-4D6F-971B-11596E897755.

Описание. Длина голотипа 6 мм. Ринофоры короче оральных щупалец почти в два раза, покрыты концентрическими складками. Цератальная формула у паратипа ZMMU Op-426 п(5, 6, 7, 8, 8; а; 7, 6, 6, 5, 4, 3, 2, 2, 2, 1), л(5, 6, 7, 9, 9; 9, 9, 8, 5, 6, 4, 3, 2, 1, 1). Папиллы располагаются в изогнуто-скошенных рядах по направлению от середины вперед. Анус у паратипа ZMMU Op-426 располагается между 5-м и 6-м рядами печени. Формула радулы (паратип ZMMU Op-427) 16 × 0.1.0. Зубы арковидные. По бокам у второго зуба (считая с заднего конца радулы) располагаются справа 24 и слева 30 зубчиков. Преобладают крупные зубчики, между ними могут вклиниваться 1–2 более коротких зубчика. В средней части более старых зубов часто имеется два крупных V-образно расположенных зубчика, а у третьего от переднего края радулы зуба справа от центра 34, а слева 32 зубчика. Челюсти овальные, сочленовный отросток светло-коричневый, тело челюсти светло-коричневое, жевательный отросток гладкий, узкотреугольный, челюсти тонкие, нежные, зубы радулы бесцветные. Семяпровод с простатической и мускульной частями. Копулятивный орган удлинённый, уплощённый.

Распространение. Берингово море, Японское море.

Батиметрическое распределение. 32–150 м.

Благодарности

Мы признательны А. Коробку (г. Петропавловск-Камчатский) и А. Шпатаку (пос. Рудная Пристань) за предоставление фотографий и информации по некоторым видам. Мы также очень признательны Карин Флетчер (США) и Кеннет Лундин (Естественно-исторический музей Гётеборга, Швеция) за предоставление некоторых материалов, которые были использованы в данной работе. Электронно-микроскопические исследования выполнены в межкафедральной лаборатории электронной микроскопии Биологического факультета МГУ при поддержке ведущего инженера А.Г. Богданова и заведующего лабораторией Г.Н. Давидовича. Д.М. Щепетов (ИБР РАН) благодарится за проведение технических работ по секвенированию. Работа поддержана Российским научным фондом (проект 14-50-00029 «Научные основы создания национального банка-депозитария живых систем»).

Литература

1. Володченко Н.И. Новые виды голожаберных моллюсков из дальневосточных морей СССР // Исслед. ДВ морей СССР. – 1941. – Вып. 1. – С. 53–68.
2. Володченко Н.И. Новый вид Nudibranchiata из Северного Ледовитого океана *Coryphella polaris* n.sp. // Тр. Дрейф. Эксп. – Главсморпути, 1946. – Т. 3. – 323 с.
3. Лебедев Е.Б., Мартынов А.В., Коршунова Т.А. Брюхоногие моллюски (Mollusca, Gastropoda) Дальневосточного морского заповедника (залив Петра Великого, Японское море) // Биота и среда заповедников Дальнего Востока. – 2015. – № 1. – С. 54–86.

4. Мартынов А.В. Новый вид голожаберных моллюсков из Японского моря с замечаниями о роде *Cuthonella* (Gastropoda, Opisthobranchia) // Зоол. журн. – 1992. – Т. 71. – С. 18–24.
5. Мартынов А.В. Материалы к ревизии голожаберных моллюсков семейства Corambidae (Gastropoda, Opisthobranchia) Сообщение 1. Систематика // Зоол. журн. – 1994. – Т. 73. – С. 1–15.
6. Мартынов А.В. Заднежаберные моллюски Командорских островов с замечаниями по фауне Дальневосточных морей России // Донная фауна и флора Командорских островов. – Владивосток: Дальнаука, 1997 – С. 230–241.
7. Мартынов А.В. Заднежаберные моллюски (Opisthobranchia) семейства Eubranchidae: таксономическая структура и два новых вида из Японского моря // Зоол. журн. – 1998. – Т. 77. – С. 763–777.
8. Мартынов А.В. Два новых вида рода *Trinchesia* Ihering, 1879 из залива Петра Великого Японского моря (Nudibranchia, Tergipedidae), с замечаниями о таксономии семейства // Ruthenica. – 2002. – Т. 12. – С. 45–54.
9. Мартынов А.В., Баранец О.Н. Ревизия рода *Colga* Bergh (Opisthobranchia, Polyceridae), с описанием нового вида из северной части Тихого Океана // Ruthenica. – 2002. – Т. 12. – С. 23–43.
10. Мартынов А.В., Коришанова Т.А. Заднежаберные моллюски морей России. Атлас-определитель с обзором биологии. – М.: Фитон, 2011. – 232 с.
11. Заднежаберные моллюски (Gastropoda:Opisthobranchia) прибрежных вод острова Старичков / Мартынов А.В., Коришанова Т.А., Санамян Н.П., Санамян К.Э. // Тр. Камч. филиала Тихоокеан. ин-та географии ДВО РАН. – 2009. – Вып. 8. – С. 227–240.
12. Мартынов А.В., Санамян Н.П., Коришанова Т.А. Новые данные по фауне заднежаберных моллюсков (Gastropoda: Opisthobranchia) прибрежных вод Командорских островов и Дальневосточных морей России // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: доклады XV научн. конф. (18–19 ноября 2014 г.). – 2015. – Вып. 15. – С. 55–69.
13. Рогинская И.С. Новый глубоководный вид Tritoniidae (Opisthobranchia, Nudibranchia, Dendronotacea) // Тр. Ин-та океан. АН СССР. – 1984. – Т. 119. – С. 99–105.
14. Abraham P.S. Notes on some genera of nudibranchiate Mollusca, with notices of a new genus and some hitherto undescribed species, in the collection of the British Museum // Ann. Mag. Nat. Hist., series 4. – 1876. – Vol. 18. – P. 132–146.
15. Alder J., Hancock A. Notice of a British species of *Cappiopa*, D'Orbigny, and of four new species of Eolis, with observations on the development and structure of the nudibranchiate Mollusca // Ann. Mag. Nat. Hist. – 1843. – Vol. 12. – P. 233–238.
16. Alder J., Hancock A. Notice of some new species of British Nudibranchiata // Ann. Mag. Nat. Hist. Ser. 2. – 1854. – Vol. 14. – P. 102–105.
17. Baba K. Studies on Japanese nudibranchs (2). A. Polyceridae. B. Okadaia, n.g. (preliminary report). // Venus, Jap. J. Malac. – 1930. – Vol. 2. – P. 43–50.
18. Baba K. *Pseudobornella orientalis*, nov. gen. et sp. from Japan // Ann. Zool. Jap. – 1932. – Vol. 13. – P. 369–376.
19. Baba K. The fauna of Akkeshi Bay. I. Opisthobranchia // J. Fac. Sci. Hokk. Imp. Univ., Zool. – 1935. – P. 115–125.
20. Baba K. Opisthobranchia of Japan (II) // J. Dep. Agric. Kyushu Imp. Univ. – 1937 – Vol. 5. – P. 289–344.
21. Baba K. Some additions to the nudibranch fauna of the northern part of Japan // Bull. Biogeog. Soc. Japan. – 1940. – Vol. 10. – P. 103–111.
22. Baba K. The genera *Okenia*, *Goniodoridella* and *Goniodoris* from Japan (Nudibranchia – Goniodorididae) // Publ. Seto Mar. Biol. Lab. – 1960a. – Vol. 8. – P. 79–83.
23. Baba K. Two new species of the genus *Eubranchus* from Japan (Nudibranchia – Eolidacea) // Publ. Seto Marine Biol. Lab. – 1960b. – Vol. 8. – P. 299–302.
24. Baba K. Three new species of the genus *Catriona* from Japan (Nudibranchia – Eolidacea) // Publ. Seto Mar. Biol. Lab. – 1961. – Vol. 9. – P. 367–372.
25. Baba K. The genus *Cerberilla* of Japan (Nudibranchia: Eolidoidea: Aeolidiidae), with the description of a new species // Veliger. – 1976 – Vol. 18. – P. 272–280.
26. Behrens D.W. Pacific coast nudibranchs: a guide to the opisthobranchs, Alaska to Baja California. – Monterey: Sea Challengers, 1991 – 107 p.

27. Behrens D.W., Valdés Á. The identity of *Doris* (s.l.) species MacFarland, 1966 (Mollusca, Nudibranchia, Discodorididae): A persistent mystery from California solved // Proceedings of the California Academy of Sciences, ser. 4. – 2001. – Vol. 52. – P. 183–193.
28. Bergh R. Beitrage zur Kenntniss der Aeolidiaden. 3 // Verhandl. Zool.-Botan. Gesell. Wien. – 1875. – Bd. 25. – S. 633–658.
29. Bergh R. On the nudibranchiate gasteropod Mollusca of the North Pacific Ocean, with special reference to those of Alaska, part 1. // Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. – 1879. – Vol. 31. – P. 71–132.
30. Bergh R. On the nudibranchiate gasteropod mollusca of the north Pacific Ocean, with special reference to those of Alaska. Part II. // Proc. Acad. Nat. Sci. Phil. – 1880. – Vol. 32. – P. 40–127.
31. Bergh R. Die Nudibranchien gessammelt warhrend der Fahrten des «Willem-Barents» in das nordliche Eismeer // Bijdr. Dierk. (Onder. «Willem-Barents» Exped. Gedeelte). – 1886. – Vol. 13. – P. 1–37.
32. Bergh R. Die opisthobranchien. Reports on the dredging operations off the west coast of central America to the Galapagos, to the west coast of Mexico, and in the Gulf of California // Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Coll. – 1894. – Vol. 25. – P. 125–235.
33. Bergh R. Nudibranchiate Gasteropoder // Danske Ingolf-Exped. – 1899. – Vol. 2. – P. 1–46.
34. Bergh R. Malacologische Untersuchungen // Reis. Arch. Philipp. – 1904. – Bd. 9. – S. 1–56.
35. Pleurobranchoidean phylogeny revisited / Berning M., Martynov A., Korshunova T., Padula V., Schrödl M. // 5th International Workshop on Opisthobranchs, abstracts. – Porto: Abel Salazar Institute of Biomedical Sciences University of Porto, 2015 – P. 30–31.
36. Cooper J.G. On new or rare Mollusca inhabiting the coast of California. No. II. // Proc. Cal. Acad. Nat. Sci. – 1863a. – Vol. 3. – P. 56–60.
37. Cooper J.G. Some new genera and species of California Mollusca // Proc. Cal. Acad. Sci. – 1863b. – Vol. 2. – P. 202–207.
38. Dall W.H. A new species of *Pleurobranchus* from California // Nautilus. – 1900. – Vol. 14. – P. 92–93.
39. Debelius H., Kuitert R.H. Nudibranchs of the world. – Frankfurt: IKAN Unterwasserarchiv, 2007 – 360 pp.
40. Integrative systematics of northern and Arctic nudibranchs of the genus *Dendronotus* (Mollusca, Gastropoda), with descriptions of three new species / Ekimova I., Korshunova T., Schepetov D., Neretina T., Sanamyan N., Martynov A. // Zool. J. Linn. Soc. – 2015. – Vol. 173. – P. 841–886.
41. Eschscholtz J.F. Zoologischer Atlas-Beschreibungen neuer Tierarten – Zweiter Reise um die Welt. – 1831. – Bd. 4. – S. 1–19.
42. Jung D., Lee J., Kim C-B. A report on species of phyllidiid and polycerid nudibranch including two species new to Korea // J. Species Research. – 2013. – Vol. 2. – P. 7–14.
43. Hasegawa K. Upper bathyal gastropods of the Pacific coast of northern Honshu, Japan, chiefly collected by R/V Wakataka-maru // Nat. Mus. Nat. Sci. Monogr. – 2009 – Vol. 39. – P. 225–383.
44. Hallas J.M., Gosliner T.M. Family matters: The first molecular phylogeny of the Onchidorididae Gray, 1827 (Mollusca, Gastropoda, Nudibranchia) // Mol. Phyl. Evol. 2015. – Vol. 88. – P. 16–27.
45. Hirano Y.J., Kuzirian A.M. A new species of *Flabellina* (Nudibranchia: Aeolidacea) from Oshoro Bay, Japan // Veliger. – 1991. – Vol. 34 – P. 48–55.
46. Krause A. Ein Beitrag zur Kenntniss der Mollusken-Fauna des Beringsmeeres. Arch. Naturgesch. – 1885. – Bd. 51. – S. 256–302.
47. Layton K.K., Martel A.L., Hebert P.D. Patterns of DNA barcode variation in Canadian marine molluscs // PLoS ONE – 2014. – 9 (4). – E95003.
48. Lindsay T., Valdés Á. et al. Population genetics of North Pacific benthic opisthobranchs // Abstracts from 5th International workshop on opisthobranchs. – Porto: Abel Salazar Institute of Biomedical Sciences University of Porto, 2015 – P. 25–26.
49. Linnaeus C. Fauna Svecica sistens animalia Sveciae regni, ed. 2. – Stockholmiae: Sumtu et Literis Direct. Laurentii Salvii, 1761 – 578 pp.
50. Linnaeus C. Systema naturae per regna tria naturae. Editio duodecima, reformata. Vol. 1, Regnum animale. Pt. 2. Impensis Direct. – Holmiae: Laurentii Savvii, 1767 – P. 533–1327.
51. McDonald G.R. A review of the nudibranchs of the California coast // Malacologia. – 1983. – Vol. 24. – P. 114–276.

52. MacFarland F.M. A preliminary account of the Dorididae of Monterey Bay, California // Proc. Biol. Soc., Wash. – 1905. – Vol. 18. – P. 35–54.
53. MacFarland F.M. Studies of opisthobranchiate mollusks of the Pacific coast of North America // Mem. Cal. Acad. Sci. – 1966. – Vol. 6. – P. 1–546.
54. Mahguib J., Valdés Á. Molecular investigation of the phylogenetic position of the polar nudibranch *Doridoxa* (Mollusca, Gastropoda, Heterobranchia) // Pol. Biol. – 2015. – Vol. 38. – P. 1369–1377.
55. Martynov A.V. A new species of the genus *Rostanga* Bergh, 1879 (Mollusca: Opisthobranchia) from the Peter the Great Bay, the Japan Sea, with a discussion on the genus *Boreodoris* Odhner, 1939. // Ruthenica. – 2003. – Vol. 13. – P. 141–147.
56. Martynov A.V. Nudibranchia // Marine and brackish water Gastropoda of Russia and adjacent countries: an illustrated catalogue. Eds. Yu. I. Kantor, A.V. Sysoev. – Moscow: KMK, 2006 – P. 268–294.
57. Martynov A.V. Clade Nudipleura // Explorations of the fauna of the seas. Check-list of species of free-living invertebrates of the Russian Far Eastern seas. – 2013a. – Vol. 83. – P. 167–169.
58. Martynov A.V. Morphology, taxonomic status and distribution of the opisthobranch mollusc *Coryphella* (s.l.) *japonica* from the central deep water basin of the Sea of Japan // Deep-Sea Res. Part II: Topical Studies in Oceanography. – 2013b. – № 86-87. – P. 111–118.
59. Was the common ancestor of dorids cryptobranchiate or phanerobranchiate? Re-reorganizing onchidoridid systematic / Martynov A.V., Korshunova T.A., Padula V., Picton B., Schrod M. // 5th International Workshop on Opisthobranchs, abstracts. – Porto: Abel Salazar Institute of Biomedical Sciences University of Porto, 2015 – P. 32–33.
60. Description of the first cryptobranch onchidoridid *Onchimira cavifera* gen. et sp. nov. and of three new species of the genera *Adalaria* and *Onchidoris* (Nudibranchia: Onchidorididae) from Kamchatka waters / Martynov A.V., Korshunova T.A., Sanamyan N.P., Sanamyan K.E. // Zootaxa. – 2009. – №. 2159. – P. 1–43.
61. Martynov A.V., Roginskaya I.S. A new species of the genus *Doridunculus* G. O. Sars, 1878 (Mollusca, Nudibranchia): a hydroid-feeding dorid from the abyssal depths of the Sea of Japan // Ruthenica – Vol. 14. – 2005. – P. 135–145.
62. Martynov A.V., Schrödl M. The new Arctic side-gilled sea slug genus *Boreoberthella* (Gastropoda, Opisthobranchia): Pleurobranchioidean systematics and evolution revisited // Polar Biol. – 2008. – Vol. 32. – P. 53–70.
63. Millen S.V. The nudibranch genus *Adalaria*, with a description of a new species from the Northeastern Pacific // Can. J. Zool. – 1987. – Vol. 65. – P. 2696–2702.
64. Millen S.V. Opisthobranch range extensions in Alaska with the first records of *Cuthona viridis* (Forbes, 1840) from the Pacific // Veliger. – 1989. – Vol. 32. – P. 64–68.
65. Millen S.V., Martynov A.V. Redescriptions of the nudibranch genera *Akiodoris* Bergh, 1879 and *Armodoris* Minichev, 1972 with description of a new species of *Akiodoris* and description of new family Akiodorididae // Proc. Cal. Acad. Sci. – 2005. – Vol. 56. – P. 1–22.
66. Miller M. C. An appraisal of the identity of the New Zealand species of the aeolid nudibranch family Tergipedidae (Gastropoda: Opisthobranchia) // J. Nat. Hist. – 2004. – Vol. 38 – P. 1183–1192.
67. Möller H.P.C. Index molluscorum Groenlandiae. – Hafniae, 1842 – 138 p.
68. Müller O.F. Zoologiae Danicae. Prodromus seu animalium Daniae et Norvegiae ingenarum characteres, nomina, et synonyma imprimis popularium. – Havniae: Typis Hallageriis, 1776 – 282 p.
69. Muller O.F. Zoologica Danica seu animalium Daniae et Norvegiae rariorum ac minus rotorum descriptiones et historia, ed. 3. – 1789. – 71 p.
70. Nordmann A. Versuch einer Monographie des Tergipes edwardsii, ein Beitrag zur Natur und Entwicklungsgeschichte der Nacktkiemer // Bull. Phys.-Math. de l'Acad. Imp. Sci. de Saint Pétersbourg. – 1844 – P. 270–271.
71. Odhner N.H. *Coryphella islandica* n.sp., a new nudibranchiate molluscs from Iceland // Vidensk. Medd. fra Dansk Naturh. For. – 1937 – Vol. 101. – P. 253–257.
72. O'Donoghue C.H. Nudibranchiate Mollusca from the Vancouver Island region // Trans. Roy. Can. Inst. – 1921. – Vol. 13. – P. 147–209.
73. O'Donoghue C.H. Notes on the nudibranchiate Mollusca from the Vancouver Island region. III. Records of species and distribution // Trans. Roy. Canad. Inst. – 1922. – Vol. 14. – P. 145–167.
74. O'Donoghue C.H. Notes on the nudibranchiate Mollusca from the Vancouver Island region. IV. Additional species and records // Trans. Roy. Can. Inst. – 1924. – Vol. 15. – P. 1–33.

75. *Pallas P.S.* Marina varia nova et rariora // Nova Acta Acad. Sci. Imp. Petrop., St. Petersburg. – 1788 – Vol. 2. – P. 229–250.
76. *Pola M., Gosliner T.M.* The first molecular phylogeny of cladobranchian opisthobranchs (Mollusca, Gastropoda, Nudibranchia) // Molec. Phyl. Evol. – 2010. – Vol. 56. – P. 931–941.
77. *Robilliard G.A.* The systematics and some aspects of the ecology of the genus *Dendronotus* // Veliger. – 1970. – Vol. 12. – P. 433–479.
78. *Shields C.* Nudibranchs of the Ross Sea, Antarctica: phylogeny, diversity, and divergence: a thesis presented to the Graduate School of Clemson University, 2009 – 82 p.
79. *Stout C.C., Pola M, Valdés Á.* Phylogenetic analysis of *Dendronotus* nudibranchs with emphasis on northeastern Pacific species // J. Moll. Stud. – 2010. – Vol. 76. – P. 367–375.
80. *Thiele J.* Gastropoda der Deutschen Tiefsee-Expedition. Pt. 2. // Wissenschaftliche ergebnisse der Deutschen Tiefsee-Expedition auf dem Dampfer “Valdivia” 1898–1899. – 1925. – S. 38–382.
81. *Thompson T.E., Brown G.H.* Biology of opisthobranch molluscs, vol. 2. – London: Ray Society, 1984 – 229 p.
82. *Verrill A.E.* Contributions to zoology from the Museum of Yale College. No 8. Descriptions of some New England nudibranchiata // Amer. J. Sci. Art ser. 2. – 1870. – Vol. 50. – P. 405–408.
83. *Verrill A.E.* Notice on recent additions to the marine Invertebrata of the northeastern coast of America, with descriptions of new genera and species and critical remarks on others. Pt. 2, Mollusca // Proc. US Nat. Mus. – 1880. – Vol. 3. – P. 356–405.
84. *Williams G. C, Gosliner T.M.* Two new species of nudibranchiate molluscs from the west coast of North America, with a revision of the family Cuthonidae // Zool. J. Linn. Soc. – 1973. – Vol. 67. – P. 203–223.

Информация об авторах Information about authors

Мартынов Александр Владимирович – Зоологический музей Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова; 125009, Россия, Москва; кандидат биологических наук; научный сотрудник сектора беспозвоночных животных; martynov@zmmu.msu.ru

Martynov Aleksandr Vladimirovich – Zoological Museum of M.V. Lomonosov Moscow State University; Moscow, Russia, 125009; Candidate of biological sciences; Researcher of invertebrate department; martynov@zmmu.msu.ru

Санамян Надежда Павловна – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; actiniaria@sanamyan.com

Sanamyan Nadezhda Pavlovna – Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Senior researcher of scientist of hydrobiological laboratory; actiniaria@sanamyan.com

Коршунова Татьяна Алексеевна – Институт биологии развития им. Н.К. Кольцова РАН; 119334, Россия, Москва; кандидат биологических наук; старший научный сотрудник лаборатории нейробиологии развития; korshun_tanya@mail.ru

Korshunova Tatyana Alekseevna – Koltzov Institute of Developmental Biology RAS; Moscow, Russia, 119334; Candidate of biological sciences; Senior researcher of Developmental neurobiology laboratory; korshun_tanya@mail.ru

УДК 593.96(265.5)

Е.Г. Панина, В.Г. Степанов

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

**ВИДОВОЙ СОСТАВ ГОЛОТУРИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ, VI:
СЕМЕЙСТВО PSOLIDAE (ECHINODERMATA:
HOLOTHUROIDEA: DENDROCHIROTIDA)**

В статье приведен список видового состава семейства Psolidae отряда древовиднощупальцевых голотурий (Dendrochirotida) дальневосточных морей России. Для каждого вида дается современное название, синонимия, информация по распространению в Беринговом, Охотском, Японском морях, у юго-восточной Камчатки и Курильских островов. Некоторые виды проиллюстрированы оригинальными фотографиями внешнего вида и спикул кожи тела.

Ключевые слова: голотурия, морской огурец, Holothuroidea, Dendrochirotida, Psolidae, синонимия, видовой состав, распространение, дальневосточные моря России.

E.G. Panina, V.G. Stepanov (Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000) **List of species of the sea cucumbers (Holothuroidea) in the Far-Eastern seas of Russia, VI. Family Psolidae (Echinodermata: Holothuroidea: Dendrochirotida)**

You can find a list of species composition of sea cucumbers of the family Psolidae of the order Dendrochirotida in the Far-Eastern seas of Russia. Every species is accompanied by modern name, synonymy, information about distribution in the Bering, Okotsk, Japan seas, at south-east Kamchatka and Kuril Islands. Some species is illustrated with original pics of external view and ossicles of the body wall.

Key words: holothurian, sea cucumber, Holothuroidea, Dendrochirotida, Psolidae, synonymy, list of species, distribution, Far-Eastern seas of Russia.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-88-101

Введение

В данной работе, шестой из серии статей, содержащих результаты инвентаризации видового состава голотурий дальневосточных морей России, приводится список видов семейства Psolidae отряда древовиднощупальцевых голотурий (Dendrochirotida). В соответствии с таксономической системой класса Holothuroidea, предложенной А.В. Смирновым (Smirnov, 2012²), даются принятые в настоящее время названия видов, их синонимия, а также информация по распространению в российских водах Берингова, Охотского и Японского морей, у тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов.

Материалы и методы

Использованы коллекции голотурий, собранные автором в разных районах российского побережья Дальнего Востока, а также материалы, переданные ему на обработку коллегами из Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург), Института биологии моря ДВО РАН (г. Владивосток), Тихоокеанского института биоорганической химии (г. Владивосток) и КамчатНИРО (г. Петропавловск-Камчатский). Дополнительно был проведен анализ литературных данных, содержащих сведения по видовому составу голотурий семейства Psolidae и их распространению в дальневосточных морях России. Ниже приводится описание голотурий семейства Psolidae.

² Здесь и далее приводятся ссылки на литературные источники, указанные в конце статьи в алфавитном порядке.

Характерные признаки семейства Psolidae

Щупалец обычно 10. Тело с боков и спины покрыто большими налегающими друг на друга чешуями. Брюшная поверхность без чешуй и видоизменена в подошву, служащую голотуриям для прикрепления к субстрату. Рот и анус расположены на спинной стороне и обычно окружены большими оральными или интерадиальными чешуями. Амбулакральные ножки на брюшной поверхности расположены в три ряда (средний ряд часто редуцирован). Спинные амбулакральные ножки редуцированы или, в роде *Psolus*, отсутствуют. Сегменты окологлоточного известкового кольца без задних выростов. Спиккулы: одно- и многослойные пластинки, корзинки и шарообразные решетчатые спиккулы, образующиеся за счет дополнительных перекрестных балок и выростов на поверхности пластинки (Smirnov, 2012).

В дальневосточных морях России обнаружены представители двух родов псолид: *Psolidium* и *Psolus*.

Подкласс Holothuriacea Al. Smirnov, 2012

Отряд Dendrochirotida Grube, 1840

[nom. transl. Pawson et Fell, 1965 (ex. Dendrochiroten Grube, 1840)]

Семейство Psolidae Burmeister, 1837

Род *Psolus* Oken, 1815

Щупалец 10, равного размера. Амбулакральные ножки на спинной поверхности отсутствуют, за исключением нескольких ножек на интроверте и вокруг ануса, носящих чувствительную функцию. Спинная сторона покрыта толстыми налегающими пластинками, обычно с гранулами на поверхности. В подошве встречаются разбросанные пластинки (Mortensen, 1927).

Psolus chitonoides H.L. Clark, 1901a (рис. 1)

Psolus chitonoides H.L. Clark, 1901a: 335–336, pl. 3, figs. 5, 6, pl. 4, figs. 6–10; 1924: 335; Ohshima, 1915: 280; Дьяконов, 1949: 75, рис. 117; Johnson, Snook, 1955: 243, fig. 200; Баранова, 1957: 244–245; Young, Chia, 1982: 195–205, figs. 3–8, tables 1–8; Lambert, 1984: 25–26; 1997: 48–50, figs. 8C, 19–20, photo 6; 2007: 5; Maluf, 1988: 88; McEuen, 1988: 566–567, figs. 2 A–C, 6, tables 1–3; McEuen, Chia, 1991: 267–279, figs. 1–3, table 1–2; Smith et al., 1993: 548; Arndt, 1996: 18–20, 26–26, 32–33, figs. 4, 6, tables 3, 5, 7; Arndt et al., 1996: 426, 428, 431–432, 434, 436, figs. 1–4, 6, table 1, 3, 7; Lowe et al., 2002: 113–115, figs. 1 A–H, 2 A–J, 3 A–C, 6, table 1; Явнов, 2010: 77–78; Панина, 2013: 119–121; Панина, Степанов, 2013: 87–99; 2014: 355.

Psolus californicus Fisher, 1905: 573, figs. 1–13.

Psolus chitonoides chitonoides Савельева, 1941: 86–87, рис. 11; Смирнов, 2013: 198.

Psolus chitonoides ochotensis Савельева, 1941: 87–88, рис. 12; Баранова, Кунцевич, 1977: 115; Смирнов, 2013: 198.

Psolus chitinoides [sic] Fankboner, 1978: 11–25, figs. 1–9; Bergen, 1996: 217, fig. 9.10.

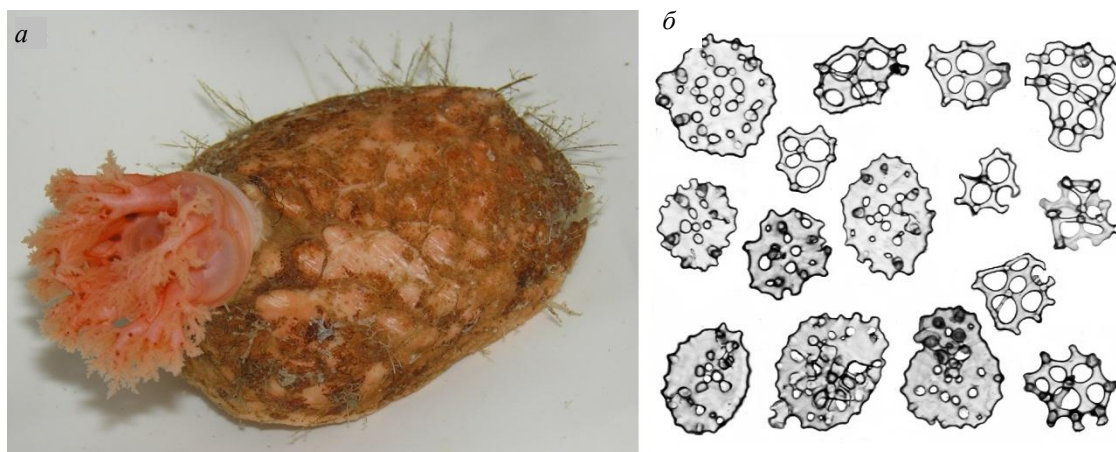


Рис. 1. *Psolus chitonoides*: а – внешний вид, б – спиккулы подошвы

Распространение. У американского берега вид распространен от Алеутских о-вов до побережья Калифорнии. В российских водах он был встречен в Беринговом море, в районе Командорских о-вов (между о-вами Беринга и Медным и у о. Беринга, на юг от о. Топорков) и между м. Наварин и о. Св. Матвея. Подвид *P. chitonoides ochotensis* обнаружен в Охотском море (53°05' с. ш., 144°07' в. д., гл. 180 м, илистый песок; 55°04' с. ш., 142°55' в. д., гл. 128 м, песок, галька; о. Мельникова, гл. 65–74 м; Аян, гл. 80–83 м; Татарский пролив, против р. Лангры, гл. 30–40 м; к северо-западу от о. Ионы, гл. 30–68 м). Нами *P. chitonoides* впервые обнаружен в Беринговом море северо-восточней (возле м. Чукотский) и юго-западной (близ м. Олюторский) м. Наварин, в северо-восточной части Охотского моря (близ зал. Шелихова) и на побережье Курильских о-вов (о-ва Итуруп, Уруп, Симушир и прол. Крузенштерна). Сублиторально-батиальный вид, ранее он был встречен от литорали до глубины 247 м, нами он найден на глубинах 18–624 м.

***Psolus eximius* Saveljeva, 1941**

Psolus eximius Савельева, 1941: 88–90, рис. 13–15; Дьяконов, 1949: 75, рис. 120; Дьяконов и др., 1958: 376; Баранова, 1962: 351; Баранова, Кунцевич, 1977: 115–116; Явнов, 2010: 85–86; Панина, 2013: 121; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 198.

Распространение. Вид встречен у юго-восточного побережья Сахалина, в Сахалинском заливе, у м. Елизаветы и о. Парамушир. Сублиторальный вид, обитает на глубинах от 60 до 128 м.

***Psolus fabricii* (Düben et Koren, 1846) (рис. 2)**

Cuvieria fabricii Düben, Koren, 1846: 316; Selenka, 1867: 343; Danielssen, Koren, 1982: 78, 81; Honeymann, 1898: 258.

Lophothuria fabricii Packard, 1867: 268; Bush, 1884: 245.

Psolus fabricii (?) Дьяконов, 1938: 485–486.

Psolus fabricii Ludwig, 1881: 588–589; 1882: 132; 1901: 157–158; Bell, 1882: 644–645; H.L. Clark, 1901b: 486, 491; Östergren, 1902: 24; Michailovskij, 1903: 521; 1904: 160; Clark, 1905: 11–12; Britten, 1906: 147–148; Massy, 1920: 53–54; Дьяконов, 1926: 103; 1933: 145–146; 1949: 75; Шорыгин, 1926: 31, рис. 18; 1928: 66–67; 1948: 493; Deichmann, 1930: 191; Mortensen, 1932: 52; Савельева, 1933: 48; 1941: 85; 1955: 493; Heding, 1942: 36, textfig. 38.1; Виноградов, 1946: 340, 367; Hyman, 1955: 127, fig. 50 C, D; Баранова, 1957: 244; 1962: 351; Bullock, Dawson, 1970: 799–804; Pawson, 1977: 9, 12; Калинин и др., 1983: 789–790; 1985: 212–218; 1987: 674–678; 1989: 361–368; 1990: 248, 250, 254, 256; 1994: 71, 111–114, 134, 140, 221; Garneau et al., 1983: 1465–1471; Goad et al., 1985: 3513–3517; 1986: 186–196; Бажин, 1987: 16; McEuen, Chia, 1991: 276, table 2; Hamel et al., 1993: 125–143, figs. 1–11; Smirnov, 1994: 139; Смирнов, 1995: 83; Kalinin et al., 1996: 144; Кусакин и др., 1997: 126; Gorshkova et al., 1999: 101–108; Авилов, 2000: 27, 46; Явнов, 2010: 73; Pawson et al., 2010: 31–32, fig. 24; Панина, 2013: 121–122; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 199; Innocenti, 2013: 99.

Распространение. Вид с широким и еще недостаточно выясненным распространением. В Атлантике он известен у американского побережья: от берегов Ньюфаундленда до Массачусетса, а также у берегов Гренландии, Исландии, Шетландских островов, Шпицбергена. Отмечен в Баренцевом, Карском (Ludwig, 1901) и Белом (Шорыгин, 1926) морях. Однако нахождение вида в этих морях вызывает сомнения, так как молодые особи широко распространенного здесь вида *P. phantapus* могли быть легко приняты за молодь *P. fabricii* (Шорыгин, 1926; 1928; 1948; Дьяконов, 1933; Савельева, 1941; 1955; Смирнов, 1995). Он также был обнаружен у Новосибирских островов (Дьяконов, 1933; Савельева, 1941; 1955). В Тихом океане *P. fabricii* найден в Беринговом (вдоль азиатского берега от Берингова пролива до Командорских о-вов, близ м. Олюторского, в районе о. Карагинского, в бух. Провидения) и Охотском морях, в Авачинском заливе, а также в северной части Японского моря. Обычен у северных Курильских о-вов: Шумшу, Парамушир, Онекотан, Симушир (Савельева, 1933; Дьяконов, 1938; Баранова, 1962; Смирнов, 1995). Кроме того, этот вид найден в районе м. Франклина – арктическое побережье Америки. Ареал в Тихом океане нуждается в уточнении, так как в этих районах обитает близкий вид *P. peronii*, который мог быть принят за *P. fabricii*. Сублиторальный вид, обитает на глубинах от литорали до 180 м.

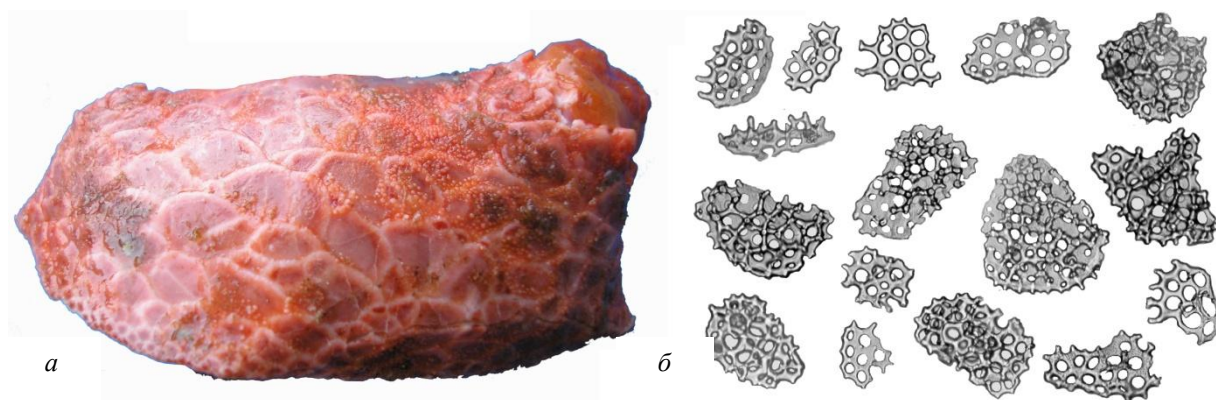


Рис. 2. *Psolus fabricii*: а – внешний вид, б – спикеры подошвы

***Psolus japonicus* Östergren, 1898**

Psolus japonicus Östergren, 1898: 134–136; Britten, 1906: 146–148; Дьяконов, 1949: 75; Савельева, 1955: 218, табл. LXIV, рис. 5; Дьяконов и др., 1958: 375; Баранова, 1962: 351; Feder et al., 2005: 407, 409; Панина, 2013: 123; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 199.

Распространение. Вид известен с япономорского побережья Японии, побережья Сахалина, из Татарского пролива, о. Шикотан, близ Берингова пролива у американских берегов, от зал. Аляска до Алеутских о-вов. Сублиторальный вид, встречается на глубинах от 40 до 300 м.

***Psolus peronii* Bell, 1882 (рис. 3)**

Psolus peronii Bell, 1882: 647–648, Pl. XLVIII, fig. 1; Савельева, 1941: 84–85, рис. 9–10; 1955: 218, табл. LXIV, рис. 6; Дьяконов, 1949: 74; 1952б: 302–308, рис. 2, 3, 5, 6; Баранова, 1957: 244; Смирнов, 1994: 139; Явнов, 2010: 81–82; Степанов и др., 2012: 20–21, рис. 16–17; Панина, 2013: 123–125; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 199.

Psolus peronii delongi Дьяконов, 1952: 308–309, рис. 4; Баранова, Кунцевич: 1977: 116.

Распространение. Известен из Чукотского моря (в южной его части, в районе о. Геральда, а также севернее о. Врангеля на 72°30' с. ш.), далее по азиатскому берегу от Берингова пролива до юго-восточного побережья Камчатки (51°16' с. ш., 157°27' в. д.) – Берингов пролив, пролив Литке, Олюторский залив, Корякский шельф, Анадырский залив, Авачинский залив; по американскому побережью спускается на юг до Алеутских о-вов. В прол. Лонга к югу от о. Врангеля встречается подвид – *P. peronii delongi* Дьяконов, 1952. Сублиторальный вид, встречается на глубинах от 7 до 93 м.

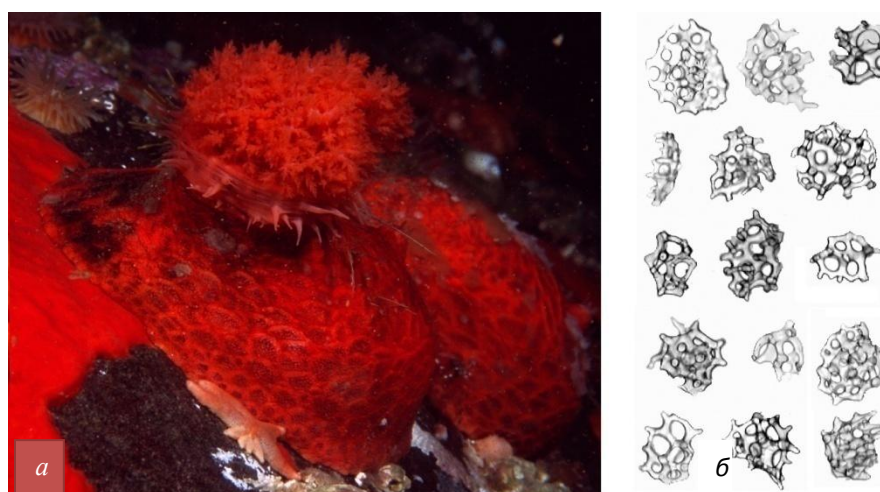


Рис. 3. *Psolus peronii*: а – внешний вид (фото Н.П. Санамян), б – спикеры подошвы

***Psolus phantapus* (Strussenfelt, 1765) (рис. 4, 5)**

Holothuria phantapus Strussenfelt, 1765: 256, pl. 10, figs. 1–8; Lamarck, 1816: 73; Cuvier, 1831: 341–342; 1834: 451.

Ascidia rustica Pennant, 1777: 48.

Cuvieria phantapus Fleming, 1828: 483.

Psolus granulatus Ayres, 1854: 63.

Psolus laevigatus Ayres, 1854: 25, 26.

Psolus regalis Verrill, 1866: 353; Bell, 1882: 644, 646; Lampert, 1885: 119; Théel, 1886: 126–127; Sluiter, 1895: 81; H.L. Clark, 1901b: 486, 490; Britten, 1906: 148–149; Савельева, 1933: 48; 1941: 83; Виноградов, 1946: 342; Дьяконов, 1949: 74; Баранова, 1957: 243; Дьяконов и др., 1958: 375; Бакулина, 1983: 7; Климова и др., 1987: 26; Левин, Бекова, 2005: 321; Явнов, 2012: 89.

Psolus phantapus Brandt, 1835a: 47; 1835b: 247; Forbes, 1841: 203–206; Sars, 1861: 112; Selenka, 1867: 342, pl. 19, figs. 94–95; Verrill, 1874: 519; Bell, 1882: 646–647; Danielssen, Koren, 1882: 78; Ludwig, 1882: 131; 1883: 162; 1901: 155–157; Clark, 1905: 11; Runnström J., Runnström, 1918: 19; Massy, 1920: 54; Дьяконов, 1926: 102–103; 1933: 144–145, рис. 74; Шорыгин, 1926: 30–31, рис. 18; 1928: 65–66, рис. 35; 1948: 493; Mortensen, 1927: 415–417, figs. 251–252; 1932: 48–49; Deichmann, 1930: 189–191; Heding, 1942: 35, textfig. 38.2; Brunel, 1970: 39; Pawson, 1977a: 9; Наумов, Оленев, 1981: 120, табл. XLI, 1; Ambia et al., 1987: 191–192; McEuen, 1988: 579; Hoisaeter, 1990: 97; McEuen, Chia, 1991: 276; McKenzie, 1991: 129–131, fig. 2a–c; Madsen, Hansen, 1994: 60–64, figs. 37–39, map 15; Smirnov, 1994: 139; Степанов и др., 2012: 21–22, рис. 19–20; Панина, 2013: 125–127; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 198; Innocenti, 2013: 99.



Рис. 4. *Psolus phantapus*: а – внешний вид, б – полюс, зарывшийся в грунт (фото Н.П. Санамян)

Распространение. У Атлантического побережья Северной Америки *P. phantapus* распространен от Новой Англии до Лабрадора. В европейской части встречается вдоль побережья

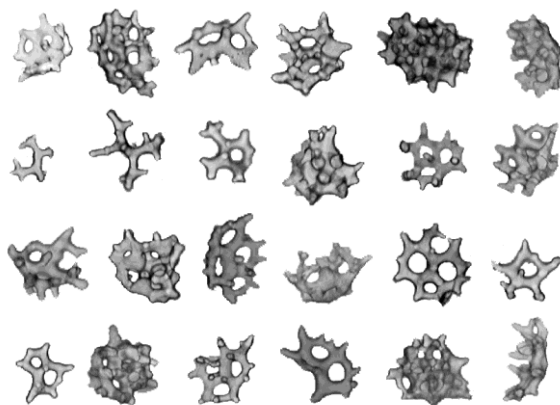


Рис. 5. Спикюлы подошвы *Psolus phantapus*

Гренландии, на западном и южном побережье Исландии, на побережье Норвегии, у западных берегов Швеции, у Шпицбергена, близ Дании, Ирландии и Англии, возле Шетландских и Фарерских о-вов, в Баренцевом, Карском и Белом морях. В пределах Тихого океана найден в Беринговом море (в районе бух. Провидения, в Анадырском заливе), в Авачинском заливе, Охотском (близ Сахалина и у западного берега Камчатки) и Японском (зал. Петра Великого и зал. Владимира) морях. Сублиторально-батиальный вид, встречен на глубинах от 0 до 400 м.

***Psolus squamatus* (O.F. Müller, 1776)**

Holothuria squamata O.F. Müller, 1776: 232; 1788: taf. 10, figs. 1–3; Cuvier, 1931: 342.

Cuvieria squamata Jaeger, 1833: 20; Blainville, 1834: 192; Düben, Koren, 1844: 222–226, taf. IV, figs. 35–41; Koren, 1844: 211, pls. 2, 3; Lütken, 1857: 69; Selenka, 1867: 343; Danielssen, Koren, 1882: 78.

Psolus squamatus Lütken, 1857: 14, 69, 81, 104; Andrew, Barret, 1857: 45; Sars, 1858: 169; 1861: 112–113; Semper, 1868: 62, 272; Bell, 1882: 645–646; Lampert, 1885: 119; Kükenthal, Weissenborn, 1886: 780; Pfeffer, 1890: 88, 95; Ludwig, 1889–92: 350; 1898: 58, 61; 1901: 158–159; Nordgaard, 1893: 349; Meissner, Collin, 1894: 345; Sluiter, 1895: 81; Appellöf, 1896: 12; Grieg, 1897: 4, 7, 11, 12, 24; Bidentkap, 1899: 106; H.L. Clark, 1901b: 491; 1901c: 165; 1905: 12; 1913a: 230; 1913b: 161; Östergren, 1902: 10; 1938: 137–138; Perrier, 1902: 513–514; Vaney, 1906: 27, pl. 2, figs. 16a–c, 17a–c; Mitsukur, 1912: 225–227, pl. VII, figs. 61–62, textfig. 42; Ohshima, 1915: 280; Ekman, 1923: 1–56 (passim), figs. 12–14, 20–24, 26–27, 29–30, 36–37; Дьяконов, 1926: 103; 1933: 146, рис. 75A; 1949: 74, рис. 118; Mortensen, 1927: 417–419, figs. 253–254; Шорыгин, 1928: 67; Савельева, 1933: 48–49; Дьяконов и др., 1958: 376; Баранова, 1962: 351; Pawson, 1968: 130; 1969: 129; Bergen, 1980: 275; 1996: 218–219, fig. 9.11; Imaoka, 1980: 361–372, figs. 1–9; Luke, 1982: 56; Ohta, 1983: 236, table A; Lambert, 1984: 26–27; 1997: 51–52, figs. 21–22, photo 7; 2007: 5; Gage et al., 1985: 191; Maluf, 1988: 88; Hoisaeter, 1990: 97; Madsen, Hansen, 1994: 64–66, figs. 40–41, map 16; Кусакин и др., 1997: 126; Maluf, Brusca, 2005: 343; Massin, Hendrickx, 2011: 419–420, fig. 2; Панина, 2013: 127–128; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 199 (non *Psolus squamatus* H.L. Clark, 1923: 419).

Lophothuria squamata Verrill, 1874.

Psolus pauper Ludwig, 1894: 139.

Psolus valvatus Östergren, 1904: 659.

Psolus squamatus var. *segregatus* Perrier, 1905: 59; Ekman, 1925: 136–139, textfig. 33; Deichmann, 1941: 147–148, pl. 30, fig. 7; 1947: 340.

Psolus segregatus Vaney, 1906: 2.

Распространение. Вид с очень широким, почти всесветным ареалом. Известен из северных частей Атлантического океана (Норвежское побережье, Британские, Фарерские и Шетландские о-ва, юго-запад Исландии, Шпицберген, северная часть Северного моря), с Курильских о-вов, южного Сахалина и японских берегов (прол. Немуро и побережье о. Хоккайдо), из Охотского моря, с тихоокеанского побережья Америки от Берингова моря до м. Горн и далее до 42° ю. ш. на восточном побережье Южной Америки. Сублиторально-батиальный вид, встречается на глубинах от 7 до 1206 м.

Род *Psolidium* Ludwig, 1887

Щупалец 10 (12). Подошва резко очерчена амбулакральными ножками, расположенными по краю, в мидвентральном амбулакре имеется немного или много ножек. Спинная сторона с множеством налегающих чешуй и различным количеством амбулакральных ножек, проходящими через некоторые чешуи. Спиккулы подошвы – пластинки или кнопочки, сглаженные или с наростами; также обычно встречаются маленькие чашечки. В брюшных ножках имеется концевая пластинка и поддерживающие пластинки или палочки. Спинная сторона с внешним слоем чашечек (у некоторых видов отсутствуют), кроме того гранул или башенок (более или менее редуцируются с возрастом). Спинные ножки без концевой пластинки и поддерживающих палочек и пластинок в стенках (Deichmann, 1941).

***Psolidium djakonovi* Baranova, 1977**

Psolidium djakonovi Баранова, 1977: 109–113, рис. 1–3; Панина, 2013: 117–118; Панина, Степанов, 2013: 87–99; Смирнов, 2013: 199.

Распространение. Вид описан З.И. Барановой (1977) из Берингова моря (60°02' с. ш., 177°48' з. д.) с глубины 1440 м. Батиальный вид.

***Psolidium* sp. (рис. 6)**

Распространение. Вид встречается в районе южных и средних Курильских о-вов (Итуруп, Шикотан, Симушир и др.) на глубине 350–500. Батиальный вид.

Рис. 6. Внешний вид *Psolidium sp.*

Вертикальное распределение представителей обсуждаемого семейства представлено в таблице.

**Вертикальное распределение голотурий семейства Psolidae,
встречающихся в фауне дальневосточных морей России**

Вид	Глубина, м		Характеристика вида в соответствии с его принадлежностью к вертикальной зоне океана
	Мин.	Макс.	
<i>Psolidium djakonovi</i>	1440	1440	Батиальный
<i>Psolidium sp.</i>	350	500	Батиальный
<i>Psolus chitonoides</i>	0	624	Сублиторально-батиальный
<i>Psolus eximius</i>	60	128	Сублиторальный
<i>Psolus fabricii</i>	0	180	Сублиторальный
<i>Psolus japonicus</i>	40	300	Сублиторальный
<i>Psolus peronii</i>	7	93	Сублиторальный
<i>Psolus phantapus</i>	0	400	Сублиторально-батиальный
<i>Psolus squamatus</i>	7	1206	Сублиторально-батиальный

Результаты проведенного исследования показали, что семейство Psolidae у российского побережья Дальнего Востока представлено девятью видами, входящими в два рода. Четыре представителя данного семейства (*Psolus eximius*, *Psolus fabricii*, *Psolus japonicus*, *Psolus peronii*) встречаются в сублиторальной зоне от 0 до 600 м. Упомянутые виды отмечены в биоценозе с другими гидробионтами, это мшанки, гидроиды и др. (наблюдения автора), они используют самые разные грунты от мелкодисперсных (ил, песок) до твердых (валуны, камни, крупная галька). Виды *Psolidium djakonovi*, *Psolidium sp.*, *Psolus chitonoides*, *Psolus phantapus*, *Psolus squamatus* охватывают широкий диапазон глубин от 0 до 1440 м. *Psolus phantapus* по образу жизни отличается от других видов псолид тем, что зарывается в грунт (рис. 4, б), остальные виды обитают на поверхности, прикрепляясь подошвой к твердому субстрату (рис. 3, а).

Автор сердечно благодарит коллектив ООО «Подводремсервис» и экипаж судна «Чайка» за помощь в сборе материала; К.Э. Санамян (КФ ТИГ ДВО РАН) за предоставленные фотографии; Н.П. Санамян (КФ ТИГ ДВО РАН) за предоставленные фотографии и сбор водолазных проб; Е.А. Архипову (КамчатНИРО), А.В. Гебрука (Институт океанологии РАН), Д.Д. Данилина (КамчатНИРО), В.И. Калинина (ТИБОХ ДВО РАН), Э.Д. Кима (КамчатНИРО), С.Г. Коростелева (КамчатГТУ), А.В. Смирнова (ЗИН РАН), В.И. Харламенко (ИБМ ДВО РАН) и сотрудников музея ИБМ ДВО РАН за предоставленные материалы, использованные в данной работе.

Литература

1. Авилов С.А. Тритерпеновые гликозиды голотурий отряда Dendrochirotida: автореф. дис. ... д-ра хим. наук. – Владивосток, 2000. – 62 с.
2. Бажин А.Г. К фауне иглокожих Авачинской губы // Исследования иглокожих дальневосточных морей. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – С. 5–20.

3. Бакулина И.В. К фауне голотурий залива Петра Великого Японского моря // Биологические ресурсы шельфа, их рациональное использование и охрана: тез. докл. Второй региональной конф. молодых ученых и специалистов Дальнего Востока. – Владивосток, 1983. – С. 7–8.
4. Баранова З.И. Иголокожие Берингова моря // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1957. – Вып. 4. – С. 149–266.
5. Баранова З.И. Новая голотурия рода *Psolidium* из Берингова моря // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 21(29). – С. 109–113.
6. Баранова З.И. Иголокожие Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1962. – Вып. 8. – С. 347–363.
7. Баранова З.И., Кунцевич З.В. Список типов голотурий, хранящихся в Зоологическом институте Академии наук СССР (Ленинград) // Исслед. фауны морей. – Л.: Наука, 1977. – Вып. 21 (29). – С. 114–119.
8. Виноградов К.Н. Фауна прикамчатских вод Тихого океана: дис. ... д-ра биол. наук. – Л., 1946. – 767 с.
9. Дьяконов А.М. Иголокожие Баренцева, Карского и Белого морей // Тр. Лен. общ. естествоиспыт. – 1926. – Т. 61, вып. 2. – С. 98–131.
10. Дьяконов А.М. Иголокожие северных морей. – Л.: АН СССР, 1933. – 166 с. (Определители по фауне СССР, изд. Зоол. ин-том АН СССР. Вып. 8).
11. Дьяконов А.М. Иголокожие (Echinodermata) залива Сяоху в Японском море // Тр. гидро-биологической экспедиции ЗИН АН 1934 г. на Японском море. – 1938. – Вып. 2. – С. 425–498.
12. Дьяконов А.М. Определитель иглокожих дальневосточных морей (Берингова, Охотского и Японского) // Изв. ТИНРО. – 1949. – Т. 30. – С. 130.
13. Дьяконов А.М. Иголокожие (Echinodermata) Чукотского моря и Берингова пролива // Крайний северо-восток СССР. – Л.: АН СССР, 1952. – Т. 2. – С. 286–310. (Фауна и флора Чукотского моря).
14. Дьяконов А.М., Баранова З.И., Савельева Т.С. Заметка о голотуриях (Holothurioida) района южного Сахалина и южных Курильских островов // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1958. – Вып. 5. – С. 358–380.
15. Калинин В.И., Калиновский А.И., Стоник В.А. Структура псолусозида А – основного тритерпенового гликозида из голотурии *Psolus fabricii* // Химия природ. соединений. – 1985. – № 2. – С. 212–218.
16. Калинин В.И., Калиновский А.И., Стоник В.А. Онекотаногенин – новый тритерпеновый генин из голотурии *Psolus fabricii* // Химия природ. соединений. – 1987. – № 5. – С. 674–678.
17. Структура псолусозида В – неголостанового тритерпенового гликозида из голотурий рода *Psolus* / Калинин В.И., Калиновский А.И., Стоник В.А., Дмитренко П.С. // Химия природ. соединений. – 1989. – № 3. – С. 361–368.
18. Калинин В.И., Левин В.С., Стоник В.А. Химическая морфология: тритерпеновые гликозиды голотурий (Holothurioida, Echinodermata). – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 284 с.
19. Калинин В.И., Степанов В.Р., Стоник В.А. Псолусозид А – новый тритерпеновый гликозид из голотурии *Psolus fabricii* // Химия природ. соединений. – 1983. – № 6. – С. 789–790.
20. Калинин В.И., Стоник В.А., Авилов С.А. Гомологическая изменчивость и направленность в эволюции тритерпеновых гликозидов голотурий (Holothurioida, Echinodermata) // Ж. общ. биол. – 1990. – Т. 51, № 2. – С. 247–260.
21. Климова В.Л., Левин В.С., Маркова И.В. Видовой состав и распределение голотурий Петра Великого Японского моря // Исследования иглокожих дальневосточных морей. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – С. 21–30.
22. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. и др. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 168 с.
23. Левин В.С., Бекова Н.В. Древовиднощупальцевые голотурии (отряд Dendrochirotida) дальневосточных морей по сборам ТИНРО-центра // Изв. ТИНРО. – 2005. – Т. 142. – С. 310–322.
24. Панина Е.Г. Голотурии прикамчатских и прикурильских вод. Видовой состав, распределение, экология: дис. ... канд. биол. наук. – Петропавловск-Камчатский, 2013. – 224 с.
25. Панина Е.Г., Степанов В.Г. Зонально-географические и экологические характеристики видов голотурий (Echinodermata: Holothurioida) прикамчатских и прикурильских вод // Экология Камчатки и устойчивое развитие региона: материалы I Всерос. науч.-практ. конф. (22–23 окт. 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский: КамГУ им. Витуса Беринга, 2013. – С. 87–99.

26. Панина Е.Г., Степанов В.Г. Видовой состав голотурий Командорских островов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XV междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2014. – С. 353–357.
27. Савельева Т.С. К фауне голотурий Японского и Охотского морей // Исследование морей СССР. – Л.: Типография Государственного Гидрологического института. – 1933. – Вып. 19. – С. 37–58.
28. Савельева Т.С. К фауне голотурий дальневосточных морей, II // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1941. – С. 73–103.
29. Савельева Т.С. Класс голотурии – Holothurioidea // Атлас беспозвоночных Дальневосточных морей СССР. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. – С. 215–219.
30. Смирнов А.В. О находках *Psolus* в бухте Кратерной (острова Ушишир, Курильские острова) // Биол. моря. – 1995. – Т. 21, № 1. – С. 83–84.
31. Смирнов А.В. Class Holothuroidea // Список видов свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России. Исследования фауны морей. – Спб.: ЗИН РАН, 2013. – Вып. 75 (83). – С. 197–199.
32. Степанов В.Г., Панина Е.Г., Морозов Т.Б. Фауна голотурий Авачинского залива (северо-восточная часть Тихого океана) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2012. – Вып. 26, ч. 1. – С. 12–32.
33. Шорыгин А.А. Иголокожие Белого моря // Труды Плавучего морского научного института. – 1926. – Т. 2, вып. 1. – С. 3–59.
34. Шорыгин А.А. Иголокожие Баренцова моря // Труды морского научного института. – 1928. – Т. 3, вып. 4. – С. 5–107.
35. Шорыгин А.А. Тип Echinodermata – Иголокожие // Определитель фауны и флоры северных морей СССР / ред. проф. Н.С. Гаевская. – М.: Советская наука, 1948. – С. 465–687.
36. Явнов С.В. Атлас иголокожих и асцидий дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2010. – 176 с.
37. Andrew M., Barret L. Ann. nat. hist. – 1857. – Ser. 2, vol. 20. – P. 45.
38. Appellöf A. Faunistiske undersögelser i Osterfjorden // Bergens Museum Arbok. – 1896. – № 13. – S. 1–13.
39. Arndt A. Population diversity and molecular evolution of selected eastern pacific sea cucumbers (Class: Holothuroidea) based on mitochondrial DNA: Thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of doctor of philosophy. – Simon Fraser University, 1996. – 250 p.
40. Molecular phylogeny of eastern pacific sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) based on mitochondrial DNA sequence / Arndt A., Marquez C., Lambert P., Smith M.J. // Mol. Phyl. Evol. – 1996. – Vol. 6, № 3. – P. 425–437.
41. Ayres W.O. Observations upon the Holothurioidea of our Coast // Proceedings Boston Society Natural History. – 1851–54. – Vol. 4. – 246 p.
42. Bell F.J. Studies in the Holothurioidea. I. On the genus *Psolus* and the Forms allied thereto // Proc. Zool. Soc. London. – 1882. – P. 641–650.
43. Bergen M. Holothuroidea. A taxonomic listing of common marine invertebrate species from Southern California // Technical Reports of the Allan Hancock Foundation / D. Straugham and R. W. Klink (eds.). – 1980. – Vol. 3. – P. 274–277.
44. Bergen M. Class Holothuroidea // Taxonomic atlas of the benthic fauna of the Santa Maria Basin and Western Santa Barbara Channel / J.A. Blake, P.H. Scott, A. Lissner (eds.). – 1996. – Vol. 14. – P. 195–250.
45. Bidentkap O. Tromsøundets Echinodermar // Tromsø Mus. Aarsh. – 1899. – Vol. 20. – P. 81–103.
46. Blainville M.H.M.D. Manuel d'actinologie ou de zoophytologie. – P.: Chex F.G. Levrault, 1834. – 695 p.
47. Brandt J.F. Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio in orbis terrarum. Circumnavigatione observatorum. – 1835a. – 75 p.
48. Brandt J.F. Prodromus descriptionis animalium ab H. Mertensio observatorum // Recueil des actes de la session publique de l'academie imperiale des sciences. – St-Petersbourg, Leipzig: W. Graeff, L. Voss., 1835b. – P. 201–275.
49. Britten M. Holothurien aus dem Japanischen und Ochotskischen Meere // Bull. l'Acad. Imper. Sci. St.-Peterburg. – 1906. – Bd. 25, ser. 5, № 1. – S. 123–157.

50. Brunel P. Catalogue d'invertébrés benthiques du golfe Saint-Laurent recueillis de 1951 à 1966 par la station de biologie marine de Grande-Rivière // Travaux sur les pêcheries du Québec. – 1970. – № 32. – 54 p.
51. Bullock E., Dawson C.J. Carotenoid pigments of the holothurian *Psolus fabricii* Düben et Koren (the Scarlet Psolus) // Comp. Biochem. Physiol. – 1970. – Vol. 34. – P. 799–804.
52. Burmeister H. Handbuch der Naturgeschichte // Zweite Abt. Zoologie. – Berlin: Verlag von Theod. Chr. Friedr. Gnelin, 1837. – S. 369–858.
53. Bush K.J. Catalogue of Mollusca and Echinodermata, dredged on the coast of Labrador by the Expedition under the direction of Mr. W.A. Stearns in 1882 // Proc. U.S. National Museum. – Washington, 1884. – Vol. 6. – P. 236–247.
54. Clark H.L. Echinoderms from Puget Sound: observations made on the echinoderms collected by the parties from Columbia University, in Puget Sound in 1896 and 1897 // Proceedings of the Boston Society. – 1901a. – Vol. 29. – P. 323–331.
55. Clark H.L. Synopses of North-American Invertebrates. The holothurioidea // The American Naturalist. Boston. – 1901b. – Vol. 35, № 414. – P. 479–496.
56. Clark H.L. The Holothurians of the Pacific Coast of North-America // Zool. Anzeiger. – 1901c. – Vol. 24. – P. 162–171.
57. Clark H.L. Fauna of New England. 4. List of the Echinodermata // Occasional Papers of the Boston Society of Natural History. – 1905. – Vol. 7. – P. 6–13.
58. Clark H.L. Echinoderms from Lower California, with descriptions of new species // Bulletin of the AMNH. – 1913a. – Vol. 32. – P. 185–239.
59. Clark H.L. Echinoderms from Lower California, with descriptions of new species: supplementary report // Bulletin of the AMNH. – 1913b. – Vol. XLVIII. – P. 147–163.
60. Clark H.L. The Echinoderma of South Africa. Holothurioidea // Ann. South African Museum. – 1923. – Vol. 13. – P. 405–426.
61. Clark H.L. Some holothurians from British Columbia // The Canadian Field-Naturalist. – 1924. – Vol. 38. – P. 54–57.
62. Cuvier B. The animal kingdom arranged in conformity with its organization. – N.Y.: G. & C. & H. Carvill, 1831. – Vol. 4. – 545 p.
63. Cuvier B. The Mollusca and Radiata. – P.: Ave-Maria-Lane, 1834. – 601 p.
64. Danielssen D.C., Koren J. Holothurioidea // Den Norske Nordhavs-Expedition 1876–1878, 6. – Zoologi. Christiania: Grøndahl og søns, 1882. – 94 p.
65. Deichmann E. The holothurians of the western part of the Atlantic Ocean // Bull. Mus. Comp. Zool. Harvard Univ. – 1930. – Vol. 71, № 3. – P. 43–226.
66. Deichmann E. The Holothurioidea collected by the Vellero III during the years 1932 to 1938. Part I, Dendrochirota // Allan Hancock Pacific Exped. – 1941. – Vol. 8, № 3. – P. 61–195.
67. Düben M.W., Koren J. On Holothuriernas Hudskelett // Kgl. Vetensk. Akad. Handl. – 1844. – P. 211–228.
68. Düben M.W., Koren J. Ofversig af Skandinaviens Echinodermmer // Kongliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar. – 1846. – S. 229–338.
69. Ekman S. Über *Psolus squamatus* und verwandte Arten // Ark. Zool. – 1923. – Vol. 15. – P. 1–59.
70. Ekman S. Holothurien // Further zool. Results Swed. Antarct. Exped. – 1925. – Vol. 1, iss. 6. – P. 1–194.
71. Fankboner P.V. Suspension-feeding mechanisms of the armoured sea cucumber *Psolus chitinoides* Clark // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. – 1978. – Vol. 31. – P. 11–25.
72. Feder H.M., Jewett S.C., Blanchard A. Southeastern Chukchi Sea (Alaska) epibenthos // Polar Biology. – 2005. – Vol. 28. – P. 402–421.
73. Fisher W.K. A new *Psolus* from Monterey Bay, California // Zool. Anz. – 1905. – Bd. 29, № 18. – P. 573–576.
74. Fleming J. A History of British Animals. – Edinburgh, 1828. – 565 p.
75. Forbes E. A history of british star-fishes, and other animals of the class Echinodermata. – L.: John Van Voorst, 1841. – 267 pp.
76. Echinoderms of the Rockall Trough and adjacent areas. 2. Echinoidea and Holothuroidea / Gage J.D., Billett D.S.M., Jensen M., Tyler P.A. // Bulletin of the British Museum (Natural History), Series Zoology. – 1985. – Vol. 48, № 4. – P. 173–213.

77. The Structure of psoluturin A, the major triterpene glycoside of the sea cucumber *Psolus fabricii* / Garneau F.-X., Simard J.L., Harvey O., ApSimon J.W., Girard M. // Can. J. Chem. – 1983. – Vol. 61, № 7. – P. 1465–1471.
78. Isolation of A 9(11) sterols from the sea cucumber *Psolus fabricii* / Goad L.J., Garneau F.-X., Simard J.-L., ApSimon J.W., Girard M. // Tetrahedron Lett. – 1985. – № 26. – P. 3513–3517.
79. Composition of the free, esterified and sulphated sterols of the sea cucumber *Psolus fabricii* / Goad L.J., Garneau F.-X., Simard J.-L., ApSimon J.W., Girard M. // Comp. Biochem. Physiol. – 1986. – Vol. 84B. – P. 189–196.
80. Two different modes of inhibition of the rat brain Na super(+), K super(+)-ATPase by triterpene glycosides, psolusosides A and B from the holothurian *Psolus fabricii* / Gorshkova I.A., Kalinin V.I., Gorshkov B.A., Stonik V.A. // Comp. Biochem. Physiol. – 1999. – Vol. 122C, № 1. – P. 101–108.
81. Grieg J.A. Skrabninger i Vaagsfjorden og Ulvesund, ytre Nordfjord // Bergens Mus. Aarbog. – 1897. – № 16. – P. 3–27.
82. Grube A.E. Actinien, echinodermen und würmer des adriatischen und mittelleers. – Königsberg: Verlag von J.H. Bon, 1840. – 92 s.
83. Hamel J.-F., Himmelman J.H., Dufresne L. Gametogenesis and spawning of the sea cucumber *Psolus fabricii* (Duben and Koren) // Biological Bulletin. – 1993. – Vol. 184. – P. 125–143.
84. Heding S.G. Holothurioidea II. Aspidochirota, Elaspoda, Dendrochirota // Danish Ingolf Exped. – 1942. – Vol. 4, part 13. – P. 1–39.
85. Hoisaeter T. An annotated check-list of the echinoderms of the Norwegian coast and adjacent waters // Sarsia. – 1990. – Vol. 75. – P. 83–106.
86. Honeymann D. Nova Scotia Echinodermata // P. Neva Scotian Inst. – 1898. – Vol. 7. – P. 253–259.
87. Hyman L.H. The invertebrates: Echinodermata. – N.Y., Toronto, L.: McGraw-Hill Book Company, 1955. – Vol. 4. – 763 p.
88. Imaoka T. Observations on *Psolus squamatus* (Koren) from the Okhotsk Sea (Dendrochirota: Psolidae) // Publications of the Seto Marine Biological Laboratory. – 1980. – Vol. 25. – P. 361–372.
89. Innocenti G. Collections of the Natural History Museum of the University of Florence – zoological section «La Specola». XXIX. Phylum Echinodermata, Classes Crinoidea and Holothuroidea // Atti Soc. Tosc. Sci. Nat., Mem., Serie B. – 2013. – Vol. 120. – P. 83–101.
90. Jaeger G.F. De holothuriis. Dissertatio Inauguralis. – 1833. – 40 p.
91. Johnson M.E., Snook H.J. Seashore animals of the Pacific coast. – N.Y.: Dover Publications, 1955. – P. 238–248.
92. Biological activities and biological role of triterpene glycosides from holothuroids (Echinodermata) / Kalinin V.I., Anisimov M.M., Prokofieva N.G., Avilov S.A., Afiyatulloev Sh., Stonik V.A. // Echinoderm studies / Ed. Jangoux M., Lawrence J.V. Rotterdam: Balckema, 1996. – Vol. 5. – P. 139–181.
93. Koren J. Beskrivelse over *Thyone fusus* og *Cuvieria squamata* // Nyt. Mag. Natunid. – 1844. – Bd. 4. – S. 203–225.
94. Kükenthal W., Weissenborn B. Ergebnisse eines zoologischen Ausfluges an die Westküste Norwegens // Jen. Zeits. – 1886. – Bd. XIX. – P. 776–779.
95. Lamarck M. Ch. Histoire naturelle des animaux des vertebres. – P.: Aout, 1816. – Vol. 3. – 586 p.
96. Lambert P. British Columbia marine faunistic survey report: holothurians from the Northeast Pacific // Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1984. – № 1234. – 32 p.
97. Lambert P. Sea cucumbers of British Columbia. Southeast Alaska and Puget Sound. – Vancouver: UBC press, 1997. – 166 p.
98. Lambert P. Checklist of the Echinoderms of British Columbia. – 2007. – P. 1–10.
99. Lampert K. Die Seewalzen, eine Systematische Monographie mit Bestimmungs und Verbreitungs Tabellen // Reisen im Archipel der Philippinen. Zweiter teil / Semper C. (ed.). – Wissenschaftliche Resultate, Wiesbaden. 1885. – Vol. 4, № 3. – 311 p.
100. Lowe C.J., Issel-Tarver L., Wray G.A. Gene expression and larval evolution: changing roles of distal-less and orthodenticle in echinoderm larvae // Evolution & Development. – 2002. – Vol. 4, № 2. – P. 111–123.

101. *Ludwig H.* Revision der Mertens-Brandt'schen Holothurien // Z. wiss. Zool. – 1881. – Bd. 35. P. 575–599.
102. *Ludwig H.* List of the holothurians in the collection of the Leyden museum. Note X // Notes from the Leyden Museum. – 1882. – Vol. 4. – P. 127–137.
103. *Ludwig H.* Verzeichniss der Holothurien des Kieler Museums // Bericht d. Oberh. Gesell. Nat. Heilk. – 1883. – Bd. 22. – P. 155–176.
104. *Ludwig H.* Die von G. Chierchia auf der Fahrt der Kgl. Ital. Corvette «Vettor Pisani» gesammelten Holothurien // Zool. Jahrb. Z. Syst. Geogr. Biol. Thiere. – 1887. – Bd. 2. – S. 1–36.
105. *Ludwig H.* Die Seewalzen // Dr H.G. Bronn's Klassen und Ordnungen des Thier-Reichs. – Leipzig: C.F. Winter, 1889–92. – Bd. 2, abt. 3. Echinodermen (Stachelhäuter). – Buch 1. – 460 s.
106. *Ludwig H.* The Holothurioidea. Reports on an exploration off the west coasts of Mexico, Central and South America, and off the Galapagos Islands // Charge of Alexander Agassiz, by the U.S. Fish Commission Steamer «Albatross» during 1891, Lieut. Commander Z. L. Tanner, U.S.N. commanding. 12. – Memoirs of the Museum of Comparative Zoology at Harvard College. – 1894. – Vol. 17, № 3. – P. 1–183.
107. *Ludwig H.* Holothurien // Ergebnisse Hamburger Magahaensische Sammelreise. – 1898. – Bd. 3. – S. 1–98.
108. *Ludwig H.* Arktische und Subarktische Holothurien // Fauna Arctica 1 / Romer F., Schaudin F. – Jena: Gustav Fischer, 1901. – S. 135–178.
109. *Luke S.R.* Catalog of the benthic invertebrate collections of the scripps institution of oceanography. Echinodermata. Sio reference series. – San Diego la Jolla, California: Institution of oceanography University of California, 1982. – № 8215. – 66 p.
110. *Lütken C.* Oversigt over Gronlands Echinodermata // Vidensk. Meddeles. dansk naturh. Foren. – 1857. – S. 1–55.
111. *Madsen F.J., Hansen B.* Echinodermata: Holothurioidea. Marine invertebrate of Scandinavia. – Copenhagen: Scandinavian University Press, 1994. – Vol. 9. – 143 p.
112. *Maluf L.Y.* Composition and distribution of the central Estern Pacific Echinoderms // Natural History Museum og Los Angeles County. Technical Reports. – 1988. – № 2. – P. 87–110.
113. *Maluf L.I., Brusca R.C.* Echinodermata. Chapter 18 // A Distributional Checklist of the Macrofauna of the Gulf of California, Mexico. Part I. Invertebrates / M.E. Hendrickx, R.C. Brusca and L.T. Findley (eds.). – Tucson, Az. USA: Arizona-Sonora Desert Museum, 2005. – P. 327–343.
114. *Massin C., Hendrickx M.E.* Deep-water Holothuroidea (Echinodermata) collected during the TALUD cruises off the Pacific coast of Mexico, with the description of two new species // Revista Mexicana de Biodiversidad. – 2011. – Vol. 82. – P. 413–443.
115. *Massy A.L.* The Holothuroidea of the Coasts of Ireland // Proceedings Royal Dublin Society. – 1920. – Vol. 16. – P. 37–62.
116. *McEuen F.S.* Spawning behaviors of northeast Pacific sea cucumbers (Holothuroidea: Echinodermata) // Mar. Biol. – 1988. – Vol. 98. – P. 565–585.
117. *McEuen F.S., Chia F.-S.* Development and metamorphosis of two psolid sea cucumbers, *Psolus chitonoides* and *Psolidium bullatum*, with a review of reproductive patterns in the family Psolidae // Mar. Biol. – 1991. – Vol. 109, № 2. – P. 267–279.
118. *McKenzie J.D.* The taxonomy and natural history of north European dendrochirote holothurians (Echinodermata) // Journal of Natural History. – 1991. – Vol. 25, № 1. – P. 123–171.
119. *Meissner M., Collin A.* Beiträge zur Fauna der südöstlichen und östlichen Nordsee. II. Echinodermen // Wiss. Meeresuntersuch. – 1894. – Vol. 1. – P. 329–345.
120. *Michailovskij M.* Zool. Ergebnisse der Russischen Expeditionen nach Spitzbergen, Echinodermen // Annuaire Mus. St. Petersb. – 1903. – Vol. 7. – P. 460–546.
121. *Michailovskij M.* Die Echinodermen der zool. Ausbeute des Eis-brechers, «Jermak» vom Sommer 1901 // Annuaire Mus. St. Petersb. – 1904. – Vol. 9. – P. 157–188.
122. *Mitsukuri K.* Studies on the actinopodous Holothurioidea // J.Coll. Sci. Imper. Univ. – 1912. – Vol. 29, part 2. – 284 p.
123. *Mortensen Th.* Handbook of the Echinoderms of the British Isles. – L.: Oxford Univ. Press, 1927. – 471 p.
124. *Mortensen Th.* Echinoderms // The Godthaab Expedition 1928. Meddr. Grønland. – 1932. – Vol. 79, № 2. – P. 1–62.

125. Müller O.F. Zoologiae Danicae Prodromus. – Havniae, 1776. – 274 p.
126. Müller O.F. Zoologica Danica // Havnia. – 1788. – Vol. 1. – P. 1–52.
127. Nordgaard O. Enkelte traek af Beitstadjordens evertebratfauna. (Polyzoa, Echinodermata, Hydroidoe) // Bergens Museum Erbok. – 1893. – Vol. 2. – 11 p.
128. Ohshima H. Report on the Holothurians collected by the United States fisheries Steamer «Albatross» in the Northwestern Pacific during the summer of 1906 // Proceed. U.S. Nat. Mus. – 1915. – Vol. 48, № 2073. – P. 213–291.
129. Ohta S. Photographic census of large-sized benthic organisms in the batyalzone of Sugura Bay, Central Japan // Bulletin of the Ocean Research Institute University of Tokyo. – 1983. – № 15. – 244 p.
130. Oken L. Lehrbuch der Naturgeschichte. Part 3. Zoologie. – Leipzig & Jena, 1815. – 850 p.
131. Östergren H. Zur Anatomie der Dendrochiroten nebst Beschreibungen neuer Arten // Zool. Anz. – 1898. – Bd. 21. – S. 102–110, 133–136.
132. Östergren H. The Holothurioidea of Northern Norway // Bergens Mus. Aarbog. – 1902. – № 9. – S. 1–34.
133. Östergren H. *Psolus valvatus* n. sp. und andere Holothurien // Zool. Anz. – 1904. – Bd. 28. – P. 659.
134. Östergren H. Studien über die seewalzen. Meddelanden från Göteborgs musei zoologiska avdelning. 74. – Göteborg: Elanders Boktryckeri Aktiebolag, 1938. – Bd. 5, ser. B, № 4. – 151 s.
135. Packard A.S. View of the Recent Invertebrate Fauna of Labrador // Memoirs read before the Bost. Soc. of Nat. Hist. Boston (1866–1869). – 1867. – Vol. 1. – Pp. 262–303.
136. Pawson D.L. Marine flora and fauna of the Northeastern United States. Echinodermata: Holothuroidea // NOAA Tech. Rep. NMFS Circ. – 1977. – Vol. 405. – 15 p.
137. Pawson D.L., Fell H.B. A revised classification of the dendrochirote holothurians // Breviora. – 1965. – № 214. – P. 1–7.
138. Pawson D.L. The echinozoan fauna of the New Zealand subantarctic islands, Macquarie Island, and the Chatham Rise // Bulletin of the New Zealand Department of Scientific and Industrial Research. – 1968. – Vol. 187. – P. 9–33.
139. Pawson D.L. Holothuroidea from Chile. Report No. 46 of the Lund University Chile expedition 1948–1949 // Sarsia. – 1969. – Vol. 38. – P. 121–146.
140. Pawson D.L., Pawson D.J., King R.A. A taxonomic guide to the Echinodermata of the South Atlantic Bight, USA: 1. Sea cucumbers (Echinodermata: Holothuroidea) // Zootaxa. – 2010. – № 2449. – P. 1–48.
141. Pennant T. British Zoology. – London: Wilkie & Robinson, 1777. – <http://dx.doi.org/10.5962/bhl.title.62481>
142. Perrier R. Holothuries. Ouvrage publie sous les auspices du ministere de l'instruction publique sous la dircetion de a milne-edwards de 1888 a 1890 et continue par e. perrier // Expéditions scientifique du «Travailleur» et du «Thalisman» pendant les années 1880, 1881, 1882, 1883. – Paris: Masson et Cie editeurs, 1902. – P. 273–554.
143. Perrier R. Holothuries antarctiques du Museum d'Histoire Naturelle de Paris // Anals Sci. nat. (Zool.). – 1905. – Ser. 9(1). – P. 1–146.
144. Pfeffer G. Die fauna der Insel Jeretik an der Murman-Küste // Jahrb. Hamburg, wiss. Anst. – 1890. – Bd. 5, № 3.
145. Runnström J., Runnström S. Über die Entwicklung von *Cucumaria frondosa* Gunnerus und *Psolus phantapus* Strussenfeld // Bergens Museum Aarbok for 1918-1919; Naturvidenskabelig raekke. – 1919. – № 5. – P. 1–100.
146. Sars M. Om antallet af Holothurider i den norsk-artiske Region. Forh. // Videnskabselskabet i Christiania. – 1858.
147. Sars M. Oversigt af Norges Echinodermmer // Videnskabselskabet i Christiania. – Christiania: Tryki i Broger & Christie's Bogtrykkerie, 1861. – 160 pp.
148. Selenka E. Beiträge zur Anatomie und Systematik der Holothurien // Zeitschrift Wissenschaftliche Zoologie. – 1867. – Bd. 17. – S. 291–374.
149. Semper C. Reisen im Archipel der Philippinen. 2 Theil. Wissenschaftliche Resultate. Holothurien. – Leipzig: Verlag von Wilhelm Engelmann, 1868. – Bd. 1. – 288 s.
150. Sluiter C.P. Die Holothurien Sammlung des Museums zu Amsterdamm // Bijdragen tot de Tierk. – 1895. – P. 77–82.

151. Smirnov A.V. Arctic echinoderms: Composition distribution and history of the fauna // Echinoderms through Time /B. David, A. Guille, J.-P. Feral, M. Roux (eds.). – Rotterdam: Balkema, 1994. – P. 135–143.
152. Smirnov A.V. System of the Class Holothuroidea // Paleontological Journal. – 2012. – Vol. 46, № 8. – P. 793–832.
153. The phylogeny of echinoderm classes based on mitochondrial gene rearrangements / Smith M.J., Arndt A., Gorski S., Fajber E. // J. Mol. Evol. – 1993. – Vol. 36, № 6. – Pp. 545–554.
154. Strussenfelt A.M. Beskrifning pa et Sjo-krak, Hats-Spoke kalladt // K. svenska Vetenska-kad. Handl. –1765. – Vol. 26. – P. 256–266.
155. Théel H. Report on the Holothurioidea dredged by H.M.S. Challenger during the years 1873–1876. Part II. // Rep. Sci. Res. H.M.S. Challenger during the Years 1873–1876 under the Command of Captain George S. Nares and Captain Frank Tourle Thomson. Zoology / Thomson, C.W. and Murray J. (eds.). – London, Edinburgh, Dublin: Neill and Co, 1886. – Vol. 14, iss. 34. – 290 p.
156. Vaney C. Expédition Antarctique Française (1903–1905) commandée par le Dr. Jean Charcot. Sciences naturelles: Documents scientifiques. Echinodermes. Holothuries. Expédition Antarctique Française, Masson. – Paris, 1906. – 30 p.
157. Verrill A.E. On the Polyps and Echinoderms of New England with descriptions of New Species // Proc. Boston Soc. Hist. –1866. – Vol. 10. – P. 333–357.
158. Verrill A.E. Report on the Invertebrate Animals of Vineyard Sound, etc // Rep. Comm. Fish and Fisheries. – 1874. – P. 295–778.
159. Young C.M., Chia F.-S. Factors Controlling Spatial Distribution of the Sea Cucumber *Psolus chitonoides*: Settling and Post-Settling Behavior // Marine Biology. – 1982. – Vol. 69. – P. 195–205.

Информация об авторах Information about authors

Панина Елена Григорьевна – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; младший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; panina1968@mail.ru

Panina Elena Grigorevna – Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Research assistant of hydrobiological laboratory; panina1968@mail.ru

Степанов Вадим Георгиевич – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории гидробиологии; vgstepanov@inbox.ru

Stepanov Vadim Geogievich – Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of biological sciences; Researcher of hydrobiological laboratory; vgstepanov@inbox.ru

РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 004.94:332.1

С.Г. Бильчинская¹, И.Н. Сюльжин², Ю.А. Чернявский¹, Е.В. Шабинская³¹Академия управления при Президенте Республики Беларусь, Минск, 220007;²Белорусский государственный университет, Минск, 220045;³Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко
Белорусского государственного университета, Минск, 220045
e-mail: Bilchinskaya_SG@pac.byАНАЛИЗ ДВУХКОМПОНЕНТНОЙ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭКОНОМИЧЕСКИМИ КЛАСТЕРАМИ РЕГИОНА

Рассматривается проблема построения и анализа взаимосвязей между существенными параметрами, которые необходимо учитывать при построении двухкомпонентной модели системы управления экономическими кластерами региона, а также влияние внедренных связей на результаты моделирования. Также рассматривается изменение выходных данных системы после введения взаимосвязей при различном поведении экзогенных факторов. Исследовано применение модели для принятия решений о целесообразности привлечения инвестиций.

Ключевые слова: экономические кластеры, ставка дисконтирования, управление инвестициями, моделирование.

S.G. Bilchinskaya¹, I.N. Siulzhyn², Yu.A. Chernyavskiy¹, E.V. Shabinskaya³ (¹Academy of Public Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus, Republic of Belarus, Minsk, 220007; Belarusian State University, Republic of Belarus, Minsk, 220045; ³A.N. Sevchenko Institute of Applied Physics Problems of the Belarusian State University, Republic of Belarus, Minsk, 22004) **Two-component economic clusters of the region management system and its analysis**

The report addresses the problem of constructing and analyzing the relationship between the essential parameters that must be considered when building two-component model of economic cluster management. The impact of embedded links on the simulation results and change of the output of the system after the introduction of the relationship with the different behavior of exogenous factors are also considered. The use of models for decision-making on expediency of attracting investment was investigated.

Key words: economic clusters, the discount rate, investment management, modeling.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-102-107

Двухкомпонентная модель управления экономическими кластерами региона, которая включает в себя промышленные предприятия [1, 2] и добавленные к ним домохозяйства, может быть положена в основу при разработке системы поддержки принятия управленческих решений. Взаимосвязи между параметрами перечисленных компонентов должны быть тщательно проанализированы и исследованы.

Для описания поведения системы необходимо задать систему нелинейных уравнений, построение которой следует организовать следующим образом: сформировать список существенных факторов системы, после чего разделить их на экзогенные и эндогенные и выбрать способ задания для каждого из них (константа, стохастическая функция, зависимость от других факторов). В первую очередь будет рассмотрено взаимное влияние эндогенных параметров модели. Важным этапом работы станет необходимость задать целевую функцию, максимизация (минимизация) которой будет являться конечной целью моделирования [3]. В нашем случае в роли целевой функции выступает чистая прибыль предприятия Пр.

В условиях случайных изменений текущей экономической ситуации прибыль для i -го периода работы предприятия оценивается с учетом значений дисконт-фактора [2].

$$\text{Пр}_i = (\text{Сб}_i - \text{СП}_i - \text{ПИЗ}_i - \text{ВПИЗ}_i)k_d^i - (\text{М}_{i-1} + \text{КВ}_{i-1} + \text{НИР}_{i-1})k_d^{i-1}, \quad (1)$$

где Сб_i – сбыт продукции, СП_i – стоимость производства, ПИЗ_i и ВПИЗ_i – затраты на поэтапное погашение инвестиционного займа и выплаты по процентам инвестиционного займа, соответственно. Использование в i -м периоде ряда данных из $(i-1)$ периода мотивируется необходимостью учитывать зависимость результатов работы текущего этапа от принимаемых на предшествующем этапе решений относительно затрат на маркетинг М_{i-1} , капитальные вложения КВ_{i-1} и затраты на научно-исследовательские разработки НИР_{i-1} .

Для более корректного приведения полученной прибыли к текущему моменту применяется вычисление чистой прибыли с учетом дисконтирования. Для этого ожидаемая чистая прибыль умножается на дисконт-фактор, коэффициент, который показывает, какой доход могли бы принести деньги, если бы вместо того, чтобы вкладывать их в деятельность, они были бы положены в банк под действовавший на начальный момент процент. Этот коэффициент представляет собой сумму, которую можно было бы снять с банковского счета в конце периода, если бы в его начале на счет был положен один доллар [4], и вычисляется по формуле:

$$k_d^i = k_d^0 \prod_{j=0}^{i-1} \left(1 / \left(1 + \frac{r_j}{12} \right) \right), \quad j = \overline{0, i-1}, i = \overline{0, n-1}; \quad (2)$$

где j – номер текущего периода, n – количество периодов, r_j – ставка дисконтирования [4] для j -го периода, которая определяется по формуле:

$$r_j = \text{БПС}_j + \text{КР}_{j-1} / 100, \quad (3)$$

где БПС – банковская процентная ставка, КР – кредитный рейтинг предприятия. Методика расчета этих параметров приведена в работе [1].

Чтобы установить зависимости между параметрами компонентов, следует использовать закон спроса и предложения [5] – один из фундаментальных экономических законов. Он позволяет получить четкую зависимость между присутствующим на рынке предложением того или иного товара или ресурса и актуальной ценой на него. Таким образом, объем продаж, один из ключевых индикаторов работы предприятия, который непосредственно влияет на полученный объем прибыли, перестает быть случайной величиной и становится зависимым от выставленной цены продажи. Спрос можно представить в виде шкалы, показывающей количество продукта, которое потребители готовы и в состоянии купить по каждой конкретной цене из ряда возможных в течение определенного периода времени. Таким образом, при наличии заданной цены предложения кривая спроса позволяет получить объем реализованной продукции.

Коренное свойство спроса заключается в следующем: при неизменности всех прочих параметров снижение цены ведет к соответствующему возрастанию величины спроса. И, напротив, при прочих равных условиях повышение цены ведет к соответствующему уменьшению величины спроса. Существует отрицательная, или обратная, зависимость между ценой и величиной спроса. Экономисты назвали эту обратную зависимость законом спроса [5].

Внедрение этой зависимости позволяет использовать модель экономической системы для поддержки принятия управленческих решений по привлечению инвестиций и расширению производства, так как при неизменности прочих условий появление большего количества товаров на рынке неизбежно приведет к снижению цены на него [6].

Главное условие эффективности экономической политики, согласно теории Я. Тинбергена [7], заключается в равенстве числа поставленных целей (целевых показателей) числу доступных для реализации инструментов экономической политики. Применительно к случаю моделирования работы предприятия это означает, что, имея один инструмент контроля его деятельности, можно

добиваться максимизации только одного выходного параметра. В нашем случае в роли инструмента выступает текущая цена сбыта продукции, которая неразрывно связана с объемом сбываемой продукции, а в роли целевого показателя – чистая прибыль предприятия [3], максимизация которой является основной задачей моделирования. Она вычисляется по формуле (1).

Рассмотрим три основных возможных сценария привлечения инвестиций и увеличения объема производимой продукции. Чтобы упростить построение модели, предположим, что в регионе присутствуют два конкурирующих между собой предприятия. Первый сценарий (назовем его базовым) предполагает, что в самом начале моделирования первое предприятие привлекает инвестиции и направляет полученные средства на капитальные инвестиции и научно-исследовательскую работу. В итоге наблюдается рост производства и снижение себестоимости единицы продукта. Второе из имеющихся предприятий в это время сохраняет постоянный объем производства, в отсутствие увеличения расходов на НИР себестоимость также остается неизменной. Помимо этого, второе предприятие также не наращивает задолженность, в результате чего имеет меньшие выплаты по привлеченным заимствованиям. В то же время в работе первого предприятия следует учитывать необходимость возврата привлеченных средств. Второе предприятие в нашем моделировании будет являться эталонным, и целевые показатели работы первого предприятия будут сравниваться с соответствующими величинами второго. Результаты моделирования представлены на рис. 1 [8].

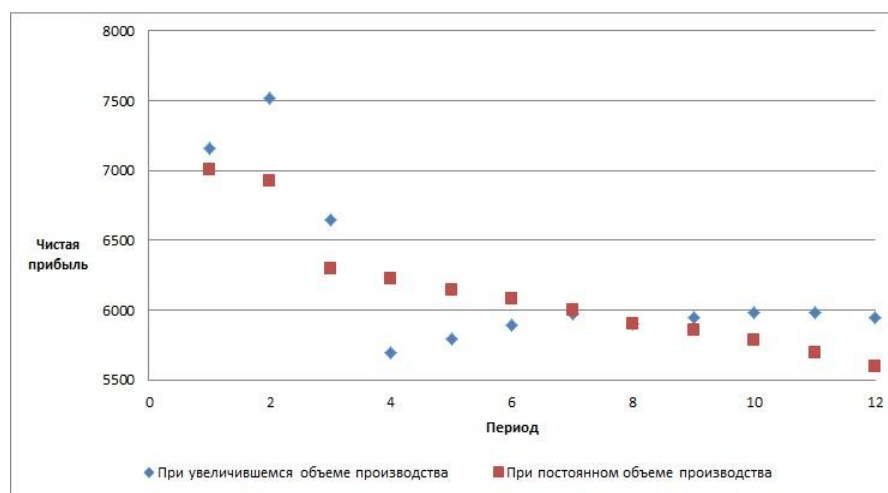


Рис. 1. Зависимость чистой прибыли предприятия за период от времени работы при благоприятно меняющихся внешних условиях

Как видно, вначале у предприятия, находящегося на пути увеличения производства, происходит увеличение прибыли, связанное с привлеченными внешними заимствованиями. Спустя некоторое время (периоды 2–4) в связи с падением стоимости продукции начинает снижаться чистая прибыль, причем объем ее снижения из-за возросших постоянных расходов оказывается значительнее, чем у предприятия, которое сохранило прежние объемы. Однако итоговая суммарная дисконтированная чистая прибыль первого предприятия оказывается выше, чем у второго. Это свидетельствует, что при заданных параметрах моделирования увеличение производства является оправданным.

Стоит отметить, что в данном сценарии моделирования было проведено внедрение изменяющихся внешних факторов. При этом разрабатываемая модель учитывает также изменения кривой рыночного спроса. В данном случае было рассмотрено влияние благоприятного изменения двух детерминант спроса – благосостояния населения и удачной маркетинговой политики. В результате этого увеличение производства оказалось оправданным.

Помимо изменяющихся внешних факторов, которые не зависят от процессов, протекающих в регионе, на итоговую прибыль также влияют внутренние факторы. Главный из них – платежеспособный спрос – увеличивается в результате проводимой предприятием политики по привлечению квалифицированной рабочей силы, что благотворно сказывается на благосостоянии региона.

Следующий рассматриваемый сценарий предполагает более значительное расширение производства. В данном случае вслед за первым этапом привлечения инвестиций следует второй.

Он наступает в тот момент, когда чистая прибыль, приносимая предприятием, становится выше либо равной чистой прибыли предприятия, сохранившего изначальные объемы. После получения подтверждения того, что начальное привлечение инвестиций оказалось оправданным, происходит второе увеличение объема выпускаемой продукции, которое также сопровождается снижением себестоимости и ростом внутреннего платежеспособного спроса. Однако, как видно из результатов, приведенных на рис. 2, данные эффекты оказываются менее значимые, нежели снижение рыночных цен и рост постоянных расходов. Таким образом, оптимальным объемом производства при заданных условиях является тот, который был установлен при базовом сценарии развития.

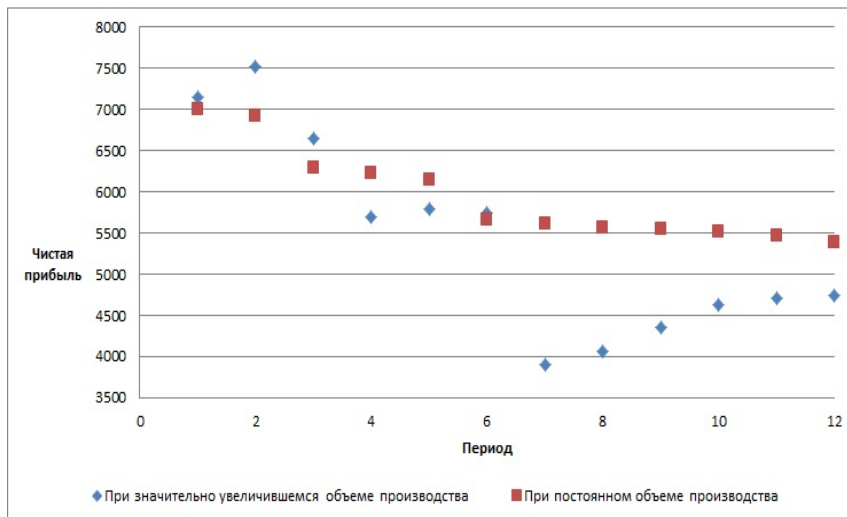


Рис. 2. Зависимость чистой прибыли предприятия за период от времени работы при значительном увеличении объема производства

После того как была внедрена взаимосвязь между внутренними параметрами модели, рассмотрим влияние изменений на значение выходного параметра – чистой прибыли (рис. 3). В данном случае при неизменных внешних условиях (в частности, кривой спроса) было принято решение об увеличении объема производства и, одновременно с этим, снижении цены сбыта до уровня, позволяющего реализовать произведенную продукцию. Как видно из графика, чистая прибыль в итоге оказалась ниже, чем при неизменном объеме производства [9].

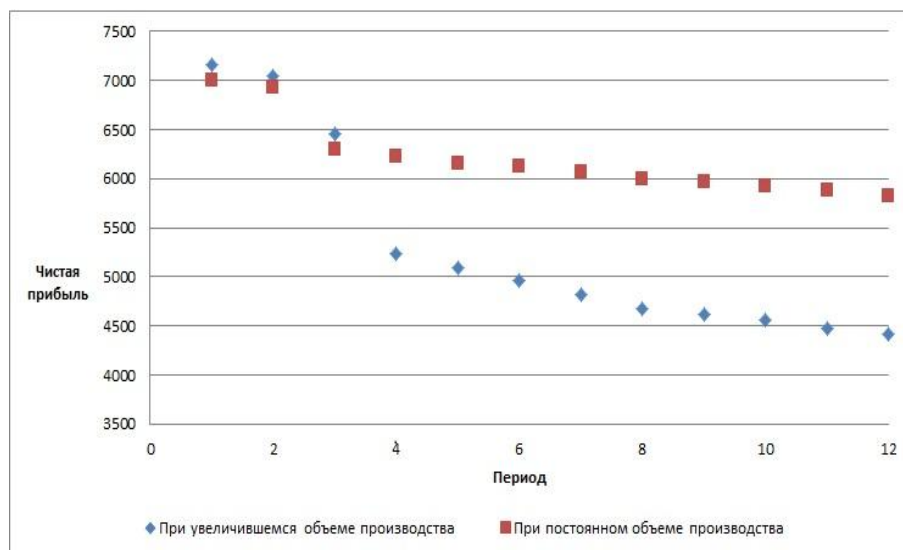


Рис. 3. Зависимость чистой прибыли предприятия за период от времени работы при отсутствии изменений внешних условий

На данном графике показано, что прибыль предприятия, расширившего производство, находится на одном уровне со вторым в течение первых трех периодов, когда идет активный процесс

привлечения инвестиций. В дальнейшем же прибыль находится значительно ниже изначального уровня из-за давления постоянных расходов, кроме того, происходит ее непрерывное снижение, связанное с необходимостью процентных выплат по привлеченным заимствованиям.

Помимо детерминистических факторов, которые легко поддаются учету и прогнозированию, модель включает в себя также один стохастических фактор. В его роли выступает банковская процентная ставка. На ее основе вычисляются два параметра модели:

- 1) процентные выплаты по займам;
- 2) дисконт-фактор.

Влияние банковской процентной ставки на эффективность вложенных средств можно оценить по следующей формуле:

$$\sum_{i=1}^n \text{Пр}_i^1 - \text{Пр}_i^2 > \sum_{i=1}^n (З_i * r_i + \text{ВПИЗ}_i), \quad (4)$$

где Пр_i – чистая прибыль соответствующего предприятия за период, r_i – ставка дисконтирования на период, вычисляемая по формуле (3), $З_i$ – дополнительные заемные средства, привлеченные предприятием. Данное неравенство выполняется при базовом сценарии развития региона (рис. 1) при любых изменениях процентной ставки, допустимых в модели. Это связано с тем, что генерируемым моделью процентным ставкам присуща некоторая способность к самокоррекции: в случаях когда происходит снижение деловой активности, ставки стремятся вниз. В случаях когда наблюдается оживление деловой активности, происходит обратный процесс.

При этом существует возможность задания таких параметров работы первого предприятия, когда размер банковской процентной ставки оказывает решающее влияние на его эффективность, в частности, это происходит при крупных заимствованиях, таких, как рассмотренные на рис. 3. В данном случае при помощи формулы (4) можно рассчитать, при каких условиях такой сценарий развития окажется целесообразным. Также, если учесть волатильность процентных ставок, возможен расчет вероятности того, что при том или ином управленческом решении возможно достижение роста чистой прибыли относительно предприятия-конкурента.

Заключение

1. Используемое в экономике понятие о кривых спроса может быть применено для задания характера связи между существенными параметрами двухкомпонентной модели системы управления экономическими кластерами региона и исследования их взаимного влияния, а также влияния на выходные параметры симуляции. В частности, было исследовано влияние роста объемов производства на цену сбыта и чистую прибыль предприятия.

2. Усовершенствованная модель позволяет оценивать последствия принятия управленческих решений по расширению производства и делать выводы об их целесообразности при различных состояниях внешней среды.

3. Расширение производства влечет за собой рост чистой прибыли в условиях положительных изменений внешних факторов. В случае неизменных внешних условий роста чистой прибыли моделируемого предприятия в сравнении с предприятием, сохранившим объем производства неизменным, не зафиксировано.

4. Модель позволяет выявить границы, в рамках которых расширение производства является целесообразным в точки зрения увеличения чистой прибыли. Чрезмерное расширение, как показывает модель, оборачивается значительным падением прибыли.

5. Наличие двух предприятий и конкуренции между ними за инвестиционные ресурсы и рынки сбыта позволяет использовать модель для выработки оптимальной стратегии управления на конкурентном рынке.

Литература

1. Методика моделирования случайных изменений текущей экономической ситуации в деловой игре «Управление предприятием на конкурентном рынке» / Е.В. Шабинская, Т.Г. Протко, И.Н. Сюльжгин, И.В. Белицкая, О.В. Александрова, Ю.А. Чернявский // Электроника инфо. – 2014. – № 4. – С. 36–42.

2. Методика выбора премиального вознаграждения сотрудникам аппарата управления с учетом чистой прибыли, себестоимости и сбыта выпускаемой предприятием продукции / *И.Н. Сюзьжин, Т.Г. Протьюко, С.Ю. Протасеня, Ю.А. Чернявский, Е.В. Шабинская* // *Электроника инфо.* – 2015. – № 1. – С. 30–36.
3. *Перегудов Ф.И., Тарасенко Ф.Т.* Введение в системный анализ. – М.: Высшая школа, 1989. – 349 с.
4. *Арсенов В.В.* Инвестиционное проектирование: учеб.-метод. пособие. – Мн.: БНТУ, 2005. – 90 с.
5. *Макконнелл К.Р., Брю С.Л.* Экономикс: принципы, проблемы и политика. – М.: ИНФРА-М, 1999. – 974 с.
6. *Кейнс Дж.* Общая теория занятости, процента и денег. – М. – 1978. – 458 с.
7. *Tinbergen Jan.* Economic Policy: Principles and Design (Contributions to Economic Analysis). – U.S.: Elsevier Science Publishing Co Inc., 1967. – 304 с.
8. *Сюзьжин И.Н.* Анализ взаимосвязей между компонентами СППР // Материалы третьей Междунар. науч.-практ. конф. «Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния» (НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» БГУ, Минск, Беларусь, 28–29 апреля 2015). – Минск, 2015. – С. 197–199.
9. *Сюзьжин И.Н., Шабинская Е.В.* Программная реализация алгоритма расчета дисконтированной интегральной прибыли // Прикладные проблемы оптики, информатики, радиофизики и физики конденсированного состояния: материалы третьей Междунар. науч.-практ. конф. (НИУ «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» БГУ, Минск, Беларусь, 28–29 апреля 2015). – Минск, 2015. – С. 200–203.

Информация об авторах **Information about authors**

Бильчинская Светлана Геннадьевна – Академия управления при Президенте Республики Беларусь; 220007, Беларусь, Минск; кандидат физико-математических наук; доцент; заместитель директора Центра информационных технологий; Bilchinskaya_SG@pac.by

Bilchinskaya Svetlana Gennadevna – Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus; Minsk, Belarus, 220007; Candidate of physico-mathematical sciences; Assistant professor; Deputy director of the IT Centre; Bilchinskaya_SG@pac.by

Сюзьжин Иван Николаевич – Белорусский государственный университет; 220030, Беларусь, Минск; ассистент кафедры интеллектуальных систем; ivan.syulzhin@yandex.ru

Syulzhin Ivan Nikolaevich – Belarusian State University; Minsk, Belarus, 22030; Assistant of the Intellectual systems department; ivan.syulzhin@yandex.ru

Чернявский Юрий Александрович – Академия управления при Президенте Республики Беларусь; 220007, Беларусь, Минск; кандидат технических наук; доцент; директор Центра информационных технологий; cit@pac.by

Chernyavskij Yuriy Aleksandrovich – Administration under the aegis of the President of the Republic of Belarus; Minsk, Belarus, 220007; Candidate of technical sciences; Assistant professor; Director of the IT Centre; cit@pac.by

Шабинская Елена Владимировна – Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко Белорусского государственного университета; 220045, Беларусь, Минск; кандидат технических наук; доцент; ведущий научный сотрудник лаборатории вычислительных систем; shabinskaya@rambler.ru

Shabinskaya Elena Vladimirovna – A.N. Sevchenko Institute of Applied Physics Problems of the Belarusian State University; Minsk, Belarus, 220045; Candidate of technical sciences; Assistant professor; Leading researcher of Computer Systems Laboratory; shabinskaya@rambler.ru

УДК 639.2.06(091)(571.66)

С.В. Гаврилов

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

БАЗА АКТИВНОГО ОПЫТНОГО ЛОВА – РОДОНАЧАЛЬНИК КАМЧАТСКОГО ТРАЛОВОГО ФЛОТА

19 января 2016 г. исполняется 80 лет с момента образования на Камчатке Базы активного опытного лова – первого предприятия полуострова, специализировавшегося на добыче рыбы в открытом море. В статье показано, как проходило становление этого родоначальника всех современных камчатских рыбопромысловых флотов. Используются иллюстрации из фондов Камчатского краевого объединенного музея (ККОМ), выполненные К.И. Паниным, впервые вводимые в научный оборот.

Ключевые слова: активный морской лов, сейнер, дрейфтер, траулер, разведчик, сеть, дрейф, рыбокомбинат, добыча и сдача сырка.

S.V. Gavrilov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Base of dynamic, experimental catch is father of Kamchatka minesweeping fleet**

In January, 19, 2016 in Kamchatka there will be 80th anniversary of dynamic, experimental catch base foundation, and the first enterprise in peninsular specialized in fish catch in the open sea. Formation process of this father of all modern Kamchatka fishing fleets is described in the article. Illustrations of K.I. Panin borrowed from Kamchatka territorial amalgamated museum were firstly used in scientific paper.

Key words: dynamic sea catch, seiner, drifter, trawler, prospector, net, drift, fish plant, catch and delivery of raw fish.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-108-113

19 января 1936 г. начальник Акционерного Камчатского общества (АКО) И.А. Адамович подписал приказ № 31, гласивший: «Организовать в системе Карагинского рыбокомбината на внутреннем хозрасчете Базу активного опытного лова (БАОЛ), включив в состав последней: тральщик – 1, дрейфтеров – 2, сейнеров – 2. Временно исполняющим дела начальника Базы активного опытного лова с правами заместителя директора Карагинского комбината назначить Макштаса П.М.». Уже весной 1936 г. все имущество БАОЛ (в основном сети и материалы для их изготовления) было сосредоточено в окрестностях Петропавловска на базе Моховая Авачинского рыбокомбината. Здесь в то время располагалась рыбалка с одним зданием засольного цеха. Управление БАОЛ разместилось в гараже [1, с. 10–11].

5 февраля 1936 г. установлены штаты моряков: на траулере – 35, дрейфтере – 11, на сейнере – 15 чел. [2, л. 137]. Первым матросом БАОЛ, а значит, и первым матросом промыслового флота Камчатки, в январе 1936 г. стал И.Н. Рохлецов, до этого трудившийся грузчиком в Петропавловском порту АКО [1, с. 11].

21 марта 1936 г. приказом по АКО № 139 утверждены основные показатели БАОЛ на предстоящую первую путину: добыча сырка – 12 000 ц, в том числе 5 000 нерки и 7 000 сельди. Лов предполагалось начать во втором квартале и добыть 2 500 ц. Пик уловов должен был прийти на третий квартал, когда следовало «упромыслить» 5 500 ц, остальные 4 000 ц «ложились» на конец года. Началом лова определялось 10 июня, окончанием – 15 ноября 1936 г. Добытый сырец следовало сдавать на обработку тем рыбокомбинатам, «в пределах которых производится лов сейнерами и дрейфтерами базы»: Усть-Камчатскому, Озерному (на восточном побережье), Авачинскому и Олюторскому.

Суда для БАОЛ были приобретены в Японии. «Справка о выполнении договора по импортным обязательствам за 1935 г.» свидетельствует, что на них были потрачены: 100 000 руб. на два дрефтера, 174 000 руб. на два сейнера и 78 300 руб. на три разведчика. Поступление судов ожидалось весной 1936 г. [3, л. 66], но задержалось до конца лета. Деревянные дрефтеры «Ударник» и «Стахановец» пришли в Авачинскую губу 8 августа, сейнеры «Авача» и «Виллюй» – в сентябре 1936 г. (рис. 1).

Дрефтеры водоизмещением 179 т могли принять 30 т груза, имели главный двигатель мощностью 150 л. с., вспомогательный двигатель «Санию» (15 л. с.), дизель-динамо (2 л. с.) и «мотор-радио Л-3» (2 л. с.). Сейнеры имели водоизмещение 253 т, грузоподъемность 60 т, были снабжены главными двигателями мощностью 270 л. с. и вспомогательными калоризаторными двигателями «Болиндер» (50 л. с.). Суда не имели никаких рыбопоисковых, электрорадионавигационных и гидроакустических приборов. Их местонахождение в море определялось астрономическим путем и навигационными способами с помощью магнитного компаса, измерения глубины ручным лотом, диплотом или лотом Томсона.

С укомплектованием их экипажей возникли сложности: специалистов просто-напросто не имелось. Ставить и выбирать невод команду сейнера «Авача» обучали в бух. Моржовой. Руководил обучением неводчик И.Е. Евстафиади. Он разъяснял будущим ловцам устройство сетей и неводов, обязанности каждого при их спуске и выборке. Занятия шли на палубе, после этого проводились тренировочные заметы. Первый порядок сбрасывался в море с кормы, остальные разворачивались от хода судна. Длина невода составляла 360 м. Заметывались по ночам. Первые уловы были небольшими – по 100–150 ц за одно притонение. Рыбакам приходилось тяжело. Так как лов велся осенью при начавшихся заморозках, то для того, чтобы предотвратить смерзание мокрых сетей, их приходилось перебирать руками по несколько раз за ночь [4, № 262].



Рис. 1. Суда БАОЛ в Петропавловском порту, 1936 г. (из фондов ККОМ)

Первую промысловую экспедицию БАОЛ возглавил сотрудник Рыбного управления АКО И.А. Гольдберг. 8 октября 1936 г. из Петропавловска в район Олюторского рыбокомбината вышли «Авача», «Виллюй», «Ударник» и «Стахановец». В порт они вернулись в начале ноября: дальше ловить было нельзя из-за наступившего похолодания и появления льда. Первые опытные работы по промысловому лову кошельковыми неводами и дрефтерными сетями прошли в бух. Южной Глубокой. Здесь началась разведка косяков сельди. Первый дрейф «Ударника» дал улов всего 80 шт. сельди на 20 поставленных сетей. При втором выходе в море двух дрефтеров и одного сейнера только один дрефтер поймал 6 ц. На третий день пребывания флотилии в Олюторском заливе были обнаружены косяки сельди в районе бух. Лаврова.

Сейнер «Виллюй» вышел на поиск сельди в дневное время. Пройдя некоторое расстояние от берега, с судна увидели китов, косаток и большое количество чаек. Подойдя к месту скопления птиц, заметили, что вода здесь имела характерный красноватый цвет от присутствия большого количества планктона. С наступлением темноты сделали замет, принесший 416 ц сельди. Часть улова пришлось вылить за борт из-за полной загруженности судна. С этого момента фактически и начался промышленный активный лов сельди в Олюторском заливе.

Результаты описанной выше работы судов БАОЛ в октябре 1936 г. были следующими. Сейнеры «Виллой» и «Авача» за 19 заветов поймали 5 066 ц, дрейтеры «Ударник» и «Стахановец» за 31 дрейф – 739 ц. Итоги первых опытов активного лова на полуострове превзошли все ожидания. Выйдя в море с большим опозданием из-за несвоевременного прибытия на Камчатку (планом предусматривались 112 рабочих суток, фактически же их оказалось 30), суда сумели выполнить задание более чем наполовину. Наилучшие результаты показал сейнер «Авача» (капитан Космин), добывший 3 315,6 ц сельди и 220,3 ц трески – свыше половины всего улова флотилии. Сейнер «Виллой» (капитан Якимов) поймал за четыре завета 1 766,8 ц сельди. Дрейтер «Ударник» (капитан Перинго) выловил 474,8 ц сельди и 212,8 ц трески. «Ударник» способствовал хорошей работе всей флотилии, являясь ее разведчиком.

Вот так в первый месяц работы в море, не имея никакого опыта, промысловых карт, с необученными кадрами, БАОЛ получил отличные результаты на промысле высококачественной сельди в Олюторском заливе в октябре, в период года, когда ни одного ее центнера на Камчатке ранее не вылавливалось. По окончании осеннего лова оба дрейтера встали на зимовку, а сейнеры отправились исследовать возможность производства промысла в ближайших к Петропавловску бухтах [4, № 261].

Осенью 1936 г. БАОЛ получил пополнение – разведчики – небольшие деревянные суда, основной задачей которых являлся поиск рыбных косяков и наведение на них сейнеров и дрейтеров. Приказ начальника АКО № 636 от 25 октября 1936 г. гласил: «Прибывшим из Японии рыбопромысловым разведчикам утверждаются следующие названия: № 1/11 – “Сатурн”, № 2/27 – “Нептун”, № 3/28 – “Юпитер”» [5, л. 29]. Эти суденышки водоизмещением 124 т были оборудованы двухтактными двигателями «Ханьшин» мощностью 150 л. с. и поднимали 20 т груза. Их балансовая стоимость составляла 27 200 руб.

Значение начала активного морского промысла на полуострове было понято и оценено сразу. Научные работники Камчатской опытно-научной исследовательской рыбной станции М.Л. Альперович и К.И. Панин характеризовали его как переломный этап в развитии рыбной промышленности Камчатки. «Путина текущего года ознаменовалась событием чрезвычайной важности для камчатской рыбопромышленности – прибытием и началом работы судов активного лова: сейнеров и дрейтеров... Основным достижением октябрьской экспедиции БАОЛ... надо считать тот факт, что возможность работы сейнеров и дрейтеров в условиях Камчатки, даже в осеннее время, – блестяще доказана...»

Общий вылов рыбы БАОЛ в 1936 г. составил 6 445 ц, то есть 53,7% планового задания. Причиной его невыполнения стало позднее начало промысла ввиду задержки прибытия судов из Японии.

Первые сейнеры и дрейтеры БАОЛ явились не только школами для подготовки специалистов активного лова, но и своеобразными научными лабораториями: на них в море выходили сотрудники Камчатской опытно-научной исследовательской рыбной станции. Газета «Камчатская правда» 9 июня 1936 г. сообщила, что ученые будут изучать технику лова лососевых пород дрейтерными сетями. Исследования намечалось провести в Охотском и Беринговом морях, а также в Тихом океане. «Для этой цели решено снарядить специальное судно, оборудованное дрейтерными сетями и специальными приборами» [4, № 131]. Ученые тесно сотрудничали с БАОЛ: они вели разведку районов промысла, занимались исследованиями по определению оптимальных видов орудий и рациональных методов лова.

4 февраля 1937 г. нарком рыбной промышленности СССР А.И. Микоян в своем приказе № 200 отметил «положительные итоги начала работы активного рыболовного флота на Камчатке» [6, л. 132].

Промфинплан БАОЛ на 1937 г. предусматривал план добычи рыбы 16 000 ц. По породам: 13 000 – сельди и 3 000 – лосося [7, л. 4–5, 8]. Фактический вылов составил всего 9 274 ц. Наиболее удачно сработал экипаж «Авачи» – на его долю пришлось 3 710 ц. Этот сейнер оказался единственным судном, выполнившим задание [8, л. 108]. Основной улов, как и в прошлом году, пришелся на октябрь в Олюторском заливе. Здесь сейнер «Виллой» под командованием капитана А.Е. Миронова за один завет поднял 694 ц [9, № 242].

На активный лов БАОЛ в 1937 г. выставил пять судов. Путина этого года складывалась из трех периодов: весеннего, летнего и осеннего. Зимой, когда флот стоял в консервации на базе Моховой, готовились орудия лова для весенней путины: два кошельковых хлопчатобумажных невода на сейнер (размером 415 на 46 м), 120 селечных сетей на дрейтер и 35 селечных

сетей (размером 35 на 5 м с ячейей 30–32 мм) для разведчика. К 15 мая 1937 г. также были готовы 125 лососевых сетей размером 50 на 5 м с ячейей 68 мм. На сейнерах сделали механизированные площадки с поворотными сетевыборочными ролами, сократившими время выборки неводов.

Техническое оснащение сейнеров включало: лебедку с тяговым усилием 2 т и скоростью выборки стяжного троса 50 м в минуту, стрелу грузоподъемностью 1,5 т, выстрел с двумя канифас-блоками для выборки стяжных тросов, поворотную площадку размером 3,5 на 4 м для кошелькового невода, имевшую во всю ширину ребристый барабан диаметром 30 см. Барабан вращался наружу вхолостую, а к центру площадки – приводом от главного или вспомогательного двигателя. Сетеподъемники соединялись трансмиссией со вспомогательным двигателем. Суда имели полукилевые шлюпки длиной 5 м и два каплера (сачка) диаметром 1,2 и глубиной 2 м, вмещавшими до полутонны рыбы. Каплеры позволяли выгружать до 300 ц улова в час (рис. 2, 3).



Рис. 2. Выборка сетей на сейнер
(из фондов ККОМ)



Рис. 3. Выгрузка улова
(из фондов ККОМ)

На вооружении сейнеров имелись кошельковые невода калифорнийского типа. На верхней подборе невода размещались 1 200 грузил по 270 г, 55 стяжных колец диаметром 165 мм. Сейнер мог ловить и снюрреводом. Эти суда не были приспособлены для круглогодичного промысла. На добыче они находились около трех месяцев в году, а остальное время возили грузы, стояли или ремонтировались [10, л. 72–73].

В конце апреля суда были готовы к выходу в море. Началу лова мешали лед и туман. Некоторые люди, сидевшие без дела, винили в бездействии начальника базы П.М. Макштаса (рис. 4) и капитана флота А.Е. Миронова [9, № 95]. Все чаще звучали и страшные слова: «Враги народа». Их активные «поиски» начались весной этого года с «подачи» самых высших партийных инстанций. В разряд «врагов» попал и прошлогодний руководитель первой промысловой экспедиции БАОЛ И.А. Гольдберг. 16 марта 1938 г. он был в числе многих руководящих работников дальневосточной рыбной промышленности приговорен к расстрелу [11, с. 119].

Вооружившись всем необходимым, суда вышли на лов. Весенняя путина длилась в течение мая и проходила в Авачинской губе. За это время поймали 259,8 ц сельди. В июле флотилия промышляла в Камчатском заливе. Здесь добыли 479,25 ц нерки, 8,5 ц кеты и 25,5 ц трески. В сентябре промысел переместился в Олюторский залив. В этом месяце здесь добыли 93,2 ц сельди, а в октябре – 8 132 ц всеми пятью судами.

Сельдь в Авачинской губе ловили исключительно дрифтерными сетями, так как она «подходила и заходила в бухты нерестущая, подход был разрежен, а более сгруппированная была около берегов, где лов нашими кошельками был невозможен, так как глубина данного невода 46 м, а длина 415 м. Максимальная глубина Авачинской губы 28 м. Опыты разведки проводились, но косяков сельди по середине залива обнаружено не было» [12, л. 58].

По окончании хода весенней сельди большинство судов переключилось на красную в Камчатском заливе. 22 июня стало известно, что «Стахановец», «Ударник» и «Авача» (рис. 5) в Усть-Камчатском заливе с 12 по 18 июня выловили 320 ц красной, а «Виллой» производит разведку на западном побережье [9, № 136].



Рис. 4. Слева – первый начальник БАОЛ П.М. Махитас



Рис. 5. Боцман сейнера «Авача» Рожков

В Усть-Камчатске за период весенней путины были подготовлены два кошельковых невода для сейнеров и 130 сетей для дрейфтеров и разведчиков. Суда намеревались использовать их в период рунного хода лосося возле устьев рек и в заливах. Работа началась 10 июня. Поймали мало. Одной из причин этого стал отказ близлежащих комбинатов принимать улов из-за загрузки. Промысел лосося прекратился.

Так впервые рыбаки активного лова остро столкнулись с проблемой сдачи улова на берег. БАОЛ своей обработки не имел, в противном случае он мог бы поймать раз в пять больше. Кратковременный период хода лосося, отдаление мест его добычи от береговых предприятий, занимавшая много времени доставка сырца на обрабатывающие участки – все это указывало на то, что промысловому флоту требовалась своя приемная база, хотя бы плавучая.

С учетом опыта путины 1936 г., показавшего большие сырьевые запасы Олюторского залива, дрейфтеры перевооружили под кошельковый лов. Для них за короткое время (около десяти дней) сшили неводы из облегченной дели размером 275 на 36 м. Ранее построенные тяжелые невода с мелкой ячейей занимали больше места на площадках, которые у дрейфтеров были чрезвычайно малы. Лебедки также не были рассчитаны на тягу тяжелых снастей.

29 августа, после полного вооружения и подготовки к выходу, два судна уже находились в Олюторском заливе, а «Виллой» и «Стахановец» завершали снаряжение и собирались выходить в море 1 сентября. На судах находилось все необходимое для путины снабжение, запасные сети, горючее. 9 сентября на место промысла отправился разведчик «Сатурн», выделенный ученым для исследовательских работ и промысловой разведки. С Олюторским комбинатом заключили договор о приеме всего выловленного сырца в обработку. На берегу создали временную базу для стоянки флота, на которой установили склад промыслового снаряжения и провели водопровод для снабжения судов пресной водой.

Сразу же после разгрузки суда вышли на разведку, «Сатурн» с научными работниками начал исследовательские работы. В сентябре косяков крупной сельди обнаружить не удалось, зато присутствовала масса молоди, шедшая разряжено. Пробные заметы принесли максимально 40 ц, большую часть составляли уловы по 5–6 ц.

С понижением температуры воды и появлением холодных северо-восточных ветров появилась крупная рыба. 12 октября «Сатурн» добыл дрейферными сетями 3 ц, а 14 октября «Стахановец» взял 300 ц, после чего ловить начали все суда. Результат «Стахановца» подтвердил воз-

возможность применения дрейфтерами кошельковых неводов в Олюторском заливе. Работу осложняли рано начавшиеся заморозки: снасти быстро смерзались. Чтобы предотвратить это, их приходилось смачивать тузлуком и греть паром.

Олюторский рыбокомбинат, несмотря на заключенный с БАОЛ договор, не был подготовлен к приему сырца с судов. Здесь не имелось достаточно соли, которой требовалось 1 000 т [9, № 193]. Большую часть засольных чанов занимала продукция, добытая летом. Пристани не были приспособлены для приема рыбы, не имелось механических средств для выгрузки: конвейеров, лебедок. Все это сильно отразилось на скорости разгрузки судов, которые простаивали под выгрузкой много часов, теряли промысловое время. Снижалась и сортность сырца. Хотя БАОЛ принял меры к недопущению срыва выхода судов на лов, все-таки подобные случаи имелись по вине комбината.

На выполнении плана вылова сказались и плохие метеоусловия: до половины времени ушло на пережидание штормов.

Опыт 1937 г., показавший, что в составе БАОЛ необходимо иметь «матку», то есть плавбазу, был учтен в 1938 г.: по распоряжению НКПП СССР БАОЛ передавались работавшие в АКО флоты как транспорты траулеры «Буревестник», «Восток», «Дальневосточник». По получении их следовало отремонтировать и оснастить до 15 февраля 1938 г., укомплектовать экипажи тралмастерами и их помощниками [13, л. 110–112].

6 марта 1938 г. НКПП СССР приказом № 293 установил БАОЛ плановое задание на 1938 г., ц: для сейнеров и дрейфтеров в объеме 21 000 сельди и 4 000 лосося и для трех траулеров – 12 000 камбалы и 6 000 трески. Общий улов должен был составить 43 000 ц [14, л. 8].

В конце 1938 г. БАОЛ реорганизовали. 5 ноября 1938 г. приказом начальника АКО № 301-а ее переименовали в Управление активного морского рыболовства АКО (Морлов) [15, л. 43].

В ноябре 1938 г. на промысел отправился траулер «Буревестник» – впервые камчатское предприятие приступило к активному морскому лову при помощи крупных паровых траулеров. В годы Великой Отечественной войны оно перешло от сезонного к круглогодичному промыслу, значительно увеличив уловы, в это же время часть судов Морлова вошла в состав Тихоокеанского флота, а в августе 1945 г. участвовала в заключительной военной операции – высадке десанта на Курильские острова.

Литература

1. *Анода П.И., Скорлыгин С.Н.* От Магадана до Америки. – Петропавловск-Камчатский, 1966. – 67 с.
2. Государственный архив Камчатского края (ГАКК), ф. Р-106, оп. 1, д. 57.
3. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 73.
4. Камчатская правда, комплект за 1936 г.
5. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 67.
6. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 63.
7. ГАКК, ф. Р-275, оп. 1, д. 1.
8. ГАКК, ф. Р-275, оп. 1, д. 3.
9. Камчатская правда, комплект за 1937 г.
10. ГАКК, ф. П-2, оп. 2, д. 784.
11. *Мандрик А.Т.* История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (1927–1940 гг.). – Владивосток, 2000. – 158 с.
12. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 69.
13. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 80.
14. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 87.
15. ГАКК, ф. Р-106, оп. 1, д. 91.

Информация об авторе Information about author

Гаврилов Сергей Витальевич – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доцент; доцент кафедры электро- и радиооборудования судов; gavrilo_v_sv@kamchatgtu.ru

Gavrilov Sergej Vitalevich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Associate Professor; Assistant professor of Electro- and Radioequipment of Ships Chair; gavrilo_v_sv@kamchatgtu.ru

УДК 338.5:339.166:639.2(571.66)

С.А. Попова

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kaf508@yandex.ru*

АНАЛИЗ ЦЕНООБРАЗОВАНИЯ НА КОНКУРЕНТНОМ РЫНКЕ РЫБНОЙ ПРОДУКЦИИ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ КАМЧАТСКОГО КРАЯ

В статье представлен обзор ценообразования на рынке рыбной продукции в рыбохозяйственном комплексе Камчатского края. Проанализирована информация о монополизации и картельном сговоре в отрасли. Выявлены причины, факторы сдерживания и меры по дальнейшему развитию конкуренции в отрасли.

Ключевые слова: рынок рыбной продукции, конкуренция, монополизация, картельный сговор, ценообразование, экспорт, логистика.

S.A. Popova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Pricing analysis of in a competitive market of fish production in the fishery complex of Kamchatka region**

The article provides an overview of pricing in the market of fishery products in the fishery complex of Kamchatka region. Information about monopolization and cartel collusion in the sector was analyzed. Reasons, curb factors and measures for further development of competition in the industry were revealed.

Keywords: fish market, competition, monopolization, cartel collusion, pricing, export, logistics.

DOI: 10.17217/2079-0333-2015-34-114-123

По итогам 2014–2015 гг. Камчатский край занимает первое место по вылову водных биологических ресурсов и выпуску продукции среди всех регионов Дальневосточного федерального округа. Его доля в вылове составляет более 30%.

Основой рыбной отрасли края является добывающий флот: это более 600 крупно-, средне- и малотоннажных рыбодобывающих судов. В целом же промысловый флот Камчатского края с учетом транспортных, вспомогательных судов и судов прочего назначения насчитывает более 1700 единиц.

Общий вылов водных биологических ресурсов в 2014 г. составил 896 тыс. т, или 103% к уровню 2013 г. Наибольшую долю в вылове составили тресковые виды рыб (более 50%), в том числе минтай – 424 тыс. т (47% от общего объема вылова). Второе место – лосось (вылов – 147 тыс. т и 17% от общего объема). Динамика вылова с 2006 по 2014 гг. представлена на рис. 1 [1].

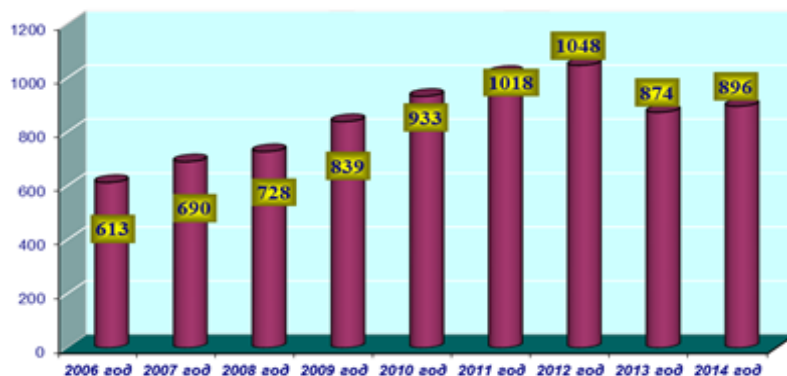


Рис. 1. Вылов водных биологических ресурсов предприятиями рыбохозяйственного комплекса Камчатского края в 2006–2014 гг., тыс. т

Неотъемлемой частью рыбохозяйственного комплекса Камчатского края являются береговые перерабатывающие предприятия. В крае построено и действует более 190 с круглогодичным либо сезонным производственным циклом, из которых 17 осуществляют выпуск рыбных консервов. Суммарная суточная мощность заводов составляет более 12 тыс. т мороженой продукции, 1200 туб консервов, емкости для хранения мороженой продукции составляют более 130 тыс. т.

По оперативным статистическим данным в 2014 г. предприятиями края произведено 819,95 тыс. т рыбо- и морепродукции, в том числе рыбы и продуктов рыбных переработанных и консервированных 659,4 тыс. т, что составило 95,7% к уровню 2013 г. При этом по отдельным ассортиментным позициям произошло увеличение производства: в 7,5 раза кулинарных изделий из рыбы, в 2,3 раза свежих и охлажденных печени, икры и молоко рыбы, на 25,3% рыбы слабосоленой, на 13,2% рыбы холодного копчения, на 21,7% сельди слабосоленой, на 23,6% морепродуктов пищевых.

Оборот рыбохозяйственных организаций (по видам деятельности «рыболовство, рыбоводство» и «переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов») по итогам 2014 г. увеличился по сравнению с 2013 г. в действующих ценах на 3,1% и составил 37,8 млрд руб., а за III квартал 2015 г. по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. – снизился на 5,9% и представлен в табл. 1.

Таблица 1

Динамика производства по виду деятельности «Рыболовство»

Период времени	В процентах (%) к	
	соответствующему периоду предыдущего года	предыдущему периоду
2014 г.		
Январь	153,3	57,6
Февраль	57,4	43,5
Март	107,9	351,8
I квартал	105,0	72,4
Апрель	82,2	133,3
Май	109,6	115,4
Июнь	94,7	109,5
II квартал	95,7	242,3
I полугодие	98,3	х
Июль	99,7	104,2
Август	87,2	81,6
Сентябрь	80,0	117,9
III квартал	88,3	106,6
9 месяцев	93,8	х
Октябрь	105,7	63,1
Ноябрь	78,3	80,0
Декабрь	99,7	131,2
IV квартал	93,8	61,2
Год	93,8	х
2015 г.		
Январь	92,2	53,0
Февраль	156,9	74,4
Март	74,1	218,0
I квартал	91,4	72,9
Апрель	78,4	99,5
Май	87,7	106,1
Июнь	95,9	116,3
II квартал	87,1	166,8
I полугодие	89,2	х
Июль	105,9	105,7
Август	99,2	80,1
Сентябрь	69,2	84,9
III квартал	91,3	100,7
9 месяцев	90,3	х
Октябрь	74,8	87,1
Январь – октябрь	88,7	х

В Камчатском крае деятельность в сфере рыболовства и переработки водных биологических ресурсов осуществляют около 400 предприятий, в том числе 237 пользователей наделены объемами водных биологических ресурсов. Основными участниками регионального рыбохозяйственного рынка являются 34 пользователя, на долю которых приходится 70% в объеме выделенных квот, более 72% – в объеме вылова, более 70% – в объеме производимой продукции.

При этом 25 пользователей из них имеют доли квот добычи в исключительной экономической зоне Российской Федерации, 30 – доли квот добычи для осуществления прибрежного рыболовства, 16 – получили объемы на вылов тихоокеанских лососей.

Среди наиболее крупных рыбодобывающих предприятий следует выделить следующие, представленные в табл. 2.

Таблица 2

Доля в объеме вылова крупных рыбодобывающих предприятий Камчатского края в 2014 году, %

Наименование предприятия	Доля в объеме вылова
ЗАО «РП Акрос»	8,3
ЗАО «Корякрыба»	1,9
ЗАО «Камчатимпэкс»	2,6
ООО КПКФ «Камлайн»	2,0
ОАО «Океанрыбфлот»	16,6
РА «Колхоз Ударник»	3,2
ООО «Корякморепродукт»	1,8
ООО «Поллукс»	2,9
ООО «Тымлатский рыбокомбинат»	2,3
ПК РА (колхоз) им. Бекерева	5,1
Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина	7,9

Анализ структуры участников «рынка добычи» показал, что более 50% уловов рыбы и морепродуктов приходится на долю крупных предприятий добывающей отрасли. Учитывая ассортимент выпускаемой в настоящий момент камчатскими производителями рыбо- и морепродукции, именно на долю обозначенных предприятий приходится и основной объем производства. Лидерами по объемам реализации на потребительском рынке Камчатского края являются ЗАО «РП «Акрос», Рыболовецкий колхоз им. В.И. Ленина, ООО «Тымлатский рыбокомбинат», ОАО «Озерновский РКЗ № 5». 20 из анализируемых предприятий являются участниками внешнеэкономической деятельности, на их долю приходится более 85% объема экспорта рыбо- и морепродуктов.

Основываясь на проведенном анализе, можно говорить о том, что «рыбный» рынок является монополизированным, хотя сама конкуренция не является пока достаточно развитой и требует дополнительных мер по ее развитию.

В частности, на развитие конкуренции в отрасли влияют:

- высокие стартовые затраты на приобретение (строительство) промысловых судов и перерабатывающего оборудования;
- длительные сроки окупаемости капитальных вложений;
- высокая степень износа основных производственных фондов;
- дефицит традиционных водных биологических ресурсов исключительной экономической зоны Российской Федерации, недостаточные объемы квот на вылов водных биологических ресурсов для обеспечения рентабельной работы судов;
- высокие текущие затраты для обеспечения работы судов (особенно на топливо и другие горюче-смазочные материалы).

Важное значение для входа на «рыбный» рынок имеют также следующие барьеры:

- транспортные тарифы и тарифы на электрическую энергию;
- уровень платежеспособного спроса населения;
- рост международной конкуренции в условиях ограниченного спроса; недостаточное обеспечение береговых предприятий Камчатского края сырьем, обусловленное «экономической нецелесообразностью» (учитывая стоимость топлива в Камчатском крае) и отсутствием возможности круглогодичной доставки уловов из удаленных районов промысла;

- отсутствие до настоящего времени Технического регламента «Пищевая продукция из водных биоресурсов», регламентирующего основные вопросы производства и реализации рыбной продукции, устанавливающего основные требования к качеству производимой продукции;
- административные барьеры, связанные с дублированием полномочий контролирующих органов.

В качестве возможных направлений по развитию конкуренции в рыбохозяйственном комплексе Камчатского края следует выделить:

- обеспечение доступности пользователей к водным биологическим ресурсам;
- обеспечение равных условий деятельности для предприятий и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих переработку уловов водных биологических ресурсов;
- снижение уровня износа основных производственных фондов;
- устранение административных барьеров, связанных с дублированием полномочий органов, осуществляющих контроль и надзор в сфере производства и оборота рыбной продукции;
- обеспечение открытости (доступности) для широкого круга пользователей информации о порядке выдачи лицензий, сертификатов и разрешительных документов.

Кроме того, отмечено, что в сложившихся в 2014 г. непростых условиях развития международных отношений России рыбохозяйственные организации региона «развернули» свою продукцию на внутренний рынок [2].

Так, среднедушевое потребление продукции населением края достигло показателя 34 кг. Заключены и успешно реализуются межрегиональные соглашения между правительством края и другими регионами. Намечены планы мероприятий по организации поставок и доставки рыбопродукции в центральные районы России.

Объемы поставок камчатских производителей за рубеж в ушедшем году были сокращены на 25% и составили 217 тыс. т, сокращение произошло по всем кодам вывозимой продукции, за исключением ракообразных. И как показало исследование, на долю Камчатского края приходится около 90% экспортного потенциала. Основными статьями экспорта являются рыба мороженая, мороженое филе и ракообразные.

Товарная структура экспорта за январь – март 2014 г. представлена следующим образом: рыба мороженая – 84,2%, мука рыбная – 6,8%, филе и фарш – 6,4%, ракообразные – 2,6%.

Основными потребителями камчатской рыбной продукции являются страны Азиатско-Тихоокеанского региона: Китай, Республика Корея, Япония, объемы поставок которым представлены в табл. 3.

Таблица 3

Экспорт рыбной продукции, т [3]

Показатель	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.
Рыба свежая или охлажденная	–	–	–	–	–	1 517,1
Рыба мороженая	248 289	232 735	279 535	262 850	292 383	206 542,19
Филе рыбное и фарш	14 817	15 380	8 565	15 648	6 500	10 625,77
Рыба сушеная, соленая, копченая	216	139	67	82	135	734,19
Ракообразные	5 186	5 657	6 506	6 239	5 559	4 629,91
Моллюски	85	102	15	138	21	120,17
Готовая или консервированная рыба	250	344	296	204	130	153,7
Мука рыбная, непищевая	15 722	11 120	15 164	13 284	12 974	10 220,99
Итого:	284 565	265 477	310 148	298 445	317 702	234 544,02

По данным Дальневосточного таможенного управления экспорт рыбы, рыбо- и морепродуктов в 2014 г. в стоимостном выражении составил 503,9 млн долл. США, а за I полугодие 2015 г. – 282,1 млн долларов США (уменьшение по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. составило на 9,4%), в том числе рыбы мороженой – 217,5 млн долл. (снижение по сравнению с аналогичным периодом 2014 г. на 1,7%). Данные объемов экспорта за текущий 2015 г. представлены в табл. 4.

Таблица 4

Экспорт рыбы и морепродуктов за I полугодие 2015 года

Продукция	Тонн		Тыс. долл. США	
	Январь – июнь 2015 г.	Январь – июнь 2015 г. в % к январю – июню 2014 г.	Январь – июнь 2015 г.	Январь – июнь 2015 г. в % к январю – июню 2014 г.
Всего	151704,5	114,5	282100,2	90,6
В том числе:				
Рыба мороженная	128881,9	113,1	217459,5	98,3
Филе и фарш	10338,0	в 1,8р.	24747,1	в 1,8р.
Ракообразные	2249,6	47,6	24866,8	37,6
Моллюски	16,0	в 8,0р.	37,6	124,9
Консервированная рыба	0,1	0,2	0,7	0,3
Рыбная мука	10218,9	129,5	14988,5	143,5

В общем объеме экспорта 50,7% составила доля поставок в Китай, 47,1% – в Республику Корея, 2,2% – в Японию.

Динамика контрактных цен на экспортируемую продукцию представлена в табл. 5.

Таблица 5

Средние контрактные цены на экспортируемую продукцию, долл. за тонну [4]

Продукция	Январь – июнь		Темп роста, %
	2014 г.	2015 г.	
Рыба мороженная	1942	1687	86,9
Филе и фарш мороженные	2328	2394	102,8
Ракообразные	13877	11054	79,7
Моллюски	5064	2350	46,5
Консервы из рыбы	15050	7000	46,4
Рыбная мука	1323	1467	110,9

Так, снижение курса рубля стало фактором, обусловившим стремление рыбодобытчиков обеспечить максимальное получение прибыли за счет экспорта при проведении курса на повышение стоимости рыбопродукции на внутреннем рынке.

В условиях введения Россией запрета на импорт ряда продовольственных товаров из стран, поддержавших санкции против нашей страны, и взятого курса на импортозамещение явно обозначились такие проблемы рыбохозяйственной отрасли, как:

- слабое развитие рыбопереработки;
- нехватка холодильных мощностей;
- недостаточное развитие транспортной инфраструктуры и т. п.

Причиной стало то, что на протяжении последних 20 лет многие рыбодобывающие компании Камчатки ориентировались на экспорт рыбы в минимально переработанном или сыром виде, почти не инвестируя собственные средства в развитие береговой инфраструктуры, глубокую переработку и организацию сетей сбыта своей продукции внутри страны.

Снижение курса российского рубля в 2014 г. также стало фактором, обусловившим стремление рыбодобытчиков обеспечить максимальное получение прибыли за счет экспорта при одновременном проведении курса на повышение стоимости рыбопродукции на внутреннем рынке в условиях снижения импортных поставок. Об этом красноречиво свидетельствует динамика цен на российском рынке и ситуация на рынках ведущих стран-импортеров российских водных биоресурсов.

Далее обратим внимание на виды рыб, которые в нашей стране традиционно называют «на-родными» из-за их ценовой доступности – минтай, сельдь, горбушу – и проанализируем ценообразование на них [5].

Минтай. Эта рыба и продукция ее переработки является основным экспортным продуктом дальневосточных рыбных компаний, а ключевые предприятия отрасли объединены под эгидой Ассоциации добытчиков минтая (АДМ). Несмотря на снижение объемов экспорта, минтай в 2014 г. по-прежнему занимает ведущие позиции. Основные поставки минтая в основном идут на внешний рынок, где цена держится в пределах 1350–1400 долл. США за тонну. Как свидетельствуют данные статистики, с января по ноябрь 2014 г. поставки мороженого минтая российского производства в Японию составили 0,38 тыс. т, при этом средняя цена поднялась на 39%,

составив более 195 иен/кг. Объем экспорта мороженого минтая из России в Китай, который остается основным рынком для этой российской продукции, продолжая активное производство из нашего сырья готового филе для экспорта в Европу, Северную и Южную Америку, за январь – ноябрь составил 490,3 тыс. т, при этом средний уровень цен поднялся за 11 месяцев на 3% и составил около US \$ 1,40/кг.

В России же оптовые цены со склада во Владивостоке на минтай безголовый размера 25+ с июня по декабрь 2014 г. выросли на 68,5% с 54 руб. до 91 руб. за кг. В этих условиях, учитывая девальвацию российской валюты, добытчики минтая заинтересованы в сохранении экспортной направленности бизнеса, заявляя о бесперспективности поставок этой рыбы на российский рынок в связи с отсутствием потребительского спроса.

Сельдь. Основным направлением по поставкам сельди остается внешний рынок. Поставки мороженой сельди российского производства в Японию за январь – ноябрь сократились на 2% по сравнению с 2013 г., составив несколько менее 4,9 тыс. т. Средняя цена импорта за январь – ноябрь 2014 г. фактически осталась на уровне 2013 г., составив около 115 иен/кг, причем в октябре 2014 г. она тоже была на этом уровне, но в ноябре поднялась на 19% и составила более 135 иен/кг (более US \$ 1,20/кг), на 28% превысив уровень 2013 г. Объем японского импорта мороженого филе российской сельди за январь – ноябрь 2014 г. увеличился на 4% до 0,26 тыс. т. Средняя цена импорта поднялась при этом на 15% и достигла более чем 270 иен/кг, причем в октябре она была на уровне 300 иен/кг, а в ноябре упала на 21% и опустилась до менее 245 иен/кг (менее US \$ 2,80/кг), но оказалась на 27% выше, чем в 2013 г.

Емкость российского рынка в пересчете на мороженую сельдь оценивается примерно в 430 тыс. т. На долю отечественных рыбаков до введения санкций приходилось не более 240 тыс. т при среднем годовом вылове в 2012–2013 гг. в районе 470 тыс. т: 100 тыс. т – в Северном бассейне, 370 тыс. т – в Дальневосточном. Больше половины дальневосточного улова (примерно 230 тыс. т) экспортировалось в страны Азиатско-Тихоокеанского региона, остававшийся объем по большей части расходился еще до Урала, и до центральных регионов довозилось не так много рыбы. При этом в Российскую Федерацию поступал большой объем импортной сельди, преимущественно из Норвегии, как в мороженом виде, так и филе. В пересчете на сырец объемы этих поставок превышали 190 тыс. т в год. Получается, что потребность внутреннего рынка на 45% удовлетворялась за счет зарубежных поставок сельди.

После введения Россией запрета на импорт ряда продовольственных товаров эксперты рыбного рынка стали высказывать опасения, связанные с дефицитом сельди. Они предполагали, что Дальний Восток и Исландия не смогут покрыть потребности наших переработчиков в сырье. Но опасения были напрасны, поскольку к поставкам в Россию сельди подключились компании с Фарерских островов, а главное рыбодобытчики Дальнего Востока увеличили объемы вылова данной рыбы. Однако производители продукции из сельди столкнулись с другой проблемой – цены на данную рыбу значительно выросли. Это во многом обусловлено тем, что рыбный промысел в первую очередь ориентирован на экспорт, и дальневосточные рыбаки активно поставляют сельдь в Японию и Китай, причем падение курса рубля позволяет им получать значительную прибыль в национальной валюте. К тому же, при продаже сырья на экспорт компании возвращают 10% НДС. Фактически оптовая цена в РФ на сельдь 200–300 гр. со склада во Владивостоке с июня 2014 г. по январь 2015 г. выросла на 113% с 23 до 49 руб. за килограмм.

Лосось. Поставки мороженого тихоокеанского лосося российского производства в Китай (не включая поставки нерки) за январь – ноябрь 2014 г. составили около 21,55 тыс. т, в стоимостном выражении достигнув US \$ 60,1 млн. При этом средняя цена импорта поднялась на 53%, по сравнению с 2013 г. и составила около US \$ 2,80/кг, однако в ноябре она находилась на уровне US \$ 2,10/кг, что на 8% выше показателя прошлого года.

Японский импорт мороженого лосося из России за январь – ноябрь составил около 26,5 тыс. т. При этом импорт нерки составил 20,71 тыс. т, а средняя цена импорта (СИФ) поднялась на 5% до уровня около 680 иен/кг. В октябре цена находилась на уровне 740 иен/кг, но в ноябре снизилась до уровня менее 720 иен/кг (US \$ 6,45/кг по среднему курсу ноября). Поставки в Японию мороженого кижуча российского производства за январь – ноябрь 2014 г. выросли практически втрое (+196%) по сравнению с прошлым годом и составили 2,25 тыс. т. Средняя цена импорта поднялась на 7%, достигнув уровня около 435 иен/кг, но при этом в октябре и ноябре цены были существенно выше, составляя около 475 иен/кг (около US \$ 4,25/кг). Импорт кеты и других видов мороженого лосося российского производства за январь – ноябрь составил 3,53 тыс. т, а средняя цена импорта выросла на 20%, составив более 405 иен/кг.

На российском рынке оптовая цена на горбушу-ПСГ со склада во Владивостоке с сентября по декабрь прошлого года поднялась на 20,83% со 120 до 145 руб. за кг, а цена на неразделанную горбушу выросла на 50% с 90 до 135 руб. за кг. Рост цен на традиционно дорогие кижуч и нерку в процентном выражении оказался наименьшим – 9,35% и 10%, соответственно, но и спрос на них среди россиян никогда не был высоким.

Таким образом, в 2014 г. на российском рынке отмечено существенное увеличение цен на минтай, сельдь и горбушу. Примечательно, что ряд дальневосточных поставщиков рыбы практически на каждом отраслевом форуме говорят о проблемах с логистикой: якобы крайне дорого и дорого организовать поставку с Дальнего Востока в центральные и западные регионы. Однако в действительности, как свидетельствуют данные РЖД, трудностей с транспортировкой нет, и проблема создана искусственно. Фактически ссылки на проблемы с логистикой – лишь повод не выводить на рынок одновременно большое количество рыбы и таким способом подогревать спрос и повышать цены. Поэтому экономических оснований для подобного роста цен нет, в связи с чем возникает вопрос – нет ли здесь ценового сговора между поставщиками рыбопродукции на российский рынок? В этой связи стоит обратить внимание, что основные рыбопромышленные компании, осуществляющие добычу сельди и лосося, одновременно являются членами Ассоциации добытчиков минтая. Между тем в декабре 2012 г. Федеральная антимонопольная служба признала Ассоциацию добытчиков минтая и 26 входящих в нее компаний виновными в картельном сговоре и аффилированности с гонконгским рыбным холдингом Pacific Andes. Как отмечено в сообщении, размещенном на сайте антимонопольного ведомства, «ФАС признала АДМ виновной в координации экономической деятельности хозяйствующих субъектов, которая привела к сокращению производства товара» [6].

Основными доказательствами *наличия картельного сговора*, указывается в сообщении, послужили протоколы собраний АДМ, а также переписка ее членов о заключении между ними соглашений об объемах добычи минтая и производстве продуктов из него. Как полагают в ФАС, в результате на внутреннем рынке искусственно поддерживались дефицит и высокие цены не только на саму рыбу, но и на икру, филе, рыбную муку и другие продукты из минтая.

В решении комиссии ФАС по рассмотрению дела о нарушении антимонопольного законодательства было указано, что Ассоциация добытчиков минтая признана нарушившей часть 5 статьи 11 Закона «О защите конкуренции» путем координации экономической деятельности хозяйствующих субъектов, которая привела к последствиям, указанным в пункте 4 части 1 статьи 11 Закона «О защите конкуренции» (сокращение производства товаров). ФАС России также признала 26 хозяйствующих субъектов нарушившими пункты 1, 4 части 1 статьи 11 Закона «О защите конкуренции» (картель – соглашение, которое привело или могло привести к установлению или поддержанию цен, сокращению производства товаров). Это решение антимонопольной службы по одному из крупнейших российских картелей получило положительную оценку трех судебных инстанций. По результатам рассмотрения дела виновным юридическим лицам назначены штрафы в размере более 120 млн руб. То есть, как отмечено выше, *опыт картельного сговора* у рыбодобывающих компаний Дальнего Востока *есть* и вполне мог быть использован в нынешней ситуации, чтобы добиться повышения цен на поставляемую на российский рынок продукцию. При этом стоит отметить, что повышение цен на внутреннем рынке в условиях снижения покупательской способности россиян приводит к падению спроса на подорожавшую продукцию и дает рыбопромышленным компаниям повод утверждать, что их продукция не пользуется спросом в России, в связи с чем для поддержания отрасли необходимо ориентироваться на экспорт водных биоресурсов за рубеж.

Следует также обратить внимание, что многие из компаний – членов вышеупомянутой Ассоциации добытчиков минтая, уличенной ФАС в картельном сговоре, входят в состав либо сами являются учредителями ряда отраслевых и региональных объединений и союзов:

- Союз рыбопромышленников и предпринимателей Камчатки;
- Ассоциация рыбопромышленников Камчатки;
- Ассоциация прибрежных рыбопромышленных предприятий Корякии;
- Ассоциация рыбаков Магадана;
- Ассоциация рыбопромышленников Сахалина;
- Ассоциация «Союз рыболовецких колхозов и предприятий Сахалинской области»;
- Всероссийская Ассоциация рыбохозяйственных предприятий, предпринимателей и экспортеров (ВАРПЭ) и т.д.

То есть они располагают возможностью через различные отраслевые и региональные организации продвигать идеи, выгодные ключевым игрокам рыбного рынка и формировать как общий подход к невыгодным для экспортеров законодательным инициативам, направленным на переориентацию рыбных потоков с экспорта на внутренний рынок и повышение прозрачности экспортных схем, так и единую политику в сфере ценообразования.

Далее проанализируем политику ценообразования на рыбную продукцию камчатских производителей.

Представители Росрыболовства обнародовали прогноз, согласно которому спрос на рыбную продукцию в 2015 г. снизится на 9–11%, причиной падения спроса назвали общий рост цен на продукты из-за введенного Россией эмбарго [7].

Руководителем Федерального агентства по рыболовству было заявлено, что по сравнению с августом 2014 г. выросли цены на атлантическую сельдь на 30%, на треску и камбалу – 15%. Стоимость минтая выросла на 50%, а за горбушу теперь придется заплатить на 30–40% больше.

Из всей рыбы, потребляемой россиянами, 79,4% обеспечивается отечественной продукцией, хотя в 2013 г. этот процент составлял 78,%. В розничной торговле доля импортной рыбы и водных биоресурсов составляет всего 35%.

Уровень добычи рыбы в России в 2015 г. повысился на 5%, а на Камчатке и на все 40%, по сравнению с результатами 2014 г.

Необходимо отметить, что на Сахалине и Курилах сейчас наблюдается снижение количества выловленной рыбы из-за низкого подхода лосося. На 12 августа 2015 г. было выловлено около 40 тыс. т рыбы против 80 тыс. в 2014 г.

Кроме этого, как было отмечено на парламентских слушаниях 09.11.2015 г. на тему «Совершенствование законодательной базы как основы государственного регулирования рыбохозяйственной отрасли в целях обеспечения национальной безопасности», окончательная цена на рыбную продукцию формируется не за счет маржи рыбодобытчиков, а за счет больших надбавок в оптовом и розничном звеньях торговли. Также остановились на мерах совершенствования законодательства в рыбной отрасли. Предполагается, что это будут меры, направленные на устранение административных барьеров и повышение налогооблагаемой базы, а также меры, которые будут способствовать переориентации прав на добычу водных биоресурсов от недобросовестных пользователей в сторону добросовестных юридических лиц, осуществляющих добычу. На это направлены разработанные предложения по устранению так называемых квотных рантье, а также механизм по изъятию долей квот у предприятий, находящихся под контролем иностранных инвесторов без соответствующего разрешения [8].

В свете этих решений Правительство Камчатского края и рыбохозяйственные предприятия, несмотря ни на что, продолжают совместную работу по обеспечению камчатцев качественной рыбной продукцией по доступным ценам.

Так, руководителями отраслевых предприятий и ассоциаций при непосредственном взаимодействии с органами государственной власти Камчатки в 2014 г. принят ряд решений по недопущению роста розничных цен на рыбную продукцию, а также по обеспечению жителей края рыбной продукцией в необходимом объеме [9].

В указанных целях, а также целях создания реальной альтернативы торговым предприятиям-посредникам, реализующим продукцию по завышенным ценам, за последний год на территории края открыты торговые точки по продаже рыбопродукции собственного производства. К ним относятся [10]:

- ООО Артель «Народы Севера» – район п. Моховая;
- ООО «РПЗ Сокра» (группа компаний «41 регион») – оптово-розничный магазин – г. Елизово;
- группа компаний «41 регион» – специализированный рыбный магазин – г. Елизово.

Почти через двадцать лет в крае в 2014 г. вновь открыт и начал работать специализированный магазин «Океан».

ОАО «Океанрыбфлот» обещает продавать сельдь для камчатцев по ценам на 20% ниже оптовых цен, по которым продукция реализуется в столице Приморья. А продаваться рыба будет через сеть камчатских товаропроизводителей с минимальной наценкой, чтобы итоговая цена была доступной для жителей края. За период 2014–2015 гг. на полуострове создано 20 торговых точек, где рыбную продукцию камчатских предприятий можно приобрести по ценам производителей. В ближайшее время еще две торговые точки планируется открыть в г. Елизове, и рассматривается возможность установки дополнительных нестационарных объектов торговли свежей рыбой, что и позволит скорректировать ценообразование.

Рост цен на рыбу мороженую неразделанную, произведенную одним из лидеров – рыболовецким колхозом им. В.И. Ленина, – по результатам проверок в настоящее время не зафиксирован, и они остаются на прежнем уровне. Нарушений порядка ценообразования на производимую другими предприятиями края продукцию не установлено, фактов ценового сговора и навязывания дискриминационных условий в ходе проверки также не выявлено. Оснований для принятия мер реагирования в отношении вышеуказанных предприятий края в части формирования ими отпускных цен в настоящее время не имеется [11].

В заключении данного исследования необходимо отметить, что создание условий для эффективной деятельности хозяйствующих субъектов рыбохозяйственного комплекса Камчатского края положительно отражается на развитии среди них конкуренции и в итоге на ценообразовании, что может послужить положительным примером для других регионов Дальнего Востока и предприятий рыбной отрасли страны.

Литература

1. О Программе развития конкуренции в Камчатском крае на 2010–2015 годы. Рыбохозяйственный комплекс [Электронный ресурс]: Постановление Правительства Камчатского края от 23.07.2010 № 326-П. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/469303924> (дата обращения 19.09.2015).
2. Почти вся рыба, выловленная на Камчатке, в связи с санкциями идет на российский рынок [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv_din&mcont=5828&menu=4&menu2=0&id=169 (дата обращения 30.09.2015).
3. Экспорт рыбы и морепродуктов за I полугодие 2015 года [Электронный ресурс]. – URL: http://kamstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kamstat/ru/statistics (дата обращения 11.11.2015).
4. Средние контрактные цены на экспортируемую продукцию [Электронный ресурс]. – URL: http://kamstat.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_ts/kamstat/ru/statistics/ (дата обращения 17.10.2015).
5. Анализ продукции по видам [Электронный ресурс]. – URL: <http://kamchatskayaryba.ru/2012/analiz-produkcii-po-vidam.htm> (дата обращения 22.10.2015).
6. Ценовой беспредел: есть ли картельный сговор в рыбной отрасли? / Александр Тимофеев [Электронный ресурс]. – URL: // <http://www.iarex.ru/articles/51462.html> (дата обращения 31.11.2015).
7. Виной всему продуктовое эмбарго [Электронный ресурс]. – URL: <http://deita.ru/news/deyta-fish/13.08.2015/4948453-v-rossii-budut-menshe-est-rybu> (дата обращения 06.11.2015).
8. Совершенствование законодательной базы как основы государственного регулирования рыбохозяйственной отрасли в целях обеспечения национальной безопасности [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rusfishing.ru/newsfishworld/5565-09112015-okonchatelnaya-cena-na-rybnuyu-produkcii.htm> (дата обращения 17.11.2015).
9. Камчатские товаропроизводители не повышали отпускные цены [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ilovekamchatka.ru/index.php?showtopic=3303&page=2> (дата обращения 28.11.2015).
10. Рыбохозяйственный комплекс. Информация о состоянии рыбохозяйственного комплекса Камчатского края [Электронный ресурс]. – URL: <http://krkk.pro/investitsionnyy-klimat.html> (дата обращения 03.12.2015).
11. Меры реагирования на формирование отпускных цен рыбоперерабатывающими предприятиями [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kamchatka.gov.ru/?cont=oiv_din&mcont=5828&menu=4&menu2=0&id=169 (дата обращения 04.12.2015).

Информация об авторе Information about author

Попова Светлана Александровна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры экономики и управления; kaf508@yandex.ru

Popova Svetlana Aleksandrovna – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Senior tutor of Economy and management chair; kaf508@yandex.ru

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;
- аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- социально-экономическое развитие регионов.

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале.

Журнал публикует статьи на русском языке.

Направление рукописей

Рукописи статей с анкетами-заявками на опубликование в бумажном и электронном виде направляются в редакцию по адресам: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35, «Вестник КамчатГТУ», e-mail: vestnik@kamchatgtu.ru.

Распечатанные рукописи должны быть тщательно выверены и обязательно подписаны всеми авторами на обороте последнего листа. Название файла должно соответствовать фамилии автора статьи.

К рукописи должны быть приложены:

- анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией (Приложение 1);
- разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации (для внешних авторов);
- акт экспертизы / экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации;
- согласие автора о передаче права на публикацию рукописи и распространение в российских и международных электронных базах данных (Приложение 2).

Рецензирование рукописей

Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам. Рукописи авторам не возвращаются.

Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

Копии рецензий представляются в Министерство науки и образования РФ при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса.

Опубликование рукописей

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Вне очереди принимаются к опубликованию рукописи статей аспирантов, завершающих обучение в аспирантуре, и лиц, выходящих на защиту диссертации.

Преимущественное право опубликования в журнале имеют рукописи статей, включающие результаты научных исследований в области рыбного хозяйства.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

Приложение 1

Анкета-заявка

Полные Ф.И.О.	На русском и английском языках
Название статьи	На русском и английском языках
Ученая степень	На русском и английском языках
Ученое звание	На русском и английском языках
Должность (с указанием структурного подразделения)	На русском и английском языках
Место работы	На русском и английском языках
Адрес места работы (обязательно указать индекс)	На русском и английском языках
Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.)	На русском и английском языках
Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)	
Адрес электронной почты (e-mail)	

Приложение 2

Согласие автора о передаче права на публикацию рукописи в научном журнале «Вестник Камчатского государственного технического университета» и распространение в российских и международных электронных базах данных

Я, нижеподписавшийся, _____
(Ф., И., О. автора)

автор рукописи _____

(название рукописи)

передаю на безвозмездной основе редакции научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» неисключительное право на опубликование этой рукописи статьи (далее – Произведение) в печатной и электронной версиях научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета», а также на распространение Произведения путем размещения его электронной копии в базе данных «Научная электронная библиотека» («НЭБ»), представленной в виде информационного ресурса сети Интернет elibrary.ru. Территория, на которой допускается использование вышеуказанных прав на Произведение, не ограничена.

Я подтверждаю, что указанное Произведение нигде ранее не было опубликовано.

Я подтверждаю, что данная публикация не нарушает авторские права других лиц или организаций.

С правилами представления статей в редакцию научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» согласен / согласна.

наименование
организации

должность

дата

подпись

расшифровка
подписи

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Объем. Объем рукописи статьи до 24 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы.

Рекомендуемая структура. Введение (состояние проблемы, задачи исследования). Основная часть (постановка задачи, материалы и методы, результаты и обсуждение). Заключение (итоги, обобщения, выводы).

Правила набора. Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11, абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал – 1,0. Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм.

Начало статьи:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – на русском языке указываются имена, отчества (инициалы), фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирным шрифтом, с указанием индексов, соответствующих индексам, присвоенным организациям, где работают авторы) (шрифт 11);
- ниже под номерами в виде индексов указываются полные наименования организаций, где работают авторы, а также названия городов и почтовые индексы (шрифт 10, курсив, выравнивание по центру);
- ниже указывается электронный адрес автора для переписки (шрифт 10, курсив);
- через один междустрочный интервал – название статьи на русском языке прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации (≈150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – информация на английском языке: выровненное по ширине название статьи строчными полужирными буквами, имена, отчества (инициалы), фамилии авторов с такими же номерами в виде индексов, присвоенных организациям, где работают авторы, как и в варианте на русском языке, а также полные названия организаций, где работают авторы, названия городов и почтовые индексы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через два междустрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

Образец оформления начала статьи

УДК 519.6:550.38

О.В. Мандрикова^{1,2}, И.С. Соловьёв^{1,2}

¹Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 684034
e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные ло-

кальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, магнитные бури, геомагнитные данные.

O.V. Mandrikova^{1, 2}, I.S. Solovyev^{1, 2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 684034)
Characteristic diurnal constituent and local features in geomagnetic signal extraction method

The article proposes a new wavelet-based method, which allows to distinguish characteristic constituent and local features during magnetic storms in geomagnetic signal in an automatic mode. The local features carry substantial information about the intensity and the dynamic of the development of the geomagnetic perturbations; it allows us to detect sudden commencement because it could be an indicator of onset of the geomagnetic storm. The distinguished characteristic diurnal constituent of the geomagnetic signal describes the field variations in quiet time and its essential changes in periods of increasing geomagnetic activity. The method has been successfully tested on the model signals and the Earth's magnetic field data obtained at the observatory «Paratunka» (village Paratunka, Kamchatka region, Far East of Russia).

Key words: wavelet transform, magnetic storm, geomagnetic data.

Рисунки. Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже 9 кеглем и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Образец оформления рисунков

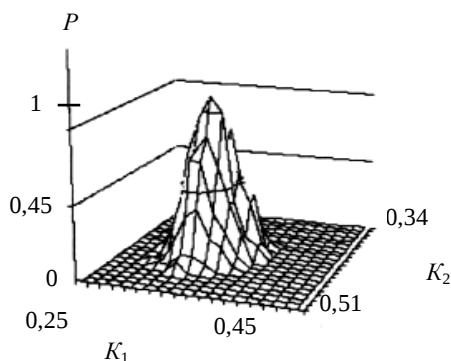


Рис. 3. Функция $P(K1, K2)$ вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

Очевидно, что вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция $p(K1, K2)$ близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве $K1, K2$ в каждой его точке необходимо вычислить значение P – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции $p(K1, K2)$ к сумме значений $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$.

Определив таким образом функцию $P(K1, K2)$ и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например, $P > 0,95$), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров $K1, K2$. Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$ в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих $K1$ и $K2$ как функции y_j .

Формулы. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы, на которые есть в тексте, нумеруются, и ссылки на них приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик $K1_j = f(K2_j)$ учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям $y_j^H(x)$.

Таблицы. Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, превалировали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов
во флоре Авачинской губы в различные периоды**

Группы видов	1970 г.		1991 г.		1999 г.	
	Количество видов	%	Количество видов	%	Количество видов	%
Массовые	54	32,7	35	22,15	24	23,3
Частые	46	27,9	36	22,8	6	5,8
Редкие	38	23,0	35	22,15	33	32,1
Единичные	27	16,4	52	32,9	40	38,8
Всего	165	100	158	100	103	100

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

Ссылки. Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Примеры: [1–7] или [1, с. 20] при ссылке на конкретный фрагмент документа или при использовании прямой цитаты.

Список литературы. Список используемых источников приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи и составляется в порядке упоминания источника в статье. Оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Книга одного, двух, трех авторов:

Гришаева Л.И., Цурикова Л.В. Введение в теорию межкультурной коммуникации: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. – М.: Academia, 2006. – 123 с. (Высшее профессиональное образование. Языкознание).

Книга, имеющая более трех авторов:

Методы анализа и обработки сложных геофизических сигналов: моногр. / О.В. Мандрикова, В.В. Геппенер, Д.М. Клионский, А.В. Экало. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 258 с.

Сборники трудов:

Россия и мир: гуманитар. проблемы: межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций. – 2004. – Вып. 8. – С. 145.

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. – 350 с.

Материалы конференций:

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 230 с.

Статьи из журналов, сборников, материалов конференций:

Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 1. – С. 80–86.

Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.

Авторефераты, диссертации:

Горовая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона: дис.... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Официальные документы:

О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

Патенты:

Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Архивные документы:

Гребеничиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. – Ф. 41. – Ед. хр. 45. – Л. 1–10.

Электронные ресурсы:

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. – 2007. – № 1. – URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

Паринов С.И., Ляпунов В.М., Пузырев Р.Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. – 2003. – Т. 6, вып. 1. – URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.11.2006).

Авилова Л.И. Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс]: состояние проблемы и перспективы исследований // Вести. РФФИ. – 1997. – № 2. – URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

Управление Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций по Камчатскому краю
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ТУ 41-00167 от 07 декабря 2011 года

Главный редактор И.Г. Проценко
Научный редактор Н.Г. Ключкова

Редактор О.В. Ольхина
Технический редактор О.А. Лыгина
Верстка, оригинал-макет О.А. Лыгина

Адрес редакции, издателя, типографии:

683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
Тел. (4152) 300–953. Факс (4152) 42-05-01
E-mail: kamchatgtu@kamchatgtu.ru
www.kamchatgtu.ru

Дата выхода в свет 30.12.2015 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 14,97. Уч.-изд. л. 15,33. Усл. печ. л. 15,35
Тираж 500 экз. Заказ № 249

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»