

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



Научный
журнал

Основан в 2002 г.

16+

ВЫПУСК

41

2017

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский

ISSN 2079-0333

ВЕСТНИК Камчатского государственного технического университета



**Научный
журнал**

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

**Журнал включен в действующий Перечень рецензируемых научных изданий (ВАК РФ).
Информация о включении журнала представлена на официальном сайте ВАК
(<http://vak.ed.gov.ru>)**

**Journal is included in List of peer-reviewed publications (State Commission
for Academic Degrees and Titles of the Russian Federation).
Information on including is available on the official website of State Commission
for Academic Degrees and Titles (<http://vak.ed.gov.ru>)**

**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

41

2017

Петропавловск-Камчатский

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Клочкова Н.Г. (главный редактор)	доктор биологических наук, директор центра научного образования, научных и инновационных проектов Камчатского государственного технического университета
Токарева Г.А. (научный редактор)	доктор филологических наук, доцент, профессор кафедры истории и философии Камчатского государственного технического университета
Ольхина О.В. (ответственный секретарь)	заведующая издательством Камчатского государственного технического университета
Белавина О.А. (технический секретарь)	специалист по научно-технической информации 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 безопасности и качества морского растительного сырья Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра
Карпенко В.И.	доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Ким Г.Х.	доктор философии биологии (Ph.D.), профессор, заведующий лабораторией альгологии Национального университета Конджу (Республика Корея)
Клочкова Т.А.	кандидат биологических наук, доктор философии биологии (Ph.D.), доцент кафедры экологии и природопользования Камчатского государственного технического университета
Короченцев В.И.	доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой приборостроения Дальневосточного федерального университета
Левков С.А.	доктор социологических наук, ректор Камчатского государственного технического 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 систем управления 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
Растамханова Л.Н.	доктор экономических наук, доцент, генеральный директор ООО «Управляющая компания «Региональная академия системных технологий и амплификационного мышления»
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

Klochkova N.G. (Editor-in-chief)	Doctor of Biological Sciences, Director of Centre for Scientific Education, Research and Innovation Projects of Kamchatka State Technical University
Tokareva G.A. (Scientific Editor)	Doctor of Philological Sciences, Docent, Professor of History and Philosophy Chair of Kamchatka State Technical University
Olkhina O.V. (Executive Secretary)	Head of Publishing House of Kamchatka State Technical University
Belavina O.A. (Technical Secretary)	Specialist in Technical and Scientific Information of Science and Innovation Department
Adamov N.A.	Doctor of Economic Sciences, Professor, General Director of JSC "Scientific Research Institute of Economics and Organization of Maintenance Supply", member of CEO
Dyakov Y. P.	Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher of Marine Biological Resources Department of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
Kadnikova I.A.	Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of Seaweed Raw Material Safety and Quality Laboratory of Pacific Scientific Research Fisheries Centre
Karpenko V.I.	Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair of Kamchatka State Technical University
Kim G.H.	Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.), Professor, Head of Phycology Laboratory of Kongju National University (South Korea)
Klochkova T.A.	Candidate of Biological Sciences, Doctor of Philosophy in Biology (Ph.D.), Associate Professor of Ecology and Nature Management Chair of Kamchatka State Technical University
Korochentzev V.I.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Head of Instrumentation Chair of Far Eastern Federal University
Levkov S.A.	Doctor of Sociological Sciences, Rector of Kamchatka State Technical University
Lobkov E.G.	Doctor of Biological Sciences, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair of Kamchatka State Technical University
Mandrikova O.V.	Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of Information and Telecommunication Systems and Technologies Chair of Belgorod State National Research University
Prihodko Y.V.	Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Plant-Based Foodstuffs and Technology of Living Systems Chair of Far Eastern Federal University
Rastamkhanova L.N.	Doctor of Economic Sciences, Docent, General Director of LLC "Management company 'Regional Academy of System Technologies and Amplification Thinking'"
Shvetsov V.A.	Doctor of Chemical Sciences, Docent, Professor of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair of Kamchatka State Technical University
Shevtsov B.M.	Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor, Director of Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Бровкин А.Е., Потапов В.В.

Очистка природных вод от цветности и мутности с применением нанофильтрационных мембран 6

Мандрикова О.В., Полозов Ю.А., Фетисова Н.В.

Анализ ионосферных параметров в программной системе «Аугога» 15

Шунькин Д.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Пахомова В.В.

Разработка методических приемов для контроля качества капелей и определения квалификации операторов массового пробирного анализа 26

Быков Д.Е., Макарова Н.В., Демидова А.В., Еремеева Н.Б.

Комбинационный подход к разработке биоразлагаемой съедобной пленки на основе яблочного пюре 33

Кустова И.А., Макарова Н.В., Стулин В.В.

Многокритериальная оптимизация процесса экстракции выжимок винограда с максимальным антиоксидантным действием 40

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Крымов В.Г., Вершинин С.И., Тлецерук И.Р., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Максим Е.А., Мачнева Н.Л., Перепелица И.А.

Некоторые результаты наблюдения динамики изменения соотношения полов в отходе у осетровых и их гибридных форм при изменении плотности посадки в процессе индустриального товарного выращивания на базе установок замкнутого водоиспользования (УЗВ) 49

Панина Е.Г., Степанов В.Г., Санамян Н.П., Санамян К.Э.

Морские ежи и голотурии острова Матуа (Курильские острова) 62

Санамян К.Э., Санамян Н.П., Панина Е.Г.

Первые сведения о фауне губок (тип Porifera) прибрежных вод острова Матуа (средние Курильские острова) 72

Серёдкин И.В., Пачковский Д., Ликок В.Б., Жаков В.В.,

Никаноров А.П., Лисицын Д.В.

Основные морфометрические характеристики бурых медведей на Камчатке и Сахалине 83

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Куракин В.И., Казанцева С.М., Шеломенцев В.В.

Оценка возможностей реализации стратегии инновационного развития России 93

Михайлова Е.Г.

Проблемы оценки эффективности основных фондов в рыбохозяйственном комплексе 100

Погорелов А.Р., Вовженяк И.С., Лозовская С.А.

Природно-рекреационный потенциал Камчатского края 110

Рудич С.Б.

Актуализация понятия «Региональная инновационная система» 117

Contents

SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

Brovkin A.E., Potapov V.V. Cleaning of natural water from color and turbidity using nanofiltration membranes.....	6
Mandrikova O.V., Polozov Y.A., Fetisova N.V. Analysis of ionospheric parameters by the software system “Aurora”	15
Shunkin D.V., Shvetsov V.A., Belavina O.A., Pakhomova V.V. Development of procedures to control cupel quality and to assess qualification of routine assay analysis operators	26
Bykov D.E., Makarova N.V., Demidova A.V., Ereemeeva N.B. Combinational approach to the development of biodegradable edible film based on applesauce	33
Kustova I.A., Makarova N.V., Stulin V.V. Multi-criteria optimization of grape pomace extraction with maximum antioxidant effect	40

SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

Krymov V.G., Vershinin S.I., Tletseruk I.R., Yurina N.A., Yurin D.A., Maxim E.A., Machneva H.L., Perepelitsa I.A. Some results of monitoring the dynamics of changes in the sex ratio in waste of sturgeon and their hybrid forms when changing stocking density in the process of industrial commercial growing on the basis of closed water supply installations (CWSI).....	49
Panina E.G., Stepanov V.G., Sanamyan N.P., Sanamyan K.E. Sea urchins and sea cucumbers from Matua Island (Kuril Islands)	62
Sanamyan K.E., Sanamyan N.P., Panina E.G. First information on the fauna of sponges (Porifera) of coastal waters around Matua Island (Middle Kuril Islands).....	72
Seryodkin I.V., Paczkowski J., Leacock W.B., Zhakov V.V., Nikanorov A.P., Lisitsyn D.V. Main morphometric characteristics of brown bears in Kamchatka and Sakhalin	83

SECTION III. ECONOMICAL SCIENCES

Kurakin V.I., Kazantseva S.M., Shelomentsev V.V. Assessment of potential for the strategy of Russia's innovative development.....	93
Mikhaylova E.G. Problems of efficiency estimation of fixed assets in the fishery complex	100
Pogorelov A.R., Vovzhenyak I.S., Lozovskaya S.A. Natural-recreational potential of the Kamchatka region	110
Rudich S.B. Actualization of the concept “Regional innovation system”	117

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК628.16.067.1

А.Е. Бровкин, В.В. Потапов

**ОЧИСТКА ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ЦВЕТНОСТИ И МУТНОСТИ
С ПРИМЕНЕНИЕМ НАНОФИЛЬТРАЦИОННЫХ МЕМБРАН**

Проведены эксперименты по определению проницаемости, селективной способности по цветности и селективности по мутности нанофильтрационной мембраны. В диапазоне давления исходной воды перед нанофильтрационной мембраной 0,26–0,44 МПа и при температуре воды 21°C расход фильтрата находится в диапазоне 0,175–0,434 м³/ч, проницаемость – 0,022–0,055 м³/м²·ч. При фильтрации природной воды из поверхностного источника Крутоберегово-1 Петропавловска-Камчатского через нанофильтрационный мембранный элемент при температуре воды 8–11°C селективная способность по цветности составила 73–93%, селективность по мутности – 100%.

Ключевые слова: мембранное фильтрование, нанофильтрационная мембрана, селективность нанофильтрационной мембраны, селективная способность по цветности нанофильтрационной мембраны, проницаемость нанофильтрационной мембраны.

A.E. Brovkin, V.V. Potapov

**CLEANING OF NATURAL WATER FROM COLOR AND TURBIDITY
USING NANOFILTRATION MEMBRANES**

The experiments to determine permeability, selectivity for color and for turbidity of the nanofiltration membrane were carried out. In the range of initial water pressure in front of the nanofiltration membrane of 0,26–0,44 MPa and the water temperature of 21°C, the filtrate flow is in the range of 0,175–0,434 m³ / h, the permeability is 0,022–0,055 m³/m²·h. When filtering the natural water from the surface source of Krutoberegovo-1 in Petropavlovsk-Kamchatsky through a nanofiltration membrane element at the water temperature of 8–11°C, the selectivity for color was 73–93%, the selectivity for turbidity was 100%.

Key words: membrane filtration, nanofiltration membrane, selectivity of nanofiltration membrane, selectivity for color of nanofiltration membrane, permeability of nanofiltration membrane.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-6-14

Введение

Мембранная фильтрация – один из перспективных способов очистки природных вод. Ее основные преимущества – небольшие размер и вес мембранных элементов, простота обслуживания, высокий уровень автоматизации, энергоэффективность. В настоящее время данный тип фильтров находит все большее применение в различных регионах нашей страны и за рубежом [1–4].

Одним из самых современных методов мембранной очистки является нанофильтрация. В ее основе заложен баромембранный процесс на пористых заряженных мембранах.

Основными отличительными признаками нанофильтрации являются:

- высокая водопроницаемость при малых давлениях из-за большого размера пор;
- применение заряженных мембран;
- высокая селективность по многозарядным ионам при низкой (20–60%) селективности по NaCl.

В области очистки природных вод нанофильтрационные мембраны (НФМ) в основном применяют для обезжелезивания, умягчения, ликвидации пестицидов и уменьшения цветности воды [5].

Основные преимущества НФМ:

– высокая эффективность при удалении в природных водах цветности (на 70–95%), окисляемости (на 50–80%), солей жесткости (на 50–80%). Эти показатели позволяют применять НФМ для очистки любых вод, кроме морской, вплоть до питьевого качества. При этом в достаточном объеме удается сохранить хлориды и гидрокарбонаты, что повышает качество воды для питьевых нужд;

– высокая эффективность НФМ при удалении бактерий и вирусов, микрзагрязнений и хлорорганики. Это позволяет существенно снижать дозу хлора при последующей дезинфекции;

– сравнительно высокий КПД установок водоподготовки (для вод из поверхностных источников, как правило, на уровне 80–85% в условиях одноступенчатой двухкаскадной схемы);

– небольшое потребление ингибиторов солеотложения приводит к сокращению эксплуатационных затрат и снижению себестоимости обработанной воды.

Основные недостатки НФМ:

– непредсказуемость в реальных условиях эксплуатации солевого состава пермеата фильтрационной установки. Из-за этого необходимо проводить пилотные испытания на стадии проектирования, если требуется предоставить гарантии потребителю;

– возможность применения только тангенциального режима фильтрования ввиду низкой проницаемости этих мембран, поскольку их композиционная структура не позволяет производить обратную промывку.

Все НФМ изготавливаются из органических полимеров и разделяются по составу и способу изготовления на два основных типа: изготовленные непосредственно из ионогенного полимера и изготовленные путем химической модификации незагрязненной мембраны [5, 6].

В настоящее время в мире НФМ активно применяются в очистке воды для питьевого водоснабжения. В качестве примеров можно привести станции водоочистки в Париже производительностью 5800 м³/ч и Норвегии производительностью 600 м³/ч [6].

Несмотря на возрастающую потребность в воде высокого качества для хозяйственно-питьевых и промышленных нужд, в Камчатском крае, как и на территории Российской Федерации, мембранные методы, так же, как и коагулянты-флокулянты нового поколения, не получили широкого распространения в практике водоподготовки. Основные причины – недостаточность последовательного изучения физико-химических процессов коагуляции-флокуляции и фильтрования через мембранный слой примесных частиц различных по размерам, концентрации и химическому составу на макро- и микроуровне, в том числе с образованием гелевого слоя на наружной поверхности мембран. Значительное отставание отечественной промышленности в этой области объясняется отсутствием опытно-промышленной базы для разработки аппаратов и оборудования для этих процессов и почти полным отсутствием химико-технологических производств самих мембран. Данная работа является продолжением наших исследований, направленных на поиск оптимальной технологической схемы с применением коагулянтов, флокулянтов и мембранного фильтрования [7]. В ней представлены гидродинамические характеристики проницаемости, селективной способности по цветности и мутности образца нанофильтрационной мембраны при фильтровании природной воды поверхностного источника и сопоставление с результатами нашего предыдущего исследования процессов микро- и ультрафильтрации [7].

Материалы и методы

Для проведения опыта по фильтрованию был использован нанофильтрационный мембранный элемент марки CSM NE 4040–70 с параметрами, приведенными в табл. 1 [8].

Таблица 1

Основные параметры нанофильтрационного мембранного элемента марки CSM NE 4040–70

Длина картриджа, мм	Диаметр картриджа, мм	Площадь фильтрующего слоя, м ²	Диапазон пределов отсеивания частиц мембраной по размерам, мкм	Диапазон пределов отсеивания частиц мембраной по массе, кДа
1016	102	7,9	0,0005–0,001	0,4–1

Мембраны CSM производит южнокорейская фирма Woongjin Chemical [9]. Внешний вид и схема работы нанофильтрационного мембранного элемента марки CSM NE 4040–70 приведены на рис. 1 и 2 [10].



Рис. 1. Внешний вид нанофильтрационного мембранного элемента CSM NE 4040–70, применявшегося при экспериментах по очистке природных вод от цветности и мутности:
а – внешний корпус; б – мембранный элемент

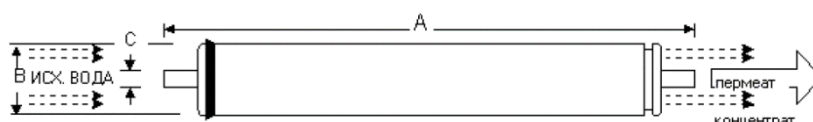


Рис. 2. Схема работы нанофильтрационного мембранного элемента CSM NE 4040–70
($A = 1016$ мм; $B = 102$ мм; $C = 19,1$ мм)

Природная вода для фильтрации получена из поверхностного источника – водозабора Крутобереговый-1 Петропавловск-Камчатского городского округа. В предыдущих исследованиях определялась молекулярная масса воды данного источника, составившая 8–10 кДа [7]. Предел отсечения мембраны составляет 0,4–1 кДа (табл. 1), что позволяет эффективно применять для очистки от цветности в местных условиях эксплуатации. При проведении опытов по фильтрованию анализы состава исходной воды, фильтрата и концентрата производились в лаборатории КГУП «Камчатский водоканал».

Результаты и обсуждение

Проводились эксперименты по определению характеристик НФМ, входящих в число наиболее важных в условиях реальной эксплуатации [11]. Эксперименты проводились на опытной установке в лабораторных условиях. Схема установки показана на рис. 3.

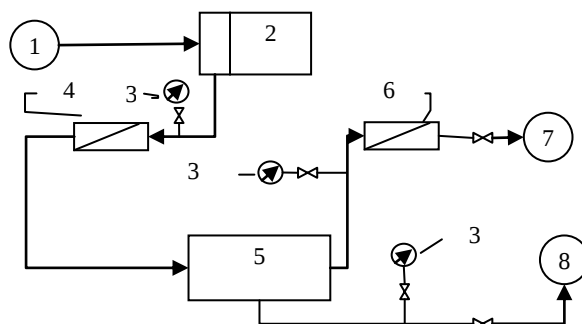


Рис. 3. Схема лабораторной установки для фильтрации воды с нанофильтрационным мембранным элементом:

1 – бак исходной воды; 2 – насос центробежного типа; 3 – манометр;
4 – прибор учета исходной воды; 5 – нанофильтрационный мембранный элемент;
6 – прибор учета фильтрата; 7 – приемный бак фильтрата; 8 – приемный бак концентрата

Перед началом опытов производилась предварительная фильтрация исходной воды.

Селективность (или коэффициент задержания растворенного вещества) определяется соотношением [10]:

$$R = (1 - c''/c') \cdot 100\%, \quad (1)$$

где c' и c'' – концентрации растворенного вещества в исходном растворе и фильтрате (мг/л).

Селективная способность нанофильтрационной мембраны по цветности $\mathcal{E}_c$ определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_c = ((C_1 - C_2) / C_1) \cdot 100\%, \quad (2)$$

где C_1 и C_2 – цветность воды до и после фильтрования (градус).

Проницаемость мембраны определяется по формуле [3]:

$$J = \Delta q / S \Delta t, \quad (3)$$

где Δq – объем фильтрата, прошедшего через мембрану (м^3); S – площадь мембраны (м^2); Δt – время получения фильтрата объемом Δq (ч).

Удельная проницаемость мембраны определяется по формуле [12]:

$$J_p = J / \Delta P, \quad (4)$$

где ΔP – перепад давления на мембранном слое (МПа).

Описание и результаты эксперимента по определению проницаемости НФМ

Основные данные по эксперименту:

- температура воды + 21°C;
- для стабилизации потока воды при изменении параметров давления между замерами выдерживалось время – 5 мин;
- регулирование режимов на этапах опыта производилось вентилем на сбросной трубе концентрата (рис. 3).

Результаты опытов приведены в табл. 2. Расчет проницаемости и константы проницаемости производился по формулам (3) и (4).

Таблица 2

Результаты эксперимента по определению проницаемости НФМ

№ этапа	Абсолютное давление, МПа			Перепад давления на мембранном слое $\Delta P=P_1-P_2$, МПа	Потери напора в осевом направлении $\Delta P_{oc}=P_1-P_3$, МПа	Расходы						Проницаемость J , $\text{м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}$	Удельная проницаемость J_p , $\text{м}^3/\text{м}^2\cdot\text{ч}\cdot\text{МПа}$
	Исходной воды P_1	Фильтрата P_2	Концентрата P_3			Фильтрат (чистая)			Концентрат				
						Δt , с	Δq , л	$Q_{\text{ф}}=\Delta q / \Delta t$, $\text{м}^3/\text{ч}$	Время t , с	Объем V , л	$Q_{\text{к}}=V/t\cdot\text{м}^3/\text{ч}$		
1	0,26	0,1	0,13	0,16	0,13	20,6	1	0,175	21,2	10	1,698	0,022	0,14
2	0,28	0,1	0,17	0,18	0,11	18,3	1	0,197	22,4	10	1,607	0,025	0,14
3	0,3	0,1	0,21	0,2	0,09	16	1	0,225	25,5	10	1,412	0,028	0,14
4	0,32	0,1	0,28	0,22	0,04	13,5	1	0,267	29	10	1,241	0,034	0,15
5	0,34	0,1	0,29	0,24	0,05	12,7	1	0,283	35,5	10	1,014	0,036	0,15
6	0,35	0,1	0,31	0,25	0,04	12,3	1	0,293	38,5	10	0,935	0,037	0,15
7	0,36	0,1	0,33	0,26	0,03	11,3	1	0,319	44,8	10	0,804	0,040	0,16
8	0,38	0,1	0,38	0,28	0,01	10,2	1	0,353	58,5	10	0,615	0,045	0,16
9	0,4	0,1	0,39	0,3	0,01	9,5	1	0,379	88	10	0,409	0,048	0,16
10	0,42	0,1	0,42	0,32	0	8,9	1	0,404	182	10	0,198	0,051	0,16
11	0,43	0,1	0,43	0,33	0	8,3	1	0,434	0	10	0,000	0,055	0,16

Графики зависимостей величин по табл. 2 показаны на рис. 4.

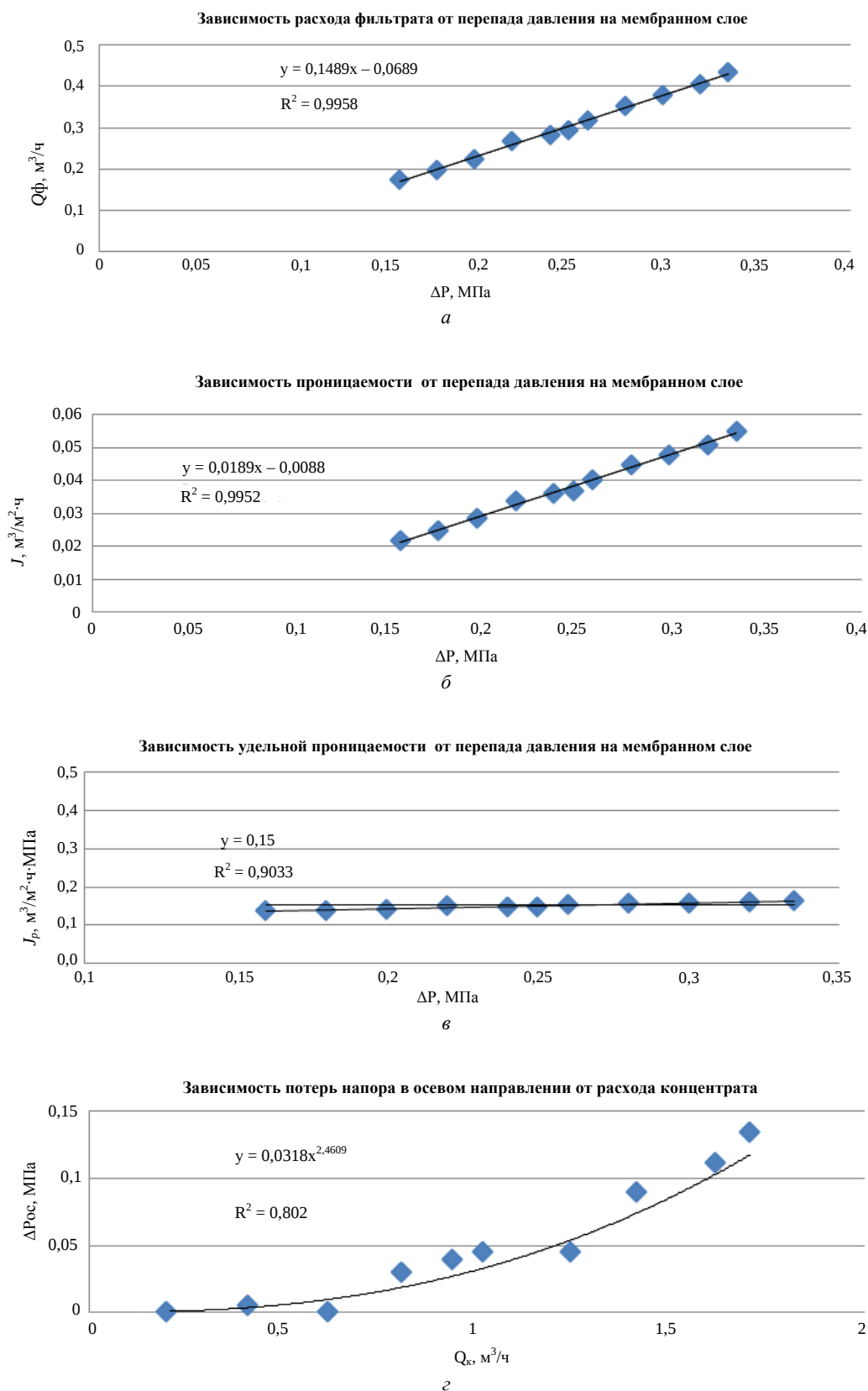


Рис. 4. Показатели нанофильтрационного мембранного элемента CSM NE 4040-70:
 а – зависимость расхода фильтрата от перепада давления на мембранном слое;
 б – зависимость производительности от перепада давления на мембранном слое;
 в – зависимость проницаемости от перепада давления на мембранном слое (константа проницаемости);
 г – зависимость потерь напора в осевом направлении от расхода концентрата

Описание и результаты эксперимента по фильтрованию природной воды через НФМ при цветности 33 градуса и мутности 2,2 мг/дм³

Основные данные:

- общий объем фильтруемой воды 108 л;
- скорость фильтрования (расход фильтрата) 0,07 л/с, или 0,252 м³/ч;
- абсолютное давление на входе в фильтр $P_1 = 0,45$ МПа;
- режим фильтрования – тупиковый;
- температура воды определялась непосредственно в процессе опытов.

Данные по составу воды приведены в табл. 3.

Таблица 3

Состав исходной воды и фильтрата (температура воды 8°C)

Место отбора	Температура, °C	Цветность, градус	Мутность, мг/дм ³	Щелочность, мг-экв/л	pH
Исходная вода	8	33	2,2	0,84	6,84
Фильтрат	9	7	<0,29	0,91	6,85

Определение селективной способности по цветности, селективности по мутности и проницаемости НФМ при цветности 33 градуса и мутности 2,2 мг/дм³

Результаты расчетов селективной способности по цветности и селективности по мутности по формулам (1) и (2) приведены в табл. 4.

Таблица 4

Результаты экспериментов по определению эффективности НФМ при цветности 33 градуса, мутности 2,2 мг/дм³, температуре 8°C

Цветность, градус		Мутность, мг/дм ³		Селективная способность по цветности $\mathcal{E}_c, \%$	Селективность по мутности $R_m, \%$
Начальная C_1	После фильтрования C_2	Начальная c'_m	После фильтрования c''_m		
33	7	2,2	<0,29	78,79	100

По формуле (3) определили проницаемость НФМ: $J = 0,032$ м³/м²·ч.

Внешний вид проб воды до и после фильтрования приведен на рис. 5.



Рис. 5. Внешний вид проб воды до и после фильтрования при цветности 33 градуса и мутности 2,2 мг/дм³:
1 – проба исходной воды;
2 – проба фильтрата

Описание и результаты эксперимента по фильтрованию природной воды через НФМ при цветности 58 градусов и мутности 17,3 мг/дм³

Проводился эксперимент по фильтрованию природной воды повышенной цветности и мутности при различном перепаде давления на мембранном слое. Цветность воды – 58 градусов, мутность – 17,3 мг/дм³. Температура исходной воды 11°C, фильтрата – 12°C.

Регулирование режимов на этапах эксперимента производилось вентилем на сбросной трубе концентрата (рис. 3).

Рабочие параметры процесса указаны в табл. 5. Сравнение данных по проницаемости НФМ, полученных в результате опытов при различных температурах воды, приведены в табл. 6. Проницаемость нанофильтрационного мембранного элемента определили по формуле (3).

Таблица 5

Основные параметры процесса фильтрации природной воды через НФМ при цветности 58 градусов, мутности 17,3 мг/дм³, температуре 11°С

№ опыта	Положение вентили концентрата	Объем фильтруемой природной воды, л	Объем фильтрата воды, л	Абсолютное давление, МПа			Расход фильтрата $Q_{\text{ф}}$, м ³ /ч	Проницаемость J , м ³ /м ² ·ч
				Исходной воды (P_1)	Фильтрата (P_2)	Концентрата (P_3)		
1	Полностью закрыт	87	87	0,46	0,1	0,46	0,3	0,038
2	Открыт 50%	90	21	0,4	0,1	0,38	0,152	0,02
3	Открыт 90%	90	12	0,3	0,1	0,23	0,144	0,018

Таблица 6

Сравнение данных по проницаемости НФМ, полученных в результате опытов при различных температурах воды

Абсолютное давление исходной воды (P_1), МПа	Температура, °С	Расход фильтрата $Q_{\text{ф}}$, м ³ /ч	Проницаемость J , м ³ /м ² ·ч
0,43–0,46	8	0,252	0,032
	11	0,3	0,038
	21	0,434	0,055
0,4	11	0,152	0,02
	21	0,379	0,048
0,3	11	0,144	0,018
	21	0,225	0,028

При анализе полученных результатов, указанных в табл. 6 и на рис. 6 (при тупиковом режиме фильтрации – диапазоне абсолютного давления исходной воды 0,43–0,46 МПа), наблюдается потеря проницаемости мембраны в размере 3,2–3,1% на 1°С снижения температуры фильтруемой воды вследствие повышения вязкости.



Рис. 6. Зависимость проницаемости НФМ от температуры фильтруемой воды при тупиковом режиме фильтрации

Определение селективной способности по цветности и селективности по мутности НФМ при цветности 33 градуса и мутности 2,2 мг/дм³

Данные по составу воды приведены в табл. 7. Результаты расчетов селективной способности по цветности и селективности по мутности по формулам (1) и (2) приведены в табл. 8.

Таблица 7

Состав исходной воды и фильтрата (температура воды 11°C)

№ пробы	Место отбора*	Температура, °C	Цветность, градус	Мутность, мг/дм ³	Запах при 20/60°C	pH
1	Исходная вода	11	58	17,3	0	6,74
2	Эксперимент № 1	11	5	<0,29	0	6,88
3	Эксперимент № 2	11	5	<0,29	0	6,91
4	Эксперимент № 3	11	4	<0,29	0	6,90

*Номера опытов соответствуют табл. 5.

Таблица 8

Результаты экспериментов по нанофильтрации при цветности 58 градусов, мутности 17,3 мг/дм³, температуре 11°C

№ эксперимента	Параметры воды		Цветность, градус		Мутность, мг/дм ³		Селективная способность по цветности $\mathcal{E}_c$, %	Селективность по мутности R_m , %
	Температура T , °C	pH		После фильтрования C_2	Начальная c'_m	После фильтрования c''_m		
1	11	6,88	58	5	17,3	<0,29	92	100
2	11	6,91	58	5	17,3	<0,29	92	100
3	11	6,90	58	4	17,3	<0,29	93	100

По данным в табл. 6 наблюдается резкое снижение проницаемости при снижении давления фильтруемой воды. В то же время при сравнении данных табл. 6–8 видно, что температура воды несущественно влияет на селективную способность по цветности и селективность по мутности НФМ.

Внешний вид проб воды до и после фильтрования приведен на рис. 7.



Рис. 7. Внешний вид проб воды до и после фильтрования при цветности 58 градуса и мутности 17,3 мг/дм³:

1 – проба исходной воды; 2 – проба после эксперимента № 1; 3 – проба после эксперимента № 2;
4 – проба после эксперимента № 3

Выводы

1. В результате проведенного эксперимента по определению проницаемости установлено, что в диапазоне давления исходной воды перед фильтром 0,26–0,43 МПа расход фильтрата линейно зависит от перепада давления на мембранном слое и находится в диапазоне 0,175–0,434 м³/ч, производительность – 0,022–0,055 м³/м²·ч (при температуре воды 21°C). Установлена зависимость расхода концентрата от перепада давления в осевом направлении.

2. При температуре исходной воды 8–11°C селективная способность по цветности составила 73–93%, селективность по мутности – 100%. Эти высокие показатели характеризуют нанофильтрацию как эффективный метод для очистки природных вод от цветности и мутности. Селективная способность нанофильтрационных мембран существенно выше, чем у микро- и ультрафильтрационных мембран, при этом проницаемость сопоставима с ультрафильтрационными мембранами [7]. Удержание примесных частиц нанофильтрационной мембраны происходит без участия гелевого слоя, как в случае микрофильтрационных и ультрафильтрационных мембран, что позволяет рассматривать их применение для очистки воды от цветности и мутности без предварительного ввода коагулянтов-флокулянтов.

3. Наблюдается потеря проницаемости мембраны в размере 3,2–3,1% на 1°C снижения температуры фильтруемой воды вследствие повышения вязкости жидкости. Изменение температуры фильтруемой воды существенного влияния на селективную способность по цветности и селективность по мутности нанофильтрационной мембраны не оказало.

Литература

1. Хванг С.-Т., Каммермейер К. Мембранные процессы разделения: пер. с англ. / под ред. проф. Дытнерского Ю.И. – М.: Химия, 1981. – 464 с.
2. Френкель В.С. Мембранные технологии: прошлое, настоящее и будущее (на примере Северной Америки) // Водоснабжение и санитарная техника. – 2010. – № 8. – С. 48–55.
3. Технологии мембранного разделения в промышленной водоподготовке / А.А. Пантелеев, Б.Е. Рябчиков, О.В. Хоружий и др. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 429 с.
4. Дзюбенко В.Г., Кондрашев А.С. Мембранные технологии в программе «Чистая вода» // Водоснабжение и канализация. – 2012. – № 1–2. – С. 41–46.
5. MembraneEngineeringSystems [Электронный ресурс]. – URL: <http://me-system.ru> (дата обращения: 19.02.2017).
6. Органические полимерные мембраны [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.mediana-filter.ru> (дата обращения: 17.02.2017).
7. Потапов В.В., Бровкин А.Е., Мангазеев А.В. Мембранная очистка природной воды от цветности и мутности // Водоочистка, водоподготовка, водоснабжение. – 2016. – № 12. – С. 46–53.
8. Каталог фирмы aqua-trading. Системы водоснабжения и водоотведения [Электронный ресурс]. – URL: <http://aqua-trading.ru> (дата обращения: 17.02.2017).
9. ToraymembraneEurope. Промышленные мембраны для обратного осмоса [Электронный ресурс]. – URL: <http://membranes.com.ua> (дата обращения: 17.02.2017).
10. Первая мембранная компания ПМК [Электронный ресурс]. – URL: <http://osmos-membrana.ru> (дата обращения: 17.02.2017).
11. Водоподготовка: справочник / под ред. д.т.н., действительного члена Академии промышленной экологии С.Е. Беликова. – М.: Аква-Терм, 2007. – 240 с.
12. Мулдер М. Введение в мембранную технологию: пер. с англ. – М.: Мир, 1999. – 513 с.

Информация об авторах Information about the authors

Бровкин Алексей Евгеньевич – Государственное унитарное предприятие Камчатского края «Камчатский водоканал»; 683009, Россия, Петропавловск-Камчатский; мастер водопроводных сетей; brovkin120371@mail.ru

Brovkin Aleksey Evgenevich – Kamchatka State Unitary Enterprise “Kamchatsky Vodokanal”; 683009, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Foreman of Water Supply System; brovkin120371@mail.ru

Потапов Вадим Владимирович – Научно-исследовательский геотехнологический центр (НИГТЦ) ДВО РАН; 683014, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук, профессор, заведующий лабораторией химии кремнезема в современных геотермальных процессах; vadim_p@inbox.ru

Potapov Vadim Vadimovich – Research Geotechnological Centre FEB RAS; 683014, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Silica Chemistry in Modern Hydrothermal Processes Laboratory; vadim_p@inbox.ru

УДК 519.6:551.510.413.5:550.388

О.В. Мандрикова, Ю.А. Полозов, Н.В. Фетисова**АНАЛИЗ ИОНОСФЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ
В ПРОГРАММНОЙ СИСТЕМЕ «AURORA»**

В работе представлены методы моделирования и анализа ионосферных параметров, реализованные в программной системе комплексного анализа геофизических параметров «Aurora». Методы позволяют анализировать характерные изменения параметров ионосферы и выделять аномальные особенности в периоды ионосферных возмущений. Параметры реализующих алгоритмов адаптированы для анализа данных ионосферы станции «Паратунка» (Камчатка), а также, по результатам оценок (анализировались данные станций Якутск, Гакона и др.), методы могут быть применены для области средних широт. Система реализована в открытом доступе (<http://aurorasa.ikir.ru:8580>).

Исследования выполнены за счет средств Российского научного фонда, Проект № 14-11-00194.

Ключевые слова: ионосфера, программная система, анализ данных, аномалии.

O.V. Mandrikova, Y.A. Polozov, N.V. Fetisova**ANALYSIS OF IONOSPHERIC PARAMETERS BY
THE SOFTWARE SYSTEM “AURORA”**

The paper presents the methods of modeling and analysis of ionospheric parameters realized in the program system of complex analysis of geophysical parameters “Aurora”. The methods allow to analyze characteristic changes in the ionospheric parameters and allocate anomalous features during the periods of ionospheric disturbances. The algorithm parameters are adapted for analyzing the ionospheric data of the Paratunka station (Kamchatka) and based on the results of estimates (station data of Yakutsk, Gakona, etc. were analyzed). The methods can be applied for the mid-latitude region. The system is implemented in the public domain (<http://aurorasa.ikir.ru:8580>).

The research was supported by RSF Grant, project № 14-11-00194.

Key words: ionosphere, software system, data analysis, anomalies.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-15-25

Введение

Область исследования относится к проблематике теории обработки прямых экспериментальных данных и связана с мониторингом и прогнозом состояния околоземного пространства. В настоящее время сформированы и обеспечены средствами первичной обработки и обновления базы данных различных геофизических параметров (National Geophysical Data Center; MAGBAT; SuperMAG), но вопросы создания эффективных методов анализа данных, содержательной интерпретации получаемых результатов и их соответствия модельным построениям остаются во многом открытыми. Влияние солнечной активности на магнитосферу и ионосферу Земли носит сложный характер, многие аспекты которого до сих пор недостаточно изучены. На фоне солнечных вспышек и магнитных бурь в ионосфере формируются наиболее сильные и сложные ионосферные возмущения (неоднородности). Они проявляются в виде значительного изменения концентрации электронов по отношению к характерному (спокойному) уровню и находят отражение в регистрируемых параметрах ионосферы [1–5]. В данной работе рассматриваются разработанные авторами методы и вычислительные алгоритмы по обработке ионосферных данных и выделению ионосферных неоднородностей. Созданные на их основе и представленные в статье программные средства апробированы с использованием ионосферных данных цепочки станций ИКИР ДВО РАН, расположенной на северо-востоке России.

Задачам мониторинга состояния ионосферы и выделения ионосферных неоднородностей посвящено большое количество исследований [1–15]. Международным стандартом модели ио-

ионосферы Земли является эмпирическая справочная ИРИ модель [6–9], которая основана на широком диапазоне наземных и космических данных. Ее точность для оценки параметров существенно зависит от наличия качественных регистрируемых данных для конкретного региона, а также от уровня солнечной активности и убывает с ростом последней [4, 6–9]. Поскольку эмпирическая модель ИРИ позволяет рассчитать среднемесячные значения данных параметров ионосферы в спокойных условиях, то ее применение в задачах выделения ионосферных возмущений не эффективно [4, 6]. Новые разработки эмпирических моделей, основанные на нейронных сетях, позволяют по сравнению с моделью ИРИ существенно повысить качество прогноза, легко реализуемы в автоматическом режиме и являются достаточно гибкими [4, 5, 10, 11, 13, 15]. Но эти модели относятся к классу моделей «черного ящика» и для описания признакового пространства требуют длинных обучающих выборок с качественными данными, поэтому они склонны к переобучению и могут показывать непредсказуемые результаты в случае сильно зашумленных данных на входе системы. Также для функционирования нейросетевых систем в режиме реального времени (или близком к нему) необходима оперативная информация о комплексе геофизических параметров, что не всегда реализуемо [4, 5]. Авторами Э.Л. Афраймовичем, Н.П. Переваловой, Е.А. Косогооровым [1, 3, 12] разработана технология, а также создан программный комплекс глобального детектирования и мониторинга ионосферных возмущений естественного и техногенного происхождения (солнечные вспышки и затмения, геомагнитные возмущения, землетрясения, запуски ракет, промышленные взрывы и т. д.) на основе измерений ПЭС, регистрируемых с помощью сигналов навигационной системы GPS. Как отмечают сами авторы, погрешность метода существенно возрастает в периоды ионосферных возмущений [1]. Также результаты детектирования ионосферных неоднородностей зависят от выбора параметров сети наземных приемников GPS/ГЛОНАСС (пространственное и временное разрешение, чувствительность). Эти параметры оказывают влияние на тип выделенных неоднородностей (крупномасштабные, среднемасштабные, мелкомасштабные и т. д.), которые могут быть зарегистрированы определенной сетью [3]. Поэтому точность и эффективность описанных методов во многом зависит от наличия надежных и качественных исторических ионосферных данных и определяется наличием оперативных геофизических параметров, определяющих состояние околоземного космического пространства.

Представленные в данной статье методы основаны на комплексном подходе, который объединяет классические методы и современные подходы в области распознавания образов, искусственного интеллекта, а также информационных технологий и систем. Методы реализованы в программной системе комплексного анализа геофизических параметров «Aurora», представленной в открытом доступе по адресу <http://aurorasa.ikir.ru:8580> (зеркало сайта – <http://aurorasa2.ikir.ru:8580>). Анализ параметров ионосферы выполняется на основе разработанной авторами многокомпонентной модели (МКМ) [13, 14]. МКМ позволяет изучать характерные суточные и сезонные изменения ионосферного процесса и выделять аномалии, которые могут возникать в периоды повышенной солнечной и геомагнитной активности, а также в периоды сейсмических событий на Камчатке. Построение МКМ, подробно описанное в работах [13, 14], основано на совместном применении методов вейвлет-преобразования с классическими авторегрессионными моделями (модели АРПСС). Поскольку МКМ теоретически обоснована [16], ее преимуществом является возможность получать упрежденные данные с заданной доверительной вероятностью. Также методы АРПСС, лежащие в основе МКМ, позволяют получать достаточно точные оценки параметров при наличии ограниченных выборок. Выполненное в работе [13] сравнение МКМ параметров с ИРИ моделью показало, что МКМ позволяет более точно оценить упрежденные данные, особенно в период максимума солнечной активности, что доказывает эффективность предлагаемого подхода.

Другой подход, реализованный в ионосферной компоненте программной системы «Aurora», основан на совмещении вейвлет-преобразования и нейронных сетей. На основе предварительной обработки ионосферных данных вейвлетами подавляется шумовая составляющая, что позволяет повысить эффективность работы нейронных сетей при выделении ионосферных неоднородностей [15]. Для более детального изучения динамики ионосферных параметров в программной системе «Aurora» используются вычислительные решения, основанные на непрерывном вейвлет-преобразовании [13]. Применение непрерывного вейвлет-преобразования позволяет выделять разномасштабные аномалии в ионосфере и оценивать их моменты возникновения, временную длительность и интенсивность.

Методы анализа параметров ионосферы, реализованные в системе «Aurora»

1. Моделирование временного хода параметров ионосферы на основе МКМ

Для моделирования параметров ионосферы в системе «Аурога» выполняются следующие операции:

1.1. На основе кратномасштабных вейвлет-разложений (КМА) [13, 17, 18] временной ряд f_0F2 представляется в виде компонент:

$$f(t) = \sum_k c_{-3,k} \phi_{-3,k}(t) + \sum_k d_{-3,k} \Psi_{-3,k}(t) + e(t) = f_1(t) + f_2(t) + e(t), \quad (1)$$

где $c_{-3,k} = \langle f, \phi_{-3,k} \rangle$, $\phi_{-3,k}(t) = 2^{-3/2} \phi(2^{-3}t - k)$, ϕ – скэйлинг-функция; $d_{-3,k} = \langle f, \Psi_{-3,k} \rangle$, $\Psi_{-3,k}(t) = 2^{-3/2} \Psi(2^{-3}t - k)$, Ψ – базисный вейвлет; $j = -3$ соответствует 3-му уровню вейвлет-разложения (уровень разложения определялся на основе алгоритма [13]); $e(t)$ – шум.

Для разложения (1) используется ортонормированный вейвлет-базис Добеши порядка 3 (определен путем минимизации погрешности аппроксимации) [13].

1.2. На основе методов АРПСС [16] выполняется моделирование компонент $f_1(t)$ и $f_2(t)$ (см. соотн. (1)):

$$f_1(t) = \sum_{k=1, N_3^\mu} s_{3,k}^1 \phi_{-3,k}(t), \quad f_2(t) = \sum_{k=1, N_3^\mu} s_{3,k}^2 \Psi_{-3,k}(t), \quad (2)$$

где $s_{3,k}^\mu = \sum_{l=1}^{p_3^\mu} \gamma_{3,l}^\mu \omega_{3,k-l}^\mu + e_{3,k}^\mu$ – оценочное значение μ -й компоненты ($\mu=1,2$); p_3^μ , $\gamma_{3,l}^\mu$ – порядок и параметры авторегрессии μ -й компоненты; $\omega_{3,k}^\mu = \nabla \beta_{3,k}^\mu$, $\beta_{3,k}^1 = c_{-3,k}$, $\beta_{3,k}^2 = d_{-3,k}$, $e_{3,k}^\mu$ – остаточные ошибки модели μ -й компоненты, определяемые как разность между фактическими и модельными значениями, N_3^μ – длина μ -й компоненты.

При построении и оценке параметров моделей компонент $f_1(t)$ и $f_2(t)$ использовались исторические часовые данные f_0F2 станции «Паратунка» (Камчатка, ИКИР ДВО РАН) за период 1968–2013 г. (для получения значений f_0F2 с ионограмм применялась работа операторов). На этапе идентификации МКМ учитывалась зависимость параметров ионосферы от сезонного хода солнечного излучения, уровня солнечной активности (СА), а также геомагнитной активности. С целью получения моделей, описывающих характерные вариации параметров ионосферы, в оценках использовались данные за временные интервалы относительно спокойного геомагнитного поля (суммарный за сутки K -индекс не превышал значение 24), не содержащие сильных сейсмических событий на Камчатке (интервалы, в которые отсутствовали землетрясения с энергетическим классом $K_s \geq 12$, произошедшие от станции ионосферного зондирования в радиусе до 300 км). Оценка параметров моделей выполнялась отдельно для высокого и низкого уровней СА, которые оценивались по среднемесячным значениям радиоизлучения на длине волны $f_{10.7}$ (если значение $f_{10.7} < 100$ – активность была принята за низкую, в противном случае активность считалась высокой) и для разных сезонов. В системе «Аурога» моделирование данных f_0F2 выполняется для зимнего (высокая и низкая СА) и летнего (высокая и низкая СА) сезона. Используются следующие модели:

– для зимнего сезона (для высокой и низкой СА):

$$s_{3,k}^1 = -0.62 \cdot \omega_{3,k-1}^1 - 0.63 \cdot \omega_{3,k-2}^1 + 0.36 \cdot \omega_{3,k-3}^1 + e_{3,k}^1(t), \quad s_{3,k}^2 = -0.97 \cdot \omega_{3,k-1}^2 - 0.93 \cdot \omega_{3,k-2}^2 + e_{3,k}^2(t),$$

– для летнего сезона для высокой СА:

$$s_{3,k}^1 = -0.50 \cdot \omega_{3,k-1}^1 - 0.58 \cdot \omega_{3,k-2}^1 + e_{3,k}^1(t); \quad s_{3,k}^2 = -0.88 \cdot \omega_{3,k-1}^2 - 0.80 \cdot \omega_{3,k-2}^2 + e_{3,k}^2(t),$$

– для летнего сезона для низкой СА:

$$s_{3,k}^1 = -0.83 \cdot \omega_{3,k-1}^1 - 0.73 \cdot \omega_{3,k-2}^1 + e_{3,k}^1(t), \quad s_{3,k}^2 = -0.95 \cdot \omega_{3,k-1}^2 - 0.86 \cdot \omega_{3,k-2}^2 + e_{3,k}^2(t),$$

где $s_{3,k}^1$ – оценочное значение компоненты $f_1(t)$, $s_{3,k}^2$ – оценочное значение компоненты $f_2(t)$.

1.3. Модели (см. соотн. (2)) описывают характерные вариации ионосферных параметров, в периоды аномальных изменений ошибки моделей возрастают. Поэтому их обнаружение реализуется в программной системе на основе оценки получаемых ошибок моделей:

$$\varepsilon_{\mu} = \sum_{q=1}^{Q_{\mu}} |e_{-3,k+q}^{\mu}| > T_{\mu}, \quad (3)$$

$$e_{-3,k+q}^{\mu} = s_{-3,k+q}^{\mu, \text{факт}} - s_{-3,k+q}^{\mu, \text{модель}}, \quad (4)$$

где $e_{-3,k+q}^{\mu}$ – остаточные ошибки модели μ -й компоненты в точке $k+q$, $\mu=1,2$, q – шаг упреждения данных, Q_{μ} – длина упреждения данных на основе модели μ -й компоненты, T_{μ} – пороговое значение μ -й компоненты, определяющее наличие аномалии, которое для станции «Паратунка» (Камчатка) составляет:

1) для зимнего сезона – $T_1=1.37/1.22$ (высокая/низкая СА), $T_2=0.97/0.73$ (высокая/низкая СА);

2) для летнего сезона – $T_1=1.60/1.30$ (высокая/низкая СА), $T_2=0.88/0.80$ (высокая/низкая СА).

1.4. В программе выполняется вейвлет-восстановление моделей компонент $f_1(t) = \sum_{k=1, N_3^{\mu}} s_{3,k}^1 \phi_{-3,k}(t)$, $f_2(t) = \sum_{k=1, N_3^{\mu}} s_{3,k}^2 \Psi_{-3,k}(t)$ до исходного разрешения $j=0$:

$$f_1^0(t) = \sum_k s_{0,k}^1 \phi_{0,k}(t), \quad f_2^0(t) = \sum_k s_{0,k}^2 \Psi_{0,k}(t),$$

где $s_{0,k}^{\mu} = \langle f_{\mu}, b_{0,k}^{\mu} \rangle$, $\mu=1,2$, $b_{3,k}^1 = \phi_{-3,k}$ – масштабирующая функция, $b_{3,k}^2 = \Psi_{-3,k}$ – вейвлет-базис.

Ошибки МКМ, полученные после вейвлет-восстановления, определяются из соотношения:

$$E_{U_0} = \frac{1}{U_0} \sum_{\mu=1,2} \sum_{k=1}^{U_0} (e_{0,k+q}^{\mu}(t))^2,$$

где U_0 – длина временного окна наблюдения для разрешения $j=0$ (в программе задается пользователем на основе параметра «Окно для расчета ошибки»).

На рис. 1 представлены результаты анализа данных f_0F2 станции «Паратунка», выполненного на основе применения МКМ. В анализируемый период (30.05.2013–04.06.2013 г.) во время магнитной бури, произошедшей 1 июня 2013 г., в данных f_0F2 отмечены аномальные изменения, о чем свидетельствует значительное (СКО составило 2,5 для компоненты $f_1(t)$ и 4,5 для компоненты $f_2(t)$) повышение ошибок МКМ.

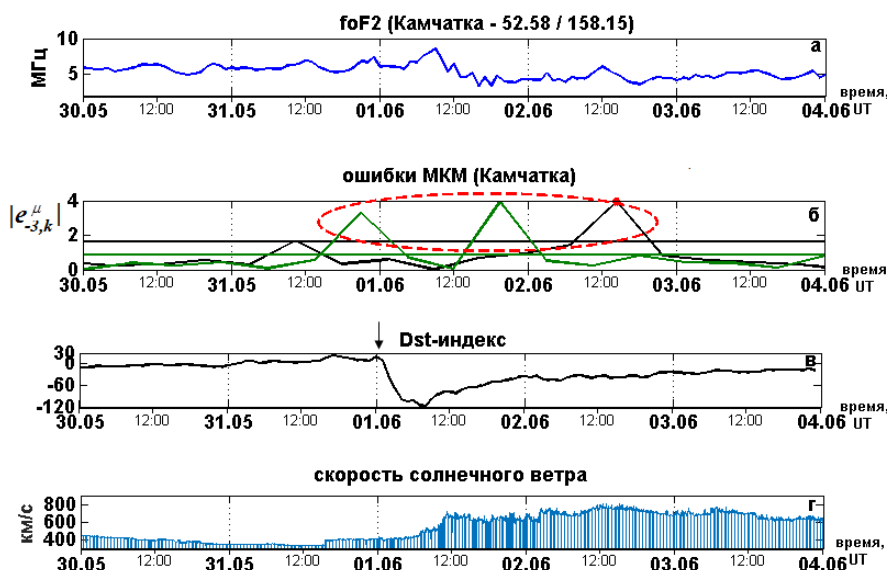


Рис. 1. Применение МКМ в период магнитной бури 1 июня 2013 г. (Камчатка, время UT):
а – f_0F2 ; б – ошибки МКМ (черным – компонента $f_1(t)$, зеленым – компонента $f_2(t)$) и их стандартные отклонения; в – Dst-индекс геомагнитной активности; г – скорость солнечного ветра.
На графике б пунктиром отмечено возрастание ошибок МКМ в период магнитной бури, на графике в стрелкой отмечено начало магнитной бури

2. Аппроксимация ионосферных данных на основе вейвлет-преобразования и нейронных сетей

Аппроксимация временного хода параметров ионосферы в системе «Аугога» выполняется на основе следующих операций:

2.1. На основе КМА временной ряд данных представляется в виде компонент $f_1(t)$ и $f_2(t)$ (см. соотн. (1)).

2.2. Используя обратное вейвлет-преобразование [18] выполняется восстановление исходного разрешения $j=0$ для компоненты $f_1(t) = \sum_k c_{-3,k} \phi_{-3,k}(t)$:

$$f_1^0(t) = \sum_k c_{0,k} \phi_{0,k}(t),$$

где $c_{0,k} = \langle f_1, \phi_{0,k} \rangle$, $\phi_{0,k}(t) = \phi(t-k)$. На основе предварительно обученных нейронных сетей (НС) выполняется моделирование компоненты $f_1^0(t)$.

Для обучения НС использовались часовые значения f_0F2 за период 1968–2010 гг. (для получения значений f_0F2 с ионограмм применялась работа операторов, данные, имеющие значительные пропуски, не использовались в обучении, незначительные пропуски заполнялись медианными значениями, рассчитанными для соответствующего часа). С целью аппроксимации характерного хода f_0F2 при обучении НС использовались данные за периоды, в которые отсутствовали сильные магнитные возмущения и сейсмическая активность на Камчатке; построение НС выполнялось отдельно для разных сезонов и разных уровней солнечной активности (см. п. 1.2). Использовались НС переменной структуры [19], применение которых позволяет построить архитектуру сети адаптивно решаемой задачи. Критерием качества обучения НС являлось условие:

$$E_A = \sqrt{e_A^2(l)} < \varepsilon_A,$$

где $\varepsilon_A > 0$ – заданное маленькое значение, $e_A(l) = \hat{c}_{0,l} - c_{0,l}$ – ошибка НС в момент времени l , $c_{0,l}$ – желаемое, $\hat{c}_{0,l}$ – действительное выходное значение НС. На этапе обучения НС с целью поиска глобального экстремума детально изучалась поверхность функции ошибок (назначались различные начальные значения весовых коэффициентов, смещений и изменялись параметры алгоритма обучения).

Построенные НС выполняют упреждение данных на основе следующего преобразования:

$$c_{-3,k+1}(t) = \phi_3 \left(\sum_i \omega_{ij} \phi_2 \left(\sum_q \omega_{qi} \phi_1 \left(\sum_k \omega_{kq} c_{-3,k}(t) \right) \right) \right),$$

где ω_{kq} – весовые коэффициенты нейрона q входного слоя сети, ω_{qi} – весовые коэффициенты нейрона i скрытого слоя сети, ω_{ij} – весовые коэффициенты нейрона j выходного слоя,

$\phi_1(z) = \phi_2(z) = \frac{1}{1 + \exp(-z)}$, $\phi_3(z) = a * z + b$. Архитектура построенных НС представлена на рис. 2.

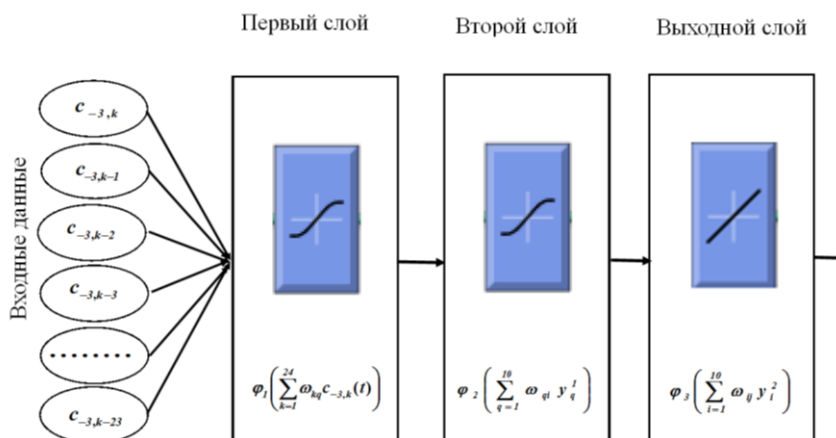


Рис. 2. Архитектура нейронной сети

2.3. Обученная НС позволяет воспроизводить характерный временной ход данных. Поэтому операция выделения аномальных изменений может быть основана на анализе ошибок НС $e_A(l)$ (см. п. 3.3).

На рис. 3. показаны результаты аппроксимации временного хода данных f_0F2 на основе НС в период магнитной бури 17 марта 2013 г. Ошибки НС не превышают значения 0.18 в периоды спокойной геомагнитной обстановки (рис. 3, графики *c, d*). В период магнитной бури ошибки НС значительно возрастают, что свидетельствует о нарушении характерного хода параметров ионосферы (рис. 3, графики *c, d*).

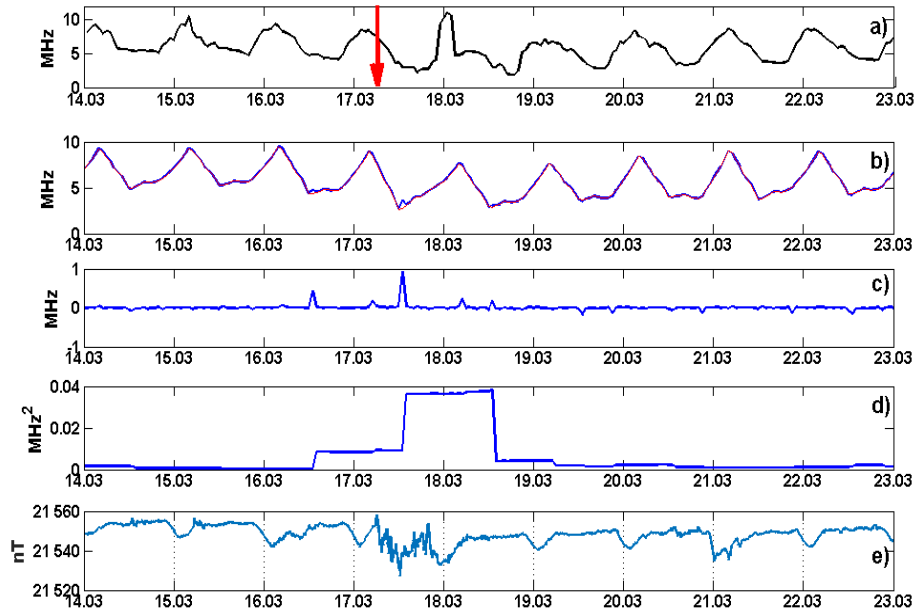


Рис. 3. Результаты аппроксимации данных f_0F2 на основе НС в период 14–22 марта 2013 г.:
 а – данные f_0F2 Камчатка (Паратунка); б – выход сети (синим), аппроксимация сети (красным);
 с – ошибки нейронной сети; d – дисперсия ошибок нейронной сети; е – Н-компонента магнитного поля Земли
 (отображает состояние геомагнитного поля, регистрация – ст. Паратунка). Дисперсия ошибок
 оценивалась в скользящем временном окне, длиной 24 отсчета (соответствует суткам).
 Стрелкой отмечен момент начала магнитной бури

3. Выделение аномалий в ионосферных данных на основе непрерывного вейвлет-преобразования

Для детального анализа параметров ионосферы в системе «Аигога» используются следующие вычислительные решения:

3.1. Выполняется непрерывное вейвлет-преобразование данных:

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

где a – масштаб, Ψ – базисный вейвлет.

3.2. Для полученных вейвлет-коэффициентов $W_{\Psi} f_{b,a}$ применяется пороговая функция:

$$P_{T_a}(W_{\Psi} f_{b,a}) = \begin{cases} W_{\Psi}^+ f_{b,a}, & \text{если } (W_{\Psi} f_{b,a} - W_{\Psi} f_{b,a}^{med}) \geq T_a \\ 0, & \text{если } |W_{\Psi} f_{b,a} - W_{\Psi} f_{b,a}^{med}| < T_a \\ W_{\Psi}^- f_{b,a}, & \text{если } (W_{\Psi} f_{b,a} - W_{\Psi} f_{b,a}^{med}) \leq -T_a \end{cases}, \quad (5)$$

где порог $T_a = U * St_a$ – определяет наличие аномалии на масштабе a (наибольший возможный

масштаб разложения в программе $a_{\max} = 150$). Величина $St_a = \sqrt{\frac{1}{\Phi-1} \sum_{k=1}^{\Phi} (W_{\Psi} f_{b,a} - \overline{W_{\Psi} f_{b,a}})^2}$,

где $\overline{W_\Psi f_{b,a}}$ и $W_\Psi f_{b,a}^{med}$ – среднее значение и медиана соответственно, которые с учетом суточного хода ионосферных данных вычисляются для каждого часа в скользящем временном окне длины Φ . Значение U характеризует величину порога. Параметры Φ и U в программе определяются пользователем. Рекомендуемое значение $\Phi = 168$, что соответствует временному интервалу 7 дней. Значения параметра U для района Камчатки определены путем оценки апостериорного риска:

$2.5 \leq U \leq 3.5$ – для анализа данных в периоды высокой активности Солнца (параметр $f_{10.7} > 100$);

$1.5 \leq U \leq 2.5$ – для анализа данных в периоды низкой активности Солнца (параметр $f_{10.7} \leq 100$).

Указанные значения параметра U могут быть рекомендованы для анализа данных станций средних широт.

3.3. Для выделенных аномалий выполняется оценка их интенсивности:

$$I_b^+ = \sum_{a=1}^{a_{\max}} \frac{|P_{T_a}^+(W_\Psi f_{b,a})|}{\|P_{T_a}^+(W_\Psi f_{b,a})\|_2}, \quad (6)$$

$$I_b^- = \sum_{a=1}^{a_{\max}} \frac{|P_{T_a}^-(W_\Psi f_{b,a})|}{\|P_{T_a}^-(W_\Psi f_{b,a})\|_2}, \quad (7)$$

где $\|\cdot\|_2$ – евклидова норма, $P_{T_a}^+(W_\Psi f_{b,a}) = |P_{T_a}(W_\Psi f_{b,a})|$, при $(W_\Psi f_{b,a} - W_\Psi f_{b,a}^{med}) \geq T_a$, $P_{T_a}^-(W_\Psi f_{b,a}) = |P_{T_a}(W_\Psi f_{b,a})|$, при $(W_\Psi f_{b,a} - W_\Psi f_{b,a}^{med}) \leq -T_a$.

На рис. 4 показан пример применения описанных вычислительных решений. В анализируемый период произошла сильная магнитная буря 3–4 августа 2010 г. Накануне магнитной бури в ионосферных данных возникла многомасштабная положительная аномалия (примерно с 11.00 UT 02 августа по 10.00 UT 04 августа, положительная аномалия показана на рис. 4, *b* красным цветом). Максимальных значений интенсивности аномалия достигла в 23.00 UT 03 августа 2010 г. (см. рис. 4, *c*). В период с 11.00 по 12.00 UT 04 августа положительная аномалия сменилась отрицательной (отрицательная аномалия показана на рис. 4, *b*, *c* синим цветом). Максимальной интенсивности отрицательная аномалия достигла в 17.00 UT 04 августа и в 10.00 UT 05 августа 2010 г. (см. рис. 4, *c*).

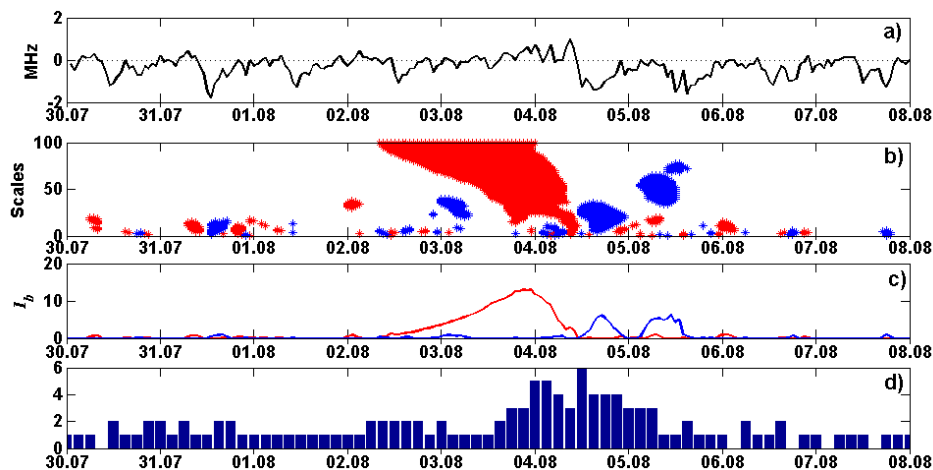


Рис. 4. Результаты обработки данных f_0F2 в период магнитной бури 3 августа 2010 г.:
a – отклонение исходных данных f_0F2 Камчатка (Паратунка) от 27-дневной скользящей медианы;
b – выделенные аномалии; *c* – интенсивность аномалий;
d – K -индекс магнитного поля Земли (Паратунка)

Описание интерфейса ионосферной компоненты системы «Aurora»

Работа с ионосферными данными выполняется с помощью набора программных модулей, интегрированных в общую систему комплексного анализа данных «Aurora». Программные модули реализуют функции по обработке ионосферных данных, описанные в п. 1–3.

Основное управляющее окно системы показано на рис. 5. Окно содержит элементы интерфейса по выполнению загрузки файлов (кнопка «Загрузить»), выводу результатов обработки на экран (кнопка «Обработать») и переходу к пошаговой инструкции для быстрого начала работы с системой (кнопка «Быстрый старт»).



Рис. 5. Управляющее окно программной системы «Aurora»

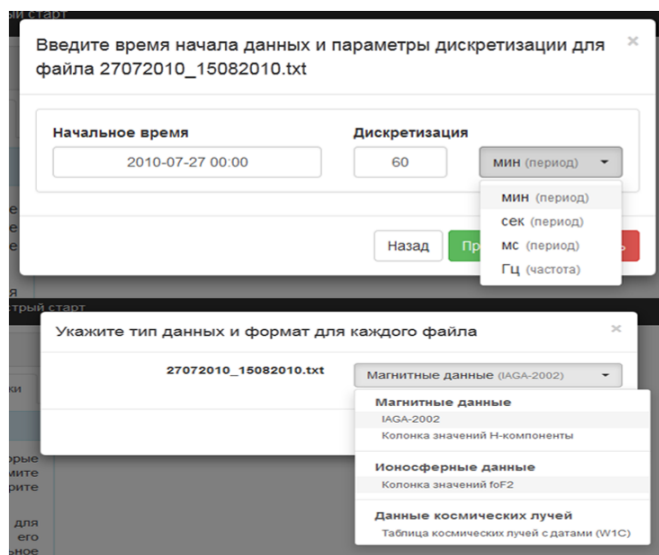


Рис. 6. Выбор типа данных в файле, задание начального времени и дискретизации

Определение типа загружаемого файла и начального времени в данных осуществляется на этапе загрузки файла (рис. 6). После загрузки файла предоставляется возможность выбора программных модулей для обработки ионосферных данных и настройки их параметров (рис. 7). По каждому модулю представлено краткое описание и пояснения для выбора параметров (рис. 7, б).

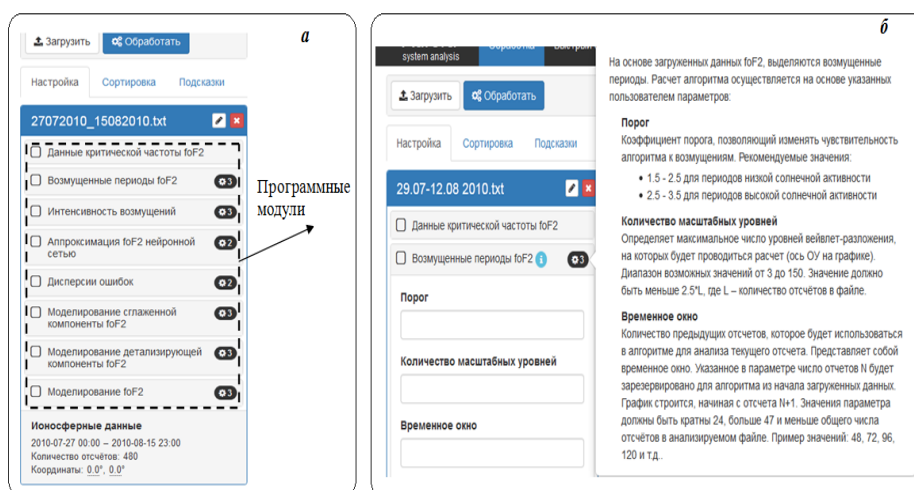


Рис. 7. Ионосферная компонента системы «Aurora»:
а – программные модули, б – настройка параметров модуля
«Возмущенные периоды f_0F_2 »

После выбора программных модулей и параметров реализующих их алгоритмов результаты обработки отображаются в графическом виде. На рис. 8, в качестве примера, показаны результаты обработки ионосферных данных в программной системе (график h приведен справочно). На графике 8, б показаны выделенные на основе операции (5) аномалии (красным – положительные; си-

ним – отрицательные), оценка интенсивности выделенных аномалий (см. рис. 8, с) выполнена на основе операций (6–7). На графиках 8, e, f красным цветом показаны ошибки компонент МКМ (см. соотн. (3), (4)), зеленым – доверительный интервал. Временные периоды, когда ошибки МКМ выходят за доверительный интервал, система отмечает как аномальные.

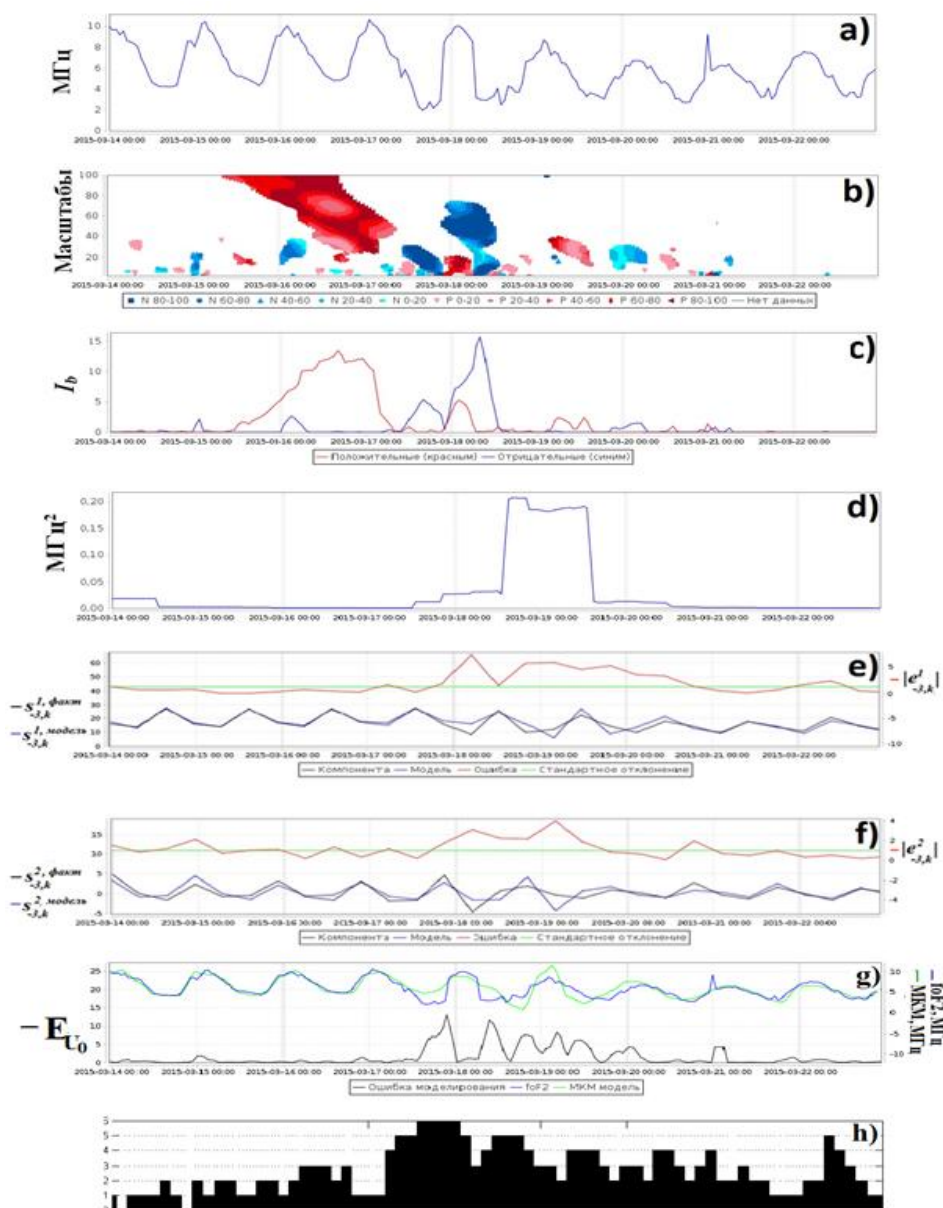


Рис. 8. Результаты обработки данных за период 14–22 марта 2015 г.:
 а – ионосферные данные; б – выделенные аномалии; с – интенсивность аномалий;
 д – дисперсия ошибок нейронной сети; е – ошибки сглаженной компоненты МКМ;
 ф – ошибки детализирующей компоненты МКМ; г – ошибки восстановленных МКМ,
 h – K-индекс магнитного поля Земли

Выводы

Представленные в статье методы анализа ионосферных параметров реализованы в ионосферной компоненте программной системы «Aurora» и доступны пользователям по адресу: <http://aurorasa.ikir.ru:8580>. В системе программно реализованы функции:

- моделирования временного хода на основе МКМ, основанного на кратномасштабных вейвлет-разложениях и методах АРПСС;
- аппроксимации ионосферных данных на основе вейвлет-преобразования и нейронных сетей;
- выделения ионосферных аномалий и оценки их интенсивности.

Параметры реализующих алгоритмов настроены на обработку данных станции «Паратунка» (53.0 СШ, 158.7 ВД). Также выполнена апробация алгоритмов и получены положительные результаты для станции «Магадан» (60.0 СШ, 151.0 ВД).

Благодарности

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-11-00194). Авторы выражают благодарность организациям, выполняющим регистрацию ионосферных и магнитных данных, которые были использованы в работе.

Литература

1. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли. – Иркутск: ГУ НУ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 с.
2. Космическая среда вокруг нас / Н.И. Будько, А.Н. Зайцев, А.Т. Карпачев, А.Н. Козлов, Б.П. Филиппов. – Троицк: ТРОВАНТ, 2005. – 232 с.
3. Перевалова Н.П. Оценка характеристик наземной сети приемников GPS/ГЛОНАСС, предназначенной для мониторинга ионосферных возмущений естественного и техногенного происхождения // Солнечно-земная физика. – 2011. – Вып. 19. – С. 124–133.
4. Nakamura M., Maruyama T., Shidama Y. Using a neural network to make operational forecasts of ionospheric variations and storms at Kokubunji, Japan // Journal of the National Institute of Information and Communications Technology. – 2009. – Vol. 56. – P. 391–406.
5. TEC prediction with neural network for equatorial latitude station in Thailand / K. Watthanasangmechai, P. Supnithi, S. Lerkvaranyu, T. Tsugawa, T. Nagatsuma, T. Maruyama // Earth Planets Space. – 2012. – Vol 64, № 6. – P. 473–483.
6. Bilitza D., Reinisch B.W. International Reference Ionosphere 2007: Improvements and new parameters // Advances in space research. – 2007. – Vol. 42. – P. 599–609.
7. Oyekola O.S., Fagundes P.R. Equatorial F2-layer variations: Comparison between F2 peak parameters at Ouagadougou with the IRI-2007 model // Earth, Planets and Space. – 2012. – Vol. 64, № 6. – P. 553–566.
8. Klimenko M.V. Numerical modeling of the global ionospheric effects of storm sequence on September 9–14, 2005–comparison with IRI model // Earth, Planets and Space. – 2012. – Vol. 64, № 6. – P. 433–440.
9. Behaviour of ionospheric magnitudes of F2 region over Tucumán during a deep solar minimum and comparison with the IRI 2012 model predictions / R.G. Ezquer, J.L. López, L.A. Scidá, M.A. Cabrera, B. Zolesi, C. Bianchi, M. Pezzopane, Zuccheretti E., Mosert M. // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2014. – Vol. 107. – P. 89–98.
10. A prediction model of short-term ionospheric foF2 based on AdaBoost / X. Zhao, B. Ning, L. Liu, G. Song // Advances in Space Research. – 2014. – Vol. 53, № 3. – P. 387–394.
11. Predicting foF2 in the China region using the neural networks improved by the genetic algorithm / R. Wang, C. Zhou, Z. Deng, B. Ni, Z. Zhao // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2013. – Vol. 92. – P. 7–17.
12. Afraymovich E.L., Kosogorov E.A., Leonovich L.A. The use of the international GPS network as the global detector (GLOBDET) simultaneously observing sudden ionospheric disturbances // Earth, Planets, and Space. – 2000. – Vol. 52, № 11. – P. 1077–1082.
13. Method for modeling of the components of ionospheric parameter time variations and detection of anomalies in the ionosphere coupling of the high and mid latitude ionosphere and its relation to geospace dynamics / O.V. Mandrikova, N.V. Fetisova, Y.A. Polozov, I.S. Solovov, M.S. Kupriyanov // Earth, Planets and Space. – 2015. – Vol. 67, № 1. – P. 131–146. DOI: 10.1186/s40623-015-0301-4.
14. Ionospheric parameter modelling and anomaly discovery by combining the wavelet transform with autoregressive models / O.V. Mandrikova, N.V. Fetisova (Glushkova), R.T. Al-Kasasbeh, D.M. Klionskiy, V.V. Geppener, M.Y. Ilyash // Annals of Geophysics. – 2015. – Vol. 58. DOI:10.4401/ag-6729.
15. Analysis of ionospheric parameters during Solar events and geomagnetic storms / Solar-Terrestrial Relations and Physics of Earthquakes Precursors / O. Mandrikova, Yu. Polozov, I. Solovov, N. Fetisova // E3S Web of Conferences. – 2016. – Vol. 11.
16. Box G., Jenkins G. Time series analysis: Forecasting and control. – San Francisco: Holden-Day, 1970. – P. 537.

17. *Mallat S.* A wavelet tour of signal processing. – London: Academic Press, 1999. – P. 671.
18. *Chui C.K.* An introduction in wavelets. – New York: Academic Press, 1992. – P. 266.
19. Нейроматематика: учеб. пособие для вузов / *Азеев А.Д., [и др.]*; общая ред. *А.И. Галушкина*. – М.: ИПРЖР, 2002. – 448 с.

Информация об авторах
Information about the authors

Мандрикова Оксана Викторовна – Камчатский государственный технический университет, 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления; Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН; 684034, Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Паратунка; заведующий лабораторией системного анализа; oksanam1@mail.ru

Mandrikova Oksana Viktorovna – Kamchatka State Technical University, 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of the Control Systems Chair; Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; 684034, Kamchatka region, Elizovsky district, Paratunka; Head of System Analysis Laboratory; oksanam1@mail.ru

Полозов Юрий Александрович – Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН; 684034, Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Паратунка; кандидат технических наук, старший научный сотрудник лаборатории системного анализа; up_agent@mail.ru

Polozov Yuri Aleksandrovich – Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; 684034 Kamchatka region, Elizovsky district, Paratunka; Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of System Analysis Laboratory; up_agent@mail.ru

Фетисова Надежда Владимировна – Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН; 684034, Россия, Камчатский край, Елизовский район, с. Паратунка; научный сотрудник лаборатории системного анализа; nv.glushkova@yandex.ru

Fetisova Nadezhda Vladimirovna – Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; 684034, Kamchatka region, Elizovsky district, Paratunka; Researcher of System Analysis Laboratory; nv.glushkova@yandex.ru

УДК 553.08

Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина, В.В. Пахомова**РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА КАПЕЛЕЙ
И ОПРЕДЕЛЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ОПЕРАТОРОВ
МАССОВОГО ПРОБИРНОГО АНАЛИЗА**

Пробирный анализ по-прежнему остается основным методом определения золота и серебра в рудах и продуктах их переработки. Основными недостатками пробирного анализа считаются: сложность освоения его операторами рутинного анализа, высокая стоимость анализа. Согласно действующим нормативным документам (НД), контроль качества работы оператора осуществляется в ходе выполнения им контрольных анализов (внутренний и внешний контроль). При этом используется дорогостоящий материал золотосодержащих государственных и отраслевых стандартных образцов (ГСО и ОСО). Однако при таком подходе снизить стоимость пробирного анализа невозможно.

В работе предложены простые методические приемы для внутреннего или внешнего контроля качества капелей и определения качества работы оператора рутинного пробирного анализа при выполнении им операций смешения компонентов шихты и купелирования свинцовых сплавов. Показано, что с помощью несложной математической обработки результатов холостых опытов оператор может оценить качество выполненных им следующих аналитических операций: смешение компонентов шихты; купелирование свинцовых сплавов. Это позволит оператору рутинного анализа без дополнительных затрат оценить свою квалификацию. Кроме того, оператор может оценить качество капелей. Выводы сделаны на основании анализа выборок результатов холостых и других опытов, выполненных в ходе рутинного анализа операторами пробирного анализа Центральной лаборатории Акционерного общества «Камчатгеология» в период с 01.11.2016 г. по 20.03.2017 г. Предлагаемые авторами методические приемы для контроля качества работы оператора пробирного анализа целесообразно использовать в производственных лабораториях.

Ключевые слова: пробирный анализ, шихта, смешение компонентов шихты, свинцовый коллектор (веркблей), купелирование веркблеев, точность результатов анализа.

D.V. Shunkin, V.A. Shvetsov, O.A. Belavina, V.V. Pakhomova**DEVELOPMENT OF PROCEDURES TO CONTROL CUPEL QUALITY
AND TO ASSESS QUALIFICATION OF ROUTINE ASSAY ANALYSIS OPERATORS**

Assay test is still the basic method for finding gold and silver in ores and products produced of them. The main disadvantages of the assay analysis are: complexity of its implementation by routine analysis operators, high cost of the analysis. Pursuant to the effective regulatory documents (RD) quality control of operator performance is conducted during performance of checkup analysis by him (internal and external control). Expensive material of auriferous state and industrial standard samples (SSS and ISS) is used for this purpose. However, it is impossible to decrease the assay analysis cost under such approach.

Simple procedures for internal or external control of cupel quality and estimation of operator performance of routine assay analysis when carrying out operations of batch mixing and lead alloy cupellation are suggested in the paper. It is demonstrated that through simple mathematical processing of blank tests results the operator can assess quality of the following analytical operations performed by him: batch mixing; lead alloy cupellation. This will help the routine analysis operator to assess his own qualification without additional costs. Moreover the operator can assess cupel quality. The conclusions are drawn on the basis of the result analysis of three selected blank tests performed during the routine analysis by the assay analysis operators of the Central laboratory of Joint-Stock Company "Kamchatgeology" for the period from 01.11.2016 to 20.03.2017. It is effectually to use the authors' procedure for quality control of assay analysis operator performance in the production laboratories.

Key words: assay analysis, batch, batch mixing, lead reservoir (lead button), lead button cupellation, precision of analysis results.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-26-32

Введение

Пробирный анализ по-прежнему остается основным методом определения золота и серебра в рудах и продуктах их переработки [1–3]. Однако пробирный анализ имеет существенные

недостатки [2]: а) высокую стоимость, б) сложность освоения его операторами рутинного анализа. В НД [3] требования к квалификации оператора сформулированы следующим образом: «к выполнению анализа... допускают лиц, имеющих высшее и среднее техническое образование, опыт работы в пробирной лаборатории. Специалист должен пройти соответствующий инструктаж, освоить метод». Но как можно убедиться в том, что оператор «освоил метод»? Предлагаются различные варианты [1, 4–6] контроля квалификации операторов. Согласно действующим НД [4–6] контроль квалификации оператора осуществляется в ходе выполнения им контрольных анализов (внутренний контроль и внешний контроль). При этом согласно [5] для контроля качества работы оператора используют материал дорогостоящих золотосодержащих ГСО и ОСО. При таком подходе снизить стоимость пробирного анализа невозможно. Авторы работ [1, 7–16] предлагают различные методические приемы, позволяющие контролировать качество работы оператора пробирного анализа при выполнении им как отдельных аналитических операций, так и анализа в целом. Применение этих методических приемов позволяет решить проблему контроля качества работы оператора и одновременно снизить стоимость анализа. В последнее время количество опубликованных работ, посвященных контролю качества работы оператора пробирного анализа, снизилось. Необходимы новые исследования, позволяющие производственным лабораториям контролировать качество работы операторов пробирного анализа без дополнительных затрат.

Цель настоящей работы – разработка простых методических приемов для контроля качества работы оператора рутинного пробирного анализа при выполнении им операций смешения компонентов шихты и купелирования свинцовых сплавов, а также разработка методики тестирования качества капелей.

Экспериментальная часть

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие активные эксперименты.

Эксперимент № 1. Сформировали три выборки результатов холостых опытов [3], выполненных в ходе рутинного анализа операторами пробирного анализа Центральной лаборатории АО «Камчатгеология» в период с 01.11.2016 г. по 20.03.2017 г. Операторы пробирного анализа выполняли холостые опыты в соответствии с НД [3]. Результаты этих опытов авторы подвергли математико-статистической обработке согласно рекомендациям [17, 18]. Результаты холостых опытов и необходимых расчетов приведены в табл. 1–3.

Таблица 1

Результаты холостых опытов, полученные при использовании
в пробирном анализе I партии глета

№ холостого опыта	Масса Pb _и , г	Содержание серебра в глете, Ag _и , г/г	Pb		Ag	
			Pb _и – Pb _{ср}	(Pb _и – Pb _{ср}) ²	Ag _и – Ag _{ср}	(Ag _и – Ag _{ср}) ²
1	27,5	4,137	2,1	4,41	0,085	0,007
2	25,0	4,000	–0,4	0,16	–0,052	0,003
3	27,5	4,125	2,1	4,41	0,073	0,005
4	24,0	4,250	–1,4	1,96	0,198	0,039
5	26,5	3,750	1,1	1,21	–0,302	0,091
6	24,5	3,937	–0,9	0,81	–0,115	0,013
7	23,0	4,162	–2,4	5,76	0,011	0,000
Σ	178,0	28,361	–1,9	18,72	–0,102	0,068
Среднее значение	25,4	4,052				
Дисперсия	3,12	0,011				
Стандартное отклонение	1,8	0,106				
Коэффициент вариации, %	6,9	2,6				

Таблица 2

**Результаты холостых опытов, полученные при использовании
в пробирном анализе II партии глета**

№ холостого опыта	Масса Pb _i , г	Содержание серебра в глете, Ag _i , г/г	Pb		Ag	
			Pb _i – Pb _{ср}	(Pb _i – Pb _{ср}) ²	Ag _i – Ag _{ср}	(Ag _i – Ag _{ср}) ²
1	26,5	6,012	–0,8	0,64	–0,07	0,005
2	27,5	5,900	0,2	0,04	–0,182	0,033
3	28,5	6,275	1,2	1,44	0,193	0,037
4	28,0	6,325	0,7	0,49	0,243	0,059
5	28,5	6,837	1,2	1,44	0,755	0,570
6	26,5	6,300	–0,8	0,64	0,218	0,047
7	29,0	5,987	1,7	2,89	–0,095	0,009
8	28,0	6,137	0,7	0,49	0,055	0,003
9	28,0	6,125	0,7	0,49	0,043	0,002
10	27,0	6,112	–0,3	0,09	0,030	0,001
11	28,5	6,550	1,2	1,44	0,468	0,219
12	28,5	5,875	1,2	1,44	–0,207	0,043
13	27,0	5,837	–0,3	0,09	–0,245	0,060
14	25,5	5,525	–1,8	3,24	–0,557	0,310
15	29,5	6,100	2,2	4,84	0,018	0,000
16	28,5	6,125	1,2	1,44	0,043	0,002
17	25,0	6,200	–2,3	5,29	0,118	0,014
18	29,5	6,425	2,2	4,84	0,343	0,118
19	29,0	6,475	1,7	2,89	0,393	0,154
20	24,0	5,437	–3,3	10,89	–0,645	0,416
21	24,0	5,500	–3,3	10,89	–0,582	0,339
22	26,5	5,837	–0,8	0,64	–0,245	0,060
23	26,0	6,000	–1,3	1,69	–0,082	0,007
Σ	629,0	139,896	1,1	58,27	0,01	2,509
Среднее значение	27,3	6,082				
Дисперсия	2,65	0,114				
Стандартное отклонение	1,6	0,338				
Коэффициент вариации, %	6,0	5,5				

Таблица 3

**Результаты холостых опытов, полученные при использовании
в пробирном анализе III партии глета**

№ холостого опыта	Масса Pb _i , г	Содержание серебра в глете, Ag _i , г/г	Pb		Ag	
			Pb _i – Pb _{ср}	(Pb _i – Pb _{ср}) ²	Ag _i – Ag _{ср}	(Ag _i – Ag _{ср}) ²
1	25,0	5,087	–1,0	1,00	0,778	0,605
2	25,5	4,712	–0,5	0,25	0,403	0,162
3	27,0	4,137	1,0	1,00	–0,172	0,029
4	28,5	4,450	2,5	6,25	0,141	0,020
5	24,5	4,400	–1,5	2,25	0,091	0,008
6	27,0	4,287	1,0	1,00	–0,022	0,000
7	29,5	4,250	3,5	12,25	–0,059	0,003
8	29,0	3,937	3,0	9,00	–0,372	0,138
9	24,0	3,750	–2,0	4,00	–0,559	0,312
10	23,5	4,125	–2,5	6,25	–0,184	0,034
11	22,0	4,450	–4,0	16,00	0,141	0,020
12	27,0	4,125	1,0	1,00	–0,184	0,034
Σ	312,5	51,71	0,5	60,25	0,005	1,368
Среднее значение	26,0	4,309				
Дисперсия	5,47	0,124				
Стандартное отклонение	2,3	0,353				
Коэффициент вариации	9,0	8,2				

Из результатов эксперимента следует:

а) квалификация операторов, выполнивших операцию купелирования свинцовых сплавов, достаточно высокая, так как $V_{AgI} = 2,6\% < 18\%$; $V_{AgII} = 5,5\% < 18\%$; $V_{AgIII} = 8,2\% < 18\%$; что соответствует требованиям, предъявляемым к методикам анализа III категории точности [6].

б) качество выполнения операции смешения компонентов шихты можно считать удовлетворительным, так как $V_{PbI} = 6,9\%$; $V_{PbII} = 6,0\%$; $V_{PbIII} = 9,0\%$ (согласно [19] проба считается весьма однородной, если коэффициент вариации $V = 13\%$ и менее, и однородной, если коэффициент вариации $V = 13\text{--}20\%$).

Заключение по результатам эксперимента № 1. Таким образом, с помощью несложной математической обработки результатов холостых опытов и рутинного анализа работники производственных пробирных лабораторий могут оценить качество выполнения оператором следующих аналитических операций:

- а) смешение компонентов шихты;
- б) купелирование свинцовых сплавов.

Применение предложенных авторами методических приемов контроля квалификации операторов в практической работе позволяет повысить экспрессность контроля, снизить расход материалов и электроэнергию.

Эксперимент № 2. Разработка способа контроля качества капелей и квалификации операторов.

На основании результатов эксперимента № 1 авторы разработали **способ контроля качества капелей и квалификации операторов** в пробирном анализе. Способ включает купелирование сплавов свинца с серебром, измерение массы серебряных корольков, образующихся при купелировании сплавов, оценивание прецизионности результатов измерений, доли корольков, поглощенных капелью и относительных потерь серебра, %. Он отличается тем, что оценивание доли корольков, поглощенных капелями и прецизионность результатов измерения массы серебряных корольков выполняют после купелирования сплавов свинца с серебром, образующихся в процессе плавки холостых проб, при этом в качестве оценки прецизионности результатов используют коэффициент вариации результатов измерений, а относительные потери серебра оценивают после проведения операции квартования золотосеребряных корольков, образующихся при первом единичном определении золота и серебра в рабочих пробах рядовой партии по формуле:

$$P_{Aq1} = \frac{(M_{k1}^* - M_{k1} - M_{Aq1}) \cdot 100\%}{M_{k1} - M_{Au1} + M_{Aq1}}, \quad (1)$$

где M_{k1}^* , M_{k1} – масса королька, образовавшегося в ходе операции соответственно квартования и купелирования, мг; M_{Aq1} – масса серебра, добавляемого при квартовании золотосеребряного королька, мг; M_{Au1} – масса золотой корточка, выделенной из золотосеребряного королька, при первом единичном определении золота и серебра в пробе.

Способ реализуется в практике пробирного анализа следующим образом. Согласно НД [3] в каждой вновь поступившей партии глета проверяются пробирным методом 4–6 навесок глета (холостые пробы) на содержание в них золота и серебра. При обработке результатов анализа учитываются эти содержания металлов. Результаты измерения массы серебряных корольков, образовавшихся в ходе анализа холостых проб, используют для контроля качества капелей. Для этого оценивают долю корольков, поглощенных капелями, и прецизионность результатов измерений массы корольков, используя коэффициент вариации (V , %) результатов измерений. При отсутствии корольков, поглощенных капелью, и значении $V < 30\%$ качество капелей считают удовлетворительным. Этот же контроль выполняют при анализе партий контрольных проб, в состав которых согласно НД [3] добавляется холостая проба. Относительные потери серебра оценивают при выполнении первого единичного определения золота и серебра в рабочих пробах рядовой партии после выполнения операции «квартование» по формуле (1). При выполнении условия $P_{Aq1} < 2\%$ качество капелей считают удовлетворительным [1].

Предлагаемый способ иллюстрируется следующими примерами.

Пример 1. Во вновь поступившей партии глета определяли содержание серебра согласно методике [3]. Отбирали 6 навесок глета массой 40 г (минимальное количество глета в составе шихт [3] для плавки руд). Навески глета смешивали с шихтой состава, г: натрий углекислый (сода),

технический – 60, натрий тетраборнокислый (бура) – 15, мука (пшеничная) – 2. Смеси подвергали тигельной плавке, сплавы свинца и серебра, образовавшиеся в процессе плавки, подвергали купелированию. Серебряные корольки, образовавшиеся в процессе купелирования, снимали с капелей, производили ковку корольков и их взвешивание. Оценивали среднее значение, дисперсию, стандартное отклонение результатов измерения массы корольков, значение коэффициента вариации V , %. Отмечали, что случаев поглощения корольков нет. Результаты измерений и расчетов приведены в табл. 4. Они позволяют считать качество капелей удовлетворительным, так как значение V соответствует III категории точности результатов измерений.

Таблица 4

Оценка результатов измерений массы серебряных корольков (пример 1)

№ холостой пробы	Масса веркбля, г	Масса Ag в холостой пробе, m_i , мг	$m_i - m_{cp}$	$(m_i - m_{cp})^2$
1	27,5	0,166	0,002	0,000004
2	25,0	0,160	-0,004	0,000016
3	27,5	0,165	0,001	0,000001
4	25,0	0,170	0,006	0,000036
5	26,5	0,167	0,003	0,000009
6	25,5	0,157	-0,007	0,000049
Среднее значение		0,164		$\Sigma 0,000115$
Дисперсия		0,000023		
Стандартное отклонение		0,0048		
Коэффициент вариации		2,9		

Пример 2. Определяли содержание серебра в холостых пробах, включенных в восемь партий контрольных проб согласно требованиям методики [3]. Серебро в холостых пробах определяли согласно примеру 1, каждая холостая проба содержала 80 г глета [1]. Отмечали, что случаев поглощения корольков нет. Оценивали коэффициент вариации результатов измерений массы серебряных корольков. Если $V < 30\%$, то считали качество капелей удовлетворительным. Результаты измерений и расчетов приведены в табл. 5.

Таблица 5

Оценка результатов измерений массы серебряных корольков (пример 2)

№ холостой пробы	Масса веркбля, г	Масса Ag в холостой пробе, m_i , мг	$m_i - m_{cp}$	$(m_i - m_{cp})^2$
1	25,0	0,334	0,005	0,000025
2	27,0	0,326	-0,003	0,000009
3	26,5	0,347	0,018	0,000324
4	26,0	0,332	0,003	0,000009
5	28,0	0,325	-0,004	0,000016
6	27,5	0,326	-0,003	0,000009
7	27,0	0,315	-0,014	0,000196
8	26,5	0,327	-0,002	0,000004
Среднее значение		0,329		$\Sigma 0,000592$
Дисперсия		0,000085		
Стандартное отклонение		0,0092		
Коэффициент вариации		2,8		

Пример 3. Анализировали пробирным методом партию рабочих проб (120 проб) кварцевой золотосодержащей руды. Для некоторых проб необходима корректировка соотношения золота и серебра. Поэтому при первом определении благородных металлов в этих пробах проводили операцию квартования золотосеребряных корольков, затем определяли массу золота и серебра в корольке. Потери серебра при квартовании рассчитывали по формуле (1). Отмечали, что случаев поглощения корольков нет. Результаты расчетов потерь серебра приведены в табл. 6. Как видно из табл. 6, величина потерь серебра, выраженная в относительных единицах, Π_{Ag1} не превышает 2%, что позволяет считать качество капелей и квалификацию оператора удовлетворительными [1].

Таблица 6

**Оценка потерь серебра в процессе операции квартования
золотосеребряных корольков**

№ пробы	$M_{\text{кл}}^*$, мг	$M_{\text{кл}}$, мг	M_{Ag} , мг	M_{Au} , мг	ΔAg , мг	P_{iAg} , %
1	17,10	5,82	11,36	2,13	-0,08	-0,53
2	17,81	5,86	12,11	2,23	-0,16	-1,03
3	17,48	5,97	11,70	2,15	-0,19	-1,24
4	15,70	5,54	10,18	1,94	-0,02	-0,15
5	17,27	5,72	11,60	2,02	-0,05	-0,33
6	17,65	5,82	11,86	2,09	-0,06	-0,39
7	27,64	10,26	17,59	4,04	-0,21	-0,89
8	30,71	9,80	21,08	3,91	-0,17	-0,63

Выводы

Таким образом, по данным опытной проверки предлагаемый способ контроля качества капелей и квалификации оператора может быть использован в рутинном пробирном анализе как при самоконтроле оператора, так и при другом виде контроля (внутреннем или внешнем). Способ [20] имеет следующие преимущества:

- экспрессность контроля возрастает в 3–4 раза;
- производительность труда при выполнении контроля возрастает в 3–4 раза;
- исключается расход пробирного свинца и дополнительной электроэнергии на проведение контроля качества капелей.

Литература

1. *Швецов В.А.* Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. *Плескач Л.И., Чиркова Г.Д.* Ультразвуковое разложение проб – альтернатива пробирному методу в массовом анализе: тез. докл. XIX междунар. Черняевской конф. по химии, аналитике и технологии платиновых металлов. – Новосибирск: ИНХ СО РАН, 2010. – Ч. 1. – С. 234.
3. Методика № 505-Х. Определение золота и серебра пробирным методом в горных породах, рудах и продуктах их переработки. – М., 2010. – 19 с.
4. ОСТ 41-08-265-04 Стандарт отрасли. Статистический контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. – М.: ВИМС, 2005. – 80 с.
5. ОСТ 41-08-214-04 Стандарт отрасли. Внутренний лабораторный контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. – М.: ВИМС, 2004. – 92 с.
6. ОСТ 41-08-272-04 Стандарт отрасли. Управление качеством аналитических работ. Методы геологического контроля качества аналитических работ. – М.: ВИМС, 2004. – 44 с.
7. О повышении эффективности контроля качества пробирного анализа / *В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Н.И. Стафеева, С.В. Лонцх* // Известия вузов. Цветная металлургия. – 1990. – № 1. – С. 92–94.
8. Совершенствование контроля аналитической работы при химическом опробовании золоторудных месторождений / *В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, Н.Б. Кошелева, В.В. Пахомова, В.В. Кравченко* // Журнал аналитической химии. – 2006. – Т. 61, № 2. – С. 120–123.
9. Разработка органолептической методики контроля степени измельчения лабораторных проб золотосодержащих руд / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин* // Аналитика и контроль. – 2016. – Т. 20, № 4. – С. 337–343.
10. Об использовании метода варьирования массы навесок для контроля качества результатов пробирного анализа / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин, Н.В. Адельшина* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 6. – С. 64–65.
11. Совершенствование аналитической схемы определения золота и серебра при разведке золоторудных месторождений / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина, Д.В. Шунькин* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 5. – С. 15–18.

12. Совершенствование контроля степени тонкого измельчения лабораторных проб золото-содержащих руд первой группы / *В.А. Швецов, В.В. Пахомова, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина, Д.В. Шунькин* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – Т. 78, № 3. – С. 22–24.
13. *Швецов В.А.* Совершенствование оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов пробирного анализа геологических проб золотосодержащих руд / *В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – Т. 75, № 12. – С. 63–65.
14. Совершенствование подготовки проб золотосодержащих руд второй и третьей группы к пробирному анализу / *В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, В.В. Пахомова, Н.Б. Кошелева, Л.А. Безрукова* // Журнал аналитической химии. – 2008. – Т. 63, № 8. – С. 790–794.
15. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.
16. К вопросу о перемешивании лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы способом перекачивания / *О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 17. – С. 16–21.
17. *Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А.* Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
18. *Смагунова А.Н., Карпукова О.М.* Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие. – Иркутск: Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. – 339 с.
19. ГОСТ 14180-80 (СТ СЭВ 899-78). Руды и концентраты цветных металлов. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа и определения содержания влаги. – М.: Государственный комитет СССР по стандартам. № 2766 [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200024529> (дата обращения: 21.03.2017).
20. Авторское свидетельство на изобретение № 1745773. Способ контроля качества капелей в пробирном анализе / *Швецов В.А.* // Бюллетень изобретений. – 1992. – № 25.

Информация об авторах Information about the authors

Шунькин Дмитрий Владимирович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант

Shunkin Dmitry Vladimirovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Postgraduate

Швецов Владимир Алексеевич – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор химических наук, доцент, профессор кафедры электрооборудования и радиооборудования судов

Shvetsov Vladimir Alekseevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Chemical Sciences, Docent, Professor of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair

Белавина Ольга Александровна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; специалист по научно-технической информации отдела науки и инноваций; oni@kamchatgtu.ru

Belavina Olga Aleksandrovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Specialist in Technical and Scientific Information of Science and Innovation Department; oni@kamchatgtu.ru

Пахомова Вера Владимировна – ОАО «Камчатгеология»; 683016, Россия, Петропавловск-Камчатский; начальник центральной лаборатории

Pakhomova Vera Vladimirovna – JSC “Kamchatgeology”; 683016, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Head of Central Laboratory

УДК 664.8/9:604

Д.Е. Быков, Н.В. Макарова, А.В. Демидова, Н.Б. Еремеева**КОМБИНАЦИОННЫЙ ПОДХОД К РАЗРАБОТКЕ БИОРАЗЛАГАЕМОЙ
СЪЕДОБНОЙ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ЯБЛОЧНОГО ПОРЕ**

В работе предложен метод создания двойной съедобной пленки на основе яблочного пюре с добавлением в один из слоев пластификатора «желатин». Целью исследования является изучение влияния состава двойных съедобных пленок на органолептические свойства, структуру, водопоглощение, прочностные характеристики. Было получено семь образцов двойной съедобной пленки. Съедобные пленки имеют желтоватый оттенок, характерный для яблочного пюре. Наиболее приемлемыми вкусовыми свойствами обладает двойная пленка с желатином в первом слое и с КМЦ – во втором слое. Было проведено микроскопирование образцов съедобной пленки. Влагопоглотительная способность была определена для всех съедобных пленок: образцы выдерживают лишь погружение в дистиллированную воду при 23°C в течение 30 мин. Высокие показатели водопоглощения желатиновой пленки и каррагинановой пленки обеспечивают их хорошую прожевываемость и легкую усвояемость. Были проведены испытания на растяжение двойных съедобных пленочных материалов. Было установлено, что совокупность желатина в первом слое и каррагинана во втором слое способствует увеличению их механической прочности. Продолжение исследований в направлении создания и изучения свойств двойной съедобной пленки является перспективным.

Ключевые слова: двойная съедобная пленка, яблочное пюре, желатин.

D.E. Bykov, N.V. Makarova, A.V. Demidova, N.B. Eremeeva**COMBINATIONAL APPROACH TO THE DEVELOPMENT OF BIODEGRADABLE
EDIBLE FILM BASED ON APPLESAUCE**

The paper deals with the technique of creating double edible film based on apple puree with the addition of the plasticizer “gelatin” in one of the layers. The aim of the study is to investigate the influence of composition of double edible film on organoleptic properties, structure, water absorption, strength characteristics. 7 samples of double edible film have been obtained. Edible films have a yellowish tint, characteristic of applesauce. Double film with gelatin in the first layer and with CMC in the second layer has the most acceptable taste properties. Microscopic examination of samples has been performed. Water absorption ability has been defined for all edible films: samples withstand only immersion in distilled water at 23 °C for 30 min. High rates of water absorption of gelatin and carageenan films provide their good proniversity and easy digestibility. Tests have been conducted to stretch double edible film materials. It has been found that the combination of gelatin in the first layer and carageenan in the second layer helps to increase their mechanical strength. Further research on creating and studying the properties of double edible film is promising.

Key words: double edible film, applesauce, gelatin.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-33-39

С каждым годом биоразлагаемые полимеры, полученные из возобновляемого сырья, все больше завоевывают рынок упаковочных материалов, и по прогнозам European Bioplastics к 2016 г. среднегодовой рост их производства должен был приблизиться к 30% [1]. Среди различных типов биовозобновляемой биоразлагаемой упаковки съедобные пленки составляют объект нового направления исследований и привлекают пристальное внимание как ученых и производителей, так и потребителей. Этот вид биоразлагаемых пленок характеризуется альтернативным природному механизмом биоразложения: под действием внутриклеточных и неклеточных ферментов (эндо- и экзоэнзимов), содержащихся в желудке и кишечнике человека, полимер подвергается химическому воздействию, которое в основном сводится к окислению и гидролизу. Съедобные пленки можно определить как первичную упаковку, изготовленную из съедобных компонентов, которая может быть съедена вместе с пищей [2]. Тонкий слой съедобного материала либо наносят непосредственно на поверхность пищевого продукта, либо изготавливают в виде пленки, в которую пищевой продукт будет упакован. Съедобные покрытия и пленки как бы моделируют природные защитные оболочки продуктов питания растительного происхождения (ягод, семян). Они могут выполнять роль барьера или мембраны по отношению к воде и ее парам, газам (диоксид углерода, кислород, этилен), имеют необходимую прочность, обеспечивают защиту от микробов, удобны в применении, придают продукту привлекательный внешний вид, сохраняют вкус, увеличивают срок хранения различных продуктов и т. п.

В настоящее время основными пленкообразующими компонентами в составе съедобной упаковки являются: высокомолекулярные углеводы (производные крахмала, эфиры целлюлозы, хитозан, декстрины, альгинаты, каррагинаны, пектины), белки (коллаген, желатин, зеин, глютен, соевые изоляты, казеин), жиры (ацетоглицериды, глицериды, жирные кислоты) и их композиции. По пищевой ценности съедобные пленки и покрытия условно подразделяют на усвояемые и неусвояемые. К первым относятся пленки и покрытия на основе таких компонентов пищи, как белки, жиры, углеводы, а ко вторым – покрытия на основе восков, парафинов, водорастворимых природных и синтетических камедей, производных целлюлозы, поливинилового спирта, поливинилпирролидона и др. [3].

Желатин – белковый продукт, представляющий смесь линейных полипептидов с различной молекулярной массой (50000–70000) и их агрегатов с молекулярной массой до 300000, не имеет вкуса и запаха. Аминокислотный состав желатина включает до 18 аминокислот, в том числе глицин (26–31%), пролин (15–18%), гидроксипролин (13–15%), глутаминовую кислоту (11–12%), аспарагиновую кислоту (6–7%), аланин (8–11%) и аргинин (8–9%).

Желатин получают из коллагена, содержащегося в костях, хрящах и сухожилиях животных. Наиболее чистая форма желатина, выделенная из рыбьих пузырей, получила название «рыбный клей» (isinglass). Желатин растворяется в воде, молоке, растворах солей и сахара при температуре выше 40°C. Растворы желатина имеют низкую вязкость, которая зависит от pH и минимальна в изoeлектрической точке. При охлаждении водного раствора желатина происходит повышение вязкости с переходом в состояние геля. Это так называемый золь-гель-переход. Для образования геля необходимы достаточно высокая концентрация желатина и соответствующая температура, которая должна быть ниже точки затвердевания (примерно 30°C).

Механизм образования геля желатином, как и любым другим желирующим агентом, связан с формированием трехмерной сетчатой структуры. При температуре выше 40°C молекулы желатина в растворе имеют конфигурацию отдельных спиралей. При охлаждении сегменты, богатые аминокислотами различных полипептидных цепей, принимают спиральную конфигурацию. Водородные связи с участием или без участия молекул воды стабилизируют образовавшуюся структуру. Эти связи распределены по всей длине цепи, что объясняет уникальные свойства желатиновых гелей.

Наиболее интересное свойство желатина – это образование термически обратимых гелей. В противоположность полисахаридам гелеобразование желатина не зависит от pH и не требует присутствия других реагентов, например сахаров, солей или двухвалентных катионов [4]. В литературе существует несколько примеров производства съедобных пленок на основе желатина и исследования их свойств.

К съедобной пленке из желатина чешуи зубатки полосатой были добавлены 0, 50, 100 и 150% триацетина и эмульгатор Tween-80 [5]. Микроструктуру пленки изучали с помощью рентгеновского микроскопа. Введение триацетина снижало прочность пленки на разрыв, но увеличивало ее растяжимость, растворимость в воде.

В состав пленки из желатина вводили [6] соевый лецитин и экстракт Yucca. Для этих пленок исследованы прочность на разрыв, эластичность, проницаемость для водяного пара, растворимость. Многие характеристики для пленки с экстрактом Yucca имеют очень высокие значения.

В состав съедобных пленок из желатина вводили гидрофобные пластификаторы, полученные на основе лимонной кислоты и соевого лецитина [7]. Для пленок изучена прочность на разрыв. Однако нет прямой связи между количеством пластификатора и растяжимостью пленки.

Пищевую пленку получили на основе рыбьего желатина, пластифицированного 20 и 25% глицерина двумя способами: литья и экструзии при 110 и 120°C с последующим прессованием. Для полученных пленок изучены прочностные характеристики. Именно экструдированные пленки являются лучшей альтернативой литым пленкам [8].

На основе желатина с использованием нанокристаллов бактериальной целлюлозы получены [9] съедобные, биоразлагаемые, дешевые, высокоэффективные наногликозидные пищевые пленки. Для получения нанокристаллов бактериальную целлюлозу подвергали кислотному гидролизу в контролируемых условиях. Методами микроскопии изучена структура этих нанокристаллов: внутри желатина образуется сетка. Прочностные характеристики имеют сложную зависимость от количества нанокристаллов. Например, прочность максимальна при 4%, эластичность – при 0%.

На основе желатина, глицерина с добавкой оливкового масла получали [10] съедобную пленку, для которой изучена структура ИК-спектроскопии, дифференцирующей сканирующей колориметрии, лазерной сканирующей микроскопии, прочностные характеристики, проницаемость для водяного пара. Увеличение содержания оливкового масла в пленках повышает прочность и эластичность пленки.

Целью данной работы является оценка органолептических свойств, структуры, влагопоглощения, механических характеристик для съедобных двухслойных пленок, полученных на основе яблочного пюре, первый слой которых в качестве пластификатора содержит пектин.

Материалы и методы исследования

Для получения яблочного пюре яблоки подвергают подготовке, предусматривающей инспекцию, сортировку, калибровку и мойку, удаляют несъедобные части: плодоножку, семенную камеру и кожуру, измельчают до пюреобразного состояния, пюре протирают, к полученной массе добавляют пластификатор (табл. 1) 2,0% от массы яблочного пюре, равномерно распределяют по всему объему.

Таблица 1

Состав двойных пленок

Код	1 слой	2 слой
ЯП/Ж-ЯП/КМЦ	Яблочное пюре – желатин	Яблочное пюре – КМЦ
ЯП/Ж-ЯП/КЛ		Яблочное пюре – клетчатка
ЯП/Ж-ЯП/Ж		Яблочное пюре – желатин
ЯП/Ж-ЯП/П		Яблочное пюре – пектин
ЯП/Ж-ЯП/А		Яблочное пюре – агар-агар
ЯП/Ж-ЯП/К		Яблочное пюре – каррагинан
ЯП/Ж-ЯП/КК		Яблочное пюре – ксантановая камедь

Аналогично получают второй слой с другим пластификатором. Слои совместно вальцуют. Двойную пленку сушат при температуре 55–70°C в течение 1–3 ч, а затем охлаждают до комнатной температуры. На рис. 1 представлена технологическая схема процесса производства съедобной двойной пленки.

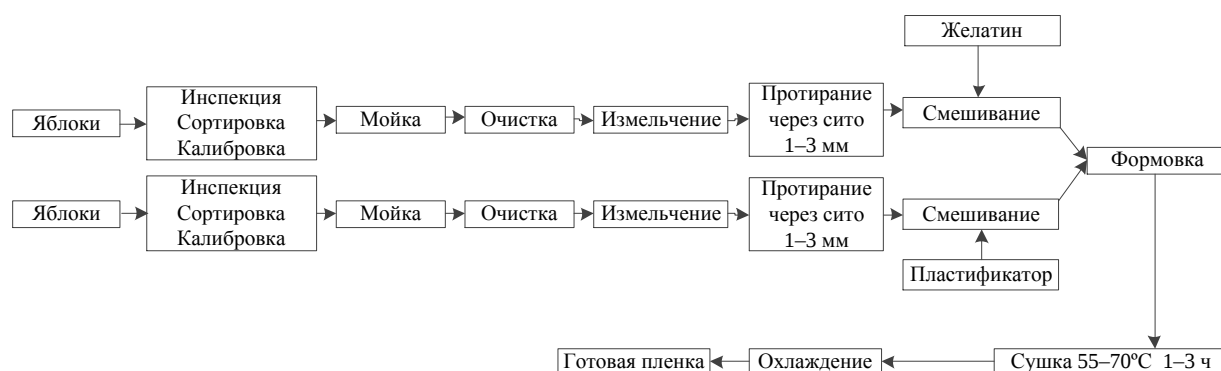


Рис. 1. Технологическая схема производства двойной съедобной пленки

Были изготовлены шесть образцов пленки с различными видами и содержанием пластификаторов (табл. 1). Для полученных образцов пленки изучены органолептические характеристики, структура, водопоглотительная способность и прочностные свойства.

Органолептические характеристики. Исследования органолептических показателей были проведены по ГОСТ 8756.1-79 [11].

Сканирующая электронная микроскопия. Микроскопирование проводилось на лабораторном микроскопе Celestron Laboratory с линзой стократного увеличения по методу George J., Sidaramaiah [9].

Влагопоглотительная способность пленки. Влагопоглотительная способность была определена для всех пленок по методу Gialamas H. с изменениями [12]. Образцы пленок помещают в дистиллированную воду и выдерживают при 23°C в течение 30, 60, 90 мин и при 90°C в течение 30, 60, 90 мин. Определяют степень водопоглощения как отношение массы пленки после эксперимента к массе пленки до эксперимента в процентах.

Толщина пленки. Толщину пленки измеряют с помощью цифрового микрометра FTT 19909. Выполняют пять измерений для каждой пленки: один в центре образца и четыре на различных участках периметра пленки. Рассчитывается среднее значение толщины пленки.

Испытание на растяжение пленочных материалов. Проводили на лабораторном испытательном комплексе, включающем разрывную машину INSTRON-5988 (испытательная лаборато-

рия по определению механических свойств и химического состава конструкционных материалов, научный сотрудник А.Е. Горбунов), со скоростью приложения нагрузки в больших пределах от 0,001 мм/мин до 508 мм 0,001 мм/мин. Испытывались образцы шириной 10 мм при расстоянии между зажимами 150 мм. Определение деформационных свойств материалов с получением графика зависимости «нагрузка-перемещение», «напряжение-перемещение» и математическую обработку результатов проводили по программному обеспечению Bluehill 3. Исследования прочностных характеристик и толщины были проведены по ГОСТ Р 53226-2008 [13].

Результаты и обсуждение

Все пленки имеют специфический темно-желтый оттенок, характерный для яблочного пюре. Различия в оттенках цвета пленок незначительное. Структура у всех образцов пленок однородная, губчатая. Для пленки с добавлением КМЦ во второй слой наблюдается наиболее равномерное распределение пузырьков воздуха. На вкус все пленки имеют слабовыраженный привкус яблочного пюре. Наиболее приемлемыми вкусовыми свойствами обладает пленка с добавлением КМЦ во второй слой. Однако при увеличении количества пластификатора желатина в первом слое уменьшается пережевываемость пленок.

Применение яблочного пюре как основы для изготовления съедобной упаковки позволяет получить более привлекательный вид по сравнению с традиционной целлофановой оболочкой, что приведет к повышению потребительских свойств продукта (рис. 2).

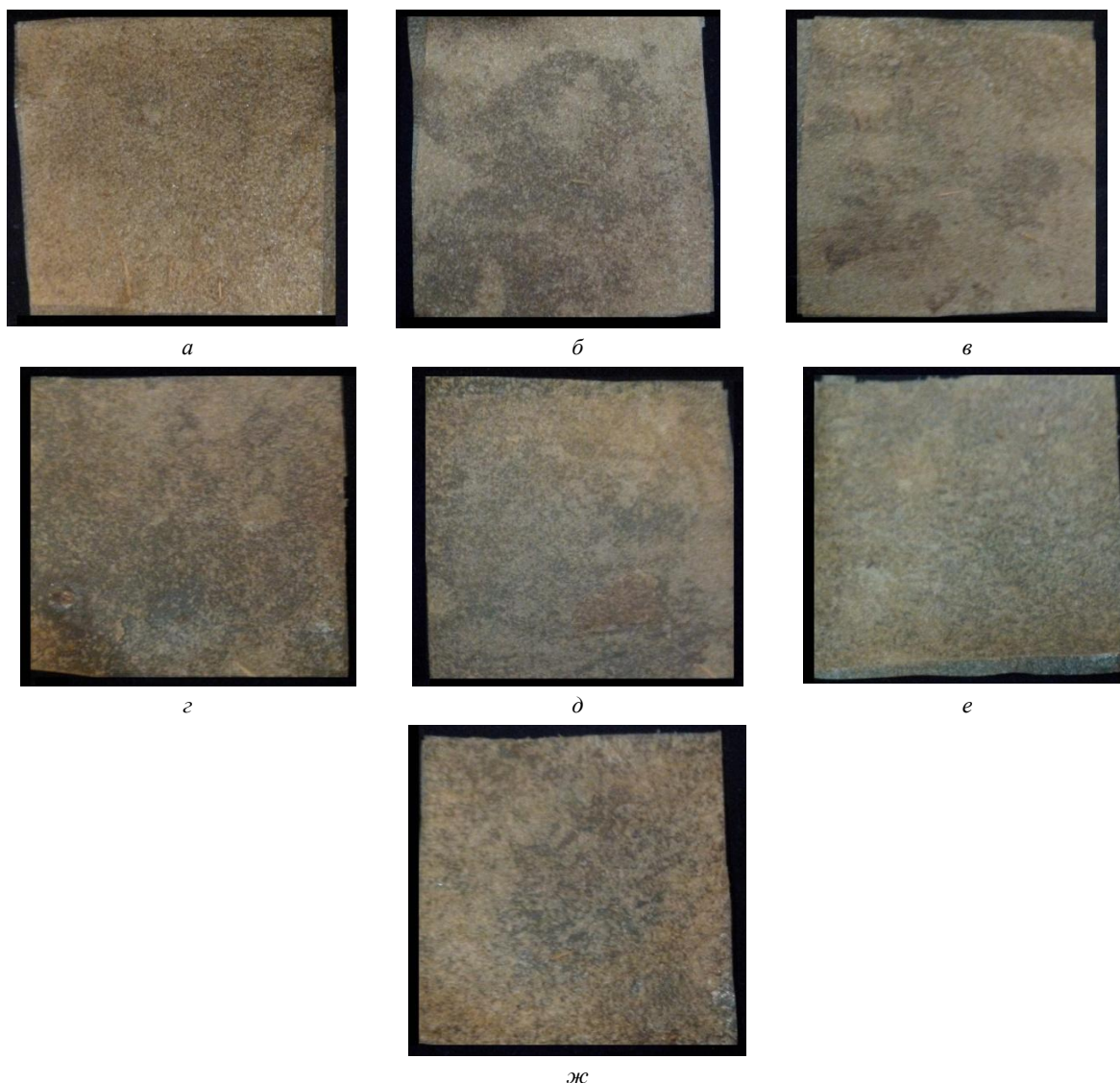


Рис. 2. Внешний вид съедобной пленки из яблочного сырья с добавлением пластификаторов во второй слой:
а – ЯП/Ж-ЯП/КМЦ, б – ЯП/Ж-ЯП/КЛ, в – ЯП/Ж-ЯП/Ж, г – ЯП/Ж-ЯП/П,
д – ЯП/Ж-ЯП/А, е – ЯП/Ж-ЯП/К, жс – ЯП/Ж-ЯП/КК

Результаты микроскопирования продемонстрировали, что образцы имеют неоднородную структуру с включением пузырьков воздуха (рис. 3). Наиболее гомогенизированным образцом является пленка со вторым слоем, содержащим клетчатку.

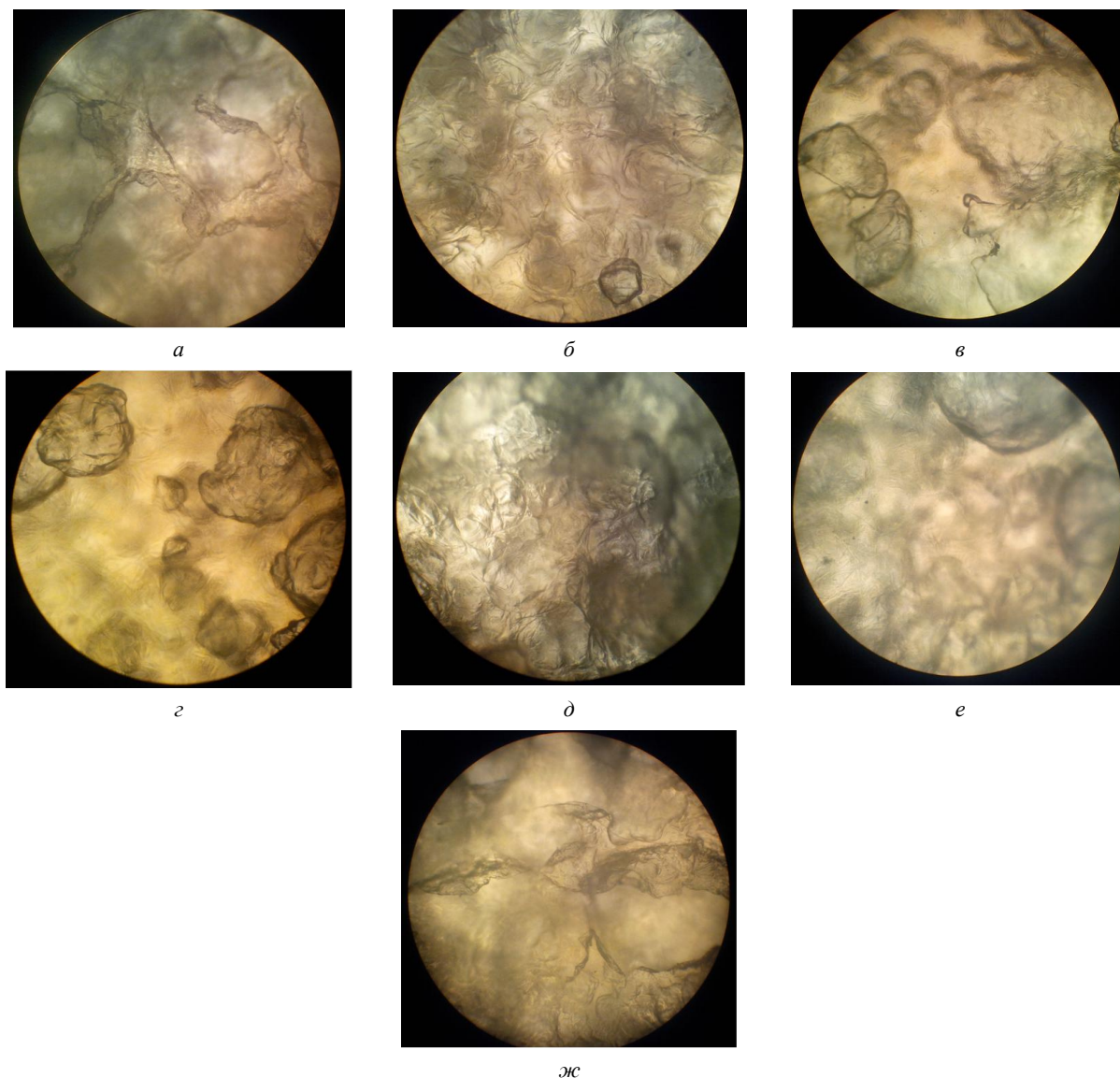


Рис. 3. Микроскопирование съедобных пленок на основе яблочного сырья с добавлением пластификатора:

а – ЯП/Ж-ЯП/КМЦ, б – ЯП/Ж-ЯП/КЛ, в – ЯП/Ж-ЯП/Ж, г – ЯП/Ж-ЯП/П,
д – ЯП/Ж-ЯП/А, е – ЯП/Ж-ЯП/К, ж – ЯП/Ж-ЯП/КК

Также установлено, что значение показателя водопоглощения выше у съедобной пленки, в первый слой которой входит 2% желатина по сравнению с другими пленочными материалами (табл. 2). Высокие показатели водопоглощения желатиновой пленки и каррагинановой пленки обеспечивают их прожевываемость и легкую усвояемость. При низкой температуре и в течение 1 ч почти все пленки более или менее устойчивы.

Результаты физико-механических испытаний двухслойных пленочных материалов на основе яблочного пюре с разными пластификаторами во втором слое представлены на рис. 4, анализ которого показывает, что совокупность желатина в 1-м слое и каррагинана во 2-м слое способствует увеличению их механической прочности. Необходимо отметить, что показатели прочности пленки с двумя слоями, в которые добавлены 2% желатина, наиболее высокие, тогда как все другие пластификаторы только снижают это значение.

Таблица 2

Водопоглощительная способность двойных пленок с желатином в 1-м слое

Условия (t, τ)	Водопоглощительная способность, %						
	ЯП/Ж- ЯП/КМЦ	ЯП/Ж-ЯП/КЛ	ЯП/Ж-ЯП/Ж	ЯП/Ж-ЯП/П	ЯП/Ж-ЯП/А	ЯП/Ж-ЯП/К	ЯП/Ж-ЯП/КК
23°C, 30 мин	356	321	388	537	448	688	986,67
23°C, 60 мин	505	469	505	456	749	702	1027,27
23°C, 90 мин	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	1036,36
40°C, 30 мин	480	516	499	421	424	895	655,6
40°C, 60 мин	Образец растворился	Образец растворился	Образец рас- творился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился
40°C, 90 мин	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился	Образец растворился

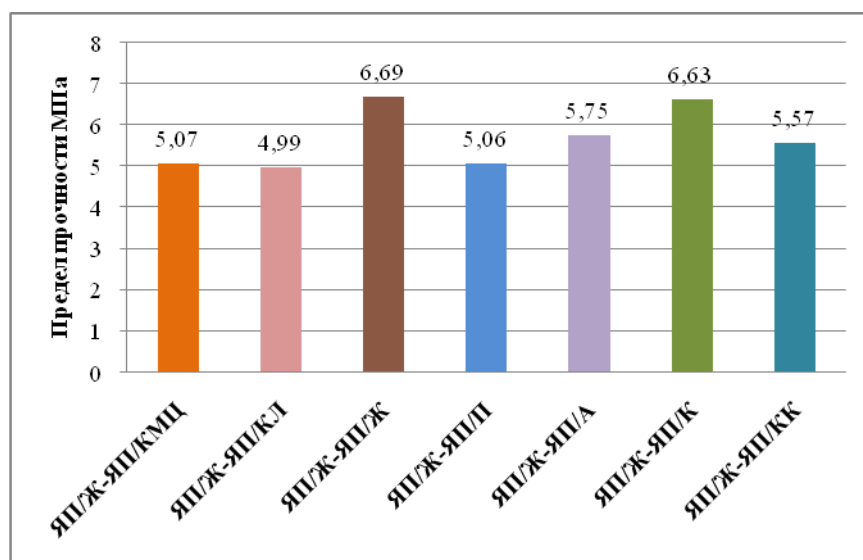


Рис. 4. Физико-механические свойства двухслойной пленки

Выводы

На основании проведенных исследований микроструктуры, водопоглощения, механических свойств съедобных пленок можно сделать вывод: создание двухслойных композитных пленок является перспективным направлением не только в области производства съедобных пленок, но и в области изготовления упаковочных материалов. Комбинирование разных по составу и свойствам слоев позволит улучшить свойства конечной съедобной пленки.

Литература

1. Савицкая Т.А., Готина Л.А. Съедобные пленки – будущее упаковки пищевых продуктов // Пищевая промышленность: наука и технологии. – 2015. – № 4. – С. 87–94.
2. Кудрякова В.А., Кузнецова Л.С. Съедобная упаковка: состояние и перспективы // Упаковка и Логистика. – 2007. – № 6. – С. 24–25.
3. Palvath A.E., Orts W. Edible Films and Coatings: Why, What and How? – N-Y.: Springer, 2009. – 237 p.
4. Valguera V. Edible films and coatings: structure, active functions and trends in their use // Trends in Food Science and Technology. – 2011. – Vol. 22, № 6. – P. 292–303.

5. Jiang M., Liu S., Du X., Wang Y. Physical properties and internal microstructures of films made from catfish skin gelatin and triacetin mixtures // *Food Hydrocolloids*. – 2010. – Vol. 24, № 1. – P. 105–110.
6. Effect of surfactants on the functional properties of gelatin-based edible films / C. Andreuccetti, R.A. Carvalho, T. Galicia-Garcia, F. Martinez-Bustos, C.R.F. Grosso // *International Journal of Food Engineering*. – 2011. – Vol. 103, № 2. – P. 129–136.
7. Andreuccetti C., Carvalho R.A., Grosso C.R.F. Effect of hydrophobic plasticizers on functional properties of gelatin-based films // *Food Research International*. – 2009. – Vol. 42, № 8. – P. 1113–1121.
8. Krishna M., Nindo C.I., Min S.C. Development of fish gelatin edible films using extrusion and compression molding // *International Journal of Food Engineering*. – 2012. – Vol. 108, № 2. – P. 337–344.
9. Siddaramaiah G.J. High performance edible nanocomposite films containing bacterial cellulose nanocrystals // *Carbohydrate Polymers*. – 2012. – Vol. 87, № 3. – P. 2031–2037.
10. Characterization of gelatin-based edible films incorporated with olive oil / W. Ma, C.-H. Tang, S.-W. Yin, X.-Q. Yang, Q. Wang, F. Liu, Z.-H. Wei // *Food Research International*. – 2012. – Vol. 49, № 1. – P. 572–579.
11. ГОСТ 8756.1-79. Продукты пищевые консервированные. Методы определения органолептических показателей, массы нетто или объема и массовой доли составных частей (с Изменениями № 1, 2). Canned food products. Methods for determination of organoleptic characteristics, net mass or volume and component relationship and net mass. – М.: Стандартинформ, 2009. – 14 с.
12. Development of a novel bioactive packaging based on the incorporation of *Lactobacillus sakei* into sodium-caseinate films for controlling *Listeria monocytogenes* in foods / H. Gialamas, K.G. Zinoviadou, C.G. Biliaderis, K.P. Koutsoumanis // *Food Research International*. – 2010. – Vol. 43, № 10. – P. 2402–2408.
13. ГОСТ Р 53226-2008. Полотна нетканые. Методы определения прочности. Nonwoven fabrics. Methods of strength determination. – М.: Стандартинформ, 2009. – 20 с.

Информация об авторах Information about the authors

Быков Дмитрий Евгеньевич – Самарский государственный технический университет; 443100, Россия, Самара; доктор технических наук, профессор, ректор Самарского государственного технического университета; rector@samgtu.ru

Bykov Dmitry Evgenovich – Samara State Technical University; 443100, Russia, Samara; Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector of Samara State Technical University; rector@samgtu.ru

Макарова Надежда Викторовна – Самарский государственный технический университет; 443100, Россия, Самара; доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Технология и организация общественного питания»; makarovnv1969@yandex.ru

Makarova Nadezhda Viktorovna – Samara State Technical University; 443100, Russia, Samara; Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of Technology and Organization of Public Catering Chair; makarovnv1969@yandex.ru

Демидова Анна Владимировна – Самарский государственный технический университет; 443100, Россия, Самара; аспирант кафедры «Технология и организация общественного питания»; demian-na23@gmail.com

Demidova Anna Vladimirovna – Samara State Technical University; 443100, Russia, Samara; Postgraduate of Department of Technology and Organization of Public Catering; demianna23@gmail.com

Еремеева Наталья Борисовна – Самарский государственный технический университет; 443100, Россия, Самара; аспирант кафедры «Технология и организация общественного питания»; rnmvnatasha@rambler.ru

Eremeeva Natalya Borisovna – Samara State Technical University; 443100, Russia, Samara; Postgraduate of Department of Technology and Organization of Public Catering; rnmvnatasha@rambler.ru

УДК 664

И.А. Кустова, Н.В. Макарова, В.В. Стулин**МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА
ЭКСТРАКЦИИ ВЫЖИМОК ВИНОГРАДА С МАКСИМАЛЬНЫМ
АНТИОКСИДАНТНЫМ ДЕЙСТВИЕМ**

Важным направлением в пищевой промышленности становится производство отечественных продуктов питания массового потребления с повышенным содержанием биологически активных веществ, предназначенных для различных групп населения. В многочисленных работах приводятся полезные свойства выжимок винограда, однако его переработка в винодельческом производстве является далеко не полным спектром использования виноградной ягоды. В реальных условиях производства не исключены варианты недоиспользования отходов, что приводит к потерям высокоценных веществ, содержащихся в винограде. В связи с этим предлагается изучить вопросы влияния технологических параметров на антиоксидантные свойства продукта. В качестве объектов исследования взяты вторичные продукты винодельческой промышленности. Построена математическая модель, описывающая влияние указанных параметров на свойства продукта. В настоящей работе предлагается специальный метод обработки баз данных, который использует методы интерполяции и аппроксимации путем подбора соответствующих алгебраических многочленов, а также другие аналитические зависимости. Этот метод дает возможность решать определенные задачи статистического и экстремального держания. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках базовой части государственного задания № 2014/ 199 ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», код 974.

Ключевые слова: выжимки винограда, антиоксидантная активность, фенолы, экстракция, интерполяция, аппроксимация, математическая модель.

I.A. Kustova, N.V. Makarova, V.V. Stulin**MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF GRAPE POMACE EXTRACTION
WITH MAXIMUM ANTIOXIDANT EFFECT**

An important trend in the food industry is the production of domestic food products of mass consumption with a high content of biologically active substances for different population groups. Numerous works provide the data on beneficial properties of grape pomace, however its processing in the wine manufacture is far from the full using of grapes. In real conditions of production the under-utilization of waste, which leads to losses of valuable substances in grapes, do not exclude. In this regard, it is proposed to explore the influence of technological parameters on antioxidant properties of products. Secondary products of the wine industry are used as research objects. A mathematical model describing the effect of these parameters on product properties is created. In this paper we propose a special method of processing databases, which uses interpolation and approximation by choosing the appropriate algebraic polynomials and other analytic dependences. This method makes it possible to solve certain problems of statistical and extreme grip. The work is financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the basic part of the government task No. 2014/ 199 of "Samara State Technical University" 974 code.

Key words: grape pomace, antioxidant activity, phenols, extraction, interpolation, approximation, mathematical model.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-40-48

Введение

Повышение эффективности промышленного производства на современном этапе возможно лишь на основе его интенсификации и повышения выхода продукции с единицы сырья. Это предполагает совершенствование технологии и более эффективное использование сырьевых ресурсов при их переработке. В реальных условиях винодельческого производства не исключены варианты недоиспользования отходов, что приводит к потерям высокоценных веществ. Поэтому одной из задач нашей работы является разработка технологии производства экстракта с высокой

антиоксидантной активностью из отходов винодельческого сырья с целью их минимизации. Экстракты из отходов переработки винограда и производства вина приобретают все большую популярность в качестве антиокислителей в липидосодержащих системах, например в мясе [1].

Одной из основных стадий получения экстрактов семян винограда является сам процесс экстракции [2]. От правильного подбора параметров экстракции зависит химический состав и антиоксидантная активность экстрактов [3].

Целью данного этапа работы было изучение влияния технологических параметров на физико-химические и антиоксидантные показатели экстракта. При разработке технологии получения биологически активных экстрактов важное влияние на процесс экстракции оказывают такие параметры, как сушка сырья; подбор растворителя; температура экстракции; время экстракции [4]; концентрирование [5].

Методы исследований

Основное количество выжимок и семян образуется в период сбора винограда и переработки на вино. Такое количество быстропортящихся отходов нельзя сохранить без дополнительной обработки. Сушка является одним из способов хранения скоропортящихся продуктов. Также сушка предлагается и в качестве метода консервирования виноградных выжимок и семян [6].

С целью определения оптимальной температуры сушки сырья проводили оценку влияния трех температур 50–52°C, 100–102°C, 130–132°C при конвективной сушке, сублимационной сушке на изменение химического состава (общего содержания фенолов, флавоноидов, танинов, антоцианов), антиоксидантной активности (способности улавливать свободные радикалы DPPH (2,2'-дифенил-1-пикрилгидразила), ABTS (2,2'-азино-бис(3-этилбензтиазолино-6-сульфоновая кислота)), восстанавливающей силы по методу FRAP, способности ингибировать окисление на модели с линолевой кислотой виноградных выжимок и семян. Объектами исследования стали мякоть, семена и выжимки сортосмеси винограда сортов Мерло, Левокумский и Регент, взятых с винодельческих предприятий Самарской области.

Результаты исследования химического состава вторичного виноградного сырья после определенных стадий сушки представлены в табл. 1.

Таблица 1

Изучение химического состава вторичного виноградного сырья

Показатели	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ/100 г ИС	T, мг К/100 г ИС
Свежая мякоть	1,77	0,81	647,7	34,50
50–52	2,24	2,07	964,4	101,92
100–102	1,94	1,53	97,5	62,72
130–132	2,16	1,52	257,8	55,72
СС*	0,4	0,23	980	65,5
Свежие семена	7,51	6,9	–	36,84
50–52	7,84	7,05	–	72,80
100–102	6,67	5,8	–	72,80
130–132	4,49	3,81	–	42,80
СС	5,91	5,09	–	22,34
Свежие выжимки	2,72	2,29	746	11,40
50–52	3,32	3,05	659	83,40
100–102	2,84	3,01	103,4	73,80
130–132	2,26	2,01	227,3	46,70
СС	0,69	1,09	1069	15,92

Анализируя данные табл. 1, видим, что все способы тепловой обработки влияют на химический состав и антиоксидантные показатели вторичного виноградного сырья. Заметно увеличение содержания фенольных веществ, флавоноидов, танинов, а также антирадикальной активности и восстанавливающей силы. Это может быть связано с несколькими факторами: 1) при воздействии высокой температуры на растительные клетки происходит их разрушение и облегчается экстракция фенольных веществ и флавоноидов [7]; 2) как правило, фенольные вещества содержатся в природных объектах не в свободном, а в связанном с сахарами состоянии в виде гликозидов. При тепловой обработке связи разрушаются, и фенольные вещества высвобождаются из клетки. При этом фенольные вещества и флавоноиды сохраняют высокую антирадикальную активность и восстанавливающую силу.

На рис. 1 представлены показатели антиоксидантных свойств вторичного виноградного сырья.

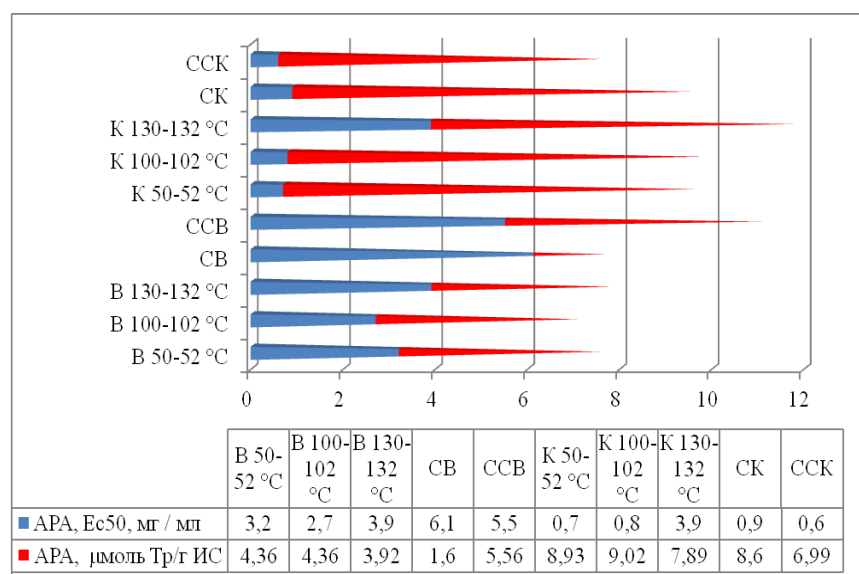


Рис. 1. Антиоксидантная активность вторичного виноградного сырья

На основе данных рис. 1 можно сделать вывод о том, что среди показателей антирадикальной активности по методу DPPH, характеризуемой наименьшей концентрацией экстракта (E_{C50}), необходимой для связывания 50% свободных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила проявляется в выжимках винограда, высушенных при температурах 50–52°C и 100–102°C ($E_{C50} = 3,2$ мг/мл и $E_{C50} = 2,7$ мг/мл, соответственно).

Анализ вторичного виноградного сырья, высушенного при 50–52°C, свидетельствует о том, что показатели антиоксидантной активности по методу ABTS занимают лидирующие позиции.

Таким образом, по химическому составу мы можем выделить мякоть, семена и выжимки винограда, высушенные при температуре 50–52°C, которые содержат оптимальное количество фенолов, флавоноидов, антоцианов и танинов. Также можно сделать вывод, что вторичное сырье винограда, высушенное при температуре 50–52°C, имеет более высокие показатели антиоксидантной активности.

Для оптимизации выбора температуры сушки сырья на основании полученных экспериментальных данных была проведена математическая обработка материалов.

Для математической обработки экспериментальных данных по сушке сырья введены следующие обозначения: t – фактор эксперимента, температура сырья при его сушке, °С; Y_1 – общее содержание флавоноидов, мг К/100 г ИС; Y_2 – общее содержание антоцианов, мг ЦГ/100 мг ИС; Y_3 – антирадикальная активность по методу DPPH, мг/см³; Y_4 – антиоксидантная активность по методу ABTS, μмоль Тр/г ИС.

Принимая во внимание неравномерный и значительный по координатный разброс экспериментальных данных для их математического описания, мы выбрали схему кусочно-непрерывной аппроксимации полиномами второго порядка.

Так как по изученным данным имеется пять экспериментальных значений температуры, то, следуя схеме непрерывной аппроксимации, приходим к необходимости построить три интерполяционных многочлена, каждый из которых аппроксимирует таблично заданную экспериментальную функцию на своем отрезке интерполяции, содержащем три узла интерполяции.

1. Последовательное решение матричным методом трех систем линейных алгебраических уравнений позволило получить три квадратичных полинома для оптимального исследования теоретического результирующего параметра оптимизации $\hat{Y}_1$ (второй нижний индекс указывает на номер уравнения и выбранный интервал исследования):

$$\hat{Y}_{11} = 821,01292 + 10,01787t + 0,5808 t^2, t \in [-78; 51]_1,$$

$$\hat{Y}_{12} = 644,77379 + 31,09745t - 0,28748t^2, t \in [10; 101]_2,$$

$$\hat{Y}_{13} = 2874,64125 - 34,70333t + 0,14542t^2, t \in [51; 131]_3.$$

Основные результаты анализа интерполяционных уравнений для величины $\hat{Y}_1$: значения параметра оптимизации и в граничных точках диапазона исследования равны:

$$\hat{Y}_{11} = (-78) = 393 \text{ и } \hat{Y}_{13}(131) = 824,$$

$$\text{глобальный максимум } \hat{Y}_1^* = \hat{Y}_{12}(51) = 1483$$

$$\text{глобальный минимум } \hat{Y}_1^* = \hat{Y}_{11}(-78) = 393.$$

2. Аналогично последовательное решение трех систем линейных алгебраических уравнений позволило получить три квадратичных полинома для оптимального исследования теоретического результирующего параметра оптимизации $\hat{Y}_2$:

$$\hat{Y}_{21} = 773,3415 - 2,85419t + 0,012t^2, t \in [-78; 51]_1,$$

$$\hat{Y}_{22} = 716,83572 + 3,90435t - 0,09879t^2, t \in [10; 101]_2,$$

$$\hat{Y}_{23} = 2207,10628 - 40,0718t + 0,19053t^2, t \in [51; 131]_3.$$

Основные результаты анализа интерполяционных уравнений для величины $\hat{Y}_2$: значения параметра оптимизации и в граничных точках диапазона исследования равны:

$$\hat{Y}_{21} = (-78) = 1069 \text{ и } \hat{Y}_{23}(131) = 227,3;$$

$$\text{глобальный максимум } \hat{Y}_2^* = \hat{Y}_{21}(-78) = 1069$$

$$\text{глобальный минимум } \hat{Y}_2^* = \hat{Y}_{23}(105) = 100,1.$$

3. Последовательное решение трех систем линейных алгебраических уравнений позволило получить три квадратичных полинома для оптимального исследования третьего теоретического результирующего параметра оптимизации $\hat{Y}_3$:

$$\hat{Y}_{31} = 6,50072 - 0,03406t - 0,0006t^2, t \in [-78; 51]_1,$$

$$\hat{Y}_{32} = 7,14768 - 0,11144t - 0,00067t^2, t \in [10; 101]_2,$$

$$\hat{Y}_{33} = 6,92938 - 0,105t + 0,00063t^2, t \in [51; 131]_3.$$

Основные результаты анализа интерполяционных уравнений для величины $\hat{Y}_3$: значения параметра оптимизации $\hat{Y}_3$ и в граничных точках диапазона исследования равны:

$$\hat{Y}_{31} = (-78) = 5,5 \text{ и } \hat{Y}_{33}(131) = 3,9;$$

$$\text{локальный минимум } \hat{Y}_{3*1} = \hat{Y}_{32}(80) = 2,5;$$

$$\text{глобальный максимум } \hat{Y}_3^* = \hat{Y}_{31}(-28) = 7,$$

$$\text{глобальный минимум } \hat{Y}_3^* = \hat{Y}_{3*1} = \hat{Y}_{32}(80) = 2,5.$$

4. Аналогично предыдущему получены уравнения для оптимального исследования четвертого теоретического результирующего параметра оптимизации $\hat{Y}_4$:

$$\hat{Y}_{41} = 1,37087 + 0,01421t + 0,00087t^2, t \in [-78; 51]_1,$$

$$\hat{Y}_{42} = 0,54956 + 0,11244t - 0,00074t^2, t \in [10; 101]_2,$$

$$\hat{Y}_{43} = 3,41565 + 0,02787t - 0,00018t^2, t \in [51; 131]_3.$$

Результаты анализа интерполяционных уравнений для параметра $\hat{Y}_4$: значения параметра оптимизации $\hat{Y}_4$ и в граничных точках диапазона исследования равны:

$$\hat{Y}_{41} = (-78) = 5,56 \text{ и } \hat{Y}_{43}(131) = 3,92;$$

$$\text{локальный минимум } \hat{Y}_{4*1} = \hat{Y}_{42}(-8) = 1,31;$$

$$\text{локальный максимум } \hat{Y}_2^* = \hat{Y}_{42}(76) = 4,65,$$

$$\text{глобальный максимум } \hat{Y}_4^* = \hat{Y}_{41}(-78) = 5,56,$$

$$\text{глобальный минимум } \hat{Y}_4^* = \hat{Y}_{4*1} = \hat{Y}_{42}(-8) = 1,31.$$

С целью определения оптимального растворителя для получения экстрактов из выжимок и семян винограда, высушенных при 50–52°C, с максимальным содержанием фенолов, флавоноидов, антоцианов, танинов и антиоксидантной активностью использовались наиболее безопасные и экологически безвредные экстрагенты: вода, этиловый спирт, смесь воды и этилового спирта в соотношениях: 100% H₂O, 30% C₂H₅OH, 50% C₂H₅OH, 70% C₂H₅OH, 100% C₂H₅OH [8].

Экстракция растительного материала является сложным процессом, который зависит от целого ряда факторов, среди которых одно из важнейших мест занимает природа растворителя для экстракции [9,10]. Также обнаружена взаимосвязь между природой растворителя для экстракции и антиоксидантными свойствами экстрактов виноградной выжимки [11].

Для определения оптимальной величины растворителя измельченное высушенное сырье заливали экстрагентом в соотношении сырье : экстрагент, равном 1 : 10, к массе сырья, выдерживали при комнатной температуре в течение 24 ч при периодическом перемешивании и отделяли экстракт. В полученных экстрактах определяли содержание фенольных веществ, флавоноидов, танинов, антоцианов, а также антиоксидантную активность. Полученные результаты [12] позволяют сделать вывод о том, что 70% C₂H₅OH является технологически обоснованным для получения экстрактов из выжимок винограда с максимальным содержанием фенолов, флавоноидов, антоцианов, танинов и антиоксидантной активностью.

Также важное влияние на процесс экстракции оказывает температура экстракции. Так, в статье сообщается, что температура изменяет состояние процианидинового комплекса виноградных выжимок и семян [13,14].

С целью определения оптимальной температуры экстракции были исследованы три варианта температур: 36–37°C, 50–51°C, 78–79°C. В качестве растворителей были использованы для виноградных выжимок – 70% C₂H₅OH [8], для виноградных семян – 98% C₂H₅OH [8].

Полученные результаты общего содержания фенолов, флавоноидов, танинов и антоцианов представлены в табл. 2 и на рис. 2 и 3.

Таблица 2

Результаты исследования зависимости химического состава от температуры экстракции

t сушки	Показатели			
	ФВ, г ГК/100 г СВ	Фл, г К/100 г СВ	Ац, ЦГ/100 г ИС	Т, мг К/100 г ИС
Мякоть и кожа				
36–37°C	2,9	1,78	1006,5	64,40
50–51°C	2,19	2,01	953,9	63,28
78–79°C	3,36	2,51	680,6	67,06
Семена				
36–37°C	9,51	7,31	–	84,20
50–51°C	9,01	7,33	–	85,82
78–79°C	8,81	6,95	–	70,28
Выжимки				
36–37°C	3,41	2,81	986,4	72,40
50–51°C	3,73	3,21	812,7	75,20
78–79°C	3,64	3,18	596,2	69,8

Полученные результаты (табл. 2) свидетельствуют о том, что по общему содержанию фенолов (9,51 г галловой кислоты на 100 г СВ), танинов (84,20 мг катехина на 100 г исходного сы-

рья), по показателям восстанавливающей силы ($31,86 \text{ ммоль Fe}^{2+}$ на 1 кг исходного сырья) и антиокислительной активности (37,9% ингибирования окисления линолевой кислоты) оптимальной температурой экстракции для семян винограда является температура 36–37°C. По общему содержанию флавоноидов и танинов благоприятной температурой оказалась температура 50–51°C (7,33 г катехина на 100 г СВ и 85,82 мг катехина на 100 г ИС, соответственно). По способности улавливать свободные радикалы DPPH и радикалы ABTS (рис. 2) такой температурой является 78–79°C.

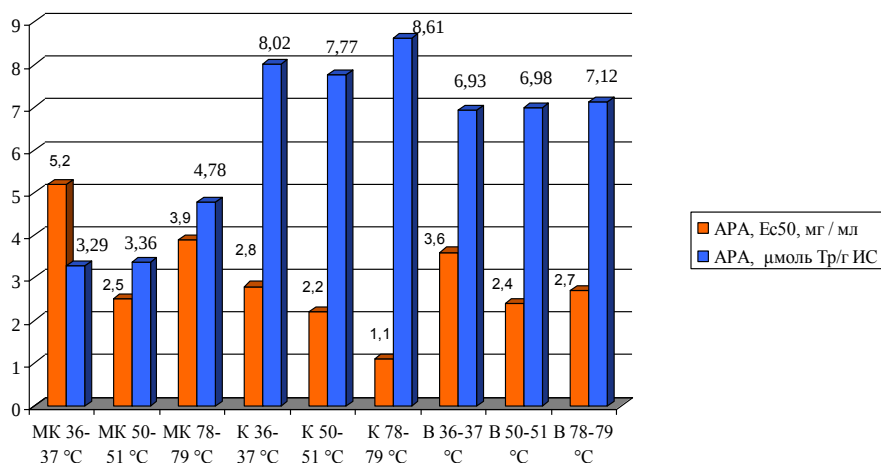


Рис. 2. Общая антиоксидантная активность по методам DPPH и ABTS

Оптимальной температурой экстракции для получения экстрактов из мякоти и кожицы винограда с максимальными показателями является температура 78–79°C. Но для антоцианов наиболее благоприятна низкая температура. Из табл. 2 видно, что с увеличением температуры экстракции количество антоцианов в экстрактах уменьшается.

На рис. 3 представлены показатели восстанавливающей силы и антиокислительной активности.

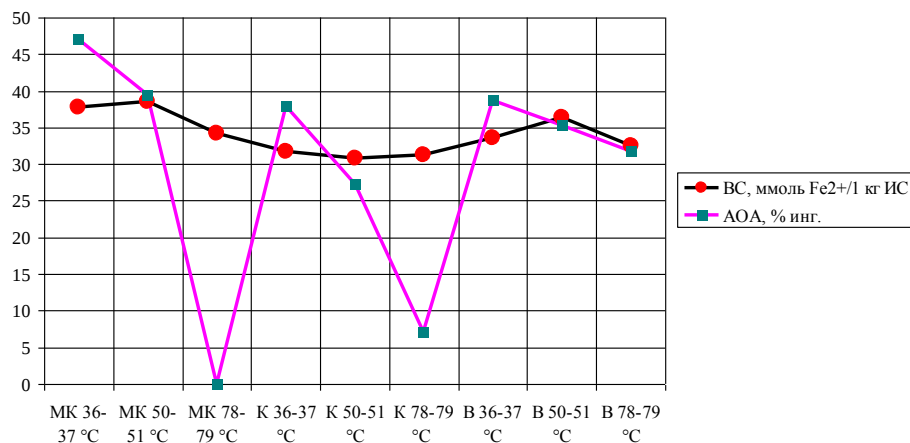


Рис. 3. Изучение восстанавливающей силы и антиокислительной активности

Исходя из полученных результатов, отраженных в табл. 2 и на рис. 2 и 3, можно сделать вывод о том, что технологически обоснованная температура экстракции для выжимок винограда составляет 50–51°C. Дальнейшее повышение температуры не способствует увеличению полноты экстракции и, согласно литературным данным, вызывает разрушение биологически активных веществ (полифенолов, витаминов). Поэтому повышение температуры в данном случае нецелесообразно.

Для оптимизации выбора температуры экстракции на основании полученных экспериментальных данных была проведена математическая обработка материалов.

Для математической обработки по подбору температуры экстракции введены следующие обозначения: t – фактор эксперимента, температура сырья при его сушке, °C; Y_5 – общее содер-

жание флавоноидов, мг К/100 г ИС; Y_6 – общее содержание антоцианов, мг ЦГ/100 мг ИС; Y_7 – антирадикальная активность по методу DPPH, мг/см³; Y_8 – антиоксидантная активность по методу ABTS, моль Тр/г ИС.

Основной математической моделью для регрессионного анализа данных выбран алгебраический многочлен второй степени

$$\hat{Y} = at^2 + bt + c.$$

I. После математической обработки экспериментальных данных для параметра оптимизации Y_5 получены следующие результаты:

1) аппроксимирующая модель для опытных данных

$$\hat{Y}_5 = -0,262079t^2 + 32,407455t + 1187,071486;$$

2) остаточная дисперсия $\delta_{\text{ост}}^2 = 522,840559$;

3) общая дисперсия $\delta_{\text{общ}}^2 = 522,840559$

4) индекс корреляции $R = 0,94788$

5) индекс детерминации $R^2 = 0,89848$

6) средняя ошибка аппроксимации в процентах $\bar{A} = 0,85\%$;

7) полученное уравнение хорошо аппроксимирует опытные данные, так как $R \approx 1$ и $\bar{A} = 0,85\% < 7\%$;

8) максимальное значение $\hat{Y}_5^{\max} = 2189$ достигается в точке $t_5^{\max} = -\frac{b}{2a} = 62$, минимальное равно $\hat{Y}_5^{\min}(91) = 2189$.

II. После математической обработки экспериментальных данных для параметра оптимизации Y_6 получены следующие результаты:

1) аппроксимирующая модель для опытных данных

$$\hat{Y}_6 = -0,006294t^2 - 8,898928t + 1301,101863;$$

2) остаточная дисперсия $\delta_{\text{ост}}^2 = 395,380125$

3) общая дисперсия $\delta_{\text{общ}}^2 = 4,1772,236$

4) индекс корреляции $R = 0,995256$

5) индекс детерминации $R^2 = 0,990535$

6) средняя ошибка аппроксимации в процентах $\bar{A} = 2,73\%$;

7) полученное уравнение хорошо аппроксимирует опытные данные, так как $R^2 \approx 1$ и $\bar{A} = 2,73\% < 7\%$;

8) максимальное значение $\hat{Y}_6^{\max}(36) = 972,6$, а минимальное равно $\hat{Y}_6^{\min}(91) = 439,2$.

9) фактическое значение критерия Фишера $F_{\text{факт}} = 104,65082$ критическое значение критерия Фишера $F_{\text{крит}}(\alpha; f_1; f_2) = F_{\text{крит}}(0,05; 2; 2) = 19,2$; так как $F_{\text{факт}} > F_{\text{крит}}$, то квадратичное уравнение регрессии значимо (адекватно).

III. После математической обработки экспериментальных данных для параметра оптимизации Y_7 получены следующие результаты:

1) аппроксимирующая модель для опытных данных

$$\hat{Y}_7 = 0,001751t^2 - 0,220589t + 9,196115;$$

2) остаточная дисперсия $\delta_{\text{ост}}^2 = 0,013448$

3) общая дисперсия $\delta_{\text{общ}}^2 = 0,2104$

- 4) индекс корреляции $R = 0,967514$
 - 5) индекс детерминации $R^2 = 0,936083$
 - 6) средняя ошибка аппроксимации в процентах $\bar{A} = 3,69\%$;
 - 7) полученное уравнение хорошо аппроксимирует опытные данные, так как $R^2 \approx 1$ и $\bar{A} = 3,69\% < 7\%$;
 - 8) максимальное значение $\hat{Y}_7^{\max}(91) = 3,62$, а минимальное равно $\hat{Y}_7^{\max}(62) = 2,25$.
- IV. После математической обработки экспериментальных данных для параметра оптимизации Y_8 получены следующие результаты:
- 1) аппроксимирующая модель для опытных данных

$$\hat{Y}_8 = -0,00693t^2 + 0,076857t + 5,001409;$$

- 2) остаточная дисперсия $\delta_{\text{ост}}^2 = 0,044989$
- 3) общая дисперсия $\delta_{\text{общ}}^2 = 0,126664$
- 4) индекс корреляции $R = 0,803006$
- 5) индекс детерминации $R^2 = 0,644818$
- 6) средняя ошибка аппроксимации в процентах $\bar{A} = 2,52\%$;
- 7) полученное уравнение хорошо аппроксимирует опытные данные, так как $R^2 \approx 1$ и $\bar{A} = 2,52\% < 7\%$;
- 8) максимальное значение $\hat{Y}_8^{\max}(55) = 7,132$, а минимальное равно $\hat{Y}_8^{\max}(91) = 6,26$.

Заключение

Таким образом, на основании проведенных исследований по изучению антиоксидантных свойств экстракта выжимок винограда и математической оптимизации полученной модели был рекомендован оптимальный температурный режим сушки сырья (50–52°C) и температура экстракции (50–51°C), поскольку при данных параметрах обеспечиваются самые благоприятные показатели комплекса антиоксидантных свойств продукта.

Литература

1. Karre L. Natural antioxidants in meat and poultry products // *Meat Science*. – 2013. – V. 94, № 2. – P. 220–227.
2. Тагирова, П.Р., Касьянов Д.Г. Переработка виноградных выжимок и виноградных семян с использованием жидкого диоксида углерода // *Известия вузов. Пищ. технол.* – 2010. – № 2-3. – С. 60–62.
3. Jungmin L., Chriktopher R. Influence of extraction methodology on grape composition values // *Food Chemistry*. – 2011. – V. 126, № 1. – P. 295–300.
4. Получение экстрактов из выжимок и семян винограда с высокой антиокислительной активностью / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова, Н.В. Смирнова // *Пищевая промышленность*. – 2014. – № 2. – С. 68–70.
5. Кустова И.А. Технология получения экстракта с антиоксидантными свойствами из косточек винограда // *Хранение и переработка сельхозсырья*. – 2014. – № 10. – С. 27–30.
6. Khanal Ramesh C., Howard Luke R., Prior Ronald L. Procyanidin composition of selected fruits and fruit byproducts is affected by extraction method and variety // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. – 2009. – V. 57, № 19. – P. 8839–8843.
7. Экстракция фенольных соединений из виноградных семян / А.Л. Панасюк, В.В. Жирова, И.О. Михайлов, Н.М. Романюк, Е.А. Никулина // *Виноделие и виноградарство*. – 2003. – № 1. – С. 36–37, 54.
8. Получение экстрактов с антиоксидантными свойствами из косточек винограда / И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова, Н.В. Смирнова // *Виноделие и виноградарство*. – 2014. – № 1. – С. 33–35.

9. Antioxidant compounds recovery from grape residues by a supercritical antisolvent assisted process / *T. Floris, G. Filippino, S. Scrugli, M.B. Pinna, A. Argiolas, M. Murru, E. Reverchon* // *J. Supercrit. Fluids*. – 2010. – V. 54, № 2. – P. 165–170.
10. Recovery of catechins and proanthocyanidins from winery by-products using subcritical water extraction / *M. Garcia-Marino, J. Rivas-Gonzalo, E. Ibanez, C. Garcia-Moreno* // *Anal. chim. acta*. – 2005. – V. 563, № 1-2. – P. 44–50.
11. *Spigno G., Tramelli L., De Faveri D.M.* Effects of extraction time, temperature and solvent on concentration and antioxidant activity of grape marc phenolics // *Journal of Food Engineering*. – 2007. – V. 81, № 4. – P. 200–208.
12. Получение экстрактов с антиоксидантными свойствами из косточек винограда / *И.А. Кустова, Н.В. Макарова, И.А. Яшина, М.Н. Новикова, Н.В. Смирнова* // *Виноделие и виноградарство*. – 2014. – № 1. – С. 33–35.
13. *Галущенко В.Т., Березовский Ю.С.* Виноград. – М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2008. – 108 с.
14. Изменение процианидинового комплекса виноградной выжимки при кулинарной обработке / *Ю.В. Гапенко, Г.М. Зайко, Н.М. Агеева, М.Г. Марковский* // *Известия вузов. Пищевая технология*. – 2004. – № 2-3. – С. 39–40.

Информация об авторах **Information about the authors**

Кустова Ирина Андреевна – Самарский государственный технический университет; 443069, Россия, Самара; кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры «Технология и организация общественного питания», batkova_ira7@mail.ru.

Kustova Irina Andreevna – Samara State Technical University; 443069, Samara, Russia; Candidate of Technical Sciences, Senior Lecturer of Technology and Organization of Public Catering Chair; batkova_ira7@mail.ru

Макарова Надежда Викторовна – Самарский государственный технический университет; 443069, Россия, Самара; доктор химических наук, профессор, заведующая кафедрой «Технология и организация общественного питания»; samara.pitanie@gmail.com

Makarova Nadezhda Viktorovna – Samara State Technical University; 443069, Russia, Samara, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Head of Technology and Organization of Public Catering Chair; samara.pitanie@gmail.com

Стулин Владимир Васильевич – Самарский государственный технический университет; 443069, Россия, Самара; кандидат технических наук, доцент кафедры высшей математики и прикладной информатики

Stulin Vladimir Vasilevich – Samara State Technical University; 443069, Russia, Samara; Candidate of Technical Sciences, Professor of Mathematics and Applied Computer Science Chair

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 639.371

**В.Г. Крымов, С.И. Вершинин, И.Р. Тлецерук, Н.А. Юрина, Д.А. Юрин,
Е.А. Максим, Н.Л. Мачнева, И.А. Перепелица**

**НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЯ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ
СООТНОШЕНИЯ ПОЛОВ В ОТХОДЕ У ОСЕТРОВЫХ И ИХ ГИБРИДНЫХ ФОРМ
ПРИ ИЗМЕНЕНИИ ПЛОТНОСТИ ПОСАДКИ В ПРОЦЕССЕ ИНДУСТРИАЛЬНОГО
ТОВАРНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ НА БАЗЕ УСТАНОВОК ЗАМКНУТОГО
ВОДОИСПОЛЬЗОВАНИЯ (УЗВ)**

В настоящей научной работе авторами представлены некоторые обобщенные результаты наблюдений, проводимых в разное время года в течение нескольких лет в производственных и лабораторных условиях на базе установок замкнутого водоиспользования (УЗВ). В результате проведения исследования было установлено соотношение между плотностью посадки объекта в УЗВ и уровнем элиминации самцов и самок. Выявлено, что при содержании объекта в условиях разреженной посадки в отходе преобладают самцы, а при повышении плотности посадки объекта соотношение полов в отходе изменяется в направлении увеличения доли смертности самок. Главным фактором в изменении соотношения полов в отходе в пользу самок при увеличении плотности посадки объекта, предположительно, может являться дефицит растворенного кислорода в воде на базе установок замкнутого водоиспользования, возникающий за счет повышения его потребления на фоне увеличения температуры воды, что предполагает элиминацию преимущественно особей с наибольшей интенсивностью роста и большей вероятностью встречаемости самок в данной группе.

Ключевые слова: УЗВ, размерно-весовые характеристики, самцы и самки осетровых, гидрологический режим, плотность посадки, элиминация.

**V.G. Krymov, S.I. Vershinin, I.R. Tletseruk, N.A. Yurina, D.A. Yurin, E.A. Maxim,
N.L. Machneva, I.A. Perepelitsa**

**SOME RESULTS OF MONITORING THE DYNAMICS OF CHANGES IN THE SEX RATIO
IN WASTE OF STURGEON AND THEIR HYBRID FORMS WHEN CHANGING STOCKING
DENSITY IN THE PROCESS OF INDUSTRIAL COMMERCIAL GROWING ON THE BASIS
OF CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS (CWSI)**

In this scientific work the authors present some generalized results of observations conducted at different seasons of the year for several years in production and laboratory conditions on the basis of closed water supply installations (CWSI). As a result of the study, the stocking density of the object in the CWSI and the level of elimination of males and females have been correlated. It has been found that when the object is kept in conditions of low density, males predominate in the waste, and when there is higher density stocking the ratio of sexes in the waste changes in the direction of increasing the mortality rate of females. The main factor in changing the sex ratio in waste in favor of females with increasing the stocking density is presumably the deficiency of dissolved oxygen in water on the basis of closed water supply systems, which arises due to an increase in its consumption on the background of an increase in water temperature, which presupposes the elimination, mainly, of individuals with higher growth rate and a greater probability of occurrence of females in this group.

Key words: close water supply installation, size and weight characteristics, males and females of sturgeon, hydrological regime, stocking density, elimination.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-49-61

На сегодняшний день биотехника содержания, разведения (воспроизводства), подращивания и товарного выращивания промыслово-ценных видов гидробионтов (в частности, осетровых и их гибридных форм) на базе установок с замкнутым циклом водоиспользования (УЗВ), безусловно, является одним из наиболее молодых, высокотехнологичных, высокопродуктивных и перспективных направлений современной индустриальной аквакультуры [1–3].

Данное направление находит все более широкое применение в аквакультуре и имеет ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с традиционными технологиями, что объясняет возрастающий интерес к нему со стороны сельхозпроизводителей. Прежде всего, это создание благоприятных условий для круглогодичного содержания гидробионтов и, как следствие, существенное сокращение сроков полного оборота предприятия (до выхода конечного продукта), повышение производительности и экологической безопасности производства.

Однако, несмотря на перечисленные выше явные преимущества, практическое применение данной технологии часто вскрывает ряд серьезных и взаимообусловленных недостатков, среди которых:

- существенные (и не всегда оправданные) затраты на капитальное строительство больших производственных помещений, сборку, запуск и дальнейшую эксплуатацию не всегда рационально спроектированных производственных модулей (приобретение некоторых дорогостоящих материалов, приобретение и эксплуатацию мощного и не всегда рационально используемого электрооборудования);

- излишняя сложность процесса эксплуатации и обслуживания производственных модулей, требующая большого штата сотрудников.

Принимая во внимание цены на энергоносители и электроэнергию, а также различия в состоянии экономики отдельных регионов Российской Федерации, где индустриальная аквакультура на базе УЗВ еще находится на экспериментальной стадии и нуждается в дальнейшем усовершенствовании, отметим, что указанные причины заметно сдерживают распространение данной технологии, в частности в отечественной аквакультуре.

Таким образом, в настоящее время все еще сохраняет свою актуальность целый круг вопросов, связанных с проблемой комплексной оптимизации индустриальной аквакультуры промыслово-ценных видов гидробионтов (в частности, осетровых и их гибридных форм) на базе установок с замкнутым циклом водоиспользования (УЗВ). Под «комплексной оптимизацией» авторы понимают совокупность технологических (биотехнических) и инженерно-технических (конструкторских) решений, обеспечивающих повышение рентабельности производства за счет снижения организационных и эксплуатационных издержек; снижение себестоимости и, как следствие, рыночной цены конечной продукции при сохранении и возможном повышении производительности, а также сохранение и возможное улучшение физиологической полноценности и товарных качеств объекта аквакультуры [4].

Закономерным практическим результатом комплексной оптимизации призвано стать:

- общее увеличение объемов производства за счет облегчения доступности технологии широкому кругу производителей и, как следствие, более широкое ее внедрение и распространение, особенно на уровне малого и среднего бизнеса;

- повышение покупательной способности населения и доступности конечной продукции для более широкого круга потребителей.

Принимая во внимание разнообразие ныне действующих конструкций УЗВ [5], при определении возможных направлений в решении проблемы комплексной оптимизации необходимо учитывать практический опыт специалистов, накопленный в производственных и лабораторных условиях [3, 4, 6–8].

Цель. Целью исследований являлось изучение динамики изменения соотношения полов в отходе у осетровых и их гибридных форм при изменении плотности посадки в процессе индустриального товарного выращивания на базе установок замкнутого водоиспользования (УЗВ).

Методы. Настоящее исследование можно условно разделить на два этапа, характеристика которых представлена в табл. 1.

На протяжении каждого из этапов осуществляли контроль за изменением размерно-весовых (линейно-массовых) и репродуктивных характеристик, показателей жизнестойкости, а также гидрохимическим и водным температурным режимами. Результаты оценки последних представлены в табл. 2 и на рис. 1–5.

Таблица 1

**Условия содержания и некоторые результаты индустриального товарного выращивания объекта
в монокультуре на базе УЗВ (по этапам исследования)**

Показатели		Этапы исследования	
		1	2
База		действующий производственный модуль УЗВ (Al Faris Group of Companies, подразделение Al Faris Fish Farm, Caviar Court; Саудовская Аравия, г. Даммам)	действующий экспериментальный малогабаритный модуль УЗВ на базе бизнес-инкубатора КубГУ (г. Краснодар)
Узел водоподготовки (очистка оборотной воды)	механическая	сетчатый барабанный фильтр с омывателем и электромотором	песчано-гравийный фильтр высокого давления
	биологическая	аэрируемый биофильтр; неаэрируемый (денитрификационный) биофильтр	фильтр биологической очистки, разделенный неполными перегородками на отсеки, составляющие аэрируемый и неаэрируемый (денитрификационный) участки
	антибактериальная обработка и аэрация	аэроканал с погружным УФ-стерилизатором; аэрация в емкостях для содержания гидробионтов	аэрируемый распределительный отсек фильтра биологической очистки с поверхностными УФ-лампами; аэрация в емкостях для содержания гидробионтов
Схема рециркуляции (водооборота)		автономные водоснабжение и водосброс всех элементов узла водоподготовки и емкостей для содержания гидробионтов через аэроканал	все элементы собраны в единое кольцо водооборота, при автономном водоснабжении и водосбросе емкостей для содержания гидробионтов
Кратность водообмена (в час) в емкостях для содержания гидробионтов		1,3	1,0
Продолжительность этапа, сут		737	440
Объект		возвратный гибрид русского осетра с сибирским осетром	стерлядь (<i>Acipenser ruthenus</i>)
Возрастная категория	в начале этапа	1 (годовики)	2 (двухгодовики)
	в конце этапа	3 (трехгодовики)	3 (трехгодовики)
Отход в течение этапа, %		46,84	5,56
Средняя индивидуальная масса, кг (min–max)	исходная	0,25 (0,15–0,50)	0,75 (0,50–1,00)
	итоговая	5,47 (4,10–6,92)	1,56 (0,91–2,22)
Плотность посадки, кг/м ² (min–max)	исходная	10,87 (7,80–16,22)	9,54 (–)
	итоговая	28,60 (6,45–40,44)	17,08 (–)
Продукционные комбинированные корма (сырой протеин / сырой жир)		Aller Aqua 45/15 (Дания); Marine Fish 48/12 и Marine Fish 45/12 (Саудовская Аравия)	BIOMAR EFICO Sigma 840 44/16 (Франция); Aquarex «Осетр» 45/12 (Россия)
Суточные нормы кормов, %	в начале этапа	2,0–2,5	0,9–1,0
	в конце этапа	0,4–0,5	0,45–0,5
Кратность кормления, раз/сут		10–12	10–12

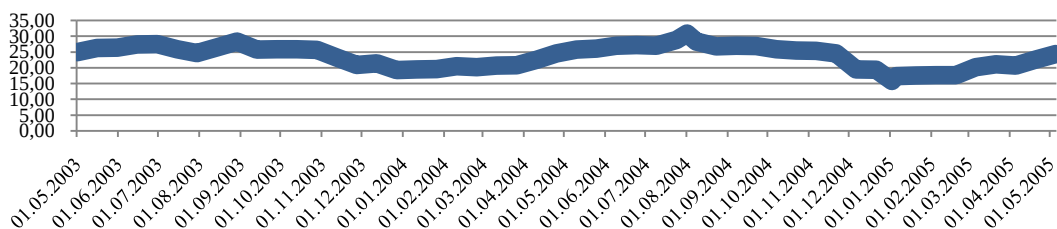
Таблица 2

**Качество оборотной воды по некоторым гидрохимическим показателям
на различных участках взятия проб (по этапам исследования)**

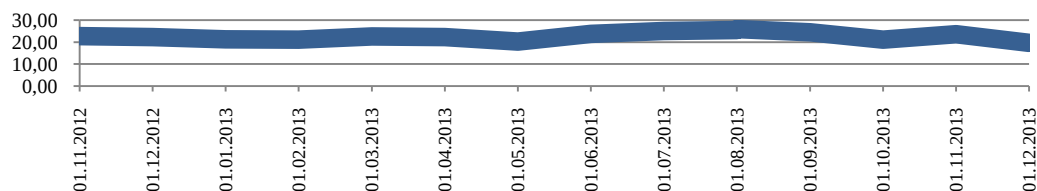
Показатели качества воды	Участки взятия проб					
	Этап 1				Этап 2	
	Аэрируемый биофильтр	Неаэрируемый (денитрификационный) биофильтр	Сбросной канал	Внешний источник свежей воды	Перед подачей в фильтр биологической очистки	На выходе из фильтра биологической очистки
NH ₄ ⁺ /NH ₃ , мг/л (min–max)	1,64 (0,40–15,00)	6,57 (0,50–22,00)	2,30 (–)	0,80 (0,70–1,20)	0,30 (0,00–1,00)	0,10 (0,00–1,00)
NO ₂ [–] , мг/л (min–max)	0,91 (0,02–3,50)	1,46 (0,11–2,60)	–	0,26 (0,15–0,70)	0,00 (0,00–0,80)	0,10 (0,00–0,80)

Окончание табл. 2

Показатели качества воды	Участки взятия проб					
	Этап 1				Этап 2	
	Аэрируемый биофильтр	Неаэрируемый (денитрификационный) биофильтр	Сбросной канал	Внешний источник свежей воды	Перед подачей в фильтр биологической очистки	На выходе из фильтра биологической очистки
NO ₃ ⁻ , мг/л (min–max)	79,27 (39,60–162,80)	95,35 (13,20–202,40)	126,29 (44,00–202,40)	13,30 (8,80–17,60)	12,60 (0,00–100,00)	12,50 (0,00–100,00)
pH, ед. (min–max)	7,57 (6,00–9,00)	7,54 (7,50–8,00)	–	7,76 (7,38–8,00)	8,00 (7,50–8,50)	8,00 (7,50–8,50)

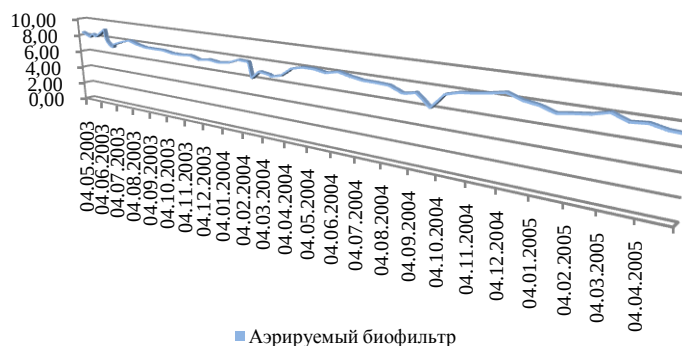


Этап 1

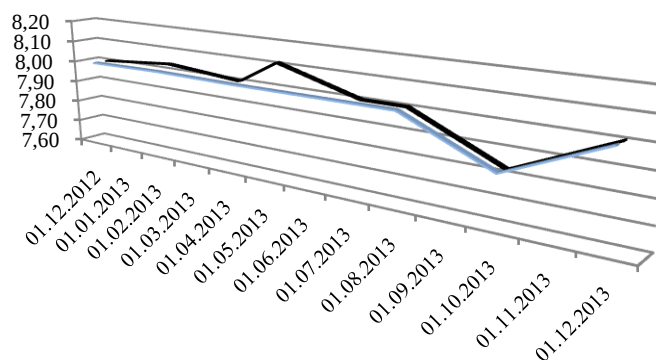


Этап 2

Рис. 1. Температура воды (°C) в емкостях для содержания гидробионтов (по этапам исследования). По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – среднесуточные значения температуры воды (°C)



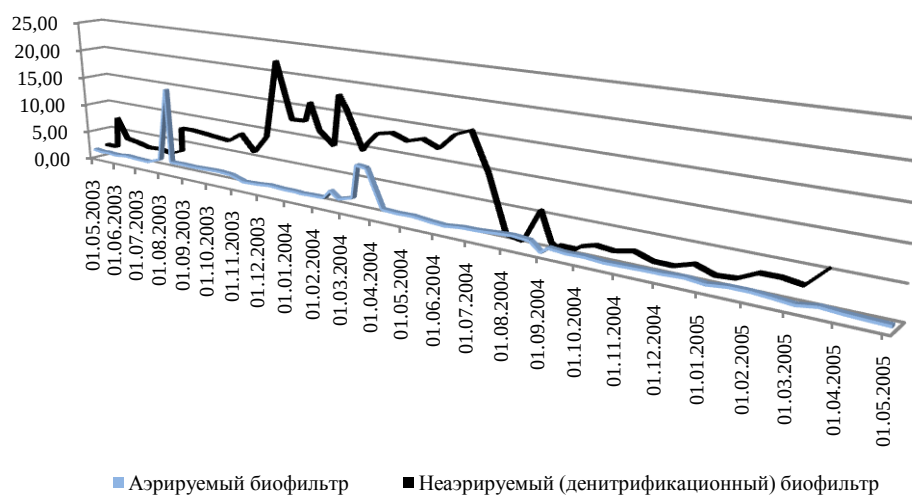
Этап 1



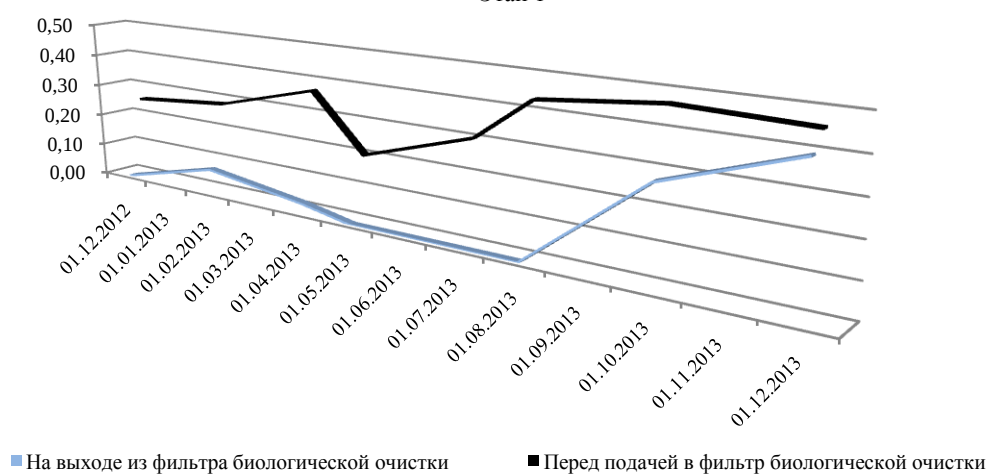
■ На выходе из фильтра биологической очистки ■ Перед подачей в фильтр биологической очистки

Этап 2

Рис. 2. Активная реакция среды (pH) в некоторых участках взятия проб (по этапам исследования). По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – значения активной реакции среды (в единицах pH)

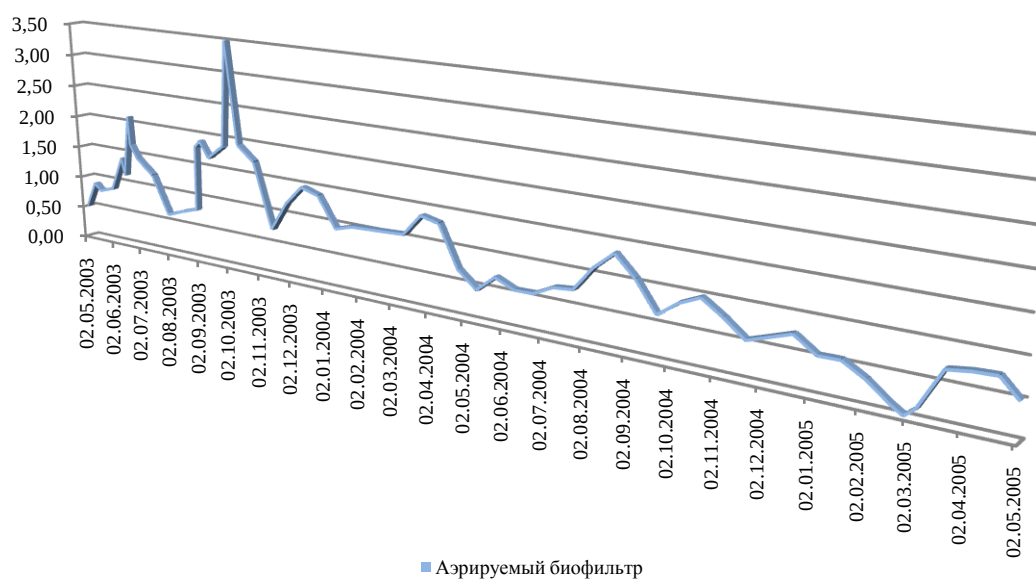


Этап 1



Этап 2

Рис. 3. Содержание $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ в оборотной воде в некоторых участках взятия проб (по этапам исследования).
По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – содержание $\text{NH}_4^+/\text{NH}_3$ (мг/л)



Этап 1

Рис. 4. (Начало) Содержание NO_2^- в оборотной воде, в некоторых участках взятия проб (по этапам исследования).
По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – содержание NO_2^- (мг/л)

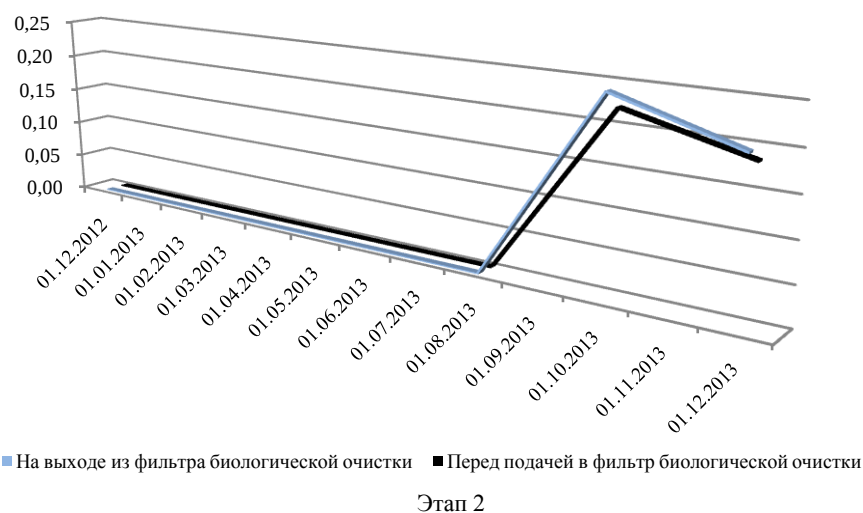
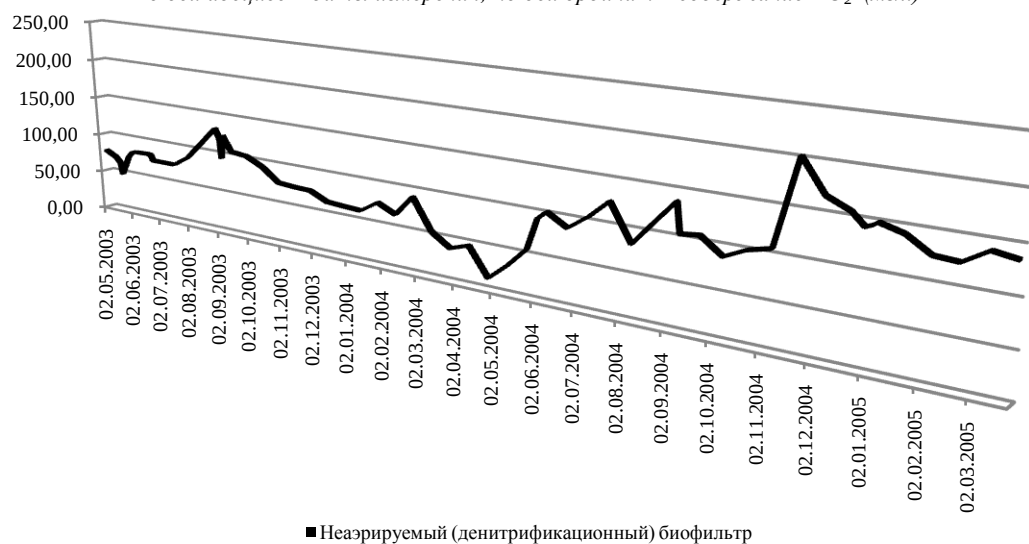


Рис. 4. (Окончание) Содержание NO_2^- в оборотной воде, в некоторых участках взятия проб (по этапам исследования).
По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – содержание NO_2^- (мг/л)



Этап 1

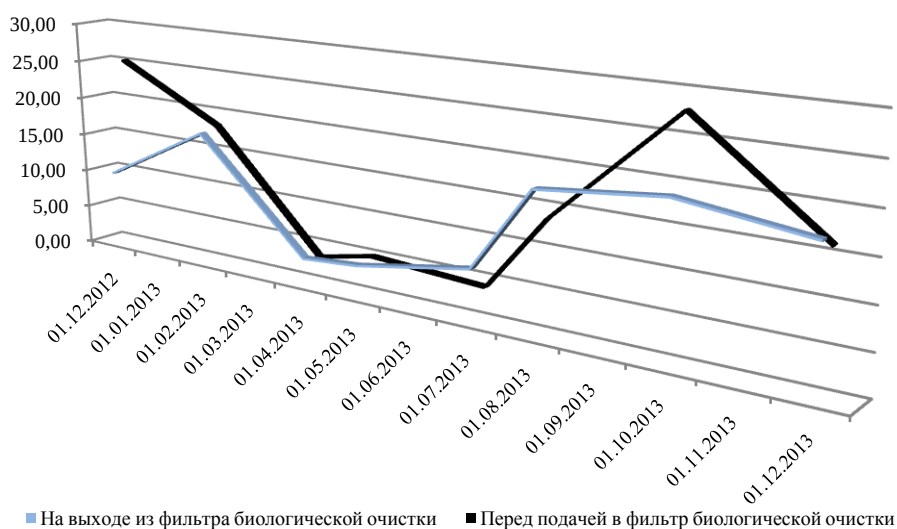


Рис. 5. Содержание NO_3^- в оборотной воде, в некоторых участках взятия проб (по этапам исследования).
По оси абсцисс – даты измерения; по оси ординат – содержание NO_3^- (мг/л)

Сопоставив результаты анализа водного температурного и гидрохимического режимов, авторы пришли к выводу, что в ходе первого этапа исследования температура оборотной воды и гидрохимические показатели отличались большей нестабильностью и более значительными отклонениями от оптимальных значений для осетровых, в сравнении с теми же показателями на втором этапе.

Кроме того, сопоставляя результаты анализа водного температурного и гидрохимического режимов на первом этапе исследования с данными, приведенными для этого же этапа в табл. 1, мы обнаружили, что именно нестабильный температурный режим послужил основной причиной дестабилизации гидрохимических показателей и отклонения их от нормы, вызывая угнетение микрофлоры биофильтров и, как следствие, приводя к сбоям в работе узла водоподготовки.

Результаты исследования

Температурный диапазон по этапам исследования составил: для первого этапа – в среднем 23,65°C, при минимальном значении 15,83°C и максимальном значении 30,83°C; для второго этапа – в среднем 22,80°C, при минимуме 18,00°C и максимуме 27,00°C.

Благоприятный гидрологический режим (режим водообмена), использование специализированных продукционных комбикормов для осетровых, суточные нормы кормления несколько ниже по сравнению с рекомендованными производителем для соответствующих температурных условий и средней индивидуальной массы объекта (учитывая также ограничение кормления перед сортировками и контрольными взвешиваниями) и благоприятный режим кормления (кратность кормления) в ходе индустриального товарного выращивания на первом этапе исследования, позволяют полностью исключить факторы перекорма и непосредственного накопления азотсодержащих метаболитов в емкостях для содержания гидробионтов и негативное влияние последних на гидрохимический режим.

Кроме того, кислородный режим в емкостях для содержания гидробионтов в ходе первого этапа исследования также был благоприятен. Содержание кислорода в оборотной воде составляло в среднем 7,83 мг/л, при минимальном значении 6,60 мг/л и максимальном – 8,85 мг/л.

Для второго этапа исследования характерны более мягкие гидрохимические и температурные условия содержания объекта на протяжении почти всего этапа, за исключением некоторого периода относительной дестабилизации по гидрохимическим показателям в конце этапа вследствие значительного снижения интенсивности водообмена в системе (по причине потери насосом мощности в результате износа, при невозможности его ремонта или замены), что привело к увеличению содержания азотсодержащих метаболитов и продуктов их минерализации (вследствие их накопления) в оборотной воде и, в результате, к некоторому ухудшению гидрохимической ситуации.

На протяжении обоих этапов исследования частичной нормализации и стабилизации гидрохимического режима добивались путем ограничения кормления и увеличения объема ежесуточной подпитки системы свежей водой из внешнего источника.

В целом же гидрохимические данные, приведенные в настоящей работе, позволяют охарактеризовать гидрохимический режим в течение первого этапа исследования как удовлетворительный и перекликаются с соответствующей информацией некоторых авторов об индустриальном товарном выращивании осетровых на базе других действующих установок замкнутого водоиспользования [4].

Несмотря на менее благоприятный в сравнении со вторым этапом гидрохимический режим и периодическое ограничение кормления, объект в ходе первого этапа исследования отличался высокой скоростью роста, что сопровождалось соответствующим изменением плотности посадки, которая в отдельные периоды в некоторых бассейнах достигала величин, вдвое-втрое превышавших проектные (35,0–45,0 кг/м²). Соответствующие данные представлены на рис. 6.

Поскольку регулирование в этих условиях плотности посадки в соответствии с оптимальными для объекта значениями только за счет собственных ресурсов посадочных площадей представляло определенные трудности в силу их ограниченности, часть материала передавали смежным подразделениям (цех подрашивания молоди и ферма тилипии) для дальнейшего содержания и в переработку. В общей сложности было перемещено 42,64 % от исходного количества рыбы.

Результаты учета отхода в течение первого этапа исследования представлены на рис. 7, на котором можно отметить периодические всплески смертности, хронологически совместимые

с периодами значительного повышения температуры воды, с одновременной дестабилизацией гидрохимического режима, или плотности посадки объекта.

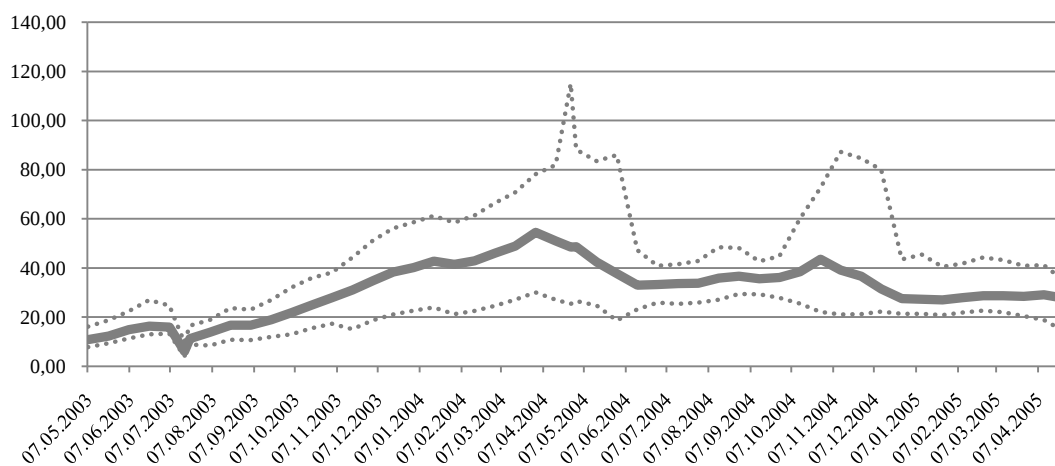


Рис. 6. Изменение плотности посадки объекта в ходе первого этапа исследования.

По оси абсцисс – даты; по оси ординат – величины плотности посадки ($\text{кг}/\text{м}^2$).

Сплошной линией обозначены средние значения плотности посадки, пунктирной линией – минимальные и максимальные значения

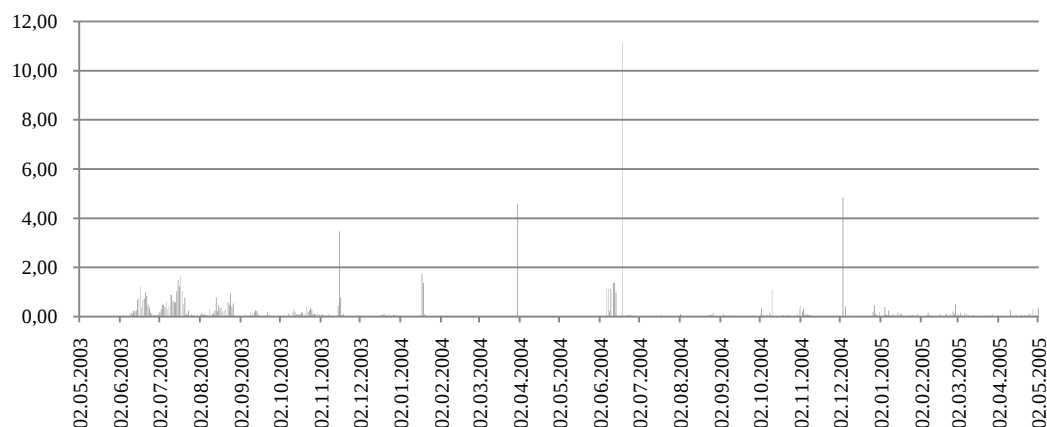


Рис. 7. Отход объекта в течение первого этапа исследования.

По оси абсцисс – даты; по оси ординат – отход (%) от текущего количества рыбы на момент учета

Помимо количественного учета, достаточно регулярно проводили визуальное исследование отхода, а также вскрытие части рыб в отходе на предмет оценки состояния внутренних органов, и в частности гонад, с целью диагностики половой принадлежности и, по возможности, стадии зрелости.

При этом визуальное исследование отхода и оценка состояния внутренних органов при вскрытии показали наличие в отходе большого количества пораженных особей, у которых наблюдали смежную клиническую картину, включавшую как симптомы интоксикации азотсодержащими веществами, предположительно, ацидемии (отравление аммонием/аммиаком) и метгемоглобинемии (отравление нитритами), так и симптомы, не исключавшие вторичное проникновение инфекции.

При вскрытии отхода и исследовании гонад на ранних стадиях зрелости опирались на следующие диагностические признаки: характер поверхности (гладкая у самцов и складчатая у самок), структура тканей (более плотная у самцов и более рыхлая у самок), размеры гонад. Используемые в этот период критерии оценки гонад в целом находились в соответствии с признаками, описанными в более поздних методиках по данному вопросу [7, 8].

Следует отметить, что в начале первого этапа исследования для большего удобства оценки состояния гонад отбирали наиболее крупных особей, исследуемых рыб в этот период не взвешивали. Случайную выборку, вне зависимости от размерно-весовых (линейно-массовых) показате-

лей, и контрольное взвешивание перед вскрытием стали проводить немного позднее, по мере увеличения средней индивидуальной массы объекта. Соответствующие результаты взвешивания приведены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительные результаты взвешивания объекта в ходе первого этапа исследования (усредненные данные)

Возрастная категория	Средняя индивидуальная масса объекта, кг (min–max)	Индивидуальная масса перемещенной рыбы, кг (min–max)	Индивидуальная масса рыбы в отходе, кг (min–max)	
			♂	♀
1+ (двухлетки)	1,08 (0,40–2,17)	2,01 (1,6–2,75)	–	–
2 (двухгодовики)	2,37 (0,85–3,85)	2,84 (1,75–3,75)	3,06 (2,25–3,75)	3,60 (2,75–4,57)
2+ (трехлетки)	3,82 (2,37–5,53)	2,75 (2,75–2,75)	3,75 (2,75–4,75)	3,81 (2,75–5,25)

Соотношение самцов и самок в отходе в течение первого этапа исследования представлено на рис. 8 и 9.

Если в начале первого этапа исследования, когда плотность посадки объекта находилась в среднем в пределах 10,0–20,0 кг/м², в отходе преобладали самцы, то к концу этапа, с момента устойчивого повышения плотности посадки от приведенных выше величин, соотношение полов в отходе постепенно менялось в направлении преобладания самок.

Следует отметить, что некоторое увеличение доли самцов в отходе прослеживается в середине первого этапа исследования и синхронизируется с некоторым периодом снижения плотности посадки в результате уже упомянутого выше перемещения части рыбы (в переработку и, для дальнейшего содержания, в смежные подразделения).

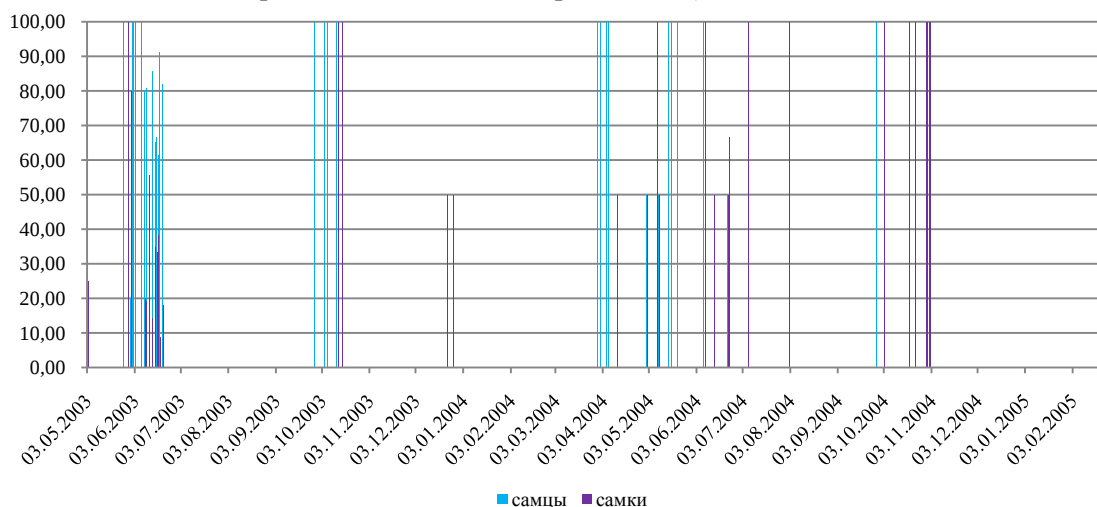


Рис. 8. Соотношение самцов и самок в отходе в течение первого этапа исследования.
По оси абсцисс – даты; по оси ординат – доля самцов и самок в отходе (%)
от текущего количества исследованной рыбы на момент учета

Комплексное сопоставление результатов учета отхода и оценки изменения соотношения полов в отходе в течение первого этапа исследования с величинами плотности посадки объекта на момент учета, результатами анализа водного температурного и гидрохимического режимов, а также размерно-весовых (линейно-массовых) показателей позволило сделать следующие предварительные выводы.

1. Анализ изменения количественного распределения полов в отходе при изменении плотности посадки объекта показал повышение доли самок по мере увеличения последней и обратное соотношение с этим показателем у самцов.

2. Наибольшее количество самцов и самок (при одновременном, практически двукратном, численном преобладании самцов над самками) в отходе было зафиксировано в начале этапа, когда объект, имевший наименьшие за весь этап размерно-весовые (линейно-массовые) характеристики, содержали в условиях относительно разреженной плотности посадки и удовлетворительного температурного режима. Гидрохимический режим в этот период отличался наибольшей

нестабильностью (в частности, по уровню аммония/аммиака и нитритов), что, предположительно, было связано с процессами запуска и формирования микрофлоры биофильтров. Последнее давало некоторые основания рассматривать гидрохимические показатели в качестве основной причины отхода объекта в данный период.

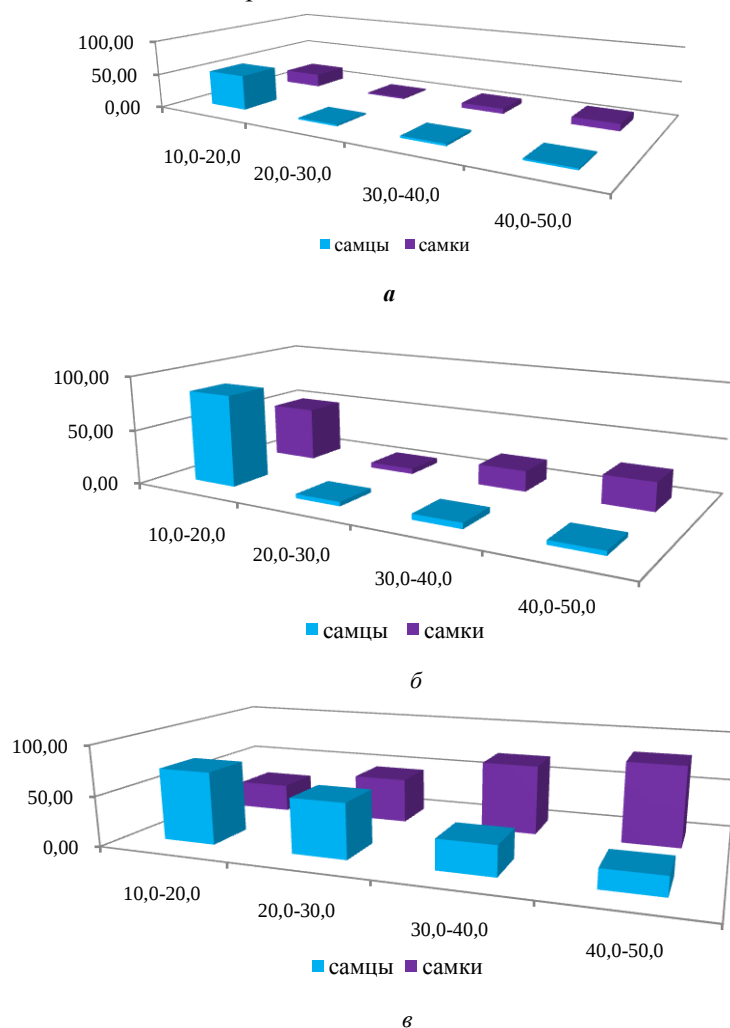


Рис. 9. Количественное распределение полов в отходе при разных величинах плотности посадки объекта в течение первого этапа исследования:

а – по оси абсцисс – значения плотности посадки ($\text{кг}/\text{м}^2$) объекта; по оси ординат – доля самцов и самок в отходе (%) от общего количества исследованной рыбы; б – по оси абсцисс – значения плотности посадки ($\text{кг}/\text{м}^2$) объекта; по оси ординат – доля самцов и самок в отходе (%) от общего количества исследованных самцов и самок; в – по оси абсцисс – значения плотности посадки ($\text{кг}/\text{м}^2$) объекта; по оси ординат – доля самцов и самок в отходе (%) от общего количества исследованного отхода, зафиксированного при данной плотности посадки объекта

3. Дальнейшее общее снижение смертности и изменение количественного соотношения полов в отходе в пользу самок, параллельно с увеличением размерно-весовых (линейно-массовых) показателей и плотности посадки объекта, при одновременной относительной стабилизации гидрохимического режима на удовлетворительном уровне и периодическом ухудшении температурных условий содержания (периоды стабильного и длительного повышения температуры воды, выходящего за пределы физиологического оптимума (термопреферендума) для нормального роста и развития осетровых), давали некоторые основания предполагать смену основного лимитирующего фактора, послужившего основной причиной отхода объекта в этот период. В качестве последнего предполагали возможное ухудшение кислородного режима на фоне повышения температуры воды (и, как следствие, снижения растворимости кислорода, даже в условиях принудительной аэрации, с одновременным повышением его потребления). Однако при этом полностью не исключали возможности одновременной интоксикации азотсодержащими соединениями, а также принимали во внимание различия в уровне элиминации самцов и самок в начале этапа.

4. Сравнительная оценка размерно-весовых (линейно-массовых) показателей объекта (включая результаты индивидуального взвешивания самцов и самок в отходе, а также перемещенной рыбы) давала некоторые основания если не полностью исключить, то по крайней мере заметно нивелировать вероятность влияния на результаты исследования жесткого давления отбора (при условии рассмотрения последнего в качестве сопутствующего фактора, оказывающего некое избирательное воздействие на соотношение полов, путем направленного изъятия преимущественно самцов или самок) по размерно-весовому (линейно-массовому) критерию в ходе сортировок и перемещения.

Представленные результаты наблюдений в целом согласуются с данными, полученными в ходе второго этапа исследования. Из подробной характеристики, которая также была приведена выше, следует, что на протяжении этапа объект содержали в более стабильных и благоприятных (мягких), в сравнении с первым этапом, условиях плотности посадки, водного температурного и гидрохимического режимов.

Следует добавить, что в начале второго этапа с помощью анализатора MINDRAY (модель – DP-50) провели ультразвуковое исследование (УЗИ) объекта в соответствии с существующими методиками [8].

В течение второго этапа исследования также проводили количественный учет, визуальное исследование и вскрытие отхода на предмет оценки состояния гонад с целью диагностики половой принадлежности и стадии зрелости. Кроме того, ближе к концу этапа некоторое количество особей, ультразвуковая диагностика пола которых вызывала определенные затруднения, была отобрана и забита для дополнительного исследования и уточнения данных.

В конце этапа с целью окончательного уточнения полученных данных провели биопсию (взятие щуповых проб) рыб в исследуемой группе. Уточненные результаты анализа соотношения полов (по результатам УЗИ и биопсии) и его изменения у объекта в исследуемой группе в ходе второго этапа исследования представлены в табл. 4.

Таблица 4

Соотношение полов и его изменение у объекта в исследуемой группе в ходе второго этапа исследования

Методика диагностики половой принадлежности и некоторые показатели жизнестойкости	Доля, в % от исходного количества	
	♂	♀
По результатам УЗИ	36,36	63,64
По результатам биопсии (без учета/с учетом отобранной рыбы)	30,56	63,89 / 55,56
Отобрано для дополнительного исследования	0,00	8,33
Отход в течение этапа	5,56	0,00

Таким образом, на протяжении второго этапа исследования (при относительно благоприятных температурном и гидрохимическом режимах, а также в условиях разреженной плотности посадки объекта в этот период) в отходе присутствовали только самцы. Средняя индивидуальная масса самцов к концу второго этапа исследования составила – 1,23 кг, в то время как средняя индивидуальная масса самок в этот же период составляла – 1,58 кг.

Характеризуя скорость созревания объектов в ходе обоих этапов исследования, можно отметить следующее.

1. В течение первого этапа исследования в отходе годовиков массово наблюдали как самцов, так и самок II стадии зрелости. Первые особи III стадии зрелости были отмечены в отходе среди самцов-двухлетков. Массовое наступление III стадии зрелости, по результатам исследования отхода, было зафиксировано у самцов двухгодовиков-трехлетков. Первая самка III стадии зрелости была отмечена в отходе среди самок-трехгодовиков.

2. В начале второго этапа исследования, по результатам УЗИ двухгодовиков, на II стадии зрелости находились 92,31% всех самцов и 34,78% всех самок, на III стадии зрелости, соответственно, находились 7,69% самцов и 65,22% самок. К концу этапа, по результатам биопсии трехгодовиков, все самцы находились на IV стадии зрелости, а у самок наметилась некоторая асинхронность созревания: 13,05% всех самок в исследуемой группе находились на III стадии зрелости, 78,26% имели IV незавершенную и 8,70 % – IV завершенную стадию зрелости.

Подобное расхождение в скорости созревания, предположительно, могло быть связано как с особенностями репродуктивной биологии, так и с различиями в условиях содержания объектов.

Выводы

В заключение на основании вышеизложенных результатов наблюдений можно сделать следующие выводы.

1. В результате исследования отмечено определенное соотношение между плотностью посадки объекта и уровнем элиминации самцов и самок в ходе индустриального товарного выращивания осетровых и их гибридных форм на базе УЗВ. При содержании объекта в условиях разреженной посадки в отходе преобладают самцы, при повышении плотности посадки объекта соотношение полов в отходе изменяется в направлении увеличения доли самок.

2. Подобное изменение соотношения полов в отходе при изменении плотности посадки объекта связано с влиянием третьего фактора, являющегося лимитирующим и различного для каждого из двух описанных случаев [9].

3. В случае преобладания самцов в отходе в условиях разреженной плотности посадки объекта лимитирующим фактором, предположительно, может являться присутствие в оборотной воде азотсодержащих метаболитов (прежде всего, соединений, имеющих в своем составе аммонийную группу) и продуктов их минерализации (прежде всего, ионизированного аммония и свободного аммиака, а также нитритов). Присутствие в оборотной воде вышеперечисленных соединений, являющихся основной причиной острой или хронической интоксикации гидробионтов в условиях УЗВ, может привести к значительному отходу объекта, вызывая гибель, прежде всего, особей с меньшими размерно-весовыми (линейно-массовыми) показателями. Предположительно, подобные особи (вероятность встречаемости самцов среди которых заметно выше) быстрее аккумулируют в тканях летальный уровень токсина, с учетом повышения резистентности осетровых к негативному воздействию некоторых факторов внешней среды по мере размерно-весового (линейно-массового) роста [9].

4. При этом ионизированный аммоний, наряду со свободным аммиаком и нитратами, представляет не менее серьезную опасность для гидробионтов в качестве потенциального токсина, что подтверждается исследованиями некоторых авторов [6, 10], поскольку он постоянно присутствует в оборотной воде, входя в состав выделяемых гидробионтами естественных метаболитов.

5. Лимитирующим фактором в случае изменения соотношения полов в отходе в пользу самок при увеличении плотности посадки объекта, предположительно, может являться дефицит кислорода в оборотной воде, возникающий, прежде всего, за счет повышения его потребления (с учетом также снижения растворимости на фоне повышения температуры воды и прочих сопутствующих условий), что, в свою очередь, предполагает элиминацию, преимущественно, особей с большими размерно-весовыми (линейно-массовыми) характеристиками (и большей вероятностью встречаемости самок в данной группе).

Литература

1. Инновационные кормовые добавки при выращивании молоди рыб / С.И. Кононенко, Н.А. Юрина, Е.А. Максим, Е.В. Чернышов // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2016. – Т. 53, № 1. – С. 30–34.
2. Максим Е.А., Юрина Н.А., Юрин Д.А. Пробиотики в рационах молоди стерляди // Инновационные подходы в ветеринарной и зоотехнической науке и практике: сб. – 2016. – С. 466–470.
3. Развитие внутренних органов и тканей молоди осетровых рыб при скармливании им активной угольной кормовой добавки (АУКД) / Е.В. Чернышов, Е.А. Максим, Н.А. Юрина, И.Р. Тлецерук // Сборник научных трудов Северо-Кавказского научно-исследовательского института животноводства. – 2016. – Т. 1, № 5. – С. 137–141.
4. Жигин А.В. Опыт выращивания ленского осетра // Индустриальное рыбководство в замкнутых системах: сб. науч. тр. – М.: ВНИИПРХ, 1991. – Вып. 64. – С. 44–45.
5. Жигин А.В. Замкнутые системы в аквакультуре: моногр. – М.: Изд-во РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2011. – 665 с.
6. Виноградов Г.А. Процессы ионной регуляции у пресноводных рыб и беспозвоночных. – М.: Наука, 2000. – 215 с.
7. Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 136 с.
8. Чебанов М.С., Галич Е.В. Ультразвуковая диагностика осетровых рыб. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 135 с.

9. Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. Возрастно-весовой стандарт заводской молодежи каспийских осетровых: экспериментальное обоснование. – Волгоград, 1984. – 232 с.

10. Спотт С. Содержание рыбы в замкнутых системах: пер. с англ. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 192 с.

Информация об авторах **Information about the authors**

Крымков Владимир Григорьевич – Майкопский государственный технологический университет; 385000, Майкоп, Республика Адыгея; аспирант; info@mkgtu.ru

Krymov Vladimir Grigorevich – Maikop State Technological University; 385000, Maikop, Republic of Adygea; Postgraduate; info@mkgtu.ru

Вершинин Сергей Иванович – ЮПОРЦФГБУ «Главрыбвод»; 115114, Россия, Москва; ведущий рыбовод; fishlab@rambler.ru

Vershinin Sergey Ivanovich – Glavrybvod; 115114, Russia, Moscow; Leading Fish Breeder; fishlab@rambler.ru

Тлецерук Ирина Рашидовна – Майкопский государственный технологический университет; 385000, Майкоп, Республика Адыгея; кандидат сельскохозяйственных наук; доцент кафедры землеустройства; info@mkgtu.ru

Tletseruk Irina Rashidovna – Maikop State Technological University; 385000, Maikop, Republic of Adygea; Candidate of Agricultural Sciences; Associate Professor of Land Management Chair; info@mkgtu.ru

Юрина Наталья Александровна – Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства; 350055, Россия, Краснодар; доктор сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник лаборатории кормления и физиологии сельскохозяйственных животных; skniig@skniig.ru

Yurina Natalya Aleksandrovna – North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry; 350055, Russia, Krasnodar; Doctor of Agricultural Sciences, Leading Researcher of Feeding and Physiology of Farm Animals Laboratory; skniig@skniig.ru

Юрин Денис Анатольевич – Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства; 350055, Россия, Краснодар; кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела технологии животноводства; 4806144@mail.ru

Yurin Denis Anatolevich – North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry; 350055, Russia, Krasnodar; Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher of Livestock Technology Department; 4806144@mail.ru

Максим Екатерина Александровна – Северо-Кавказский научно-исследовательский институт животноводства; 350055, Россия, Краснодар; кандидат биологических наук

Maxim Ekaterina Aleksandrovna – North Caucasus Research Institute of Animal Husbandry; 350055, Russia, Krasnodar; Candidate of Biological Sciences

Мачнева Надежда Леонидовна – Кубанский государственный аграрный университет; 350044, Россия, Краснодар; кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики; machneva1982@mail.ru

Machneva Nadezhda Leonidovna – Kuban State Agrarian University; 350044, Russia, Krasnodar; Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer of Biotechnology, Biochemistry and Biophysics Chair; machneva1982@mail.ru

Перепелица Инна Александровна – Кубанский государственный аграрный университет; 350044, Россия, Краснодар; студент факультета перерабатывающих технологий; mail@kubsau.ru

Perepelitsa Inna Aleksandrovna – Kuban State Agrarian University; 350044, Russia, Krasnodar; Student of Processing Technologies Faculty; mail@kubsau.ru

УДК [593.95+593.96](571.645)

Е.Г. Панина, В.Г. Степанов, Н.П. Санамян, К.Э. Санамян

МОРСКИЕ ЕЖИ И ГОЛОТУРИИ ОСТРОВА МАТУА (КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)

В настоящей статье приводятся первые сведения о морских ежах (Echinoidea) и голотуриях (Holothurioidea), собранных во время 20-й Камчатско-Курильской экспедиции Русского географического общества при содействии Министерства обороны РФ на о. Матуа (средние Курильские острова) в 2016 г. Материал был собран с помощью легководолазного снаряжения. В прибрежных водах о. Матуа обнаружено два вида морских ежей, относящихся к роду *Strongylocentrotus*, и семь видов голотурий, относящихся к семи родам. Четыре вида голотурий – *Havelockia obunca*, *Pseudocnus pusillus*, *Scoliorhapis* sp. и *Taeniogyrus inexpectatus* – в акватории о. Матуа встречены впервые, а вид *Echinopsolus* sp. впервые встречен в дальневосточных морях России.

Ключевые слова: голотурия, морской огурец, морской еж, Holothurioidea, Echinoidea, видовой состав, распространение, Матуа, Курильские острова

E.G. Panina, V.G. Stepanov, N.P. Sanamyan, K.E. Sanamyan

SEA URCHINS AND SEA CUCUMBERS FROM MATUA ISLAND (KURIL ISLANDS)

The paper presents the first information on sea urchins (Echinoidea) and holothurians (Holothurioidea) collected around Matua Island (middle group of Kuril Islands) during the 20-th Kamchatka-Kuril expedition that was organized by Russian Geographic Society in 2016 and held with the support of Russian Ministry of Defense. Specimens were collected using SCUBA diving. Two species of sea urchins belonging to the genus *Strongylocentrotus* and seven species of holothurians were collected. Four species of holothurians, including *Havelockia obunca*, *Pseudocnus pusillus*, *Scoliorhapis* sp. and *Taeniogyrus inexpectatus* are reported for the first time for Matua Island and species *Echinopsolus* sp. is recorded for fauna of Russian Far Eastern seas for the first time.

Key words: holothurian, sea cucumber, sea urchins, Holothurioidea, Echinoidea, list of species, distribution, Matua, Kuril Islands

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-62-71

Введение

Морские ежи и голотурии относятся к типу иглокожих Echinodermata. Эти донные животные широко распространены в Мировом океане и занимают ведущее место во многих сообществах. Сведения по фауне иглокожих средних Курильских островов в литературе крайне скудны. В монографии О.Г. Кусакина и др. [1] указаны четыре вида голотурий и четыре вида морских ежей для района средних Курильских о-вов (Уруп, Симушир, Ушишир, Шикотан и др.), однако о. Матуа эти авторы отдельно не обозначали. В списке видов А.В. Смирнова [2] выделен район северных и средних Курильских островов, для которого указаны 38 видов голотурий и 10 видов морских ежей, но по-прежнему эта информация не дает представления о том, какие виды обитают в водах у о. Матуа. В районе исследования преобладает песчаный грунт с валунами. Крупных промысловых видов голотурий рода *Cucumaria* Blainville, 1834 встречено не было, хотя они образуют массовые скопления в районе южных Курильских о-вов на глубине 10–65 м [3]. Целью настоящего исследования является определение состава локальной фауны морских ежей и голотурий в акватории о. Матуа.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили сборы, сделанные с помощью легководолазного снаряжения в сублиторальной зоне о. Матуа, в диапазоне глубин 13–18 м. Также были вы-

полнены прижизненные фотографии животных в естественной среде обитания. Собранные экземпляры зафиксированы в 75%-ном этиловом спирте. Для выделения спикул фрагменты тканей голотурий обрабатывали в 10%-ном растворе гипохлорита натрия.

Результаты и обсуждение

В материале, собранном у о. Матуа, нами обнаружено два вида морских ежей – *Strongylocentrotus polyacanthus* A. Agassiz et Clark, 1907 и *S. pallidus* (G.O. Sars, 1871) – последний вид не был отмечен в списке О.Г. Кусакина и др. [1] для средних Курил. Также идентифицировано семь видов голотурий, относящихся к семи родам и четырем семействам. Следует отметить, что на пластинках бурых водорослей *Thalassiophyllum clathrus* (S.G. Gmelin) Postels & Ruprecht большинство особей голотурий оказались ювенильными (рис. 1) – вероятно, неровности этой водоросли удобны для прикрепления молоди и служат хорошим укрытием. Ниже приводится таксономическое положение, краткое описание, данные о распространении и фотографии морских ежей и некоторых обнаруженных нами видов голотурий; для голотурий даны фотографии спикул.



Рис. 1. Голотурии *Cuscutaria vegae* на пластине бурой водоросли *Thalassiophyllum clathrus* (слева), взрослые особи и молодь *Cuscutaria vegae* (справа, молодь до 3 мм в длину)

Тип Иголокожие – Echinodermata Bruguière, 1791 [ex Klein, 1734]

Класс Морские ежи – Echinoidea Leske, 1778

Семейство Strongylocentrotidae Gregory, 1900

Род *Strongylocentrotus* Brandt, 1835

Strongylocentrotus polyacanthus A. Agassiz et Clark, 1907 – многоиглый морской еж

Описание. Нами было собрано два экземпляра данного вида, диаметром 35 мм (высота 15 мм) и 70 мм (высота 40 мм); по литературным данным максимальный диаметр достигает 125 мм [4]. Панцирь полусферический (рис. 2, а). Цвет панциря, суставных сумок игл и перистомальной мембраны темно-вишневый. Игольный покров густой, иглы крепкие, светло-зеленого цвета. Ребра первичных игл выпуклые, узкие, часто сегментированные; их поверхность гладкая, без бугорков и зубчиков. Киль зуба низкий, латеральные части широкие. Форма поперечного среза зубов стреловидная, сильно уплощенная.

Материал. 20.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, м. Крокодил, 48°03'244 с. ш., 153°16'443 в. д., гл. 15 м, $t = 3^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (2 экз.).

Распространение. Крайними северными точками распространения вида являются бухты Лаврентия, Ткачен и Провидения [5]. Южнее вид был обнаружен вдоль Корякского побережья Берингова моря от бух. Дежнева до м. Олюторского [6]. Далее он найден на о. Карагинском и от м. Сивучего вдоль восточной Камчатки, Командорских и Курильских о-вов до северных берегов о. Хоккайдо [4]. В Охотском море вид обнаружен в зал. Камбальном (западная Камчатка), на о. Матыкиль (зал. Шелихова) и в зал. Терпения (о. Сахалин) [4]. *Strongylocentrotus polyacanthus* был указан на глубинах 30–50 м [4]. У о. Матуа (Средние Курильские о-ва) вид нами обнаружен на глубине около 15 м на валунах среди ламинариевых водорослей. По нашим данным, у берегов юго-восточной Камчатки вид встречается от глубины 3 м.

***Strongylocentrotus pallidus* (G.O. Sars, 1871) – бледный морской еж**

Описание. Исследован небольшой экземпляр диаметром 50 мм (высота 20 мм). Панцирь немного уплощен, цвет бледно-кремовый с зеленоватым оттенком (рис. 2, б). Окраска игл варьирует от белого до светло-зеленого и коричневого. Перистомальная мембрана и суставные сумки игл бледно-розовые. Игольный покров относительно редкий; ребра игл уплощенные, широкие с гладкой поверхностью. Зубы с высоким килем и узкими латеральными частями.

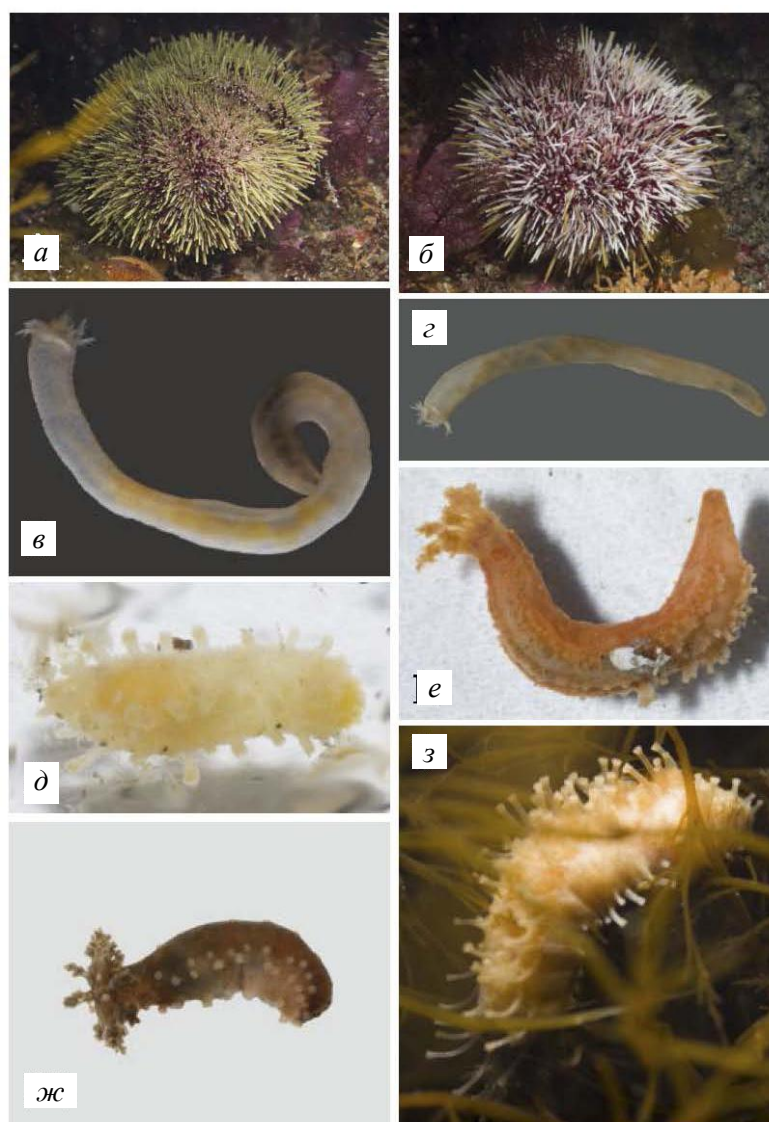


Рис. 2. Внешний вид:

а – *Strongylocentrotus polyacanthus*, б – *Strongylocentrotus pallidus*, в – *Taeniogyrus inexpectatus*,
г – *Scoliorhapis* sp., д – *Havelockia obunca*, е – *Echinopsolus* sp., ж – *Cucumaria vegae*,
з – *Pseudocnus pusillus* (размеры указаны в описаниях)

Материал. 20.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, м. Крокодил, 48°03'244 с. ш., 153°16'443 в. д., гл. 15 м, $t = 3^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. Вид встречается в акваториях арктических и дальневосточных морей в районах островов Шпицберген, Земля Франца-Иосифа, Новая Земля; в Баренцевом, Карском, Восточно-Сибирском морях, море Лаптевых, Чукотском, Беринговом, Охотском и Японском морях; вдоль восточного побережья Камчатки, у Командорских и Курильских островов. В Белом море встречается нечасто. *Strongylocentrotus pallidus* обитает в широком диапазоне глубин от 1,5 м до 800 м [4]. Нами обнаружен на о. Матуа (средние Курильские о-ва) на глубине 15 м.

Класс Holothurioidea Selenka, 1867

**Подкласс Synaptacea Cuénot, 1891 [nom. transl. pro subclassis Al. Smirnov, 2007
(ex Synaptida Cuénot, 1891, pro classis)]**

Отряд Synaptida Cuénot, 1891

(=Chiridoten, Grube, 1840; Apneumona Selenka, 1867; Paractinopoda Ludwig, 1889–92; Synaptonia Haeckel, 1896; Apoda Östergren, 1907; Apodida auct.)

Подотряд Synaptina Al. Smirnov, 1998

Семейство Chiridotidae Östergren, 1898

Подсемейство Taeniogyrinae Al. Smirnov, 1998

Род Scoliorhapis H.L. Clark, 1946

***Scoliorhapis* sp.**

Описание. Два экземпляра этого вида найдены нами в районе м. Крокодил, на глубине 15 м, внутри скрученной пластины водоросли *Thalassiophyllum clathrus*. Грунт в месте находки – песок и валуны. Тело цилиндрическое, вытянутое, закругленное на концах (рис. 2, з), после фиксации задний конец тела стал более округлый. Окраска живого экземпляра светло-розовая. Длина фиксированных образцов 5–7 мм, ширина 2–3 мм. На коже тела имеются многочисленные светло-бурые бугорки. Известковое окологлоточное кольцо простое, без отростков, состоит из 10 сегментов, интеррадиальные пластинки немного меньше радиальных по размеру. Щупалец 10, с пятью пальчатыми отростками.

Спикулы в коже тела в виде двузаостренных сигмоидоподобных склеритов (рис. 3).

Материал. 20.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, м. Крокодил, 48°03'244 с. ш., 153°16'443 в. д., гл. 15 м, $t = 3^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (2 экз.).

Распространение. Ранее голотурия обнаружена нами в Авачинском заливе [7] и у охотоморской стороны о. Парамушир [8], близ о. Матуа встречена впервые.

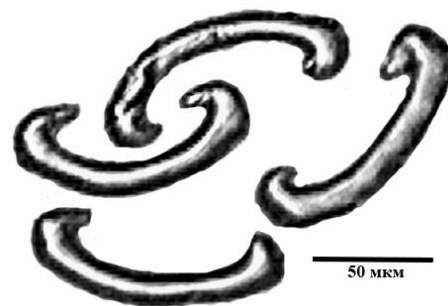


Рис. 3. Спикулы кожи тела *Scoliorhapis* sp.

Род Taeniogyrus Semper, 1868

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

Описание. Нами был найден единственный экземпляр этого вида в песке. Длина фиксированного в 70%-ном спирте экземпляра 9 мм, максимальный диаметр 3,6 мм. Прижизненная окраска светло-бежевая (рис. 2, в). Кожа тонкая, к заднему концу морщинистая, без папилл. Через покровы виден кишечник желтого цвета и простое окологлоточное кольцо, состоящее из 10 сегментов; в середине сегментов имеется небольшая выемка. Щупалец 10, с четырьмя парами пальчатых отростков. В коже тела спикулы в виде колес и сигмоидов (рис. 4). Колеса равномерно распределены по поверхности тела, а сигмоидов больше встречается в средней части. Колеса шестигранной формы.

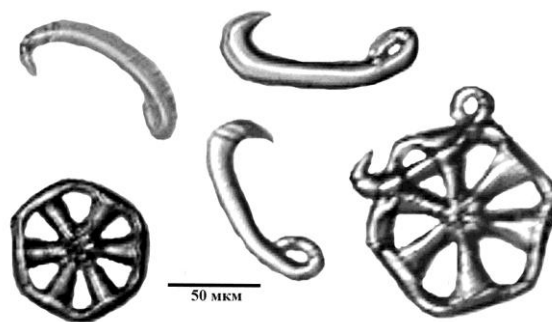


Рис. 4. Спикулы кожи тела *Taeniogyrus inexpectatus*

Материал. 23.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'486 с. ш., 153°15'660 в. д., гл. 16 м, $t = 4^{\circ}\text{C}$, грунт – песок, валуны, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. Ранее единственная находка вида была сделана на охотоморском побережье о. Симушир, у скалы Красноватая, на глубине 10 м, на скалистой платформе [9]. В районе о. Матуа *T. inexpectatus* обнаружен впервые.

Подкласс Holothuriacea Al. Smirnov, 2012

Отряд Aspidochirotida Grube, 1840 [nom. transl. Pawson et Fell, 1965

(ex. Aspidochiroten Grube, 1840)]

Семейство Synallactidae Ludwig, 1894

Род Synallactes Ludwig, 1894

***Synallactes nozawai* Mitsukuri 1912**

Описание. На песчаном грунте был обнаружен один ювенильный экземпляр длиной 5 мм светло-серого цвета. Форма тела цилиндрическая, рот расположен субвентрально, анус – терминально.

В коже тела преобладают 4-лучевые крестообразные спикулы, концы их дихотомически ветвятся и несут небольшое число отверстий (рис. 5, а). Кроме того, встречаются палочковидные спикулы с расширенными концами, несущими отверстия (рис. 5, б), и прямые и изогнутые зазубренные палочки (рис. 5, в).

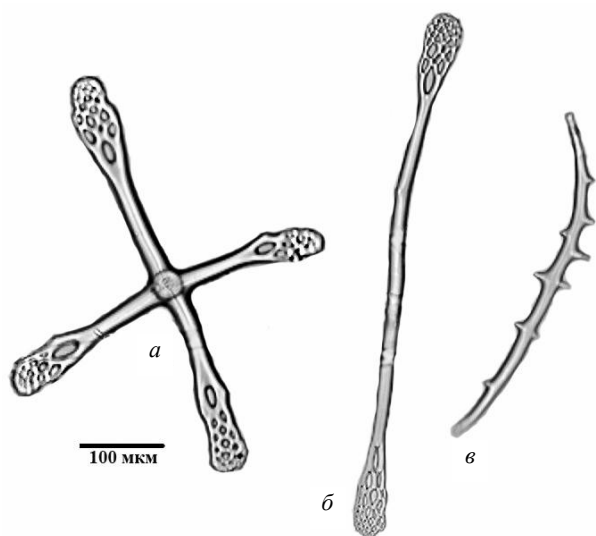


Рис. 5. Спикулы спинных папилл *Synallactes nozawai*

Материал. 24.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'474 с. ш., 153°15'691 в. д., гл. 13 м, $t = 2^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. Вид встречен в Японском (в зал. Петра Великого и у берегов Японии), Охотском (у западного побережья Камчатки в районе р. Явиной, возле Сахалина в зал. Терпения, в Татарском проливе от

пос. Антоново до о. Монерон, у м. Анива и в проливе Лаперуза) и Беринговом (у о. Медного и в проливе между о. Медным и о. Беринга, близ м. Африка, в Олюторском и Анадырском заливах, на Корьякском шельфе, в районе о-вов Прибылова) морях, а также в районе южных и средних Курильских островов. Вид был отмечен на глубинах от 56 до 1600 м, наша находка расширяет этот диапазон от глубины 13 м. Ранее данные о встречаемости *S. nozawai* в районе о. Матуа отсутствовали.

Отряд Dendrochirotida Grube, 1840 [nom. transl. Pawson et Fell, 1965

(ex. Dendrochiroten Grube, 1840)]

Семейство Sclerodactylidae Panning, 1949, sensu Smirnov, 2012

Род Havelockia Pearson, 1903

***Havelockia obunca* (Lampert, 1885)**

Описание. Обнаружено пять экземпляров этого вида: четыре мелких, от 4,0 до 7,3 мм на пластинах бурой водоросли *Thalassiophyllum clathrus* и один крупный экземпляр размером 25 мм (фиксация в спирту) на скалистом грунте. Форма тела веретенообразная (рис. 2, д). Цвет прижизненных экземпляров светло-оранжевый, после фиксации в спирту – белый. Ножки крупные, невтяжные; расположены по радиусам, у мелких экземпляров одинарный ряд, у крупных – на бивииуме двойной ряд ножек, а на тривиуме – тройной. Щупалец 10, восемь крупных и два маленьких. Глоточное кольцо у крупного экземпляра состоит из 10 сегментов. Радиальные пластины с глубоким вырезом и небольшими отростками по заднему краю, а ин-

террадиальные пластинки узкие. Спиккулы представлены в основном удлинёнными округлыми пластинками с отверстиями, расположенными обычно симметрично; на поверхности пластин имеется дугообразный вырост (рис. 6).

Материал. 19.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, м. Крокодил, 48°03'508 с. ш., 153°16'264 в. д., гл. 15 м, $t = 2^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (4 экз.).

26.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'477 с. ш., 153°15'659 в. д., гл. 15 м, вертикальная стенка, $t = 4^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. Вид был известен с побережья северной Японии, Кореи и Сахалина. В районе о. Матуа *H. obunsa* обнаружена впервые. Вид встречается от литорали до глубины 20 м.

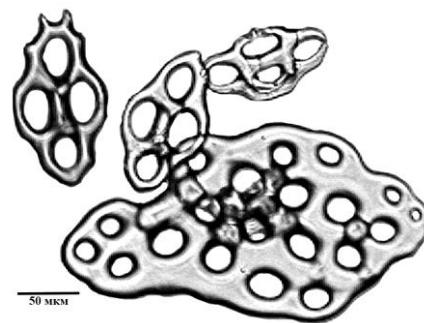


Рис. 6. Спиккулы кожи тела *Havelockia obunsa*

Подотряд Cucumariina Al. Smirnov, 2012

Семейство Cucumariidae Ludwig, 1894

Подсемейство Colochirinae Panning, 1949

Род *Echinopsolus* Gutt 1990

Echinopsolus sp.

Описание. Небольшая голотурия, длина фиксированного в спирте экземпляра 18 мм (рис. 2, е). Форма тела U-образная, с оттянутым задним концом, направленным вверх. Прижизненная окраска морковная, в спирту – серовато-белая. Имеется более или менее выраженная подошва. Амбулакральные ножки на тривиуме довольно крупные; в вентролатеральных радиусах ножки расположены двойным рядом от переднего конца тела, не доходя до заднего; в мидвентральном радиусе ножки расположены одинарным зигзагообразным рядом от переднего конца тела, не доходя до заднего. Дорзальные ножки маленькие, преобразованные в папиллы, неравномерно распределенные по поверхности тела. Анальное отверстие окружено пятью анальными папиллами. Щупалец 10, древовидно разветвленные, два вентральных щупальца по размеру меньше остальных.

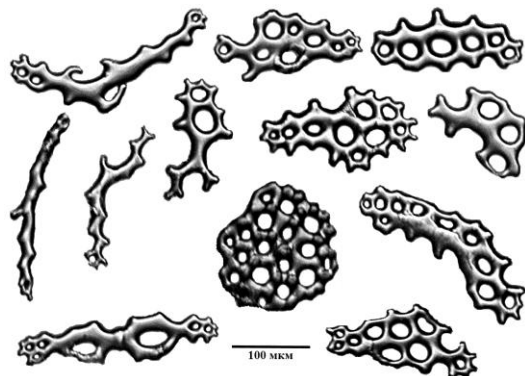


Рис. 7. Спиккулы брюшной стороны тела *Echinopsolus* sp.

В коже тела брюшной стороны (подошве) преобладают толстые удлинённые спиккулы с небольшим количеством отверстий, в небольшом числе встречаются толстые округлые перфорированные пластинки с крупными бугорками и разветвленные палочки (рис. 7).

Спиккулы спинной стороны тела – толстые овальные и округлые перфорированные пластинки с крупными бугорками или без них; в спинных амбулакральных ножках имеется ажурная перфорированная терминальная пластинка округлой формы (рис. 8).

Спиккулы брюшных амбулакральных ножек – толстые удлинённые пластинки с небольшим количеством отверстий (рис. 9, а); терминальная пластинка ножек – большая, толстая, со множеством отверстий (рис. 9, б).

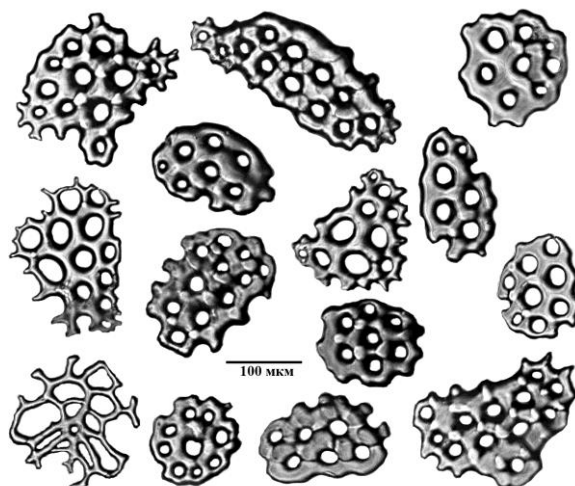


Рис. 8. Спиккулы спинной стороны тела и терминальная пластинка спинной ножки (в левом нижнем углу рисунка) *Echinopsolus* sp.

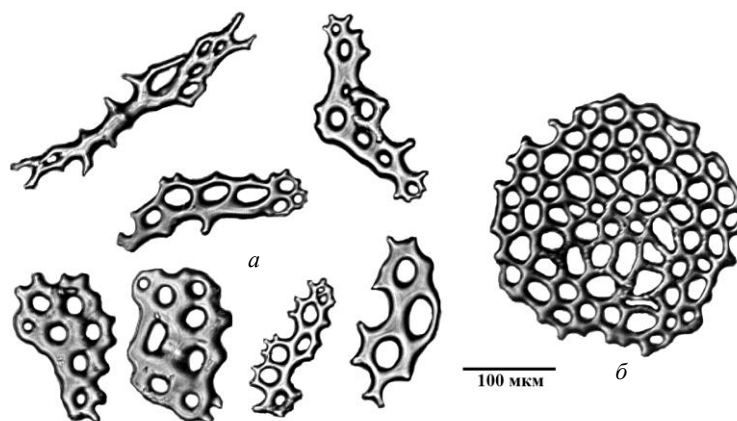


Рис. 9. *Echinopsolus* sp.: а — спикулы брюшных ножек, б — терминальная пластинка брюшной ножки

Спикулы щупалец — округлые или удлинённые перфорированные пластинки и шипастые палочки (рис. 10).

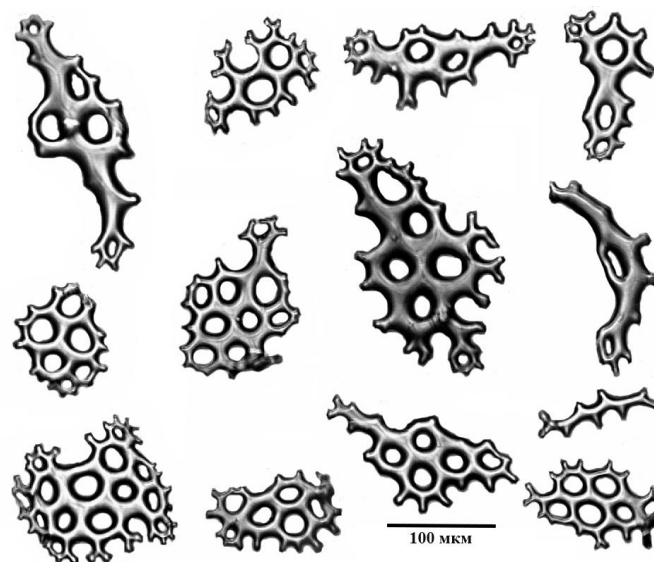


Рис. 10. Спикулы щупалец *Echinopsolus* sp.

Материал. 28.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'471 с. ш., 153°15'692 в. д., гл. 14 м, грунт — валуны, песок, $t = 7^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. В дальневосточных морях России вид найден впервые в районе о. Матуа.

Подсемейство Cucumariinae Ludwig, 1894, sensu Panning, 1949

Род *Cucumaria* Blainville, 1834 emended Panning, 1949

Cucumaria vegae Théel, 1886

Описание. С двух станций собрано 106 экземпляров этого вида: у м. Крокодил на глубине 15 м и у м. Клюв на глубинах от 13 до 16 м, грунт — валуны, песок. Следует заметить, что большинство экземпляров — ювенильные особи, размером от 1 до 3 мм и располагались на пластинах бурой водоросли *Thalassiophyllum clathrus*. Тело взрослых особей от 10 мм до 53 мм в длину, бочонкообразной формы с округлыми концами (рис. 2, ж). Стенка тела плотная, а у ювенильных особей — тонкая и прозрачная. Окраска при жизни бурая или темно-коричневая, на тривиуме значительно светлее, почти белая; более крупные экземпляры имеют равномерный светло-коричневый цвет. Щупалец 9–10, включая два вентральных, которые в два раза меньше остальных, темно-коричневого цвета. Между дорзальными щупальцами у крупных особей хорошо заметна половая папилла, вытянутая и заостренная на конце, размером около 1 мм. Маленькие экземпляры до 3–5 мм, светло-оранжевого цвета с ярко-оранжевыми щупальцами.

Окологлоточное кольцо развито слабо, радиальные и интеррадиальные сегменты по высоте примерно одинаковые, имеют типичную для данного рода форму.

Спикулы кожи тела – «гантелевидной» формы, а также встречаются удлиненные и разветвленные пластинки с отверстиями на концах (рис. 11).

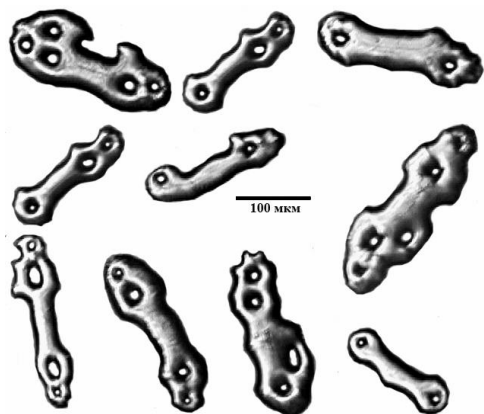


Рис. 11. Спикулы кожи тела *Cucumaria vegae*

в Охотском море – у западного побережья Камчатки, в Тауйской губе (о. Ольский, б. Рассвет и бух. Нагаева, м. Чирикова), у западного Сахалина (м. Бабушкина); у Курильских о-вов: Шумшу, Парамушир, Онекотан, Симушир, Итуруп, Маканруши. Уруп, Кетой, Шикотан, ниже на юг до побережья о. Хоккайдо. Кроме того, вид *C. vegae* указан для зал. Восток (самая южная точка), но со знаком вопроса: “*Cucumaria (?) vegae*” [10]. Вдоль американского побережья вид распространен от о-вов Прибылова (George Island, Pribilof Islands, 56°35'1 N, 169°40'2 W) на юг до побережья Британской Колумбии (Echo Bay, Gilford Island, British Columbia, 50°45' N, 126°29'7 W), встречен у о-вов Прибылова (о. Святого Павла, о. Георга), о. Купера, о-вов Ситха, о-вов Алеутской гряды (о. Умнак, о. Уналашка, о. Атва, о. Агатту), побережья южной Аляски, побережья Британской Колумбии (о-ва Королевы Шарлоты, о. Гидфорд).

Литорально-сублиторальный вид встречен от литорали до глубины 51 м.

Род *Pseudocnus* Panning, 1949 *Pseudocnus pusillus* (Ludwig, 1886)

Описание. Нами было обнаружено 84 экземпляра этого вида, в основном ювенильные особи от 4 до 7 мм, которые обитали на бурой водоросли *Thalassiphyllum clathrus*, как и особи предыдущего вида. Три экземпляра размером от 20 до 23 мм были найдены на валунах, тело у них прямое с закругленными концами и мелкими невтяжными (около 1 мм) амбулакральными ножками, расположенными по пяти амбулакрам в 2–5 рядов. Форма тела молодых особей почти шарообразная или бочонкообразная с немного заостренным передним концом. У некоторых экземпляров (размером от 5–7 мм) хорошо расправлены щупальца (видимо, это зависит от фиксации). Амбулакральные ножки у голотурий (размером до 7 мм) располагаются по радиусам в один редкий, а на спинной стороне местами неполный ряд. Стенка тела всех экземпляров плотная, непрозрачная. Окраска тела крупных живых особей – бледно-желтая, а ювенильных – бледно-розовая или белая (рис. 2, з). Щупалец 10, одинакового размера (около 5 мм). Известковое окологлоточное кольцо развито слабо; верхняя часть радиальных сегментов сужена; нижний край сегментов имеет вырост и два длинных отростка.

Характерные спикулы кожи тела – перфорированные пластинки с зауженными концами и круглыми бугорками на поверхности (рис. 12, а). Диск амбулакральных ножек с ажурной округлой терминальной пластинкой (рис. 12, б).

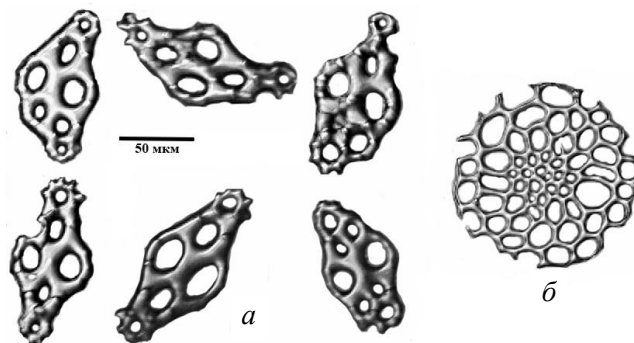


Рис. 12. Спикулы *Pseudocnus pusillus*:
а – кожа тела, б – терминальная пластинка
амбулакральной ножки

Материал. 23.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'486 с. ш., 153°15'660 в. д., гл. 16 м, на водоросли *Thalassiophyllum clathrus*, водолазный сбор Н.П. Санамян (49 экз.).

24.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'474 с. ш., 153°15'691 в. д., гл. 13 м, $t = 2^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (6 экз.).

25.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'485 с. ш., 153°15'669 в. д., гл. 17 м, $t = 2^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

25.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'485 с. ш., 153°15'669 в. д., гл. 15 м, на водоросли *Thalassiophyllum clathrus*, $t = 2^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Е.В. Драцев (26 экз.).

25.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'486 с. ш., 153°15'656 в. д., гл. 17 м, $t = 4^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

28.08.2016, Курильские о-ва, о. Матуа, бух. Рубленая, м. Клюв, 48°05'494 с. ш., 153°15'658 в. д., гл. 16 м, $t = 4^{\circ}\text{C}$, водолазный сбор Н.П. Санамян (1 экз.).

Распространение. Вид обитает в Беринговом (бух. Провидения; о. Беринга (Командорские о-ва)) и Охотском (район Охотска, зал. Константина, возле о. Парамушир, на западном побережье Камчатки от м. Лопатка на север до 58°00'6 с. ш.) морях; в заливах Анива, Петра Великого и Авачинском. В районе о. Матуа *P. pusillus* обнаружен впервые.

Литорально-сублиторальный вид, встречен от литорали до глубины 62 м.

Заключение

В акватории о. Матуа обнаружено два вида морских ежей, относящихся к роду *Strongylocentrotus* – *S. polyacanthus* и *S. pallidus*, и семь видов голотурий, относящихся к семи родам. Виды голотурий – *Scoliorhapis* sp., *Taeniogyrus inexpectatus*, *Havelockia obunca* и *Pseudocnus pusillus* у о. Матуа найдены впервые. Вид *Echinopsolus* sp. в морях России встречен впервые. Эти данные расширяют наше знание о биоразнообразии локальной фауны о. Матуа и Курильских островов в целом.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность всей команде 20-й Камчатско-Курильской экспедиции: Е.М. Верещаге (руководителю экспедиции), И.В. Витер (научному сотруднику), Е.В. Драцеву (водолазу), В.А. Анисимову (специалисту по боковому гидролокатору), Р.А. Имангулову (техническому специалисту), П.В. Рудеву, Л.В. Медведенко за уникальную возможность посещения о. Матуа и участие в сборе материала, использованного в данной работе. А также большая благодарность ООО «Подводсервис» за предоставленные в рамках научного сотрудничества с КФ ТИГ ДВО РАН баллоны для дайвинга, обеспечившие возможность работы под водой в течение всего периода экспедиции и сбора материала.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», а также частично поддержана грантом РФФИ № 16-04-01685 А.

Литература

1. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 168 с.
2. Смирнов А.В. Список видов свободноживущих беспозвоночных дальневосточных морей России // Исследования фауны морей. – 2013. – Вып. 75 (83). – С. 196–199.
3. Пискунов А.И., Архипов А.А. Распределение кукумарии японской у берегов Западной Камчатки // Тезисы докладов V Всес. конф. по промысловым беспозвоночным. – М.: ВНИРО, 1990. – С. 172–173.
4. Бажин А.Г., Степанов В.Г. Морские ежи семейства Strongylocentrotidae морей России. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2012. – 196 с.: 6 отд. л. цв. ил.
5. Баранова З.И. Иголокожие Берингова моря // Исслед. дальневост. морей СССР. – 1957. – Вып. 4. – С. 149–266.

6. Бажин А.Г. Видовой состав, условия существования и распределение морских ежей рода *Strongylocentrotus* морей России: дис. канд. биол. наук. – Владивосток: ИБМ ДВО РАН, 1995. – 126 с.

7. Панина Е.Г., Степанов В.Г. Видовой состав голотурий дальневосточных морей России: отряд Synaptida (=Apodida) Cuénot, 1891 (Holothuroidea: Synaptida) // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. – 2014. – № 30. – С. 88–99.

8. Smirnov A.V., Panina E.G. *Scoliorhapis stepanovi* – new species of sea cucumber from the North-West Pacific (Holothuroidea: Synaptida: Chiridotidae: Taeniogyrinae) and some remarks on the genus *Scoliorhapis* // Zootaxa. – In print.

9. Смирнов А.В. *Trochodota inexpectata* – новый вид голотурий (Synaptida, Chiridotidae) из района острова Симушир (Курильские острова) // Зоол. журн. – 1989. – Т. 68, вып. 6. – С. 156–160.

10. Климова В.Л., Левин В.С., Маркова И.В. Видовой состав и распределение голотурий залива Петра Великого Японского моря // Исследования иглокожих дальневосточных морей. – Владивосток: ДВО АН СССР, 1987. – С. 21–30.

Информация об авторах Information about the authors

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

Panina Elena Grigorevna – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Researcher of Hydrobiology 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 Georgievich – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Researcher of Hydrobiology Laboratory; vgstepanov@inbox.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; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of Hydrobiology Laboratory; actiniaria @sanamyan.com

Санамян Карен Эдуардович – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; ascidiacea@sanamyan.com

Sanamyan Karen Eduardovich – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Senior Researcher of Hydrobiology Laboratory; ascidiacea@sanamyan.com

УДК 593.4(571.645)

К.Э. Санамян, Н.П. Санамян, Е.Г. Панина**ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФАУНЕ ГУБОК (ТИП PORIFERA) ПРИБРЕЖНЫХ ВОД
ОСТРОВА МАТУА (СРЕДНИЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА)**

В статье представлены первые данные о губках (тип Porifera), обитающих на небольших глубинах в прибрежных водах о. Матуа из группы средних Курильских островов. Работа выполнена по собственным сборам. В собранном материале идентифицировано 19 видов губок, относящихся к трем классам (из четырех классов современных губок) и 16 семействам. Большинство видов, за несколькими исключениями, впервые отмечены для средних Курильских островов. Для каждого вида дано краткое описание, особое внимание уделено внешним признакам живых экземпляров. Для многих из указанных видов прижизненная окраска и внешний вид были неизвестны, эти признаки теряются на фиксированном материале.

Ключевые слова: систематика, фауна, губки, Курильские острова, остров Матуа.

K.E. Sanamyan, N.P. Sanamyan, E.G. Panina**FIRST INFORMATION ON THE FAUNA OF SPONGES (PORIFERA) OF COASTAL
WATERS AROUND MATUA ISLAND (MIDDLE KURIL ISLANDS)**

The first data on sponges (Porifera) from shallow waters around Matua Island, Middle Kuril group of Islands, NW Pacific are presented in the article. The work is performed on own collecting. In the collected material 19 species of sponges belonging to three classes (from four classes of modern sponges) and 16 families are identified. Most species, with a few exceptions, are recorded for the first time for the Central Kuril Islands. For each species we give a brief description of its appearance in live – many of the recorded species were known previously only from preserved specimens and information on their appearance in live was unknown.

Key words: systematics, fauna, biogeography, sponges, Kuril Islands, Matua Island.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-72-82

Введение

Губки (тип Porifera) являются одним из самых массовых и распространенных компонентов морского зообентоса. В работе [1] на момент оценки было указано около 6000 «валидных» видов, а общее число видов, основанное на обзорах материала из музеев различных стран, оценивается в 15 000. При этом число видов в каждом крупном, хорошо изученном регионе, как, например, Средиземное море, воды около Британских или Карибских островов, составляет примерно 500–800, а общими между регионами (виды-космополиты) являются не более 100 видов. В умеренно изученных регионах (например, Япония и ряд тропических регионов) число видов составляет 400–600 (по [2]). Эти цифры показывают низкую степень изученности фауны губок всех российских дальневосточных морей и Курильских островов, в частности. Так, В.М. Колтун [3] в своей монографии по фауне губок Demospongia морей СССР указывает 65 видов для Курильских островов. К сожалению, для большинства находок в монографиях В.М. Колтуна [3–5], которые до настоящего времени составляют основу наших знаний о фауне губок российских морей, не указаны точные места находок, они даны в общем виде (например, «северная часть Охотского моря» или «тихоокеанское побережье Курильских островов»). В монографии О.Г. Кусакина и др. [6] приведен список из восьми видов губок, встречающихся на литорали средней группы Курильских островов. Только один из этих видов – *Halichondria panicea* – был найден нами у о. Матуа. Целью настоящей работы является инвентаризация фауны губок в прибрежных водах о. Матуа.

Материалы и методы

Материалом для настоящего исследования послужили собственные сборы губок 2016–2017 гг., выполненные на литорали и с помощью легководолазной техники в сублиторали (до 18 м) в акватории о. Матуа. Собранные экземпляры сохранены в 75%-ном этаноле для морфологических исследований, а кусочки от них зафиксированы в 96%-ном спирте для молекулярного изучения. Для изготовления срезов использовали парафиновую проводку с обезвоживанием материала в изопропанолe и заливкой в парафиновую смесь марки «Гистолайн». Срезы толщиной 200 микрон делали на микротоме Microm HM 340E. Для исследования спикул кусочки губок обрабатывали в 10% -ном растворе гипохлорита натрия и изготавливали постоянные препараты спикул с заливкой в канадский бальзам.

Результаты

Класс Demospongiae

Подкласс Heteroscleromorpha

Отряд Suberitida

Семейство Halichondriidae

Halichondria (Halichondria) panicea (Pallas, 1766) (рис. 1, а).

Исследованный материал: 17.08.2016, м. Юрлова, литораль, на валунах, проба 201; сбор Е.Г. Панина, Н.П. Санамян; 06.08.2017, м. Ключ, литоральная ванна, проба 331, сбор Н.П. Санамян, Е.Г. Панина, В.А. Анисимов.

Образует толстые корки или комки неправильной формы. Поверхность гладкая или в различной степени бугорчатая. Цвет исследованного экземпляра зеленый, на фотографиях есть и желтые экземпляры. Многочисленные оскулюмы открываются на небольших возвышениях, которые довольно равномерно разбросаны по всей поверхности на экземпляре с литорали, но выстроены в неправильные ряды вдоль низких гребней на экземплярах, встречающихся глубже (по фотографиям). Спикулы только одного типа (изогнутые оксы), очень многочисленные и расположены внутри тела губки без особого порядка. Губка имеет характерный запах.

Это наиболее известная и часто попадающаяся на глаза, особенно на литорали, губка. *Halichondria panicea* распространена по всем северным морям Европы и России, вдоль берегов северной Атлантики, в северной части Тихого океана, в том числе во всех дальневосточных морях России. Она была ранее указана для средних Курильских островов [6].

Семейство Suberitidae

Suberites japonicus Thiele, 1898 (рис. 1, б).

Исследованный материал: 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 222, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка образует не очень толстые (несколько миллиметров толщиной) корки на камнях. Цвет монотонный ярко-красный. Поверхность гладкая, без видимых невооруженным глазом пор. Оскулюмов мало, и они небольшого диаметра, расположены на небольших возвышениях на поверхности тела. По консистенции губка плотная, твердая. Один из признаков вида – хорошо развитый плотный корковый слой, до 1 мм толщиной. В корковом слое сплошным палисадом расположены мелкие вертикальные силикатные спикулы (субтилостили). Внутри губки имеются толстые волокна из пачек длинных спикул (тилостилей) до 3 мм в длину. Микроспикул у данного вида нет.

Этот вид распространен в Беринговом море, в том числе у берегов Камчатки и Командорских островов, в Охотском море, у южных Курильских островов и Японии. В районе средних Курильских островов ранее указан не был.



Рис. 1: а – *Halichondria panicea*; б – *Suberites japonicus*; в – *Megaciella fragilis*; г – *Lissodendoryx* sp.;
 д – *Monanchora alaskensis*; е – *Hymedesmia* aff. *dermata*; ж – *Hymenancora orientalis*;
 з – *Myxilla incrustans incrustans*; и – *Amphilectus lobatus*

Отряд Poecilosclerida

Семейство Acarnidae

***Wigginsia wigginsi* de Laubenfels, 1953**

Исследованный материал: 25.08.2016, м. Ключ, гл. 15 м, 2°C, валуны, проба 210, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Тело в виде толстой корки. Прижизненный цвет исследованных экземпляров неизвестен. В монографии Колтуна [3] вид описан как новый под названием *Plocamia fragilis* Koltun, 1959. В синонимы *Wigginsia wigginsi* его свела А. Ходаковская [7] на том основании, что дермальные иглы у этой губки являются тилотами, как у *W. wigginsi*, а то, что у некоторых экземпляров (в том числе типового) на концах тилот есть «шипик» (как и у нашего экземпляра), это не имеет значения. По Колтуну, дермальные иглы являются стронгилами (до торнотого-стронгил и тилот). Колтун [3] указал для своего вида *Plocamia fragilis* распространение в Чукотском, Охотском морях и у южных Курильских островов. Для *W. wigginsi* указаны находки в северной части Тихого океана и также в северной Атлантике. Для средних Курильских островов вид указан впервые.

***Megaciella fragilis* (Koltun, 1955) (рис. 1, е)**

Исследованный материал: 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, пробы 219, 220; водолазный сбор Н.П. Санамян.

Тело в виде толстой, более 2 см толщиной, корки, плотно приросшей к камням. Прижизненный цвет темно-красный, с неясным узором более темного цвета (поровые поля). Поверхность неровная. Оскулюмов много, разного размера, разбросаны хаотично по поверхности губки, на достаточно хорошо оформленных широких, но не высоких конусовидных возвышениях. Тело ломкое, не эластичное. Поверхностный скелет представляет собой вертикальный палисад из длинных, гладких спикул с зазубренными концами (стронгилы). Основной скелет сетчатый, состоит из гладких, слегка изогнутых спикул (стили).

О распространении вида информации мало, описан он был по шести экземплярам из северной части Охотского моря и из четвертого Курильского пролива как *Muxichela fragilis* (см. [3]); в настоящее время перенесен в род *Megaciella*.

Семейство Coelosphaeridae

***Lissodendoryx* sp. (рис. 1, з)**

Исследованный материал: 22.08.2016, м. Ключ, гл. 15 м, 3°C, валуны, проба 205, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка обитает на камнях, образует довольно толстые корки с наплывами. Края лопастные, неровные. Цвет тела бежево-желтый. На живых экземплярах под водой видна тонкая прозрачная поверхностная (дермальная) мембрана. Оскулюмов довольно много, крупные, расположены на небольших возвышениях прозрачной мембраны. Под поверхностью губки виден характерный узор из более темных и более светлых участков. Темные участки, сходящиеся по радиусам к оскулюмам, очевидно, соответствуют каналам внутри тела губки. В поверхностном (дермальном) слое у этой губки только гладкие, тупые с обоих концов длинные спикулы (стронгилы или субтилоты). Внутри губки, в основном скелете спикулы представлены слабо-шиповатыми стилями и сильно-шиповатыми стронгилами. Микросклеры представлены хелами и, возможно, сигмами.

Вид принадлежит к роду *Lissodendoryx*, однако до вида пока не определен. В морях России встречается не менее 14 видов этого рода. Для средних Курильских островов указан только один представитель рода – *L. amaknakensis* (Lambe, 1894) (см. [6]).

Семейство Crambeidae

***Monanchora alaskensis* (Lambe, 1895) (рис. 1, д)**

Исследованный материал: 19.08.2017, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 218; 20.08.2016, м. Крокодил, гл. 15 м, 3°C, валуны, проба 224; водолазный сбор Н.П. Санамян.

Крупная губка с прямостоячим телом на ножке. Исследованные экземпляры имеют вид толстой вертикальной пластины, расширенной сверху. По литературным данным [3], форма тела бывает веерообразной, пальчатой, с многочисленными толстыми более или менее вертикальными ветвями. Цвет тела монотонно-оранжевый. Оскулюмы многочисленные, крупные, сидячие (то есть не на вершинах сифонов), расположены неправильными рядами по верхнему краю губки. Тело плотное. Имеется внешний слой, образованный густо расположенными, слегка изогнутыми спикулами (субтилостами). Спикулы эти расположены более или менее перпендикулярно к поверхности губки, но имеются и горизонтально лежащие спикулы. Все это образует мелкоячеистую структуру наподобие сот, с вертикальными спикулами в стенках и с горизонтальными спикулами чуть поглубже, в пределах коркового слоя. Внутри губки имеются толстые вертикальные волокна из многих спикул (толстые стили), соединенные чуть менее толстыми многоспикульными перемычками. Микросклеры – равносторонние якорьки, большие и маленькие, имеют по пять зубчиков.

Вид считается довольно широко распространенным в Беринговом и Охотском морях и в северной части Тихого океана. Для средних Курильских островов вид указан впервые.

Семейство Hymedesmiidae

Hymedesmia aff. *dermata* Lundbeck, 1910 (рис. 1, e)

Исследованный материал: 26.08.2016, м. Ключ, гл. 15 м, 4°C, вертикальная стенка, проба 212, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Небольшая губка, образующая корки на камнях размером несколько сантиметров и менее 3 мм толщиной. Тело оранжевого цвета. Большая часть поверхности исследованного экземпляра была покрыта сплошным слоем диатомовых водорослей, над уровнем которых вертикально поднимаются возвышения, на которых расположены оскулюмы и поровые поля. Оскулюмов немного, гораздо меньше, чем похожих на сито овальных поровых полей, разбросанных по всей поверхности губки. Сквозь поровые поля вода поступает внутрь губки. Скелет состоит из гладких субтилот и шиповатых акантоцилов. Микроспикул не обнаружено.

Эта губка относится к роду *Hymedesmia*, но вид точно определить не удастся. Она похожа на *H. dermatata* (более или менее совпадают размеры спикул, и отсутствуют микроспикулы), но гладкие спикулы представлены субтилотами, в то время как у *H. dermatata* должны быть стронгилы.

Семейство Myxillidae

Hymenancora orientalis (Koltun, 1959) (рис. 1, ж)

Исследованный материал: 23.08.2016, м. Ключ, гл. 16 м, 4°C, проба 207; 25.08.2016, м. Ключ, гл. 15 м, 2°C, проба 209; валуны; водолазный сбор Н.П. Санамян.

Одна из немногих губок, которая легко определяется по внешнему виду. Тело корковое, толщиной около 1 мм, стелется по камням, ярко-красного цвета. Характерный признак – многочисленные овальные или округлые, плотно расположенные, четко очерченные неглубокие ямки на верхней поверхности губки. Поверхность тела внутри ямок несет многочисленные поры, похожа на сито. Ямки могут медленно стягиваться (закрываться), если губку потревожить.

Этот вид был описан Колтуном (1959) по двум фиксированным экземплярам из северной части Берингова и северной части Охотского морей как новый вид и новый род *Herceus orientalis*. В настоящее время этот вид на основании только описания Колтуна перенесен в род *Hymenancora*, а род *Herceus* закрыт. При фиксации спиртом теряется характерный яркий цвет губки, в оригинальном описании сказано, что она желтовато-серая – это цвет спиртовых экземпляров. В районе средних Курильских островов вид найден впервые.

Myxilla incrustans incrustans (Johnston, 1842) (рис. 1, з)

Исследованный материал: 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 223, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Исследованный экземпляр имел тело в виде толстой корки с неправильными краями. Оскулюмов много, крупные, расположены на низких возвышениях. Цвет ярко-желтый. Поверхность покрыта тонкой мембраной. Под поверхностью различим характерный рисунок из более светлых и более темных областей, расположенных в определенном порядке. Темные области – это поровые поля.

Вид этот довольно изменчивый, как по внешнему виду, так и по размерам и форме спикул. Описано несколько «вариантов» (подвиды в нынешнем понимании) данной губки, часть из которых в настоящее время выделена в отдельные виды. Он распространен практически во всех северных морях, а также в северной части Тихого океана, включая Берингово, Охотское и Японское моря. В районе средних Курильских островов ранее указан не был, однако район этот лежит внутри известного ареала распространения данной губки. Это довольно обычная и широко распространенная губка.

Семейство Tedaniidae

Tedania gurjanovae Koltun, 1958

Исследованный материал: 25.08.2016, м. Ключ, гл. 16 м, 2°C, валуны, проба 210, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Тело исследованного экземпляра корковидное, около 5 мм в толщину. Прижизненная окраска и внешний вид неизвестны. Имеется толстый дермальный слой из вертикально стоящих гладких торнот. В основном скелете – большие гладкие стили. Весьма характерный признак – большое количество тонких, слегка зазубренных рафид.

До настоящего времени вид был известен только из Татарского пролива и района Командорских островов [6, 8]. Для Курильских островов вид указан впервые.

Семейство Esperiopsidae

Amphilectus lobatus (Montagu, 1814) (рис. 1, и)

Исследованный материал: 23.08.2016, м. Ключ, гл. 16 м, 2°C, валуны, проба 208, водолазный сбор Н.П. Санамян.

По литературным данным [3] форма тела этой губки может быть разнообразной: от комкообразной до шарообразной. Экземпляры, найденные нами у о. Матуа, плоские, образуют бурые водоросли толстой коркой. Цвет тела монотонно ярко-желтый. Оскулюмы многочисленные, хаотично разбросаны по поверхности губки, расположены на небольших возвышениях. Поверхность крупнопористая, негладкая; сквозь тонкую дермальную мембрану, которую на живых экземплярах практически не видно и которая лишена собственного скелета, торчат многочисленные спикулы. Скелет – ячеистая сеть, с более или менее квадратными ячейками из многих спикул, что несколько отличается от описания. Стили гладкие, 210–250 × 10 микрон; хелы пальмовидные разноконечные, мелкие и большие, одинаковой формы, 28–80 микрон, мелких гораздо больше. Сигм не найдено.

Одной из характерных черт, позволяющих с некоторой долей вероятности определить эту губку в полевых условиях, является тот факт, что она чаще всего селится на водорослях (как экземпляр на фотографии), на гидроидах и на мшанках и гораздо реже встречается на других субстратах. Характер поверхности также позволяет отличить ее от других часто встречающихся в данном регионе желтых губок, например от *Halichondria panicea* или *Myxilla incrustans*. Для достоверного определения, однако, требуется изучение формы и размеров спикул и структуры скелета на фиксированных экземплярах.

Считается одной из обычных губок мелководья, встречается во всех северных морях, а также в Японском, Охотском, Беринговом и Чукотском морях. Есть вероятность, что под этим названием скрывается несколько разных видов губок. Для средних Курильских островов вид указан впервые.

Семейство Mycalidae

Mycale lindbergi Koltun, 1958 (рис. 2, а)

Исследованный материал: 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 221, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Крупная губка, образующая толстые массивные наросты на камнях. Тело в массе желтого цвета, на поверхности местами присутствует бурый налет, возможно, из диатомовых водорослей, образующий характерный узор. Оскулюмы крупные, расположены без особого порядка

на поверхности губки на небольших возвышениях. На поверхности губки имеются многочисленные широкие и довольно глубокие, короткие и длинные, четко очерченные борозды. Внутри этих борозд расположены поровые поля, сквозь которые вода поступает в губку. Поверхность губки за пределами борозд не пористая, гладкая. Имеется толстый корковый слой, в котором горизонтально расположены дермальные гладкие стили и стронгилы. Основной скелет состоит из толстых, но очень мягких вертикальных волокон. Микроспикул у этого вида много, и они разнообразные по форме и размерам: большие и маленькие пальматовидные хелы, сигмы разного размера, рафиды и триходрагмы в большом количестве.

Колтун [9] предположил, что *Mycale lindbergi*, по-видимому, следует рассматривать, как «форму» *M. toporoki* Koltun, 1958. Наш экземпляр определяется как вид *M. lindbergi*, который, в отличие от *M. toporoki*, имеет толстый дермальный слой.

До настоящего времени эта губка была известна только по оригинальному описанию, выполненному по шести спиртовым экземплярам из Татарского пролива и из Южно-Курильского пролива; как выглядят живые экземпляры, известно не было. Спиртовые экземпляры не только теряют желтый цвет и становятся светло-серыми, но и сильно отличаются внешне от живых: борозды с поровыми полями у них сжаты, и создается впечатление, что поверхность покрыта узкими трещинами. Для района средних Курильских островов вид указан впервые.

Отряд Haplosclerida

Семейство Chalinidae

Haliclona (Reniera) cinerea (Grant, 1826) (рис. 2, б)

Исследованный материал: 20.08.2016, м. Крокодил, гл. 15 м, 3°C, валуны, проба 206, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Корковая губка, обрастающая камни и валуны. Размеры в среднем порядка 10 см в диаметре; при этом толщина (высота) тела может быть различной, обычно не больше 1 см. Цвет тела пастельных розовато-фиолетовых тонов (видовое название «серая», вероятно, было дано по спиртовому экземпляру). Оскулюмов много, расположены равномерно по поверхности губки на конусовидных возвышениях. Поверхность тела между этими возвышениями практически гладкая, тонко-бархатистая от пучков спикул, расположенных перпендикулярно поверхности. Набор спикул крайне простой и состоит только из одного типа макросклер: коротких гладких оксов, которые образуют неправильную сеть из трех и четырехугольных ячеек внутри губки. Микроспикул нет.

Несмотря на отсутствие ярких отличительных внешних признаков, эта губка достаточно легко узнается на прижизненных фотографиях по характерному цвету и внешнему виду поверхности. Вид широко распространен в северных морях, отмечен в Беринговом, Охотском и Японском морях. Для района средних Курильских островов указан впервые.

Семейство Niphatidae

Hemigellius porosus (Fristedt, 1887) (рис. 2, в)

Исследованный материал: 25.08.2016, м. Ключ, гл. 16 м, 2°C, валуны, проба 209, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка представляет собой толстую корку бежево-серого цвета. Тело очень хрупкое. Экземпляры, собранные у о. Матуа, небольшого размера, подушковидные, с широким основанием, полностью приросшим к камням. Оскулюмы крупные, расположены довольно близко друг от друга на высоких конических тонкостенных возвышениях сетчатой структуры. Скелет в виде неясной сети из трех и четырехугольных ячеек. Макросклеры представлены только одним типом спикул – гладкими, слегка изогнутыми оксами. Микросклеры представлены большими сигмами характерного вида.

Вид считается широко распространенным во всех северных морях. Известен также из Охотского и Японского морей. Для района средних Курильских островов указан впервые.



Рис. 2: а – *Mycale lindbergi*; б – *Haliclona (Reniera) cinerea*; в – *Hemigellius porosus*; г – *Oscarella kamchatkensis*; д – *Arthuria* sp.; е – *Grantia uchidai*; ж – *Sycon* sp.; з – *Grantia* sp.; и – *Grantia* sp. (продольный разрез, высота экземпляра 1,5 см)

Класс Homoscleromorpha
Отряд Homosclerophorida
Семейство Oscarellidae

***Oscarella kamchatkensis* Ereskovsky, Sanamyan et Vishnyakov, 2009 (рис. 2, з)**

Исследованный материал: 20.08.2016, м. Крокодил, гл. 15 м, 3°C, валуны, проба 214, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губки рода *Oscarella* имеют характерный, легко узнаваемый под водой внешний вид. Оскарелла камчатская выглядит как скопление небольших, 1–2 см в диаметре, отдельных комочков неправильной формы, растущих группой на поверхности камней и валунов. Комочки имеют пористую структуру, слизистые на ощупь. На поверхности каждого комочка имеется один или два оскулюма на вершине короткой прозрачной трубки. Цвет у этой губки всегда одинаковый – охристо-желтый. Спиккулы в теле данной губки отсутствуют.

Этот вид был описан по нашим сборам с восточного побережья Камчатки и до настоящего времени не был известен из других мест. Экземпляры из вод о. Матуа выглядят идентично камчатским экземплярам, поэтому сомнений в их определении не возникает. В районе средних Курильских островов этот вид отмечен впервые.

Класс Calcarea
Подкласс Calcinea
Отряд Clathrinida
Семейство Clathrinidae

***Arthuria* sp. (рис. 2, д)**

Исследованный материал: 25.08.2016, м. Клюв, гл. 16 м, 2°C, валуны, проба 216; 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 227; водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка довольно крупная, около 5–8 см в длину, компактной овальной или яйцевидной неправильной формы, прикрепляется к субстрату небольшим участком в виде короткой толстой ножки. Тело состоит из переплетения многочисленных тонкостенных трубочек, которые вместе образуют губчатую массу или ячеистую сеть. Оскулюмов довольно много, разбросаны равномерно по всей поверхности губки, расположены на вершинах коротких сифонов. Цвет губки белый, обусловлен наличием большого количества известковых спиккул в стенках трубочек и отсутствием собственных пигментов.

Известковые губки похожего внешнего вида в отечественной гидробиологической литературе обычно определяют как один очень широко распространенный вид *Clathrina coriacea* (или *Leucosolenia coriacea*). На самом деле, как было выяснено недавно, представителей рода *Clathrina* гораздо больше, чем представлялось ранее, и многие морфологические формы, отличающиеся мелкими признаками, например цветом, были выделены в самостоятельные таксоны. Род *Clathrina* также был разделен на ряд отдельных родов, *Arthuria* является одним из них [10]. Исследованная губка с о. Матуа относится к роду *Arthuria*, вид пока не определен.

Подкласс Calcaronea
Отряд Leucosolenida
Семейство Grantiidae

***Grantia uchidai* (Hozawa et Tanita, 1941) (рис. 2, е)**

Исследованный материал: 17.08.2016, м. Юрлова, литораль, камни, валуны, вода с запахом сероводорода, проба 200, сбор Е.Г. Панина, Н.П. Санамян; 01.08.2017, м. Крокодил, литоральная ванна, проба 335, сбор Н.П. Санамян, Е.Г. Панина, В.А. Анисимов.

Тело состоит из нескольких свободно растущих, изогнутых меандрами пластинок, которые прикреплены к субстрату одним краем. Цвет серый, с желтовато-коричневым оттенком, иногда с темными коричневыми или почти черными пятнами. Оскулюмов много, и они мелкие, сидячие, расположены по краю пластинок в один ряд, на неравных расстояниях друг от друга. Пластинки, из которых состоит тело губки, несплошные, внутри есть полость, как и у всех представителей этого рода, но у данного вида полость не цилиндрическая, а уплощенная. Она разделяет тело на две стороны. Поверхность тела более или менее гладкая, без видимых невооруженным глазом или на макрофотографиях торчащих наружу спиккул. Губка мягкая, но довольно прочная.

Вид найден на литорали о. Матуа во время отлива. Эта губка имеет очень характерный внешний вид, перепутать ее с другими губками, обитающими в этом регионе, невозможно.

***Grantia* sp.** (рис. 2, з, и)

Исследованный материал: 26.08.2016, м. Клюв, гл. 15 м, 4°C, вертикальная стенка, проба 228, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка правильной овальной формы, исследованный экземпляр 1,5 см в высоту и 1 см в поперечном диаметре. Тело густо покрыто очень длинными спикулами, торчащими перпендикулярно к поверхности. Между спикулами, на поверхности губки – сплошной слой диатомовых водорослей. На вершине губки расположен один оскулюм большого диаметра, окруженный густым венчиком спикул. На продольном срезе (рис. 2, и) видна обширная внутренняя полость и многочисленные, длинные, параллельные друг другу хоаносомные камеры в толстой стенке тела.

Семейство Sycettidae

***Sycon* sp.** (рис. 2, ж)

Исследованный материал: 19.08.2016, м. Крокодил, гл. 11 м, 2°C, вертикальная стенка, проба 226, водолазный сбор Н.П. Санамян.

Губка выглядит как группа высоких, слегка расширяющихся кверху цилиндров, растущих от общего, небольшого по площади основания. Тело снаружи мелкопористое, бархатистое из-за расположенных перпендикулярно поверхности и торчащих наружу тонких коротких спикул. Вокруг оскулюма, который расположен на вершине губки, имеется невысокий воротничок, иглы лежат вдоль и поперек него, но не торчат наружу, то есть венчика свободных спикул нет.

Вид, вероятно, относится к роду *Sycon*, более точно пока не определен.

Заключение

В собранном материале идентифицировано 19 видов губок из 16 семейств, относящихся к трем из четырех известных классов современных губок. Из них только один вид был ранее указан для средних Курильских островов. Особую ценность сборам придает то, что большинство собранных экземпляров было сфотографировано под водой в естественных условиях, и была осуществлена точная привязка всех фотографий к собранным экземплярам. До настоящего времени для подавляющего числа видов губок внешний вид живых экземпляров был неизвестен, и лишь в последнее время стало нормой при описании новых видов приводить, когда это возможно, фотографии живых экземпляров. Появились и популярные руководства для широкого круга зоологов с определениями видов и с цветными фотографиями, но для губок из российских морей таких публикаций очень мало. Результаты настоящей работы не только частично заполняют этот пробел и помогут в полевом определении видов, но и значительно расширяют наше представление о разнообразии фауны губок острова Матуа и всей средней группы Курильских островов, как, пожалуй, наименее изученного пока района Курильской гряды.

Благодарности

Авторы выражают искреннюю благодарность участникам 20-й и 21-й Камчатско-Курильской экспедиции Минобороны России и Русского географического общества на о. Матуа и Экспедиционно-научному центру Министерства обороны за помощь в проведении полевых работ, а также сотрудникам ООО «Подводсервис» за предоставленное водолазное оборудование.

Публикация осуществлена при финансовой поддержке Всероссийской общественной организации «Русское географическое общество», а также частично поддержана грантом РФФИ № 16-04-01685 А.

Литература

1. Hooper J.N.A., Van Soest R.W.M. Class Demospongiae Sollas, 1885 // Systema Porifera: A Guide to the Classification of Sponges / Hooper J.N.A., Van Soest R.W.M. (ed). – New York: Kluwer Academic/Plenum Publishers, 2002. – P. 15–18.
2. Hooper J.N.A. Sponguide. Guide to sponge collection and identification (version august 2000). – Queensland: Queensland Museum, 2000. – 129 p.

3. Колтун В.М. Кремнероговые губки северных и дальневосточных морей СССР (Отряд Cornaculospongiida). – М.; Л.: Изд-во Академии наук СССР, 1959. – 236 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; Вып. 67).

4. Колтун В.М. Четырехлучевые губки северных и дальневосточных морей СССР (Отряд Tetraxonida). – М.; Л.: Наука, 1966. – 107 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; Вып. 90).

5. Колтун В.М. Стекланные, или шестилучевые, губки северных и дальневосточных морей СССР (Класс Hyalospongiae). – М.; Л.: Наука, 1967. – 125 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; Вып. 94).

6. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – 168 с.

7. Khodakovskaya, A.V. On the synonymy and distribution of *Wigginsia wigginsi* de Laubenfels, 1953 (Porifera, Demospongiae: Acarnidae) // *Zoosystematica Rossica*. – 2004. – Vol. 12 (2). – P. 143–144.

8. Шилов В.А. Обыкновенные (Demospongia) и шестилучевые (Hexactinellida) губки шельфа Командорских островов // *Донная флора и фауна шельфа Командорских островов*. – Владивосток: Дальнаука, 1997. – С. 57–70.

9. Колтун В.М. Четырехлучевые и кремнероговые губки тихоокеанского мелководья островов Парамушир и Шумшу // *Исследования дальневосточных морей СССР*. – 1962. – Вып. 8. – С. 181–199.

10. A Molecular phylogeny for the order Clathrinida Rekindles and refines Haeckel's taxonomic proposal for calcareous sponges / M. Klautau, F. Azevedo, B. Condor-Lujan, H.T. Rapp, A. Collins, C.A.M. Russo // *Integrative and Comparative Biology*. – 2013. – P. 1–15. DOI:10.1093/icb/ict039.

Информация об авторах Information about the authors

Санамян Карен Эдуардович – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии; ascidiacea@sanamyan.com

Sanamyan Karen Eduardovich – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Senior Researcher of Hydrobiology Laboratory; ascidiacea@sanamyan.com

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; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of Hydrobiology Laboratory; actiniaria@sanamyan.com

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

Panina Elena Grigorevna – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences, Researcher of Hydrobiology Laboratory; panina1968@mail.ru

УДК [599.742.21: 591.4](571.66+571.642)

**И.В. Серёдкин, Д. Пачковский, В.Б. Ликок, В.В. Жаков,
А.П. Никаноров, Д.В. Лисицын**

ОСНОВНЫЕ МОРФОМЕТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ БУРЫХ МЕДВЕДЕЙ НА КАМЧАТКЕ И САХАЛИНЕ

Бурый медведь (*Ursus arctos*) на Дальнем Востоке России является объектом трофейной охоты. С целью морфометрической характеристики у 58 особей с Камчатки и 11 – с Сахалина, отловленных для мечения в 1997–2014 гг., брали замеры тела и определяли массу. Средние показатели массы и длины тела медведей на Камчатке составили 268,7 кг и 216,7 см для взрослых самцов и 174,9 кг и 194,5 см для взрослых самок соответственно, что выше, чем в других регионах Евразии. На Сахалине размеры медведей несколько ниже, чем на Камчатке, но выше, чем в большинстве других регионов. Бурые медведи на Дальнем Востоке имеют высокие трофейные качества, что перспективно для развития трофейной охоты и туризма. Полученные данные важны для управления популяциями бурого медведя на Камчатке и Сахалине.

Ключевые слова: бурый медведь, морфометрия, управление популяцией, трофейная охота, *Ursus arctos*.

I.V. Seryodkin, J. Paczkowski, W.B. Leacock, V.V. Zhakov, A.P. Nikanorov, D.V. Lisitsyn

MAIN MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS OF BROWN BEARS IN KAMCHATKA AND SAKHALIN

Brown bear (*Ursus arctos*) in the Russian Far East is an object of trophy hunting. Morphometric characteristics were collected from 58 individuals from Kamchatka and 11 from Sakhalin caught for marking in 1997–2014, body measurements were taken and weights were determined. Average weight and body lengths of the Kamchatka bears were 268,7 kg and 216,7 cm for adult males and 174,9 kg and 194,5 cm for adult females respectively, which is higher than in other regions of Eurasia. On Sakhalin, bear sizes were slightly lower than in Kamchatka, but higher than in most other regions. Brown bears in the Far East have high trophy qualities, which is promising for the development of trophy hunting and tourism. The findings are important for managing the brown bear populations in Kamchatka and Sakhalin.

Keywords: brown bear, morphometry, wildlife management, trophy hunting, *Ursus arctos*.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-83-92

Введение

На Дальнем Востоке России обитают бурые медведи (*Ursus arctos*), отличающиеся крупными размерами относительно других частей их ареала в Евразии [1–4]. В данном регионе распространена трофейная охота на медведей, крупные особи которых имеют большой спрос и ценность для охотников. Управление ресурсами этих животных на Камчатке и Сахалине ведется с учетом данной специфики [5]. Важным вопросом является селективность трофейной охоты и ее возможное влияние на изменение размерных характеристик в популяциях медведей [6, 7].

В литературе сведения о размерных характеристиках бурого медведя Дальнего Востока ограничены в основном краниометрическими данными [3, 8, 9], тогда как информации о массе и размерах отдельных частей тела животных разных половозрастных групп недостаточно для сравнительной морфометрической характеристики медведей из разных частей региона. Для Камчатского края такие данные приведены в нашей предыдущей работе [4], а для Сахалинской области имеются только для медведей о. Кунашир [10]. В этой связи новые сведения о размерных характеристиках медведей являются актуальными.

Целью данной работы явилась оценка морфометрических показателей бурых медведей разных половозрастных групп на Камчатке и Сахалине. В задачи исследования входил анализ данных по массе и основным размерам тела, сравнение морфометрических параметров животных, обитающих в разных частях ареала вида в Евразии и оценка трофейных качеств бурого медведя Дальнего Востока.

Материал и методы

В анализ включены морфометрические параметры бурых медведей, отловленных с целью научных исследований (мечение радио- и спутниковыми ошейниками) на Камчатке [11] и Сахалине [12]. На Камчатке отлов осуществляли в 1997–2000 гг. в Южно-Камчатском заказнике и его окрестностях,



Рис. 1. Взвешивание бурого медведя, отловленного на Камчатке с целью радиомечения

в 2002–2005 гг. в Кроноцком заповеднике (бассейны рек Кроноцкая, Богачевка, Тихая и Шумная) и в 2005 г. в окрестностях оз. Двухюрточное (бассейн р. Камчатка). На Сахалине медведей отлавливали в заказнике «Восточный» (бассейн р. Венгери) в 2011–2014 гг. Все животные отловлены в летние месяцы.

Отлов медведей производили ловушками Олдрича, бочками-ловушками, также животных иммобилизовали дистанционно при подходе к ним и с вертолета Ми-2 [13–15]. Медведей обездвигивали при помощи ружья системы Pneu-Dart, стреляющего шприцами. В качестве анестезирующего препарата использовали золэтил (Zoletil) или смесь золэтила с ромпуном (Xylazinehydrochloride) в рекомендуемых дозах [15, 16]. В качестве антидота к ромпуну использовали антиседан (Antisedan).

У отловленных животных брали важнейшие морфологические промеры (табл. 1, 2), производили их взвешивание (рис. 1). Точность измерения параметров соответствовала 0,5 см, кроме размеров мозолей конечностей, длины уха, длины клыков, длины пальцевых подушечек и когтей, которые замерялись с точностью 0,1 см.

Возраст животных определяли по числу линий прироста в зубном цементе [17] передних премоляров, не несущих функциональную нагрузку и изъятых при отлове, а также по возрастным особенностям зубной системы при ее осмотре [18].

На Камчатке было отловлено 58 медведей, из них 30 – в Южно-Камчатском заказнике (22 – с вертолета и 8 – бочкой-ловушкой), 26 – в Кроноцком заповеднике (24 – ловушками Олдрича и 2 – с подхода) и 2 – на оз. Двухюрточное (ловушками Олдрича). На Сахалине отловлено 11 медведей (7 – ловушками Олдрича и 4 – с подхода). Для анализа медведи были разделены по полу и возрастным категориям: 1 год, 2–3 года, 4–6 лет, 7 лет и более. Возраст указан по количеству полных лет. Максимальный возраст отловленного медведя (самец с Камчатки) составил 21 год.

Таблица 1

Основные морфометрические параметры бурых медведей, отловленных с целью научных исследований на Камчатке в 1997–2005 гг.

Морфометрический параметр	Количество промеров	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
Самцы, 2–3 года					
Масса	9	95,9	75	135	20,4
Длина тела (без хвоста)	9	160,9	140	186	14,4
Обхват груди	8	96,9	75	126	15,8
Обхват головы	8	59	52	64	4,3
Обхват шеи	9	56,9	48	63	4,9
Ширина пальмарной мозоли	7	13,5	11,5	15	1,2
Ширина плантарной мозоли	7	12,4	10,6	14	1,1
Длина пальмарной мозоли	6	6,8	5,5	8	0,8
Длина плантарной мозоли	7	17,8	16	20	1,4

Окончание табл. 1

Морфометрический параметр	Количество промеров	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
Самцы, 4–6 лет					
Масса	7	135,4	108	150	16
Длина тела (без хвоста)	7	179,4	165	196	10,1
Обхват груди	7	108,2	101	120	6,4
Обхват головы	7	66,6	61	72	3,7
Обхват шеи	7	61,3	52	67	5,2
Ширина пальмарной мозоли	5	14,9	14,5	15,5	0,4
Ширина плантарной мозоли	5	13,9	13	15	0,8
Длина пальмарной мозоли	4	7,6	6	8,5	1,2
Длина плантарной мозоли	5	18,1	15	20,5	2,2
Самцы, 7 и более лет					
Масса	17	268,7	180	410	70,6
Длина тела (без хвоста)	17	216,7	200	249	15,5
Обхват груди	15	139,1	116	155	12
Обхват головы	17	83,8	72,5	97	7,3
Обхват шеи	17	85,5	74	112	12
Ширина пальмарной мозоли	11	18,1	17	19	0,7
Ширина плантарной мозоли	11	16,7	16	18	0,6
Длина пальмарной мозоли	11	9	8	10	0,8
Длина плантарной мозоли	11	21,6	18	25	1,9
Самки, 1 год					
Масса	2	55,5	60	51	6,4
Длина тела (без хвоста)	1	132	–	–	–
Самки, 2–3 года					
Масса	2	90	55	125	49,5
Длина тела (без хвоста)	2	150,5	133	168	24,7
Обхват груди	1	78	–	–	–
Обхват головы	1	64	–	–	–
Обхват шеи	2	51,5	46	57	7,8
Ширина пальмарной мозоли	2	12	11	13	1,4
Ширина плантарной мозоли	2	11,6	10,2	13	2
Длина пальмарной мозоли	2	5,8	4,7	7	1,6
Длина плантарной мозоли	2	15,1	13,2	17	2,7
Самки, 4–6 лет					
Масса	7	128,6	70	180	35,4
Длина тела (без хвоста)	7	177,9	149	211	21,2
Обхват груди	6	110,2	90	130	15,1
Обхват головы	7	67,9	59	84	8,1
Обхват шеи	7	65,1	52	92	12,6
Ширина пальмарной мозоли	4	13	11,4	14	1,1
Ширина плантарной мозоли	5	12,6	10,8	14	1,2
Длина пальмарной мозоли	4	6,3	5	7	0,9
Длина плантарной мозоли	5	16	14	18,5	2,1
Самки, 7 и более лет					
Масса	14	174,9	120	250	40,2
Длина тела (без хвоста)	14	194,5	171,5	212	12,3
Обхват груди	12	120,5	101	142	12,4
Обхват головы	14	75,7	65	89	7,4
Обхват шеи	14	71,2	58	86	7,3
Ширина пальмарной мозоли	5	13,9	13	14,5	0,5
Ширина плантарной мозоли	5	13,8	12,8	14,2	0,6
Длина пальмарной мозоли	5	6,8	6	7,5	0,6
Длина плантарной мозоли	5	17,8	16,5	19	1,3

Примечание. Масса дана в кг, остальные параметры – в см.

Таблица 2

Основные морфометрические параметры бурых медведей, отловленных с целью научных исследований на Сахалине в 2011–2014 гг.

Морфометрический параметр	Количество промеров	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
Самцы, 4–6 лет					
Масса	2	107,5	90	125	24,7
Длина тела (без хвоста)	2	176,5	166	187	14,8
Обхват груди	2	92	88	96	5,7
Обхват головы	2	55	53	57	2,8
Обхват шеи	2	50,5	49	52	2,1
Высота в холке	2	106	101	111	7,1
Длина головы	2	39,5	38	41	2,1
Длина морды	2	15,5	15,5	15,5	0
Длина хвоста	2	12,5	12	13	0,7
Ширина пальмарной мозоли	2	12,2	12	12,5	0,4
Ширина плантарной мозоли	2	11,1	11	11,2	0,1
Длина пальмарной мозоли	2	6,3	6,3	6,3	0
Длина плантарной мозоли	2	17,1	17	17,2	0,1
Обхват лапы над запястьем	2	26,5	26	27	0,7
Обхват лапы над предплюсной	2	23	22	24	1,4
Длина уха	2	12,2	12	12,5	0,4
Длина верхнего клыка	2	3,5	3,3	3,7	0,3
Длина нижнего клыка	2	3,1	3,1	3,2	0,1
Самец, 9 лет					
Масса	1	275	—	—	—
Длина тела (без хвоста)	1	219	—	—	—
Обхват груди	1	150	—	—	—
Обхват головы	1	87	—	—	—
Обхват шеи	1	89	—	—	—
Высота в холке	1	144	—	—	—
Длина головы	1	45	—	—	—
Длина морды	1	17	—	—	—
Длина хвоста	1	14	—	—	—
Ширина пальмарной мозоли	1	19,8	—	—	—
Ширина плантарной мозоли	1	17	—	—	—
Длина пальмарной мозоли	1	7,4	—	—	—
Длина плантарной мозоли	1	24	—	—	—
Обхват лапы над запястьем	1	37	—	—	—
Обхват лапы над предплюсной	1	36	—	—	—
Длина уха	1	12	—	—	—
Длина верхнего клыка	1	4,1	—	—	—
Длина нижнего клыка	1	3,5	—	—	—
Самки, 2–3 года					
Масса	3	81,7	70	95	12,6
Длина тела (без хвоста)	3	151,7	137	161	12,9
Обхват груди	3	89,7	82	97	7,5
Обхват головы	3	54	52	57	2,6
Обхват шеи	3	49,7	46	55	4,7
Высота в холке	3	84	77	94	8,9
Длина головы	3	35,7	35	36	0,6
Длина морды	2	13,7	13,5	14	0,4
Длина хвоста	2	9,8	7	12,5	3,9
Ширина пальмарной мозоли	3	11,6	10,5	13	1,3
Ширина плантарной мозоли	3	10,9	9,5	12,5	1,5
Длина пальмарной мозоли	3	5,6	5,5	5,7	0,1
Длина плантарной мозоли	3	14,7	13,3	15,5	1,2
Обхват лапы над запястьем	3	23,8	21	25,5	2,5
Обхват лапы над предплюсной	3	22,3	20	25	2,5
Длина уха	3	13,5	13	14	0,5
Длина верхнего клыка	3	2,9	2,6	3	0,2
Длина нижнего клыка	3	2,6	2,2	2,9	0,4

Окончание табл. 2

Морфометрический параметр	Количество промеров	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение	Стандартное отклонение
Самки, 4–6 лет					
Масса	4	113,2	95	130	15,1
Длина тела (без хвоста)	4	167	163	177	6,7
Обхват груди	4	106,1	100	110	4,5
Обхват головы	4	63	61	66	2,2
Обхват шеи	4	58,5	51	67	6,6
Высота в холке	3	101,7	99	105	3,1
Длина головы	4	39	38	40	0,8
Длина морды	2	15	15	15	0
Длина хвоста	4	13,5	11	16	2,4
Ширина пальмарной мозоли	4	13,2	13	13,7	0,3
Ширина плантарной мозоли	3	12	11	13	1
Длина пальмарной мозоли	3	6,6	6,5	6,7	0,1
Длина плантарной мозоли	4	17,4	16	19,5	1,6
Обхват лапы над запястьем	3	25	24,5	26	0,9
Обхват лапы над предплюсневой	3	24,3	22,5	25,5	1,6
Длина уха	3	12,2	11,2	13	0,9
Длина верхнего клыка	3	3,5	3	4	0,5
Длина нижнего клыка	3	3,2	2,6	3,6	0,5
Самка, 8 лет					
Масса	1	120	–	–	–
Длина тела (без хвоста)	1	181	–	–	–
Обхват груди	1	114	–	–	–
Самка, 8 лет					
Обхват головы	1	61	–	–	–
Обхват шеи	1	61	–	–	–
Высота в холке	1	105	–	–	–
Длина головы	1	41	–	–	–
Длина морды	1	17	–	–	–
Длина хвоста	1	11	–	–	–
Ширина пальмарной мозоли	1	14,3	–	–	–
Ширина плантарной мозоли	1	14,3	–	–	–
Длина пальмарной мозоли	1	7,5	–	–	–
Длина плантарной мозоли	1	19	–	–	–
Обхват лапы над запястьем	1	25	–	–	–
Обхват лапы над предплюсневой	1	24,5	–	–	–
Длина уха	1	12,4	–	–	–
Длина верхнего клыка	1	3,6	–	–	–
Длина нижнего клыка	1	3,3	–	–	–

Примечание. Масса дана в кг, остальные параметры – в см.

Результаты и обсуждение

Как и у вида в целом, у бурого медведя Камчатки и Сахалина выражен половой диморфизм, проявляющийся в относительно больших размерах самцов по сравнению с самками. На Камчатке средние значения массы, длины тела, обхвата груди, головы и шеи, размеров пальмарной и плантарной мозолей в каждой из возрастных категорий у самцов были больше, чем у самок (табл. 1). Так, средняя масса взрослых самцов (268,7 кг) была в 1,5 раза больше, чем у самок (174,9 кг), а средняя длина тела самцов (216,7 см) в 1,1 раза превышала таковую самок (194,5 см). Исключение составили особи в возрасте 4–6 лет, у которых средние размеры обхвата груди, головы и шеи самок незначительно превосходили таковые самцов (табл. 1). На Сахалине, так же, как и на Камчатке, у взрослых животных половой диморфизм выражен больше у взрослых особей, чем у молодых (табл. 2).

Ранее было показано, что, по крайней мере, до 10-летнего возраста у медведей на Камчатке увеличиваются масса тела и его длина [4]. Настоящее исследование демонстрирует темпы роста животных. У самцов на Камчатке средняя масса и длина тела соответствуют в 2–3-летнем возрасте

95,9 кг и 160,9 см, в 4–6-летнем возрасте – 135,4 кг и 179,4 см и в возрасте 7 и более лет – 268,7 кг и 216,7 см. Для самок данные показатели равны 90 кг и 150,5 см в 2–3-летней возрастной категории, 128,6 кг и 177,9 см – в возрасте 4–6 лет и 174,9 кг и 194,5 см – у особей 7 лет и старше. На Сахалине наблюдается подобная тенденция. В этом регионе средняя масса 2–3-летних самок в 1,4 раза меньше, чем самок в возрасте 4–6 лет (81,7 и 113,2 кг соответственно).

В начале прошлого века масса наиболее крупных экземпляров бурого медведя на Камчатке достигала 655 кг [19]. По данным В.Г. Гептнера с соавторами [1], камчатский медведь имеет следующие максимальные показатели: масса – 650 кг, длина тела – 240 см, высота в холке – 140 см. Осенью 1966 г. в Усть-Большерецком районе Камчатского края в госпромхоз была сдана туша медведя, масса которой без учета внутренних органов, шкуры и головы составила 500 кг [20]. По расчетам Б. Новикова, масса данного медведя при жизни могла достигать 685 кг. В других источниках данные по массе медведей с Камчатки несколько ниже. В Кроноцком заповеднике из 70 медведей, добытых в 1937–1946 гг., самый крупный достигал 285 кг при длине тела 220 см [21]. В 1969–1976 гг. исследования А.А. Лазарева [22] показали, что самцы в возрасте 7–9 лет весили 147–187 кг, а самый крупный медведь, добытый в мае, в возрасте 18 лет, весил 383 кг. И.А. Ревенко [23] приводит размеры старого самца: длина тела – 223 см, обхват груди – 210 см и высота в холке – 110 см. В нашем исследовании в Южно-Камчатском заказнике отмечен крупный самец в возрасте 8 лет, масса которого составила 410 кг, длина тела – 249 см, обхват груди – 155 см. Учитывая то, что он был отловлен в начале июня, когда жировые запасы невелики, можно предположить, что в осенний период данный медведь мог весить свыше 450 кг. Таким образом, достоверно наличие на Камчатке медведей массой более 400 кг и существование особо крупных самцов, масса которых превышает 600 кг. Большой для самки массой в нашем исследовании отличалась 10-летняя медведица из Южно-Камчатского заказника. Ее масса в начале августа составила 250 кг при длине тела 191 см. Максимальная длина тела (212 см) была у другой самки в возрасте 11 лет, также отловленной в заказнике.

Размерные характеристики медведей на Сахалине оказались ниже, чем на Камчатке. Сопоставимые для сравнения выборки по этим двум регионам получены для самок в возрастной категории 4–6 лет (табл. 1, 2), где среднее значение массы оказалось на 15,4 кг, а длина тела – на 10,9 см меньше на Сахалине по сравнению с Камчаткой. В литературе имеются сведения, что на Сахалине бывают самцы массой более 400 и даже до 500 кг [24]. На о. Кунашир, входящем в состав Сахалинской области, весной был добыт самец массой 405 кг [25]. Размеры медведей на о. Кунашир, приведенные М.Д. Перовским [10] для возрастной категории 4–6 лет как для самцов, так и для самок оказались ниже, чем средние значения в нашем исследовании у сахалинских медведей.

Из других районов крупные размеры, сопоставимые с таковыми у камчатских медведей, имеют представители уссурийского подвида, обитающего на юге Дальнего Востока [1]. В.Г. Юдин [3] отмечает, что в Приморском крае встречаются особи до 450 кг. Для Сихотэ-Алиня (Приморский край) Г.Ф. Бромлей [26] приводит максимальную зарегистрированную им массу самца – 307 кг, а длину тела – 222 см, при этом он указывает, что в данном регионе встречаются медведи более крупных размеров, чем приведенные в его выборке. Это подтверждают и данные наших исследований (Серёдкин и др., неопубликованные данные).

Несколько меньше, чем на Дальнем Востоке, размеры бурых медведей в Сибири. В Средней Сибири взрослые самцы без жировых отложений весили от 110 до 264 кг (в среднем 189,4 кг) при длине тела 162–259 см (в среднем 193,6 см) и высоте в холке 89–120 см (в среднем 107 см) [27]. Взрослые самки, по свидетельству этих же исследователей, весили в среднем 110,7 кг (103–125 кг) при длине тела 150–168 см (в среднем 169 см) и высоте в холке 81–85 см (в среднем 83 см). На Алтае длина тела взрослых самцов в среднем составляет 171 см, а самок – 176 см [28].

Средние морфометрические показатели медведей из западных регионов России значительно уступают животным с Дальнего Востока. Так, в Тверской области (1972–1985 гг.) средняя масса взрослых самцов – 185 кг, взрослых самок – 133 кг при средней длине тела 190 и 167 см, соответственно [29]. На северо-востоке Европейской части России медведи характеризуются относительно небольшими размерами; максимальная масса добытого в Архангельской области медведя приближалась к 300 кг, а средняя – 100–150 кг [30].

Таким образом, на основании литературных данных и результатов нашего исследования можно сделать вывод, что морфометрические показатели бурых медведей с Сахалина и особенно с Камчатки выше, чем в других регионах, что подтверждает их высокие трофейные качества. Медведи с Камчатки имеют наилучшие трофейные характеристики в Евразии [31]. Нужно учитывать, что морфометрические показатели в нашем исследовании оценивались в летний период,

когда медведи еще не имели больших жировых запасов. В осенний период многие показатели этих медведей, такие как масса, обхват шеи и груди, были бы больше.

Практический интерес представляет знание размеров пальмарной и плантарной мозолей у медведей разных половозрастных групп. Ширина мозолей передней и задней лап используется как параметр, позволяющий определять пол и идентифицировать особей при следовых учетах медведей, распространенных на территории России [29, 32]. Максимальный размер пальмарной мозоли у самок составил 14,5 см. В связи с этим имеется основание в полевых условиях идентифицировать медведей, отпечаток пальмарной мозоли которых превышает 15 см, как самцов. При этом ширина в 15–16 см с большой долей вероятности принадлежит молодым самцам, а свыше 17 см – самцам старше 7 лет.

Из морфометрических параметров, имеющих для оценки размерных характеристик второстепенное значение, у отловленных медведей на Сахалине замерялись длина пальцевых подушечек и когтей (по наружной кривизне) (табл. 3, рис. 2). В целом на передних конечностях медведей на Сахалине как пальцевые подушечки, так и когти были длиннее, чем на задних. Та же закономерность отмечена и для камчатских медведей [4]. Как на передних, так и на задних конечностях наибольшей длиной отличались подушечки 2-го, 3-го и 4-го пальцев. Обращают на себя внимание относительно короткие когти передних лап у самца в возрасте 9 лет на Сахалине по сравнению с взрослыми самцами на Камчатке [4].



Рис. 2. Дистальные части передней (вверху) и задней (справа внизу) конечностей бурого медведя с пальмарной и плантарной мозолями соответственно

Таблица 3

Размеры пальцевых подушечек и когтей бурых медведей, отловленных на Сахалине в 2011–2014 гг.

Параметр	Длина, см				
	Среднее для двух самцов, 4–6 лет	Самец, 9 лет	Самка, 3 года	Самка, 6 лет	Самка, 8 лет
<i>Пальцевые подушечки (передней конечности)</i>					
первого пальца	3,4	6,3	3,6	3,4	4,2
второго пальца	4,0	4,7	4,2	4,6	4,7
третьего пальца	4,1	5,3	4,4	4,2	4,8
четвертого пальца	4,1	6,5	4,4	4,2	5,2
пятого пальца	4,0	4,7	4,4	4,0	4,4
<i>Пальцевые подушечки (задней конечности)</i>					
первого пальца	2,8	3,5	3,4	3,4	3,8
второго пальца	3,4	5,0	3,7	3,8	4,8
третьего пальца	3,6	5,5	3,8	4,0	4,6
четвертого пальца	3,7	6,0	3,7	4,5	4,5
пятого пальца	3,4	5,3	3,4	3,9	4,4
<i>Когти (передней конечности)</i>					
первого пальца	6,7	5,0	5,1	5,0	7,7
второго пальца	6,4	5,8	5,1	5,1	7,4
третьего пальца	6,1	6,0	5,0	5,1	7,5
четвертого пальца	6,3	5,8	4,6	5,0	6,7
пятого пальца	5,6	5,6	3,8	4,6	5,8
<i>Когти (задней конечности)</i>					
первого пальца	3,3	4,0	2,9	2,9	3,7
второго пальца	3,3	3,2	2,6	2,9	3,9
третьего пальца	3,1	3,0	2,3	2,9	3,3
четвертого пальца	3,3	3,0	2,5	3,1	3,3
пятого пальца	3,4	3,0	2,7	3,0	3,5

Заключение

Основные морфометрические показатели, в первую очередь масса и длина тела, у медведей Камчатки оказались выше, чем в других регионах, что дает основание считать камчатских бурых медведей наиболее крупными в Евразии. Дополнительного исследования требует морфометрическая характеристика бурых медведей, обитающих на Сихотэ-Алине, которые имеют сопоставимые с камчатскими медведями размеры. Бурые медведи Сахалина несколько уступают в размерах животным с Камчатки, но, тем не менее, являются крупными и превосходят в показателях медведей из большинства других частей их ареала. Таким образом, бурые медведи, обитающие на Сахалине и особенно на Камчатке имеют высокую трофейную ценность и являются ценным ресурсом для развития охоты и туризма в этих регионах.

Результаты, представленные в настоящем сообщении, не дают полного представления о морфометрических характеристиках бурых медведей Камчатки и Сахалина из-за ограниченности района проведения работ и незначительной выборки обследованных животных, но, тем не менее, вносят вклад в изучение этого вопроса и могут служить для сравнения с другими регионами. Оценка и мониторинг морфологических показателей медведей имеют ценность для управления популяциями этих животных, в первую очередь в регионах, где развита трофейная охота.

Литература

1. Млекопитающие Советского Союза. / В.Г. Гентнер, Н.П. Наумов, П.Б. Юргенсон, А.А. Слудский, А.Ф. Чиркова, А.Г. Банников. – Т. 2/1. Морские коровы и хищные. – М.: Высшая школа, 1967. – 1004 с.
2. Kurten B. Transberingian relationship of *Ursus arctos* Linnaeus (brown and grizzly bears) // Soc. Sci. Fenn. Comment. Biol. – 1973. – Vol. 65. – P. 1–10.
3. Юдин В.Г. Особенности морфологии бурого медведя Дальнего Востока // Медведи в СССР. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 219–233.
4. Серёдкин И.В., Жаков В.В., Пачковский Д. Морфометрические показатели бурых медведей, отловленных с целью научных исследований на Камчатке // Дальневосточный аграрный вестник. – 2016. – № 3 (39). – С. 71–77.
5. Мониторинг и система управления популяцией камчатского бурого медведя / А.С. Валенцев, В.Ю. Воропанов, В.Н. Гордиенко, К.К. Кудзин, В.И. Филь // Бурый медведь Камчатки: экология, охрана и рациональное использование. – Владивосток: Дальнаука, 2006. – С. 43–50.
6. Жаков В.В. Трофейные качества бурого медведя на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докл. XII междунар. научн. конф., 14–15 декабря 2011 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – С. 38–41.
7. Валенцев А.С., Жаков В.В., Снегур П.П. Динамика размерных характеристик камчатского бурого медведя // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докл. XVI междунар. научн. конф., посвященной 20-летию образования природных парков на Камчатке, 18–19 ноября 2015 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. – С. 26–29.
8. Baryshnikov G.F., Mano T., Masuda R. Taxonomic differentiation of *Ursus arctos* (Carnivora, Ursidae) from south Okhotsk Sea islands on the basis of morphometrical analysis of skull and teeth // Russian Journal of Theriology. – 2004. – Vol. 3, № 2. – P. 77–88.
9. Барышников Г.Ю., Пузаченко А.Ю. Краниометрическое разнообразие островных популяций бурого медведя (*Ursus arctos*, Carnivora) с Хоккайдо, Сахалина и Южных Курил // Труды зоологического института РАН. – 2009. – Т. 313, № 2. – С. 119–142.
10. Перовский М.Д. Морфология и экология бурого медведя о. Кунашир // Медведи в СССР. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 233–242.
11. Серёдкин И.В., Пачковский Д. Программа изучения бурого медведя на Камчатке с целью его сохранения // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 1(2). – С. 158–161.
12. Серёдкин И.В., Лисицын Д.В., Борисов М.Ю. Изучение бурого медведя на Сахалине // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. – Т. 14, № 1(8). – С. 1925–1928.
13. Jonkel J.J. A manual for handling bears for managers and researchers. – Bozeman, MT: Interagency Grizzly Bear Study Team. Montana State University, 1993. – 175 p.

14. Отлов и иммобилизация гималайских и бурых медведей с целью радиомечения / И.В. Серёдкин, А.В. Костыря, Д.М. Гудрич, Б.О. Шляер, Д.Г. Микелл, Л.Л. Керли, К.С. Квигли, Х.Б. Квигли // Зоологический журнал. – 2005. – Т. 84, № 12. – С. 1508–1515.
15. Серёдкин И.В., Пачковский Дж. Отлов, иммобилизация и мечение бурого медведя на Камчатке // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы VII междунар. научн. конф., посвященной 25-летию организации Камчатского отделения Института биологии моря, 28–29 ноября 2006 г. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2006. – С. 203–206.
16. Kreeger T.J. Handbook of wildlife chemical immobilization. – Wyoming: International Wildlife Veterinary Sciences. Inc. Laramie, 1996. – 342 p.
17. Клевезаль Г.А. Регистрирующие структуры млекопитающих в зоологических исследованиях. – М.: Наука, 1988. – 288 с.
18. Guskov V.Yu. Skull-based method of age determination for the brown bear *Ursus arctos* Linnaeus, 1758 // Achievements in the Life Sciences. – 2014. – Vol. 8(2). – P. 137–141.
19. Огнев С.И. Звери Восточной Европы и Северной Азии. Т. 2. Хищные млекопитающие. – М.-Л.: Государственное изд-во, 1931. – 802 с.
20. Новиков Б. Гигант требует защиты // Охота и охотничье хозяйство. – 1969. – № 10. – С. 9.
21. Аверин Ю.В. Наземные позвоночные Восточной Камчатки // Тр. Кроноцкого гос. запovedника. Вып. 1. – М.: Наука, 1948. – 223 с.
22. Лазарев А.А. Возрастные изменения веса тела и размеров черепа бурого медведя Камчатки // Экологические основы охраны и рационального использования хищных млекопитающих: материалы Всесоюз. совещ. – М.: Наука, 1979. – С. 364–365.
23. Ревенко И.А. Медведь Южной Камчатки // Медведи в СССР. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 211–219.
24. Пащковский Л., Картавых Ф. Медведь на Сахалине // Охота и охотничье хозяйство. – 1975. – № 5. – С. 18–20.
25. Клунов С.К. Промысловые животные Курильских островов // Охрана полезных зверей. – М.: Всерос. о-во содействия охране природы и озеленению населенных пунктов, 1960. – Вып. 3. – С. 9–29.
26. Бромлей Г.Ф. Медведи юга Дальнего Востока СССР. – М.-Л.: Наука, 1965. – 120 с.
27. Завацкий Б.П. Материалы по морфологии бурого медведя Средней Сибири // Медведи в СССР. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 131–138.
28. Собанский Г.Г. Звери Алтая. Часть 1. Крупные хищники и копытные. – Новосибирск-М.: Товарищество научных изданий КМК, 2008. – 414 с.
29. Пажетнов В.С. Бурый медведь. – М.: Агропромиздат, 1990. – 215 с.
30. Вайсфельд М.А. Бурый медведь. Северо-Восток Европейской территории России // Медведи: бурый медведь, белый медведь, гималайский медведь. – М.: Наука, 1993. – С. 37–51.
31. Козловский И.С., Колесников В.В. Трофейная характеристика бурого медведя в различных регионах Евразии // Современные проблемы природопользования, охотоведения и звероводства. – Киров: ВНИИЦЗ, 2007. – С. 196–198.
32. Пучковский С.В., Сунцова Г.Л. Некоторые методические вопросы количественного изучения следов бурого медведя в связи с проблемой различения особей // Медведи в СССР. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 39–49.

Информация об авторах Information about the authors

Серёдкин Иван Владимирович – Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; 690041, Россия, Владивосток; кандидат биологических наук; доцент; руководитель лаборатории экологии и охраны животных; seryodkinivan@inbox.ru

Seryodkin Ivan Vladimirovich – Pacific Geographical Institute FEB RAS; 690041, Russia, Vladivostok; Candidate of Biological Sciences; Docent, Head of Animal Ecology and Conservation Laboratory; seryodkinivan@inbox.ru

Пачковский Джон – Окружающая среда и парки Альберты, отдел по паркам; 201, Канада, Кенмор; эколог парков; john.paczkowski@gov.ab.ca

Paczkowski John – Alberta Environment and Parks, Parks Division; 201, Canada, Canmore; Park Ecologist; john.paczkowski@gov.ab.ca

Ликок Виллиам Блейк – Национальный резерват дикой природы Кадыак; 99615, США, Кадыак; биолог дикой природы; william_leacock@fws.gov

Leacock William Blake – Kodiak National Wildlife Refuge; 99615, USA, Kodiak; Wildlife Biologist; william_leacock@fws.gov

Жаков Владимир Владимирович – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник лаборатории экологии высших позвоночных; zhakov_kam@mail.ru

Zhakov Vladimir Vladimirovich – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Junior Researcher of Ecology of Superior Vertebrates Laboratory; zhakov_kam@mail.ru

Никаноров Александр Петрович – Кроноцкий государственный природный биосферный заповедник; 684000, Россия, Елизово; консультант научного отдела; kishten@mail.ru

Nikanorov Aleksander Petrovich – Kronotsky State Nature Biosphere Reserve; 684000, Russia, Elizovo; Consultant of Scientific Department; kishten@mail.ru

Лисицын Дмитрий Васильевич – Региональная общественная организация «Экологическая вахта Сахалина»; 693010, Россия, Южно-Сахалинск; председатель совета; sakhalinwatch@gmail.com

Lisitsyn Dmitry Vasilevich – Nongovernment organization “Sakhalin Environment Watch”; 693010, Russia, Yuzhno-Sakhalinsk; Council Chief; sakhalinwatch@gmail.com

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 338.242:005.591.6

В.И. Куракин, С.М. Казанцева, В.В. Шеломенцев**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ
ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ РОССИИ**

В работе приведены результаты анализа проблем низкой эффективности развития науки в Российской Федерации. Проведено статистическое исследование и международные сопоставления, рассчитаны показатели эффективности вовлеченности бизнеса и населения России в научное творчество. Исследованы основные нормативно-правовые акты и документы, призванные стимулировать развитие науки в стране (Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. и государственные программы для ее достижения), сделаны выводы об их ограниченности и несогласованности со Стратегией. Поднят вопрос о необходимости открытого диалога между участниками программ развития науки в средствах массовой информации.

Ключевые слова: инновации, наука, модернизация экономики, образование, стратегия.

V.I. Kurakin, S.M. Kazantseva, V.V. Shelomentsev**ASSESSMENT OF POTENTIAL FOR THE STRATEGY
OF RUSSIA'S INNOVATIVE DEVELOPMENT**

Problems of low efficiency of science development in the Russian Federation are analyzed. A statistical study and international comparisons are conducted, and performance indicators of involving business and Russia's population in scientific creativity are calculated. The key regulations to stimulate the development of science in the country (Strategy of Innovative Development of the Russian Federation for the period until 2020 and state programs for its achievement) are studied; conclusions on their limitations and inconsistency with the Strategy are drawn. The issue of the need for an open dialogue between participants in science development programs in the media is raised.

Key words: innovations, science, economy modernization, education, strategy.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-93-99

Большинство развитых стран ориентированы на устойчивое экономическое развитие, основой которого является широкое использование инновационных технологий в различных сферах. Мы не ставили целью данной статьи интерпретацию понятий «инновация» и будем придерживаться классических определений.

Инновации – использование результатов научной деятельности для совершенствования процессов производства, общественных или иных отношений.

Согласно ФЗ «О науке и государственной научно-технической политике», инновации определяются как «введенный в употребление новый или значительно улучшенный продукт (товар, услуга) или процесс, новый метод продаж или новый организационный метод в деловой практике, организации рабочих мест или во внешних связях» [1].

В приведенных выше определениях выделена основная суть инноваций, а именно: создание продукта для последующего использования, то есть целью инноваций является внедрение улучшений.

Инновационная деятельность подлежит нормативному регулированию и невозможна без государственной поддержки. Основными документами в этой сфере является упомянутый выше федеральный закон «О науке и государственной научно-технической политике» и Стратегия ин-

новационного развития Российской Федерации на период до 2020 года [2]. В соответствии со стратегией повышение восприимчивости бизнеса и экономики в целом к инновациям – основная задача современного общества и цель первого этапа реализации этого документа.

Важнейшим показателем активности бизнеса и населения является патентная активность. В табл. 1 представлен сравнительный анализ количества поданных патентных заявок в Европейское патентное ведомство России и наиболее инновационных стран: США и Японии.

Таблица 1

Патентные заявки, поданные в Европейское патентное ведомство (ЕПВ) в 1993–2003 годах

Страна	Год приоритета на национальном уровне, ед.										
	1993 г.	1994 г.	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
Россия	292	312	309	474	458	534	636	621	668	600	641
США	23 584	25 268	26 293	31 269	35 231	38 345	44 807	49 389	47 591	47 342	48 786
Япония	11 611	11 371	13 301	15 244	16 358	17 243	20 435	24 432	23 421	24 832	27 987
Весь мир	72 566	76 626	83 817	95 728	107 831	118 475	136 664	153 318	150 806	152 574	163 011
Россия, % от мира	0,4	0,4	0,36	0,5	0,4	0,45	0,46	0,4	0,4	0,39	0,39
США, % от мира	32,5	33	31,4	32,7	32,7	32,4	32,8	32,2	31,6	31	30
Япония, % от мира	16	14,8	15,8	15,9	15	14,6	14,9	15,9	15,5	16	17

Составлено авторами на основе [3, с. 188–189].

Патентная активность российского бизнеса достаточно стабильна и, несмотря на увеличение показателей в абсолютном выражении, составляет от 0,36 до 0,5% от патентной активности мира.

Важным показателем является инновационная активность населения (число патентных заявок, поданных национальными заявителями в стране и за рубежом).

Анализ данного показателя представлен в табл. 2.

Таблица 2

Оценка инновационной активности населения различных стран

Страна	Число патентных заявок (на 1 000 000 чел. населения)			Число патентных заявок на 1 000 000 чел. экономически активного населения		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Россия	240,1	237,4	198,2	447,1	443,1	371,5
Беларусь	284,3	245,3	187,5	600,2	516,2	395,8
Великобритания	809,4	800	814,2	1584,9	1565,4	1593
Германия	2276	2246,3	2216,6	4386,3	4315,1	4252,3
США	1507	1588,8	1597,7	3027,4	3136,2	3162,8
Япония	3843,4	3715,6	3665,3	7508	7212,5	7135,8
Мексика	18,2	17,3	17,4	41,6	39,3	39,4
Швейцария	5251,9	5555,2	5415,4	9133,7	9573,8	9251,3

Составлена авторами на основе [4, с. 293–295].

Итак, самая низкая инновационная активность населения в мире наблюдается в Мексике (мы не рассматривали Таджикистан, Узбекистан и Туркмению в силу очень малых значений данных показателей). Наибольшая – в Швейцарии, Корее и других развитых странах. Инновационная активность населения России очень невысока и соответствует уровню бывших советских стран: Венгрии, Польши, Чехии, Эстонии, Латвии.

Низкая включенность населения в научную деятельность, с одной стороны, и высокие значения некоторых научных показателей (например, количество публикаций) свидетельствует о неразвитой инфраструктуре и недостаточном управлении научным потенциалом страны.

Можно выделить несколько показателей патентной активности: изобретательская активность, самообеспеченность и технологическая зависимость. Для расчета этих показателей целесообразно использовать следующие формулы:

$$IA = \frac{P_3}{Q}, \quad (1)$$

где IA – изобретательская активность; P_3 – количество поданных заявок отечественными заявителями, ед.; $Ч$ – численность занятого населения, чел.;

$$C = \frac{3_o}{3}, \quad (2)$$

где C – коэффициент самообеспеченности; 3_o – отечественные заявки на изобретения, ед.; 3 – общее число поданных заявок, ед.;

$$T_3 = \frac{3_{и}}{3_o}, \quad (3)$$

где T_3 – коэффициент технологической зависимости; $3_{и}$ – число иностранных заявок на изобретения, ед.; 3_o – отечественные заявки на изобретения, ед.

Динамика данных показателей представлена в табл. 3 и на рис. 1.

Таблица 3

Динамика показателей инновационной активности в России

Показатель	1995 г.	2000 г.	2005 г.	2009 г.	2011 г.	2013 г.	2015 г.
Подано патентных заявок, ед. всего, в том числе	22 202	28 688	32 254	38 564	41 414	44 914	45 517
отечественными заявителями	17 551	23 377	23 644	25 598	26 495	28 765	29 269
иностранцами заявителями	4 651	5 311	8 610	12 966	14 919	16 149	16 248
Численность занятого населения, тыс. чел.	64 055	65 070	68 300	69 400	70 900	71 400	71 500
Изобретательская активность (IA)	0,27	0,36	0,35	0,37	0,37	0,40	0,41
Самообеспеченность (C)	0,8	0,8	0,7	0,66	0,64	0,64	0,64
Технологическая зависимость (T_3)	0,26	0,23	0,36	0,51	0,56	0,56	0,56

Рассчитано авторами на основе [5, с. 227–228; 6, с. 328; 7, с. 137].

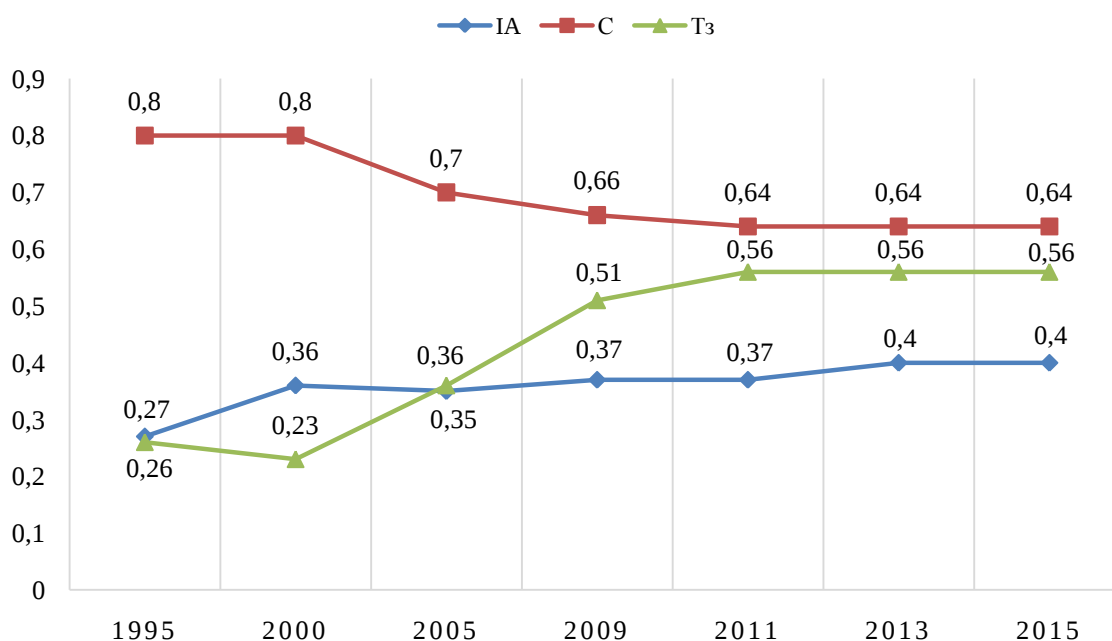


Рис. 1. Динамика показателей патентной активности

При расчете показателя IA целесообразно рассматривать только заявки отечественных заявителей, при использовании показателя «подано заявок всего» показатель не отражает реальную картину, поскольку включает в себя изобретательскую активность иностранных заявителей.

Итак, самообеспеченность снижется, технологическая зависимость растет, изобретательская активность также растет, но незначительно. Снижение показателей самообеспеченности на фоне

роста технологической зависимости означает, что рост количества изобретений связан преимущественно со структурными изменениями и не свидетельствует об увеличении восприимчивости к инновациям.

Доля исследователей (включая технический персонал) в общей численности занятого населения РФ также практически не меняется с 2002 г. В табл. 4 представлена численность исследователей согласно нашим расчетам, выполненным на основе данных Госкомстата [7, 8].

Таблица 4

Численность исследователей и технических специалистов, занятых научными исследованиями и разработками в РФ, тыс. чел.

Показатель	2000 г.	2005 г.	2007 г.	2009 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Исследователи	426	391	393	369	375	373	369	374	379
Техники	75	66	65	60	62	59	61	63	63
Всего	501	457	457	429	437	432	430	437	442
Число занятых в экономике	65 070	68 339	70 770	69 411	70 857	71 545	71 392	71 539	72 324
Доля занятых научными исследованиями в общей численности занятых в экономике, %	0,77	0,67	0,65	0,62	0,62	0,6	0,6	0,61	0,61

[Госкомстат 7, 8].

На рис. 2 показана динамика изменения численности исследователей без технических специалистов в общей численности занятого населения.

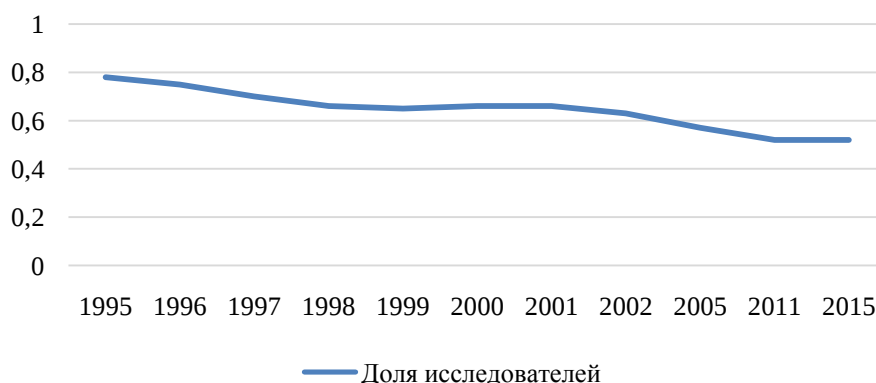


Рис. 2. Доля исследователей (без технических специалистов) в общей численности занятого населения [на основе 3, с. 183; 7, 8]

Несмотря на то, что доля исследователей, включая технических специалистов, изменилась незначительно, можно отметить видимое снижение количества основных ученых-исследователей в России. Например, в Исландии, Норвегии этот показатель составлял 2,0 в 2005 г., 1% от численности занятого населения, это уровень современной Румынии.

Осмысление данных процессов невозможно без анализа развития инновационных концепций в современной России.

В рамках направления инновационного развития и модернизации экономики в соответствии со Стратегией инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 г. принято 18 госпрограмм с общей суммой финансирования 1906,2 млрд руб. [2]. По каждой программе определены подпрограммы и показатели результативности.

Важнейшей государственной программой является принятая в 2014 г. программа «Развитие науки и технологий» [2] с базовыми целевыми индикаторами: удельный вес публикаций ученых из Российской Федерации в общем числе публикаций в мировых научных журналах, индексируемых в базе данных «Сеть науки», и отношение средней заработной платы научных сотрудников к средней заработной плате по субъекту Российской Федерации.

Если же использовать данные Госкомстата, то результативность научной деятельности измеряется следующими показателями: 1) количество публикаций в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science; 2) количество и качество патентов и изобретений.

Анализ второго показателя позволил нам сделать вывод о том, что задача вовлеченности населения и бизнеса в инновационное развитие страны осталась не решена, реализуется инерционный сценарий, бизнес не рассматривает инновации как цель и необходимое условие существования. Это касается, прежде всего, компаний, ориентированных на внутренний рынок.

В отношении первого показателя ситуация еще более удручающая.

Итак, согласно статистическим данным, доля российских ученых в общем количестве публикаций в научных журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science, в 2000–2015 гг. составляет от 1,8 до 3% [6, с. 199–200]. Максимальная доля публикаций приходится на 2000 г., минимальная на 2012 г. С 2013 г. фиксируется рост относительных показателей публикационной активности российских авторов, что связано, прежде всего, с изменением политики управления высшими учебными заведениями.

В настоящее время преподаватели высшей школы поставлены в условия обязательных публикаций статей в журналах, индексируемых в Scopus и Web of Science. В 2015 г. доля публикаций российских авторов в этих журналах составила более 2,5%, что с определенной долей условности можно связать с повышением результативности науки, поскольку многие публикации оформляются с учетом посредников, публикующих статьи за финансовое вознаграждение, в так называемых мусорных журналах. Обоснованной величиной можно считать показатель в 1,9–2% от общего количества мировых публикаций, это показатель 2008–2009 гг., в эти годы преподаватели высшей школы еще не были включены в обязательный процесс публикаций в журналах этих баз данных.

Важным показателем является число цитирований работ российских ученых, а именно число цитирований в среднем на одну публикацию. В табл. 5 представлен сравнительный анализ некоторых стран по этому показателю.

Таблица 5

**Публикационная результативность (журналы, индексируемые в Web of Science и Scopus)
в 2011–2015 годах**

Страна	Число публикаций, ед.	Число цитирований, раз	Число цитирований в расчете на одну публикацию гр. 3 : гр. 4
Россия	425 378	1 560 224	3,7
Киргизия	1 071	8 090	7,6
Украина	60 082	288 121	4,8
Азербайджан	6 456	41 214	6,4
Молдова	3 168	12 929	4,1
Великобритания	905 249	8 239 393	9,1
Греция	103 265	733 186	7,1
Германия	860 505	8 068 380	9,4
США	2 738 980	26 642 742	9,7
Турция	190 685	849 223	4,5
Япония	631 796	3 906 434	6,2
Египет	69 078	350 779	5,1

Рассчитано авторами на основе [6, с. 277–280].

Анализ результатов публикационной активности российских ученых позволяет сделать серьезные выводы относительно интервенции российской науки в мировое сообщество:

1. Количество публикаций достаточное (на 50% ниже, чем в Германии, при значительно более низком уровне развития науки в целом).

2. Качество публикаций очень низкое. Уровень цитирования российских авторов значительно ниже эталонных стран (США, Германия), более того, показатели цитирования ниже, чем в Молдове и Египте. Это подтверждает сделанный ранее нами вывод об обязательных публикациях преподавателей высшей школы, не связанных с реальными научными исследованиями. Для проведения научных исследований необходимо время, в отсутствие материальной базы для исследований в большинстве российских вузов, занятости преподавательской деятельностью и в связи с низкими доходами публикационная активность часто приобретает вынужденный характер. Условия для занятия научной деятельностью не созданы, но требования поставлены жесткие. Все это обусловило появление множества агентств, размещающих публикации на коммерческой основе.

3. Политика создания «видимости научной активности», насаждаемая повсеместно, имеет серьезные последствия, связанные с дискредитацией российской науки в мировом научном сообществе.

Роль организаций высшей школы в развитии науки страны неопределенна. С одной стороны, организации этой сферы занимают достаточно весомое место в структуре научных организаций, их доля с 11% в 2004 г. повысилась до 25% в 2015 г., с другой стороны, при распределении финансирования только 8% средств приходится на средства государства (эти средства включают бюджетные ассигнования на содержание вузов), более 86% приходится на финансирование науки из прочих источников [9, с. 75].

Вузы практически самостоятельно ищут источники финансирования научной деятельности. Основные средства государства на содержание науки уходят на поддержку государственных организаций (38%) и предпринимательского сектора (54%). Финансирование одного высшего учебного заведения составляет примерно 84 млн руб. При этом количество исследователей, работников высшей школы составляет 20,6% от числа исследователей страны (государственный сектор, финансируемый почти полностью из бюджетных средств, – 32,5% всех исследователей) – диспропорция налицо [9, с. 323].

Государственные программы в настоящее время приняты по пяти направлениям: новое качество жизни; инновационное развитие и модернизация экономики; эффективное государство; сбалансированное региональное развитие; обеспечение региональной безопасности. Развитие и модернизация системы образования предполагается в рамках направления «новое качество жизни», принята специальная государственная программа «Развитие образования на 2013–2020 годы» [2]. В этой программе только один показатель относится к развитию науки, а именно: удельный вес сектора высшего образования во внутренних затратах на исследования и разработки.

Публикационная активность – показатель, который определяется основным при конкурсном отборе на должности профессорско-преподавательского состава. При этом преподаватель не является научным работником и обязан выполнять достаточно большой объем учебной и воспитательной нагрузки и множество рутинной работы, связанной с методическим обеспечением учебного процесса. Реально же вузовская наука развивается только в тех университетах (отдельных подразделениях университетов), которые сохранили связь с академической или отраслевой наукой.

Реформы образования привели к тому, что образовательное учреждение превратилось, с одной стороны, в рыночную структуру, предлагающую образовательную услугу и применяющее рыночные механизмы ценообразования, продвижения, подбора кадров; с другой стороны, оно является основным субъектом инновационного развития и обязано самостоятельно искать финансирование для выполнения государственных программ [10].

Все вышеизложенное позволяет сделать вывод о недостаточной сбалансированности государственных программ и принятии их без должного анализа реальных проблем развития науки в России. Представляется, что успешность реализации Стратегии инновационного развития Российской Федерации и государственных программ невозможна без открытого диалога всех участников, в том числе и в средствах массовой информации.

Литература

1. О науке и государственной научно-технической политике: федер. закон от 23.08.1996 № 127-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_11507/ (дата обращения: 12.02.2017).
2. Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года: утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. № 2227-р.
3. Европейский союз и Россия. Статистические сопоставления 1995–2005: стат. сб. / Росстат. – М.: ИИЦ «Статистика России», 2007. – 216 с.
4. Индикаторы науки: 2017: стат. сб. / Ю.Л. Войнилов, Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2017. – 304 с.
5. Индикаторы науки: 2015: стат. сб. / Н.В. Городникова, Л.М. Гохберг, К.А. Дитковский и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». – М.: НИУ ВШЭ, 2015. – 320 с.
6. Россия и страны мира. 2016: стат. сб. / Росстат. – М., 2016. – 379 с.
7. Госкомстат. Численность персонала, занятого научными исследованиями и разработками [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/# (дата обращения: 2.01.2017).
8. Госкомстат. Численность занятого населения [Электронный ресурс]. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/wages/labour_force/# (дата обращения: 1.02.2017).

9. Российский статистический ежегодник. 2007: стат.сб. / Росстат. – М., 2007. – 825 с.
10. Об образовании в Российской Федерации [Электронный ресурс]: федер. закон № 273-ФЗ от 29 декабря 2012 года с изменениями 2016–2017 гг. – URL: <http://zakon-ob-obrazovanii.ru/> (дата обращения: 2.05.2017).
11. Портал государственных программ [Электронный ресурс]. – URL: <https://programs.gov.ru/Portal/> (дата обращения: 12.03.2017).

Информация об авторах
Information about the authors

Куракин Владимир Иванович – ОАО «Западно-Сибирская лизинговая компания»; 625003, Россия, Тюмень; генеральный директор; v.i.kurakin@yandex.ru

Kurakin Vladimir Ivanovich – JSC West-Siberian Leasing Company; 625003, Russia, Tyumen; General Manager; v.i.kurakin@yandex.ru

Казанцева Светлана Михайловна – Тюменский государственный университет; 625003, Россия, Тюмень; доктор экономических наук; доцент; профессор кафедры менеджмента, маркетинга и логистики; siv_ksm@mail.ru

Kazantseva Svetlana Mikhailovna – Tyumen State University; 625003, Russia, Tyumen; Doctor of Economic Sciences, Docent, Professor of Management, Marketing and Logistics Chair; siv_ksm@mail.ru

Шеломенцев Валерий Владимирович – ООО «Управляющая компания “Региональная академия системных технологий и амплификационного мышления”»; 625048, Россия, Тюмень; кандидат социологических наук; директор по научной работе; Тюменская государственная академия мировой экономики, управления и права; 625048, Россия, Тюмень; доцент кафедры менеджмента; 355243@inbox.ru

Shelomentsev Valery Vladimirovich – LLC “Management company ‘Regional Academy of System Technologies and Amplification Thinking’”; 625048, Russia, Tyumen; Candidate of Sociological Sciences, Director for Research; Tyumen State Academy of World Economy, Management and Law; 625048, Russia, Tyumen; Assistant Professor of Management Chair; 355243@inbox.ru

УДК 330.522.2:639.2

Е.Г. Михайлова

ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ КОМПЛЕКСЕ

Рассматриваются особенности рыбной отрасли, влияющие на оценку основных средств, в том числе наиболее важной их части – флота. Предлагается система показателей для оценки эффективности использования основных средств рыбной отрасли с учетом параметров устойчивого развития. Рассматриваются индикаторы, отражающие виды эффективности: использования по времени, производственную, экономическую, экологическую, социальную. Дается характеристика информационной обеспеченности расчетов. Отмечается отсутствие источников информации для отдельных показателей. Показаны проблемы в сопоставимости статистических данных. Выявлена горизонтальная и вертикальная несопоставимость статистических данных.

Ключевые слова: эффективность, основные фонды, эколого-экономическая эффективность, топливность, промысел минтая, рыболовство, рыбная отрасль, рыбное хозяйство, рыбохозяйственный комплекс.

E.G. Mikhaylova

PROBLEMS OF EFFICIENCY ESTIMATION OF FIXED ASSETS IN THE FISHERY COMPLEX

The features of the fishing industry that affect the valuation of fixed assets, including the most important part of them – the fleet, are considered. The system of indicators to assess the effectiveness of using the fixed assets in the fishing industry, taking into account the parameters of sustainable development is proposed. The indicators reflecting the types of efficiency such as time use, industrial, economic, ecological and social efficiency are considered. The characteristic of information security of calculations is given. There is a lack of information sources for individual indicators. The main problems in the comparability of statistical data are shown. The horizontal and vertical disparity of statistical data is revealed.

Key words: efficiency, core funds, ecological and economic efficiency, fuel intensity, pollock fishery, fishery, fish industry, fisheries, fisheries complex.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-100-109

Экономический потенциал развития рыбохозяйственного комплекса во многом определяется состоянием и эффективностью использования их основных фондов (ОФ). Одной из задач Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2020 г. (далее Стратегия) является техническое перевооружение, строительство и модернизация современного рыбопромыслового флота. Выполнение этой задачи должно способствовать достижению общей цели по формированию благоприятных условий для устойчивого социально-экономического развития страны, достижению лидирующих позиций к 2020 г. среди мировых рыболовных держав, для обеспечения глобальной конкурентоспособности рыбопродукции [1].

Роль современного флота в решении этих задач сложно переоценить. Экономичный флот, позволяющий использовать меньше топлива, обеспечит выигрыш в ценовой конкуренции. Оснащение судов современным перерабатывающим оборудованием будет содействовать неценовой конкуренции. Выбор направления обновления флота должен опираться на всесторонний анализ, как его технического состояния, так и на анализ эффективности его использования. Однако проведению такого анализа препятствуют отсутствие информации для расчета отдельных показателей, горизонтальная и вертикальная несопоставимость публикуемых статистических данных [2], а также невозможность выделения информации по отдельным объектам управления.

Целью настоящего исследования является обоснование необходимости расширения источников информации в открытом доступе для проведения анализа эффективности использования ОФ,

задействованных при использовании водных биоресурсов (ВБР). Предметом исследования выступают теоретические и практические проблемы аналитического обеспечения управления ОФ на предприятиях рыбохозяйственного комплекса.

Определение объекта исследования осложняется использованием различных существенно отличающихся понятий, связанных с деятельностью по использованию ВБР, в качестве синонимов. Так, в Стратегии – главном документе, определяющем условия устойчивого развития рыбохозяйственного комплекса, – оценка современного состояния и цели развития определяются для рыбного хозяйства, а, например, государственная поддержка оценивается только для отрасли. При этом не уточняется отрасль: рыбная, рыбодобывающая или рыбоперерабатывающая.

Необходимость «инвентаризации» терминологии в сфере использования ВБР более десяти лет назад отмечал Е.А. Романов, подчеркивая, что «неразбериха в понятиях не позволяет формировать программы комплексного развития рыбного хозяйства на перспективу, их взаимосвязь с другими программами отраслей народного хозяйства, четко сформулировать цели и задачи для рыбохозяйственного комплекса» [3]. Как отдельный объект изучения в разное время выступали рыбная промышленность [4], рыбная отрасль [5], рыбное хозяйство [6], рыбохозяйственный комплекс [3], а также предприятия рыбной промышленности и хозяйства [7]. Очевидно, что для установления границ объекта управления требуется использование четко определенных понятий.

В ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» к рыбному хозяйству относятся виды деятельности «по рыболовству и сохранению водных биоресурсов, аквакультуре, производству и реализации рыбной и иной продукции из водных биоресурсов» [8]. Наиболее полно учитываются все объекты управления, имеющие отношение к использованию ВБР, в понятии «рыбохозяйственный комплекс» (Е.А. Романов также использует в качестве синонима «хозяйство водных биоресурсов») [3]. Именно такое понятие объединяет как предприятия и организации, занятые добычей, выращиванием, переработкой ВБР, так и промышленные и непромышленные хозяйственные структуры по обслуживанию этих предприятий и организаций.

Непосредственно добычей и переработкой ВБР занимается рыбная промышленность, которая объединяет рыболовство и переработку рыбы и морепродуктов. Соответственно, флот, как главный вид ОФ, сосредоточен на предприятиях, осуществляющих рыболовство. Заметим, что в современной классификации видов экономической деятельности рыболовство соединено с рыболовством, а переработка рыбо- и морепродуктов отнесена к обрабатывающим производствам [9].

Эффективность использования ОФ в рыбоперерабатывающих производствах сложно оценить, поскольку учет осуществляется в разных видах деятельности. Так, переработка ВБР на судах, осуществляющих лов, классифицируется в разделе «Рыболовство, рыбоводство», а переработка ВБР на рыбозаводах, расположенных на берегу, и на судах, не осуществляющих лов рыбы, относится к другому виду деятельности – «Переработка и консервирование рыбы, ракообразных и моллюсков». Таким образом, на одном предприятии могут выполняться последовательно несколько видов деятельности, но учет результатов и затрат, в том числе ОФ, будет осуществляться по одному виду деятельности. Соответственно, в сведениях о рыболовстве могут быть учтены результаты рыбопереработки и наоборот. Как, например, в случае с рыболовецким колхозом им. В.И. Ленина. Это одно из крупнейших предприятий Камчатского края осуществляет береговую переработку ВБР на своей фабрике, но основной вид деятельности – рыболовство.

Данные по переработке рыбо- и морепродуктов из обрабатывающих производств выделяют только отдельные территориальные органы Федеральной службы государственной статистики (ФСГС), например, в Камчатском крае, что позволяет провести анализ ОФ на региональном уровне [10]. Получить в открытом доступе статистическую информацию, характеризующую результаты деятельности рыбной промышленности, рыбного хозяйства в целом по стране невозможно. Также нет возможности оценить эффективность всего рыбохозяйственного комплекса, поскольку результаты деятельности обслуживающих хозяйственных структур, например, в судостроении и судоремонте, в торговле рыбо- и морепродуктами, на транспорте, портовом хозяйстве, не выделяются из укрупненных видов деятельности. Трудно не согласиться с известным утверждением, что нельзя управлять тем, что нельзя измерить. Выясним, что же можно измерить.

В управлении эксплуатацией ВБР можно выделить несколько уровней. Во-первых, это микроуровень – отдельные предприятия, ведущие деятельность по добыче ВБР, по приемке, обработке, перегрузке, транспортировке, хранению и выгрузке уловов ВБР, производству рыбной и иной продукции из ВБР. Здесь наиболее полно представлена информация по использованию

флота, в целом предприятия. Рейсовые задания могут стать основой для расчета показателей эффективности использования флота. На базе финансовой отчетности можно оценить и проанализировать наличие и движение ОФ, экономическую эффективность их использования в разрезе зарегистрированного вида деятельности.

В открытом доступе находятся сведения о результатах деятельности только публичных акционерных обществ (ПАО) в «Центре раскрытия корпоративной информации», это охватывает крайне незначительное количество предприятий рыбного хозяйства. Закрыт доступ для общего пользования отраслевой системой мониторинга Федерального агентства по рыболовству (ФАР), данные которой можно было бы использовать для расчета некоторых показателей эффективности использования флота по времени [2]. Очевидно, что наиболее обеспечен данными для оценки эффективности использования ресурсов в целом, и в том числе ОФ, именно микроуровень (см. табл.). Здесь есть возможность оценить эффективность работы флота, перерабатывающих, обслуживающих производств.

Источники информации для оценки эффективности использования ОФ при эксплуатации ВБР

Объект оценки	Уровни управления			
	Микро	Мезо		Макро
		промысел	регион	
Добывающий флот	Рейсовое задание, финансовая/бухгалтерская отчетность	Отраслевая система мониторинга ФАР – ограниченный круг показателей, закрыт доступ к базе данных		
Рыболовство	Рейсовые задания, финансовая/бухгалтерская отчетность	ФСГС не выделяет рыболовство		
Рыболовство, рыбоводство	Финансовая/бухгалтерская отчетность	Отраслевая система мониторинга ФАР	ФСГС	ФСГС
Переработка и консервирование рыбо- и морепродуктов	Финансовая/бухгалтерская отчетность	Нет данных	Территориальные органы ФСГС – отдельных прибрежных регионов	Не выделены данные из обрабатывающих пищевых производств
Рыбное хозяйство	Финансовая/бухгалтерская отчетность	Нет данных		
Рыбохозяйственный комплекс	Финансовая/бухгалтерская отчетность			

Во-вторых, это региональный уровень управления – мезоуровень, представленный региональными органами власти, осуществляющими функции по выработке и реализации региональной политики, по нормативному правовому регулированию в сфере рыболовства и сохранения ВБР и в целом по развитию рыбохозяйственного комплекса регионов. Результаты деятельности в области использования ВБР на региональном уровне публикуются территориальными органами ФСГС в основном прибрежных регионов, где велика роль рыбной отрасли в экономике. Выделяют два вида деятельности: рыболовство, рыбоводство и переработку и консервирование рыбо- и морепродуктов.

К особенностям в управлении использованием ВБР можно отнести наличие еще одного мезоуровня – промысловый бассейн или отдельный вид промысла. Необходимость такого уровня вытекает из характера ВБР. На одном промысле могут быть сконцентрированы усилия предприятий из нескольких регионов. В настоящее время ФАР объединяет восемнадцать территориальных управлений по основным бассейнам страны.

На макроуровне управление использованием ВБР возложено на Министерство сельского хозяйства. Рыболовство и рыбоводство курирует ФАР, рыбоперерабатывающую рыбопромышленность – Департамент пищевой и перерабатывающей промышленности.

Очевидно, что отсутствие аналитического обеспечения на отдельных уровнях управления использованием ВБР не способствует принятию обоснованных управленческих решений. В сложившихся условиях сложно обосновать намеченные цели, еще сложнее оценить степень их достижения. В качестве одного из целевых показателей в Стратегии определен коэффициент обновления ОФ отрасли (вероятно, рыбной), с выделением рыбоперерабатывающих мощностей, рыбопромыслового флота и вспомогательного флота. Сравнить плановые показатели с фактическими практически невозможно. Наиболее подходящими для сравнения могут быть

данные по виду деятельности «Рыболовство, рыбоводство», учитывая, что капиталоемкость рыбоводства значительно ниже, чем в рыболовстве, а в самом рыболовстве именно рыбодобывающий флот имеет наибольший вес.

Как видно на рис. 1, фактически обновление ОФ в рыболовстве происходило значительно активнее, чем это было предусмотрено в Стратегии, заметна тенденция роста доли новых ОФ в общем объеме. Опережая уровень обновления ОФ, заданный в Стратегии, рыболовство, тем не менее, отстает от величины среднероссийского коэффициента обновления ОФ, который в 2015 г. составил 4,2.

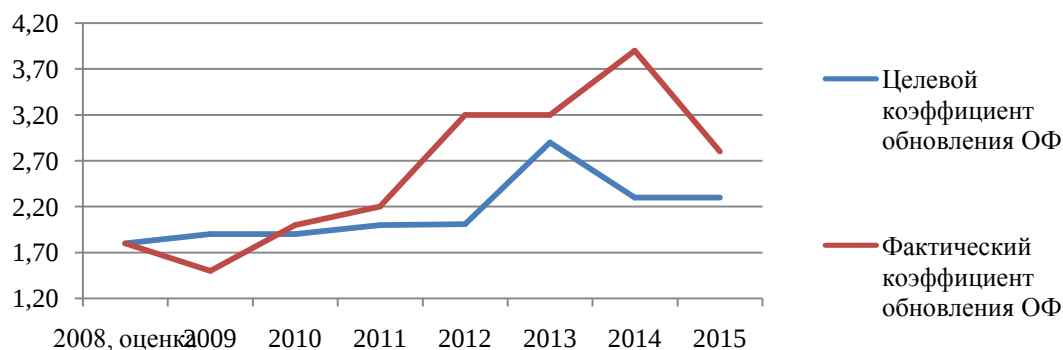


Рис. 1. Коэффициент обновления основных фондов в отечественном рыболовстве, %
(составлено по данным Росстата [11] и Стратегии [1])

В целом, по сведениям ФАР, состояние флота на основе анализа среднего возраста характеризуется крайне отрицательно [12]. Статистические показатели состояния ОФ рыболовства, рыбоводства отражают интенсивный процесс обновления ОФ, отраслевые показатели фондоотдачи, фондорентабельности превышают среднероссийские индикаторы. Так, динамика коэффициента выбытия ОФ, представленная на рис. 2, показывает, что в рыболовстве более активно, чем в среднем по всем видам деятельности РФ, происходит процесс обновления за счет выбытия устаревших фондов.

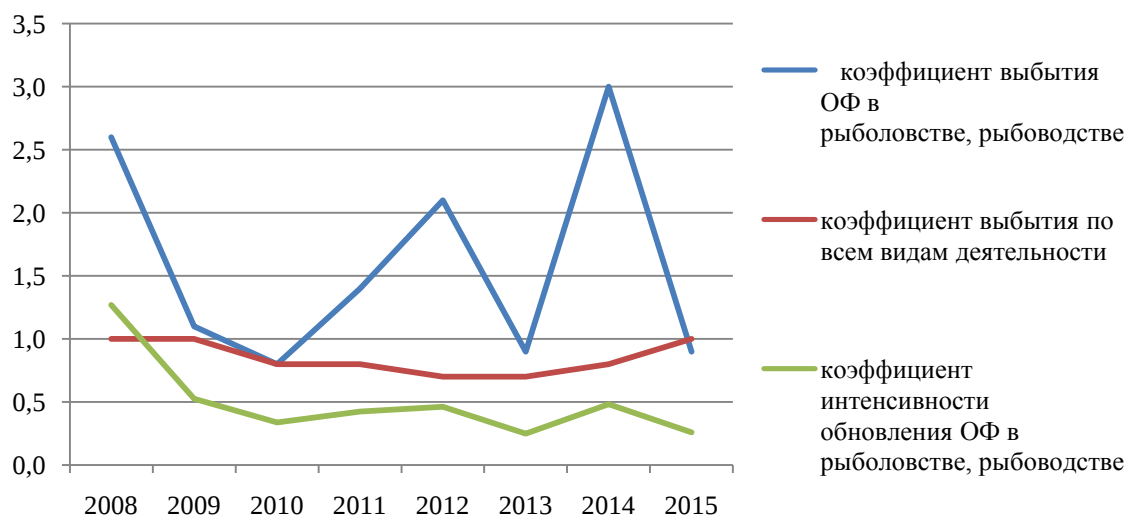


Рис. 2. Коэффициенты интенсивности обновления и выбытия ОФ в РФ
(составлено по данным Росстата [11])

Заметно сокращение коэффициента интенсивности обновления в рыболовстве, определенно-го как соотношение стоимости ликвидированных основных фондов в течение года к стоимости основных фондов, введенных в течение этого же года. Величина этого показателя соответствует оптимальному значению (не более 1), причем интенсивность замены основных средств увеличивается в динамике, что положительно характеризует направленность развития в отрасли. Такой процесс крайне актуален для рыболовства в связи со значительным средним возрастом ОФ.

В 2014 г. добывающий флот на 92% был сформирован из судов, эксплуатируемых сверх нормативного срока службы. По основным рыбопромысловым бассейнам – Дальневосточному и Северо-Западному – средний возраст в 2015 г. крупнотоннажного флота составил 28 лет, среднетоннажного – 27 лет, малотоннажного – 26 лет [13]. Но проблема заключается не столько в значительной величине возраста. В ЕС средний возраст флота в отдельных странах, например, Германии, Дании, в 2014 г. составлял 30 лет. Более важно соответствие количества и структуры флота сырьевой базе, нацеленность на полное освоение ВБР страны, обеспечение населения доступной по цене качественной рыбопродукцией. Здесь необходимы качественные характеристики флота, отражающие эффективность его использования с позиции экономики, экологии и социального развития.

Общую оценку экономической эффективности ОФ дают фондоотдача и фондорентабельность, отражающие наиболее распространенный в оценке эффективности ресурсный подход. В качестве результата можно использовать стоимостные оценки (объем отгруженных товаров, валовую добавленную стоимость), натуральные измерители (объем вылова). Поскольку сведения о стоимости ОФ включают и рыболовство, и рыбоводство, в котором к результатам относится не только улов, воспользуемся стоимостным показателем. Расчет фондоотдачи выполним с помощью соотношения валовой добавленной стоимости и среднегодовой стоимости ОФ. Фондоотдача – относительный показатель, для анализа эффективности использования ОФ важен не столько ее уровень, сколько тенденция изменения и возможность сравнения с другими видами деятельности. На рис. 3 видно, что в целом динамика фондоотдачи в рыболовстве, рыбоводстве не стабильна. При этом уровень фондоотдачи заметно выше среднероссийского показателя, что позволяет отметить сравнительную эффективность использования ОФ в рыболовстве, рыбоводстве.

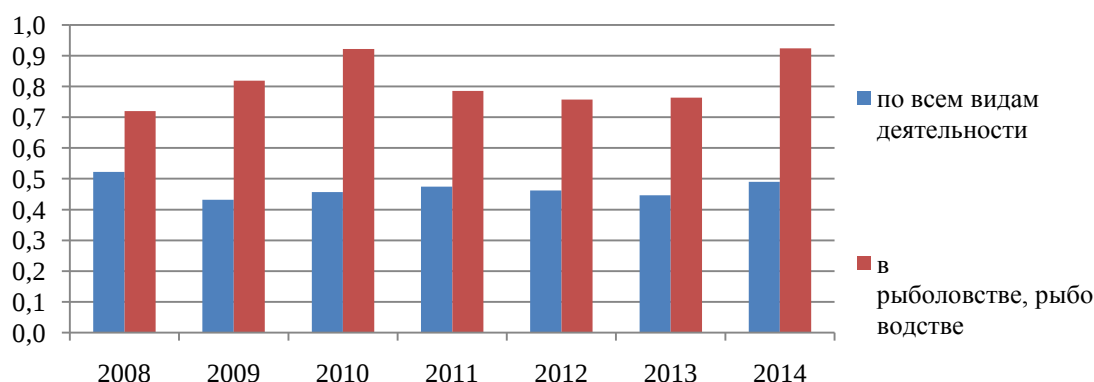


Рис. 3. Динамика фондоотдачи в РФ (рассчитано по данным Росстата [11])

Динамика фондорентабельности, представленная на рис. 4, отражает заметный рост показателя, при этом его величина в рыболовстве, рыбоводстве значительно опережает среднероссийский уровень и по темпам роста, и по достигнутому уровню.

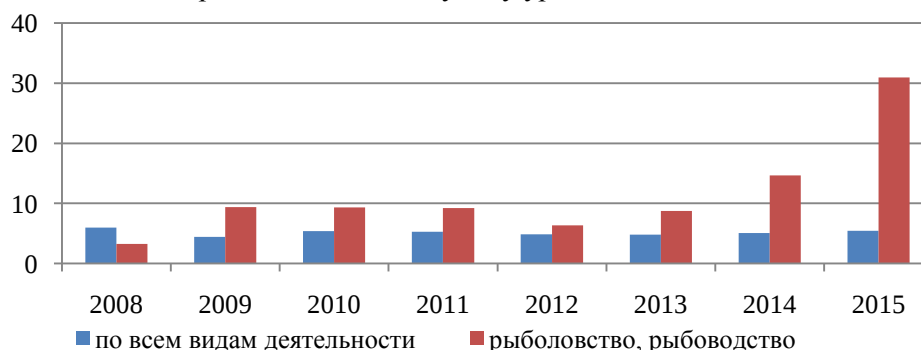


Рис. 4. Фондорентабельность в РФ, % (рассчитано по данным Росстата [11])

Близким аналогом фондорентабельности может служить показатель нормы прибыли на реальные активы (RoFTA), применяемый для оценки эффективности ОФ в ЕС [14]. В ЕС оценивают результаты и затраты не только всего вида деятельности рыболовства, но и ежегодно публикуют от-

четы по деятельности флота. Такие отчеты нужны и для расширения аналитического обеспечения управления использованием ВБР в РФ. Именно рыбопромысловый флот является основой материально-технической базы рыбохозяйственного комплекса. На его долю приходится более 70% основных производственных фондов отрасли, что обеспечивает более 90% общего вылова [13].

Общая оценка эффективности флота в ЕС по всем типам судов показывает устойчивый рост величины RoFTA от 7% в 2008 г. до 15,5% в 2014 г. Однако по типам судов весьма велики колебания. За этот период для малого флота характерно сокращение RoFTA с 17% до 8,5%. Крупный же флот увеличил показатель с 6% до 13%, а экспедиционный с 8% до 95% [14]. С учетом масштабов отечественного рыболовства важно было бы учитывать технико-экономические показатели флота и в разрезе типов судов, и по промысловым зонам.

На мезоуровне – уровне отдельных промыслов – общую эффективность использования флота на отдельных промыслах специалисты предлагают оценить с помощью средних затрат, в том числе топливных, и среднего вылова ВБР в расчете на усредненную тонну брутто-регистрационного тоннажа (GRT/БРТ) [15]. К сожалению, такой индикатор не может быть использован для сопоставлений с зарубежными оценками, поскольку к 2003 г. почти все страны перешли на новую единицу измерения тоннажа – валовой тоннаж (GT/ВТ). Хотя функциональной зависимости между БРТ и ВТ нет, но в целом ВТ судна обычно значительно больше, чем БРТ [16].

На примере рыбопромыслового флота, добывающего минтай в Камчатско-Курильской, Северо-Охотоморской, Западно-Камчатской, Восточно-Сахалинской промысловых подзонах, данные по деятельности которого собираются в отраслевой системе мониторинга ФАР, рассмотрим эффективность работы флота. Отметим, что именно минтай уже долгое время обеспечивает почти 40% общего российского вылова ВБР.

Общее количество судов, занятых на промысле минтая, в 2015 г. сократилось к 2003 г. на 30% за счет крупных и средних судов, при том что количество малых судов в 2015 г. превышает уровень 2003 г. на 11%. Для всех типов судов характерно увеличение объемов добычи: рост сырьевой базы сопровождался сокращением флота. Малый флот показал не только рост общего вылова – в 5,6 раза к уровню 2003 г., но и относительный: доля малых судов составила в общей добыче более 10% в 2015 г., что почти в четыре раза больше, чем в 2003 г.

Заметна положительная динамика на малом флоте и по количеству судосудок лова. Общее количество судосудок с 2003 г. уменьшилось на 6%, крупные суда сократили время промысла на 10%, средние на 40%, тогда как малые суда почти удвоили количество судосудок промысла. Сокращение судосудок лова при росте общего вылова повлияло на общую для всех типов судов положительную динамику среднесуточных уловов. Здесь также наибольший рост демонстрируют малые суда – среднесуточные уловы в 2,9 раза больше, чем в 2003 г. [17].

Как видно на рис. 5, на промысле минтая эффективность использования флота выросла по всем типам судов. Самый значительный прирост вылова на единицу БРТ показали малые суда. Несмотря на заметный рост показателя, в сравнении с иностранными судами, эффективность промысла еще низкая. Около десяти лет назад этот показатель в северных странах ЕС составлял 4–4,5 т/БРТ [15]. По другим оценкам, вылов на тонну БРТ у исландских и норвежских рыбаков составлял 2,4–3 [18].

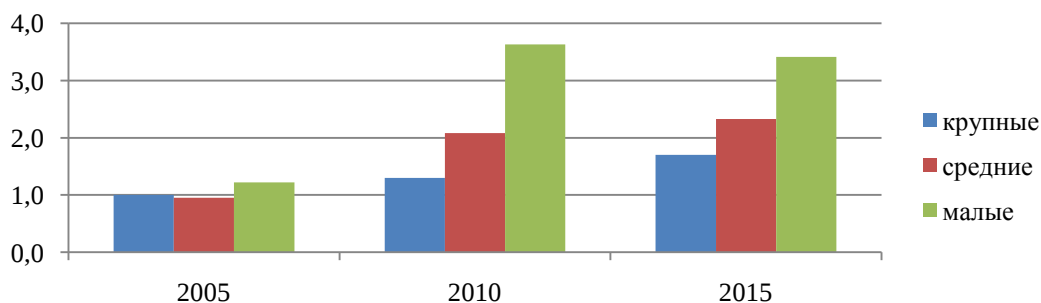


Рис. 5. Динамика вылова по типам судов на промысле минтая, т/БРТ (рассчитано автором по данным отраслевой системы мониторинга Федерального агентства по рыболовству РФ)

Несмотря на некоторый рост отмеченных показателей эффективности, структура выпуска продукции на судах с 2003 г. кардинально не изменилась. По-прежнему, почти на 90% продукция состоит из неразделанного и обезглавленного минтая. К положительным сдвигам можно от-

нести увеличение выпуска муки кормовой (в 2003 г. – 0,04%, в 2015 – 3,5%) и сокращение доли неразделанного минтая с 45,8% до 33,3%. За этот период при общем росте продукции в 1,4 раза выпуск филе минтая сократился на 26%. В 2015 г. доля филе минтая составила 3,7%, что почти в два раза меньше уровня 2003 г.

Старение флота, безусловно, не только снижает эффективность промысла, но и сказывается на затратах на ремонт. Не имея возможности оценить стоимостные потери, заметим, однако, что доля времени, потраченного на ремонтные работы в общем бюджете времени, в 2015 г. составила 4,8% (что меньше уровня 2003 и 2005 гг., когда такие потери времени на ремонт составляли, соответственно, 7% и 10%). Это может положительно характеризовать эффективность управления технической эксплуатацией флотом.

Для характеристики эффективности флота крайне важна оценка расхода топлива на вылов ВБР. Топливоемкость/топливоотдача позволяет одновременно отразить экономическую и экологическую эффективность. Прямую оценку с помощью показателя топливоемкости/топливоотдачи в настоящее время можно сделать только на микроуровне, используя сведения из годовых отчетов предприятий, размещаемых «Центром раскрытия корпоративной информации». На макроуровне (в масштабах всей страны) объем потребленного топлива не отслеживается. На мезоуровне – уровне отдельного промысла – можно использовать косвенный показатель эффективности потребления топлива [2].

Самый значительный расход топлива осуществляется в момент активной части промысла – траления. Примем объем вылова за час траления как прокси-показатель эколого-экономической эффективности, отражающей затраты на топливо и ущерб окружающей среде от выбросов: чем больше добывается ВБР за единицу времени траления, тем меньше удельный расход топлива и загрязнение окружающей среды.

Эколого-экономическая эффективность промысла минтая – объем вылова за час траления – с 2010 г. имеет тенденцию к росту (рис. 6). В результате часового траления в 2010 г. добывалось 1,14 тонны минтая, а к 2015 г. вылов увеличился до 1,6 тонны. Очень важно, что рост показателя обеспечен в основном сокращением в абсолютном выражении времени траления.

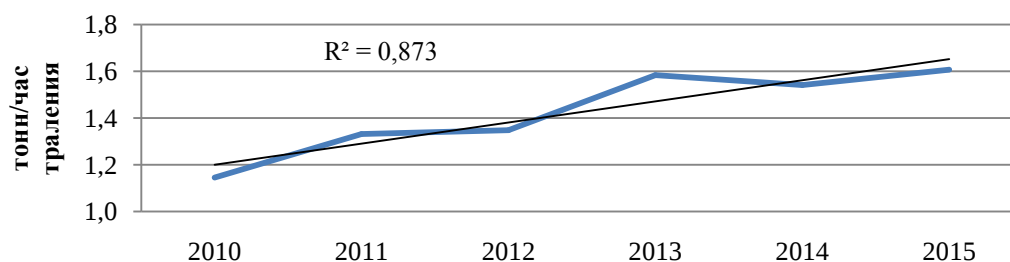


Рис. 6. Эколого-экономическая эффективность промысла минтая (рассчитано автором по данным отраслевой системы мониторинга Федерального агентства по рыболовству РФ)

На микроуровне на основе рейсовых заданий финансовой отчетности можно провести наиболее полный расчет индикаторов, входящих в систему показателей эффективности использования ОФ рыбного хозяйства с учетом параметров устойчивого развития [2]. Полученные оценки эффективности по отдельным предприятиям, использующим ВБР, могут служить ориентиром для других предприятий. Особенно важны такие показатели эффективности, уровень которых нет возможности рассчитать при существующем статистическом обеспечении на других уровнях управления, например топливоемкость.

Традиционно топливоемкость используют в качестве критерия эффективности материальных ресурсов. Считаем, что применительно к флоту, особенно добывающему ВБР, такой критерий отражает качественную сторону производственной деятельности флота. Сокращение затрат на единицу стоимости произведенной продукции, обеспечиваемое снижением расхода топлива, свидетельствует об экономической эффективности использования судов.

Рассмотрим результаты деятельности камчатского предприятия ПАО «Океанрыбфлот». Выбор обусловлен большой ролью предприятия в общероссийских уловах – 6,3%, в добыче минтая – 19% (по результатам 2015 г.). За период с 2010 по 2015 гг. предприятие инвестировало в среднем ежегодно 448,8 млн руб. на приобретение, техническое перевооружение промысловых судов. Величина балансовой стоимости ОФ в организации за этот период выросла более чем

в три раза. Среднегодовой уровень коэффициента обновления составил 44,5%, выбытия – 3,8%, интенсивности обновления – 0,17. О значительно улучшившемся за рассматриваемый промежуток времени состоянии ОФ говорит и коэффициент износа ОФ – 35%.

Топливоемкость добычи ВБР важно определять с помощью отношения затрат топлива в стоимостном и натуральном измерении к объему вылова. По примеру европейских стран расход топлива на флоте должен учитываться в показателях дохода от вылова к топливным затратам (руб./тонн) и с точки зрения интенсивности расхода топлива, измеряемой как количество топлива, потребляемого на тонну вылова. Использование натуральных и стоимостных измерителей помогает выявить влияние инфляционной составляющей на результаты рыболовства. При росте топливоемкости с использованием стоимостной оценки видна тенденция сокращения расхода топлива в натуральном выражении (рис. 7). Можно сделать вывод, что проведенная модернизация флота помогла повысить эффективность его использования.

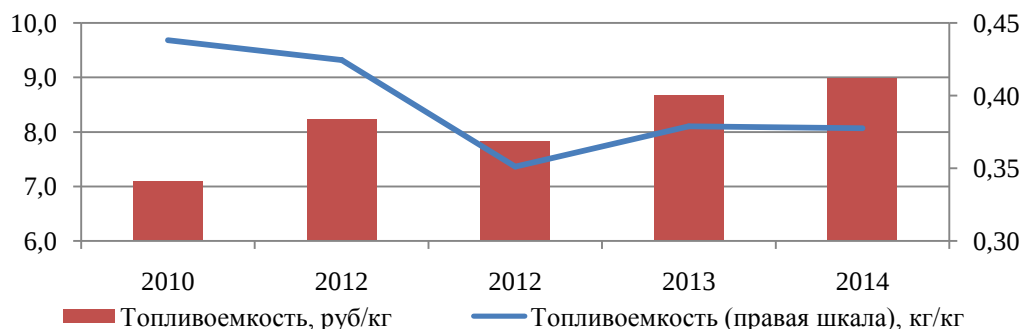


Рис. 7. Эффективность использования топлива в ПАО «Океанрыбфлот» (рассчитано по данным «Центра раскрытия корпоративной информации»)

Для сравнительной оценки эффективности использования топлива на рыбодобывающем предприятии воспользуемся показателями потребления топлива в рыболовстве ЕС из ежегодного отчета Научно-технического и экономического комитета по рыболовству – Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) [14]. Видно, что топливоемкость за рассматриваемый период сократилась по всем объектам (рис. 8). Более корректно сравнение топливоемкости не с общими показателями флота ЕС, а с результатами экспедиционного флота, поскольку в ПАО «Океанрыбфлот» используют на промысле в основном суда типа БАТМ.

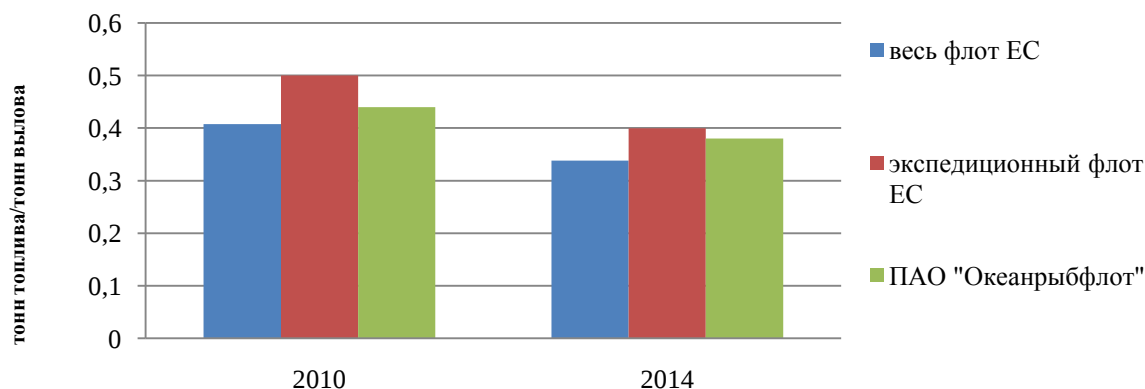


Рис. 8. Потребление топлива на тонну вылова (рассчитано автором по данным [14] и «Центра раскрытия корпоративной информации»)

Проведенное исследование позволяет сделать вывод, что только «рыболовство, рыбоводство» как комплексный вид экономической деятельности обеспечен статистическими данными, позволяющими проводить сравнения на межрегиональном уровне и в сопоставлении с общероссийскими данными. Объединение видов деятельности «рыболовство» с «рыбоводством» мешает провести оценку эффективности рыбодобывающей промышленности как важного элемента рыбохозяйственного комплекса.

В нашей стране принята «Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса», но само понятие «рыбохозяйственный комплекс» не имеет четкого определения, кроме того, в тексте документа используются понятия и отрасли, и хозяйства.

Оценка эффективности использования ВБР не будет полной без факторного анализа изменений ее уровня. Именно выявление факторов, позволяющих улучшить результативность использования ВБР, позволит определить стратегию и тактику дальнейшей деятельности. Все объекты оценки (см. табл.) должны быть полно обеспечены данными для анализа их деятельности.

Чтобы понять причины удовлетворительной или неудовлетворительной работы рыбохозяйственного комплекса, необходимо исследовать все его элементы. В качестве важного элемента рыбохозяйственного комплекса должна быть выделена отдельно рыбодобывающая промышленность, основу которой составляет добывающий флот. От деятельности рыбодобывающей промышленности во многом зависит рыбоперерабатывающая промышленность: объем поставок, цена, качество поставляемого сырья и пр. Соответственно, необходимо иметь информацию по рыбоперерабатывающей промышленности. Роль аквакультуры в мировом масштабе заметно выросла, не так, как в нашей стране. Но этот вид деятельности также имеет причинно-следственные связи, может быть, еще не такие значимые из-за небольших объемов аквакультуры, с рыболовством и рыбопереработкой, что требует отдельного аналитического исследования результативности этого вида деятельности.

Считаем, что для целей оценки эффективности использования ВБР целесообразно использовать в качестве объекта оценки рыбную отрасль, в которую следует объединить рыболовство, рыбоводство и переработку ВБР. В этом составе рыбная отрасль выступает объектом управления на региональном и макроуровне. Такой подход не снижает значимости промышленных и непромышленных хозяйственных структур по обслуживанию предприятий рыбной отрасли. Оценку таких видов деятельности, как судостроение и судоремонт, также важно проводить для обоснования перспектив развития рыбохозяйственного комплекса. Можно использовать опыт ОЭСР (Организация экономического сотрудничества и развития), которая публикует сведения о результатах деятельности судостроения по отдельным странам [19].

Выбор индикаторов эффективности требует точной привязки к целям развития объекта управления. Например, обновление флота должно не просто привести к сокращению среднего возраста судов, а обеспечить решение стратегических задач. Такие задачи, как обеспечение населения рыбопродукцией, доступной по цене и качеству, повышение добавленной стоимости рыбопродукции, более полное освоение сырьевой базы, предполагают не только разные критерии эффективности, но и разные пути обновления флота.

Необходимо осуществлять мониторинг состояния и эффективности использования ОФ на разных уровнях управления эксплуатацией ВБР. Это позволит на основе более точной, полной информации выработать наиболее действенную стратегию управления рыбохозяйственным комплексом, решать тактические задачи по обновлению флота, рыбоперерабатывающей промышленности. Важно уделить внимание эффективности на промыслах, особенно тех видов ВБР, от которых существенно зависят как общие объемы вылова, так и финансовый результат предприятий. Здесь можно шире использовать сведения отраслевой системы мониторинга ФАР для расчета показателей среднего вылова в расчете на валовой тоннаж, числа судосудок лова, временных затрат на ремонтные работы. Оценку эффективности использования рыбопромыслового флота на макро- и мезоуровне необходимо расширить за счет показателей эффективности использования топлива, энерговооруженности.

Сравнительную оценку индикаторов эффективности целесообразно проводить, применяя региональные, межрегиональные, зарубежные данные. Очень полезно было бы иметь возможность оценки и сравнения эффективности не только ОФ, но и в целом отечественного рыбохозяйственного комплекса с другими странами. Поскольку заявлена цель – достижение лидирующих позиций к 2020 г. среди мировых рыболовных держав, – необходимо эти позиции оценивать и сравнивать.

Литература

1. *Стратегия* развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2020 года, от 30 марта 2009 г. № 246. [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.fish-forum.ru/files/112.doc> (дата обращения: 22.08.2017).
2. Михайлова Е.Г. Особенности оценки эффективности использования основных средств в рыбной отрасли // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. – 2017. – № 40. – С. 100–110.

3. Романов Е.А. Экономика рыбохозяйственного комплекса. – М.: Мир, 2005. – 336 с.
4. Чернявский Г.И. Экономика рыбной промышленности. – М.: Агропромиздат, 1987. – 248 с.
5. Васильев А.М. Анализ функционирования рыбной отрасли Мурманской области в условиях институциональных нововведений // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 36–43.
6. Семенов В.М. Экономика рыбного хозяйства. – М.: Агропромиздат, 1988. – 238 с.
7. Степанов В.П. Организация, планирование и управление предприятиями рыбной промышленности и хозяйства. – М.: ВО «Агропромиздат», 1989. – 271 с.
8. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 20.12.2004 №166-ФЗ (ред. От 03.07.2016) – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799/ (дата обращения: 20.08.2017).
9. Общероссийский классификатор видов экономической деятельности (ОКВЭД2). – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru/metod/OKVED2.rar> (дата обращения: 10.08.2017).
10. Агунович Ю., Левская И. Обновление производственного потенциала предприятий рыбной отрасли // Экономика сельского хозяйства России. – № 10. – 2016. – С. 30–37.
11. Российский статистический ежегодник. 2016: стат.сб. / Росстат. – М., 2016 – 725 с.
12. Итоги деятельности Федерального агентства по рыболовству в 2015 году и задачи на 2016 год. Доклад И.В. Шестакова, 7 апреля 2016 года [Электронный ресурс]. – URL: http://fish.gov.ru/files/documents/ob_agentstve/kollegiya/itogi_2015_zadachi_2016-1.pdf (дата обращения: 20.08.2017).
13. О развитии рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации [Электронный ресурс] / Рабочая группа Президиума государственного совета. – М., 2015. – 176 с. – URL: vniro.ru/files/Gossovet_doklad.pdf (дата обращения: 20.08.2017).
14. Scientific, Technical and Economic Committee for Fisheries (STECF) – The 2016 Annual Economic Report on the EU Fishing Fleet (STECF 16-11); Publications Office of the European Union, Luxembourg [Электронный ресурс]. – URL: https://stecf.jrc.ec.europa.eu/documents/43805/1481615/2016-07_STECF+16-11+-+AER+2016_JRC103591.pdf (дата обращения: 22.03.2017).
15. Шевченко В.В., Монаков М.Б. Биоэкономические критерии отбора рыбопромысловых судов с целью оптимизации использования сырьевой базы Баренцева моря // Рыбное хозяйство. – 2005. – 2. – С. 33–36.
16. Agriculture, forestry and fishery statistics 2015 edition [Электронный ресурс]. – Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2016. – 206 p. – URL: <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/7158355/KS-FK-15-101-EN-N.pdf/79470e8c-abf3-43d3-8cd4-84880962cdd4> (дата обращения: 22.03.2017).
17. Михайлова Е.Г. Эффективность использования рыбопромыслового флота на промысле минтая // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: тез. докладов XVII междунар. науч. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016. – С. 212–215.
18. Экономическая эффективность использования российского рыбопромыслового флота в Баренцевом море. 2007 г. – 53 с. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.wwf.ru/data/pub/murmansk_fleet_economy.pdf (дата обращения: 30.03.2017).
19. Peer review of the Korean shipbuilding industry and related government policies [Электронный ресурс]. – URL: [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=c/wp6\(2014\)10/final&doclanguage=en](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=c/wp6(2014)10/final&doclanguage=en) (дата обращения: 30.03.2017).

Информация об авторе **Information about the author**

Михайлова Елена Геннадьевна – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории эколого-экономических исследований; rozotop@mail.ru

Mikhaylova Elena Gennadevna – Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Economic Sciences, Docent, Senior Researcher of Ecological and Economic Research Laboratory; rozotop@mail.ru

УДК 379.85+338.48

А.Р. Погорелов, И.С. Вовженяк, С.А. Лозовская**ПРИРОДНО-РЕКРЕАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАМЧАТСКОГО КРАЯ**

Туризм – одна из активно развивающихся отраслей современной мировой экономики. Особое значение туризм приобретает в социально-экономическом развитии регионов с уникальным и разнообразным природно-рекреационным потенциалом. Одним из таких регионов является Камчатский край, для которого туризм признан приоритетным направлением, и развитие которого будет осуществляться в рамках формирования территории опережающего развития. В представленной работе предпринята попытка осуществить комплексную сравнительную оценку административных районов Камчатского края по природно-рекреационному потенциалу. В результате выделено пять типов районов по степени обеспеченности территории природными рекреационными ресурсами. Выявлено, что увеличение природно-рекреационного потенциала наблюдается по направлению от северо-запада Камчатского края к его юго-восточным районам. В то же время рекреационный потенциал исследуемого региона используется в неполной мере, что обусловлено рядом ограничивающих экономических факторов.

Ключевые слова: рекреационные ресурсы, рекреационное природопользование, рекреационный потенциал, туризм, Камчатский край.

A.R. Pogorelov, I.S. Vovzhenyak, S.A. Lozovskaya**NATURAL-RECREATIONAL POTENTIAL OF THE KAMCHATKA REGION**

Tourism is one of the actively developing branches of the world modern economy. Tourism is of key importance in the context of socio-economic development of regions with unique and diverse natural and recreational potential. One of these regions is the Kamchatka Territory, for which tourism is recognized as a priority, its enhanced development will be carried out through the priority development area. This work presents the attempt to carry out a comprehensive comparative assessment of the administrative districts of the Kamchatka Territory in terms of their natural-recreational potential. As a result, five groups of districts have been identified according to the degree of natural-recreational resource availability. It is found that an increase in natural-recreational potential is observed in the direction from the northwest of the Kamchatka Territory to its southeastern districts. At the same time the recreational potential of the research region is underused due to a number of limiting economic factors.

Key words: recreational resource, recreational nature management, recreational potential, tourism, Kamchatka region.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-110-116

Туризм – одно из перспективных направлений социально-экономического развития Камчатского края. В принятой в 2009 г. «Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 г.» [1] туризм признан приоритетным направлением регионального развития. Краевые власти заявляют, что развитие туризма в субъекте – это долгосрочный процесс, требующий крупных экономических и трудовых затрат [2]. В целом это связано с тем, что предпосылками формирования современного туристско-рекреационного комплекса в Камчатском крае в большей степени служат природные рекреационные ресурсы, нежели культурно-исторические. Подобная ситуация требует разработки мер по рациональному рекреационному природопользованию и охране туристско-значимых природных объектов Камчатки, что находит в последние годы активную поддержку со стороны многих исследователей [3–7].

Несмотря на невыгодное экономическое и рекреационно-географическое положение Камчатского края среди остальных субъектов Дальневосточного федерального округа [8], в данном регионе сосредоточен благоприятный природно-рекреационный потенциал для развития туристской сферы. Отмечается, что в долгосрочной перспективе туристическая отрасль может стать одной из ведущих отраслей для Камчатского края по доле доходов в общем ВВП [9]. К тому же отдельные авторы считают необходимым формировать Камчатский край как ключевой регион Тихоокеанской России в плане развития туристско-рекреационного комплекса [10].

Туристические организации часто характеризуют Камчатку как территорию с уникальной природой, делая упор в основном на наличии вулканов и горных ландшафтов. Однако террито-

рия Камчатского края обладает достаточно большой площадью и отличается ландшафтной (физико-географической) неоднородностью и аттрактивностью. В связи с этим природные рекреационные ресурсы значительно дифференцированы по территории региона и обуславливают внутрирегиональные различия природно-рекреационного потенциала.

Основной целью настоящего исследования является изучение природно-рекреационного потенциала Камчатского края на основе проведения сравнительной оценки природных рекреационных ресурсов в разрезе административных районов региона (с помощью метода многофакторного анализа). Оценку рекреационного потенциала следует рассматривать как исходную базу для обозначения предпосылок и перспектив развития туристской сферы. В дальнейшем подобное исследование должно способствовать объективному определению конкурентоспособности и инвестиционной привлекательности муниципальных образований Камчатского края с целью рационального планирования и управления туризмом [11, 12].

В методическом отношении настоящее исследование основывается на работах А.М. Сазыкина и М.В. Гузиной [13, 14] в которых метод многофакторного анализа адаптирован для оценки рекреационного потенциала в разрезе административно-территориальных единиц какого-либо региона. Для оценки выбрано девять критериев (площадь территории, активные вулканы, температурный режим января и июля, осадки, ветровой режим, снежный покров, лесистость местности, наличие зон Всемирного объекта наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки»), количественно характеризующих природные рекреационные ресурсы Камчатского региона. Значения всех критериев оценивались по пятибалльной системе (табл. 1).

Таблица 1

Шкала балльной оценки критериев

Критерии	1 балл	2 балла	3 балла	4 балла	5 баллов
Общая площадь территории, кв. км	менее 15 000	15 001–25 000	25 001–35 000	35 001–45 000	более 45 000
Наличие активных вулканов	0	1–3	4–6	7–9	более 10
Среднемесячная температура (январь), °С	ниже –20	–15,1...–20	–10,1...–15	–5,1...–10	выше –5
Среднемесячная температура (июль), °С	ниже +12	+12,1...–14	+14,1...–16	+16,1...–18	выше +18
Осадки (среднегодовое количество), мм	более 1000	750–1000	500–750	250–500	менее 250
Ветровой режим, м/с	более 6	5,1–6	4,1–5	3,1–4	2–3
Снежный покров, см	менее 180	180–200	200–220	220–240	более 240
Общая лесистость территории, %	менее 20	20–40	40–60	60–80	более 80
Наличие зон Всемирного объекта наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки» (в частях от количества представленных зон)	–	0–0,4	0,5–0,9	1–1,4	более 1,5

Наличие активных вулканов – важный критерий, отражающий региональную специфику исследуемой территории. Данный показатель отражает наличие уникальных вулканических ландшафтов, для знакомства с которыми в Камчатский регион приезжает большинство туристов из России и других регионов мира. Отметим, что при отсутствии в административном районе вулканов все равно ставится 1 балл, так как во многих из них имеются неактивные вулканы или иные объекты вулканического происхождения.

Среднемесячные температуры января и июля, осадки, ветровой режим – важные метеорологические критерии, способные выявить комфортность условий для времяпровождения рекреантов на той или иной территории. Относительная влажность не включена в оценку, так как все районы в общем однородны по данному показателю, который в среднем по краю составляет порядка 60–80%. Снежный покров также является важным показателем с региональной спецификой. Его наличие и мощность становятся основной предпосылкой для развития спортивного туризма (зимние виды спорта: горные лыжи, сноубординг, гонки на собачьих упряжках, различные спортивные игры и пр.).

Общая лесистость местности определяет ландшафтное и биологическое разнообразие, эстетическую привлекательность ландшафтов, а также, в некоторой степени, их сохранность. Наличие объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки» – значимый фактор, который отражает природную и экологическую исключительность того или иного региона и может служить для Камчатского края оценочным критерием. Зоны объекта ЮНЕСКО позволяют выделить особо значимые для туризма природные территории, играя роль брендовых объектов [14].

В перечень критериев также можно было бы включить наличие термальных источников, в том числе санаторно-курортных местностей. В настоящее время на Камчатке насчитывается

более 110 термальных источников [15], но только примерно 15–20 из них наиболее активно используются рекреантами (включая местное население). В основном они связаны с теми же районами, где расположены активные вулканы.

В связи с отсутствием корректных данных в оценку не включен критерий, отражающий площадь рек и озер в районах, хотя для Камчатского края перспективно развитие видов туризма, связанных с водными объектами: речная и морская рыбалка, рафтинг и др. Можно отметить, что наиболее приемлемые для этого условия могут существовать в районах с комфортными климатическими показателями.

После наполнения количественной информацией базы данных по основным рекреационным показателям для всех административных районов Камчатского края значения критериев были переведены в соответствующие им баллы (табл. 2).

Таблица 2

**Оценка природных рекреационных ресурсов территории Камчатского края
(баллы без введения поправочных коэффициентов)**

Районы	Критерии									ВСЕГО
	Площадь территории	Вулканы (активные)	Температура января	Температура июля	Осадки	Ветровой режим	Снежный покров	Лесистость местности	Наличие объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО	
Алеутский	1	1	5	1	3	1	2	1	0	15
Быстринский	2	2	2	1	3	4	5	2	4	25
Вилочинск	1	1	4	2	2	2	2	1	0	15
Елизовский	4	5	4	3	2	2	2	4	5	31
Карагинский	4	1	3	1	4	3	4	2	0	22
Мильковский	2	2	1	5	3	5	5	3	4	30
Олюторский	5	1	3	1	3	1	4	2	0	20
Пенжинский	5	1	1	1	4	3	4	2	0	21
Петропавловск-Камчатский	1	2	4	2	1	2	2	1	0	15
Соболевский	2	2	3	1	2	2	2	3	0	17
Тигильский	5	1	2	1	3	2	3	3	0	20
Усть-Большерецкий	2	3	3	1	2	1	1	3	4	20
Усть-Камчатский	4	3	2	3	3	1	4	3	3	26

В дальнейшем полученные результаты были скорректированы с помощью введения поправочных коэффициентов экспертным методом (табл. 3). Поправочные коэффициенты для критериев составили ($\Sigma = 1,0$): площадь территории – 0,05; вулканы – 0,15; температура января – 0,15; температура июля – 0,15; осадки – 0,1; ветровой режим – 0,05; снежный покров – 0,05; лесистость местности – 0,15; зоны Всемирного объекта наследия ЮНЕСКО – 0,15.

Таблица 3

**Итоговая оценка природных рекреационных ресурсов территории Камчатского края
(баллы с введением поправочных коэффициентов)**

Районы	Критерии									ВСЕГО
	Площадь территории	Вулканы (активные)	Температура января	Температура июля	Осадки	Ветровой режим	Снежный покров	Лесистость местности	Наличие объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО	
Алеутский	0,05	0,15	0,75	0,15	0,3	0,05	0,1	0,15	0	1,7
Быстринский	0,1	0,3	0,3	0,15	0,3	0,2	0,25	0,3	0,6	2,5
Вилочинск	0,05	0,15	0,6	0,3	0,2	0,1	0,1	0,15	0	1,65
Елизовский	0,2	0,75	0,6	0,45	0,2	0,1	0,1	0,6	0,75	3,75
Карагинский	0,2	0,15	0,45	0,15	0,4	0,15	0,2	0,3	0	2
Мильковский	0,1	0,3	0,15	0,75	0,3	0,25	0,25	0,45	0,6	3,15
Олюторский	0,25	0,15	0,45	0,15	0,3	0,05	0,2	0,3	0	1,85
Пенжинский	0,25	0,15	0,15	0,15	0,4	0,15	0,2	0,3	0	1,75
Петропавловск-Камчатский	0,05	0,3	0,6	0,3	0,1	0,1	0,1	0,15	0	1,7
Соболевский	0,1	0,3	0,45	0,15	0,2	0,1	0,1	0,45	0	1,85

Окончание табл. 3

Районы	Критерии								
	Площадь территории	Вулканы (активные)	Температура января	Температура июля	Осадки	Ветровой режим	Снежный покров	Лесистость местности	Наличие объектов Всемирного наследия ЮНЕСКО
Тигильский	0,25	0,15	0,3	0,15	0,3	0,1	0,15	0,45	0
Усть-Большерецкий	0,1	0,45	0,45	0,15	0,2	0,05	0,05	0,45	0,6
Усть-Камчатский	0,2	0,45	0,3	0,45	0,3	0,05	0,2	0,45	0,45

В итоге для каждого административного района полученные баллы были просуммированы и произведено их ранжирование (табл. 4). Все районы Камчатского края распределены на пять групп по степени обеспеченности территории природными рекреационными ресурсами: очень высокая, высокая, средняя, низкая, очень низкая. Результаты выполненной оценки получили картографическое отображение (рис. 1).

Таблица 4

Рейтинг и степень обеспеченности районов Камчатского края природными рекреационными ресурсами

Районы	Ранг	Обеспеченность природными рекреационными ресурсами
Елизовский	1	Очень высокая
Мильковский	2	Высокая
Усть-Камчатский	3	Средняя
Усть-Большерецкий	4	Средняя
Быстринский	5	Средняя
Карагинский	6	Низкая
Соболевский	7	Очень низкая
Олюторский	8	Очень низкая
Тигильский	9	Очень низкая
Пенжинский	10	Очень низкая
Петропавловск-Камчатский	11	Очень низкая
Алеутский	12	Очень низкая
Вилучинск	13	Очень низкая

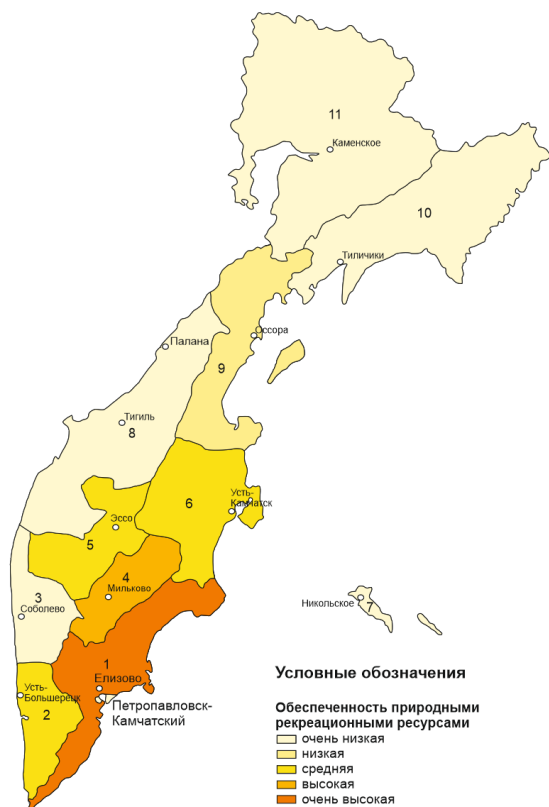


Рис. 1. Обеспеченность природными рекреационными ресурсами территории Камчатского края в разрезе административных районов:

1 – Елизовский; 2 – Усть-Большерецкий;
 3 – Соболевский; 4 – Мильковский; 5 – Быстринский;
 6 – Усть-Камчатский; 7 – Алеутский; 8 – Тигильский;
 9 – Карагинский; 10 – Олюторский;
 11 – Пенжинский

Елизовский район, получив наибольший балл, стал лидером по обеспеченности территории природными рекреационными ресурсами, обладая наиболее благоприятным в Камчатском крае природно-рекреационным потенциалом. Большая площадь и лесистость территории, наличие уникальных природных объектов, относительно благоприятные метеоусловия предопределили особую рекреационно-туристскую значимость данной территории. Здесь расположены также единственные в крае санаторно-курортные местности (бальнеологического профиля) с термальными источниками – Паратунка и Малки. Также в районе размещены основные зоны объекта ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки». Для Елизовского района перспективны различные виды туризма: экологический, научный, спортивный, лечебно-оздоровительный, охотничий и прочие.

В частности, на уровне района возможен позитивный экономический эффект от реализации малых эколого-туристских проектов. Например, можно предложить альтернативную систему развития экологического туризма в рамках проекта по системе «Bed&Breakfast&Excursion» [16], что позволит не только обеспечить комфортные условия для отдыха и познавательного туризма в районах со слаборазвитой туристско-рекреационной инфраструктурой, но и предоставит широкие возможности для совместного экологического образования и межкультурных обменов туристов и местных жителей. Эта система основывается на малых, часто семейных гостиничных предприятиях, предоставляющих возможность кратковременного проживания и дополнительные услуги. Создание подобной туристской сети в отдельных районах Камчатского края имеет значительные экономические, экологические и социальные выгоды как для развития принимающего региона, так и для туристов. Социально-экономический эффект заключается для местных жителей в создании дополнительных рабочих мест, ускоренном развитии туристской инфраструктуры и сферы обслуживания, в повышении качества их жизни за счет получения дополнительного дохода от размещения в своих домах туристов и увеличения контролируемого их потока. Для администрации экономический эффект связан с участием в проекте по созданию муниципального унитарного предприятия, которое будет осуществлять контроль и координацию туристической деятельности в районе, в повышении бюджетной эффективности (увеличение налоговых поступлений в бюджет от увеличения туристических потоков). Существует и дополнительный коммерческий эффект для жителей района: работа в качестве гидов-проводников, обслуживание туристов в частных гостиницах (в том числе получение дополнительных услуг – питание, приобретение изделий местных народных промыслов и пр.). Развитие системы «Bed&Breakfast&Excursion», отличающейся оптимальным механизмом ценообразования, грамотно поставленной системой бухгалтерского учета и отчетности, эффективной системой управления качеством и маркетингом, имеет возможность стать единственным средством размещения на перспективных, удаленных и достаточно привлекательных, но пока не освоенных экотуристских территориях Камчатского региона.

Миловский район обладает высокой обеспеченностью природными рекреационными ресурсами. Данный район, единственный из всех, отличается наиболее благоприятными климатическими условиями в летний период. Здесь также встречаются уникальные ландшафты и речные экосистемы, термальные источники и т. д. В целом по видам возможной туристско-рекреационной деятельности этот район схож с Елизовским.

Усть-Камчатский, Усть-Большерецкий и Быстринский районы вошли в группу районов со средней степенью обеспеченности природными рекреационными ресурсами. Они отличаются меньшей климатической комфортностью (лимитируют развитие туризма) по сравнению с Елизовским и Миловским районами. Тем не менее здесь также можно встретить живописные горные и вулканические ландшафты, отдельные зоны объекта ЮНЕСКО «Вулканы Камчатки».

Низкая обеспеченность природными рекреационными ресурсами наблюдается в одном районе края – Карагинском. Остальные районы Камчатского края (Соболевский, Олюторский, Тигильский, Пенжинский, Алеутский, Петропавловск-Камчатский и Вилючинск) попали в группу с очень низкой степенью обеспеченности территории природными рекреационными ресурсами. Эта группа доминирует в Камчатском крае по совокупной площади территории (рис. 2). Если в сельских районах природно-рекреационный потенциал ограничен дискомфортом климатических условий, то в городских районах (Петропавловск-Камчатский, Вилючинск) это происходит из-за отсутствия доминирования естественных ландшафтов, низкой лесистости местности. Все районы данной группы отличаются низким ландшафтным и биологическим разнообразием

с некоторыми исключениями (например, в Алеутском районе представлены не только островные, но и уникальные орнитогенные ландшафты). Диверсификация видов туризма в этих районах достаточно ограничена.

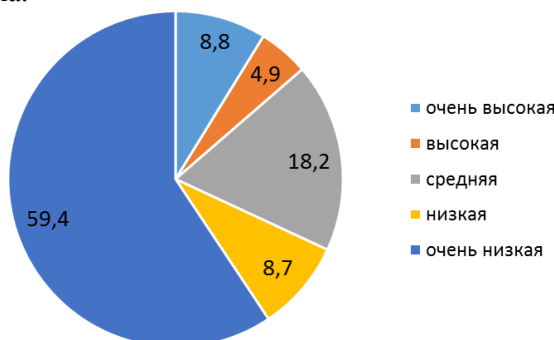


Рис. 2. Структура площади территории (на основе районов) Камчатского края по степени обеспеченности природными рекреационными ресурсами, в %

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Наибольшим природно-рекреационным потенциалом обладают территории с относительно благоприятными (в пределах Камчатского региона) природными условиями, обеспечивающими комфортное времяпровождение туристов. Большое значение имеет уникальность и разнообразие природных рекреационных ресурсов. В районах с очень высокой и высокой обеспеченностью природными рекреационными ресурсами благоприятны условия для развития экологического, лечебно-оздоровительного и различных видов экстремального туризма. В районах со средней обеспеченностью в целом оптимальны условия для развития экологического и экстремального туризма.

2. Наименьшей обеспеченностью природными рекреационными ресурсами обладают территории с дискомфортными или экстремальными природно-климатическими условиями, в которых отсутствует природное разнообразие или уникальные природные объекты. В то же время большинство районов со слабым природно-рекреационным потенциалом имеет перспективы развития этнокультурного и событийного туризма за счет культурно-исторических ресурсов.

3. Результаты оценки в целом выявили достаточно убедительную картину обеспеченности природными рекреационными ресурсами Камчатского края (наблюдается увеличение природно-рекреационного потенциала по направлению от северо-запада края к его юго-восточным районам). Исследование также подтверждает правильность решения камчатских региональных властей при выборе опорной зоны туристско-рекреационного кластера для развития экологического туризма – Елизовский район.

4. Однако природно-рекреационный потенциал Камчатского края используется в неполной мере, что обусловлено рядом ограничивающих факторов, среди которых наибольшее значение имеют: достаточно суровые во многих районах природно-климатические условия (значительный барьер не только для регулярного рекреационного посещения районов, но и для полноценного хозяйственного освоения территории); недостаточный уровень развития туристской инфраструктуры (транспортной, энергетической, культурно-развлекательной и служб сервиса); низкое качество туристских услуг и их высокая стоимость. При формировании региональной политики, направленной на сбалансированное и устойчивое развитие туристско-рекреационного комплекса Камчатского края, многие из обозначенных ограничивающих факторов могут быть полностью устранены. Развитие туризма оказывает стимулирующее воздействие на такие секторы экономики, как транспорт, связь, торговля, строительство, сельское хозяйство, и составляет одно из наиболее перспективных направлений структурной перестройки экономики. Кроме этого, при интенсивном развитии экологического и лечебно-оздоровительного туризма в районах Камчатского края требуется значительное внимание уделить не только обновлению и созданию новой туристской инфраструктуры (например, в рамках предложенной системы «Bed&Breakfast&Excursion»), но и усилению эффективности природоохранных мероприятий.

Литература

1. Стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2025 года: утв. постановлением Правительства Камчатского края от 27.07.2010 г. № 332-П. – М., 2009. – 337 с.

2. *Илюхин В.И.* Перспективы социально-экономического развития Камчатского края // Современные производительные силы. – 2013. – № 1. – С. 115–117.
3. *Голубева Е.И., Завадская А.В.* Потенциал устойчивого развития рекреационного природопользования на особо охраняемых природных территориях Камчатского края // Вестник Национальной академии туризма. – 2012. – № 4. – С. 43–47.
4. *Завадская А.В.* Оценка эколого-туристского потенциала памятников природы в Камчатском крае // Вестник Московского университета. Серия 5. География. – 2010. – № 3. – С. 28–34.
5. *Пахомова Н.А.* Влияние рекреационной нагрузки на растительность территорий, прилегающих к термальным проявлениям (на примере источников Юго-Восточной Камчатки) // Проблемы региональной экологии. – 2010. – № 1. – С. 208–213.
6. *Чижова В.П.* Допустимые рекреационные нагрузки в охраняемых природных территориях Камчатки // Российский журнал устойчивого туризма. – 2013. – № 3. – С. 28–35.
7. *Чувиллин А.Г.* Влияние туризма на компоненты природной среды Камчатского края // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of Kamchatka State Technical University]. – 2013. – № 23. – С. 80–86.
8. *Сазыкин А.М., Глушко А.А.* Рекреационно-географическое положение дальневосточных регионов России // Туризм и региональное развитие. – Смоленск: СГУ, 2014. – С. 148–153.
9. *Груздева Е.В.* Предпринимательская деятельность в условиях территорий опережающего развития (на примере развития туризма в ТОР «Камчатка») // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). – 2016. – № 4. – С. 134–140.
10. *Романов М.Т., Золотова В.И., Соколенко В.В.* О направления развития туризма в регионах Тихоокеанской России // Вестник ТГЭУ. – 2011. – № 4. – С. 24–32.
11. *Постикэ Н.Б.* Влияние туризма на экономику регионов, роль государства в развитии индустрии туризма // Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2013. – № 4. – С. 128–135.
12. *Царева Н.В.* Оценка вклада туризма в экономику региона // Известия Байкальского государственного университета. – 2008. – № 5. – С. 45–48.
13. *Гуцина М.В., Сазыкин А.М.* Территориальная дифференциация Океании по потенциальным возможностям развития туризма // Региональные исследования. – 2015. – № 3. – С. 137–143.
14. *Сазыкин А.М., Гуцина М.В.* Оценка рекреационного потенциала Океании // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2. – С. 5149–5155.
15. *Завадская А.В., Голубева Е.И.* Природные комплексы гидротермальных систем Камчатки как объекты рекреации и туризма // География и природные ресурсы. – 2013. – № 4. – С. 46–51.
16. Сеть Bed&Breakfast&Excursion в Приморье / *С.А. Лозовская, А.Б. Косолапов, В.И. Бартошук, Л.Л. Руденко, О.В. Женжера, С.А. Москаленко, Н.Г. Степанько, Н.Е. Шахова, Н.А. Кулешева.* – Владивосток: РИЦ «Автограф», 2003. – 44 с.

Информация об авторах Information about the authors

Погорелов Артур Русланович – Дальневосточный федеральный университет; 690091, Россия, Владивосток; магистрант кафедры географии и устойчивого развития геосистем; Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; 690041, Россия, Владивосток; старший инженер лаборатории социальной и медицинской географии; pogorelov_ar@mail.ru

Pogorelov Artur Ruslanovich – Far Eastern Federal University; 690091, Russia, Vladivostok; Undergraduate of Geography and Sustainable Development of Geosystems Chair; Pacific Institute of Geography FEB RAS; 690041, Russia, Vladivostok; Senior Engineer of Social and Medical Geography Laboratory; pogorelov_ar@mail.ru

Вовженяк Инна Станиславовна – Дальневосточный федеральный университет; 690091, Россия, Владивосток; магистрант кафедры географии и устойчивого развития геосистем; inna-pogi@rambler.ru

Vovzhenyak Inna Stanislavovna – Far Eastern Federal University; 690091, Russia, Vladivostok; Undergraduate of Geography and Sustainable Development of Geosystems Chair; inna-pogi@rambler.ru

Лозовская Светлана Артемьевна – Тихоокеанский институт географии ДВО РАН; 690041, Россия, Владивосток; кандидат биологических наук, и.о. заведующего лабораторией социальной и медицинской географии; svloz@tig.dvo.ru

Lozovskaya Svetlana Artemevna – Pacific Institute of Geography FEB RAS; 690041, Russia, Vladivostok; Candidate of Biological Sciences; Acting Head of Social and Medical Geography Laboratory; svloz@tig.dvo.ru

УДК 338.2:005.591.6

С.Б. Рудич

АКТУАЛИЗАЦИЯ ПОНЯТИЯ «РЕГИОНАЛЬНАЯ ИННОВАЦИОННАЯ СИСТЕМА»

Несмотря на очень широкий спектр исследований в области изучения инновационной деятельности на различных уровнях пространственной организации общества, еще довольно большое количество вопросов не имеет достаточно четкого обоснования. Даже в отношении самого определения «региональная инновационная система» (РИС) есть понимание того, что она состоит из различного рода хозяйствующих субъектов, образований и институтов, которые задействованы в инновационном процессе. Однако пока ученые не достигли согласия в том, какие собственно элементы и отношения являются самыми главными для концептуального ядра системы, и каково их точное содержание, какие связи и взаимоотношения определяют саму концепцию РИС и т. д. Таким образом, в данной статье перед нами стояла задача уточнения некоторых понятий, связанных с научной категорией «региональная инновационная система», и обоснования этих уточнений.

Ключевые слова: инновационная система, регион, институты, среда, ядро.

S.B. Rudich

ACTUALIZATION OF THE CONCEPT “REGIONAL INNOVATION SYSTEM”

Despite the wide range of researches in innovation activities at different levels of society spatial organization, a large number of questions have not sufficiently clear justification. Even for the definition «regional innovation system» (RIS), it is also understood that it is composed of various types of business entities, units and institutions that involved in the innovation process. However, while scientists have not reached an agreement on what the actual elements and relationships are the most important for the conceptual system kernel and what their exact content, what communication and relationships define the RIS concept, etc. Thus, in this article we faced the task of clarifying certain concepts related to the scientific category “regional innovation system” and justifying these refinements.

Key words: innovation system, region, institutions, environment, kernel.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-41-117-130

В связи с изменением роли регионов в инновационном процессе с точки зрения преобразования самой природы инновационного процесса в постиндустриальную эпоху с линейного на нелинейный, с жестко централизованного – на интерактивный и сетевой, с механического и механистического – на социальный и эволюционный, появляется необходимость в актуализации и самого понятия «региональная инновационная система», ее строения, системных взаимосвязей и т. д. Это и явилось целью нашей работы.

Надо отметить, что, прежде чем мы будем рассматривать понятие и архитектуру РИС, необходимо вспомнить одно из первых определений национальной инновационной системы, на основе которого затем уже стали рассматриваться инновационные системы других уровней и типов и которое первым дал К. Фриман: «Сеть институтов государственного и частного сектора, деятельность и взаимодействие которых иницируют, вводят, модифицируют и распространяют новые технологии» [1, р.1].

В свою очередь, П. Кук и др. на основе дальнейшей разработки трудов Фримана характеризовали региональную инновационную систему как определенную систему узлов, встроенную в цепочку создания инноваций, которая включает в себя организации, непосредственно генерирующие знания; организации, которые их используют; различные структуры, выполняющие специализированные посреднические функции; инфраструктурное обеспечение, финансирование инновационных проектов, а также их рыночную экспертизу и политическую поддержку [2].

Для изучения архитектуры РИС некоторые авторы предлагают рассматривать ее, исходя из определения Б. Лундвалла, в котором он говорит, что система состоит из ряда отдельных элементов и взаимосвязей между ними [3]. При этом в качестве отдельных элементов системы следу-

ет брать университетскую научно-исследовательскую деятельность, научные институты, агентства по передаче технологий, консультантов, организации повышения квалификации, государственные и частные финансирующие организации, крупные и мелкие компании и нефирменные организации, которые участвуют в инновационном процессе. В качестве взаимосвязей между ними надо исследовать потоки знания и информации, потоки инвестиционного финансирования, потоки команд и различных неформальных образований в виде клубов, форумов, сетей и партнерств [4].

По мнению М.Фишера, согласованная региональная инновационная система должна включать четыре основных блока: производственный сектор, научный сектор, сектор производственных услуг и институциональный сектор. При этом основными акторами инновационной системы являются производственные фирмы и их НИОКР. Научный сектор осуществляет как обучение, так и научные исследования и включает в себя всех субъектов, которые финансируют и проводят исследования или предоставляют образовательные услуги. Сектор производственных услуг состоит из организаций, поставляющих различные услуги для фирм, и институционального сектора, представленного формальными и неформальными институтами [5]. Каждый сегмент инновационной системы, в свою очередь, внутри себя может быть изучен с различных позиций, определяющих его роль в создании и распространении инноваций внутри системы. Например, в производственный сектор входят производственные компании и их различные научно-исследовательские подразделения. В научный – образовательные организации и организации профподготовки, университеты, научно-исследовательские организации, частные некоммерческие структуры и т. д. В сектор производственных услуг включены организации или подразделения внутри крупных компаний, которые обеспечивают различные формы содействия промышленным компаниям (ИКТ, финансы, маркетинг и пр.) в разработке и внедрении инноваций. Все компоненты взаимосвязаны между собой, и их взаимодействие порождает новые знания. При этом каждый из компонентов может быть изучен как отдельная подсистема.

Институциональный сектор включает два вида институтов, которые различным образом воздействуют на инновационный процесс. К ним относятся формальные институты, прежде всего, институты, осуществляющие нормативно-правовое регулирование, и неформальные институты, среди которых следует выделить правила поведения, традиции в обществе, социокультурные особенности взаимоотношений и пр. [6].

Определенную проблему в методологии РИС, по мнению некоторых западных ученых, составляет отсутствие четких критериев в определениях базовых терминов, таких, как регион, институты, инновационная система. Так, например, в исследованиях Б. Ашема, А.Исакена, Р. Кук и др., К. Моргана региональная инновационная система описывается как образование, включающее в себя производственную структуру, встроенную в институциональную структуру, в которой все участники инновационного процесса вступают в интерактивное обучение [7, 8]. Интересно, как определить, все ли участники вступают в интерактивное обучение, а если не все вступают, то будет ли это являться региональной инновационной системой?

К. Эдквист считает, что система состоит из ряда взаимосвязанных элементов, то есть организаций и институтов, и имеет определенные границы или пределы, которые выделяют ее среди остальных систем. Следовательно, каждая РИС должна отличаться следующими чертами: ее составными частями должны быть региональные организации и институты; отношения между ними должны быть системными и обладать определенной степенью независимости, то есть региональные инновационные системы – это открытые, не самодостаточные системы; взаимозависимость находит свое проявление на предприятиях и организациях инновационных систем различных уровней (регионального, национального, международного, глобального); роль РИС состоит в поддержке сотрудничества при разработке и использовании знаний [9]. На наш взгляд, отсутствие самодостаточности региональных инновационных систем весьма относительно и зависит от задач и уровня РИС. Так, например, в условиях существования СССР практически все ЗАТО можно было отнести к самодостаточным инновационным системам, причем закрытым. Конечно, на уровне региона редко можно встретить такие системы. Мы считаем, что выделение любого региона и на этой основе его РИС должна соответствовать базовым основополагающим принципам действительного (а не декларируемого на бумаге) федерализма. Следовательно, регион должен иметь экономическую самодостаточность, то есть обладать способностью обеспечения ежедневных потребностей своего населения, содержания государственного аппарата управления, выплаты всех необходимых налогов за счет собственной ресурсной базы и т. д. Должно быть обеспечено соответствие доходных (особенно налоговых) полномочий ответственности сторон по расходам в системе горизонтальной модели бюджетного федерализма.

Соответственно, в унитарных государствах полномочия ответственности по расходам осуществляются в рамках вертикальной модели бюджетного федерализма. Кроме того, реализуется двухуровневая система государственной собственности, то есть учитываются федеральный уровень и уровень субъекта Российской Федерации.

Не преследуя цели актуализировать и исследовать само определение региона, мы будем относить к регионам обособленные части (географически и институционально) единой национальной системы любого государства, например, субъекты Российской Федерации, так как они обладают всеми теми чертами региона, которые были выделены достаточно давно российскими учеными: «Регион – это выделившаяся в процессе общественного (территориального) разделения труда часть территории страны, которая характеризуется специализацией на производстве тех или иных товаров и услуг, общностью и специфическим по отношению к другим территориям характером воспроизводственного процесса; комплексностью и целостностью хозяйства; наличием органов управления, обеспечивающих решение стоящих перед регионом задач, и обладающая возможностями осуществления хозяйственной деятельности: имуществом, дающим возможности получения доходов от ведения хозяйственной деятельности, полномочиями по распределению получаемых доходов» [10, с.13].

Ряд зарубежных исследователей подчеркивает, что РИС – это открытая система, которая действует не только в своих границах, но и взаимодействует с внешним окружением [11].

Например, такие исследователи, как П. Кук, М.Уранда, Дж. Экстебарриа., утверждают, что процессы распространения нового знания и технологий имеют разнонаправленный характер [12]. Причем любая региональная инновационная система подвержена влиянию как своей национальной инновационной системы, так и других РИС и международных факторов. Взаимодействие РИС с внешней средой определенным образом влияет на перетоки знаний внутри системы, что может обеспечивать большую или меньшую скорость появления инноваций [13].

Во многих трудах зарубежных ученых инновационная система рассматривается как процесс, который характеризуется системой взаимосвязей между компаниями и организациями, занимающимися генерацией и диффузией знаний (например, университеты, исследовательские организации, офисы трансфера технологий и пр.), и определенной средой, которая может являться дружественной или враждебной по отношению к внедряемым инновациям [14]. На наш взгляд, система и процесс – это разные вещи. Процесс представляет собой протекание или ход какого-то явления, или совокупность последовательных действий, нацеленных на получение конкретного результата [15]. А система во всех словарях обобщенно обозначает какой-то целостный объект, состоящий из определенных частей. Другое дело, что все части системы взаимодействуют между собой для достижения какой-то определенной цели. Таким образом, можно сказать, что элементы системы находятся в определенном процессе.

В исследованиях таких зарубежных ученых, как Г. Ицковиц и Л. Лейдесдорф, подчеркивается, что в основе изучения РИС должна лежать концепция тройной спирали инноваций, которая заключается во взаимоотношениях власти, бизнеса и науки [16, 17]. В процессе генерации и диффузии знаний взаимоотношения между тремя основными звеньями спирали определяют интенсивность и эффективность развития инновационной системы. Согласно модели тройной спирали при структуризации РИС и, следовательно, проведении ее диагностики, мы должны изучать три взаимодействующих пространства: пространства знаний, согласия и инноваций. При этом пространство знаний – это ресурсы университетов или фирм. Пространство согласия, которое авторы определили как ключевой фактор РИС, это сотрудничество представителей различных институциональных сфер, которое имеет своей целью объединение людей из различных сфер для совместного обсуждения конкурентных преимуществ и слабых сторон региона, а также для выработки дальнейшей стратегии развития. И третье пространство – это пространство инноваций, под которым подразумевается новый организационный формат, предназначенный для устранения недостатков в развитии региона.

Безусловно, в основе состояния и развития любой инновационной системы лежат взаимоотношения между этими тремя так называемыми витками спирали, но что это дает в методологическом плане для диагностики состояния РИС и разработки политики по ее укреплению? Методологически трудно также оценить сотрудничество представителей различных институциональных сфер или тот же организационный формат: какими показателями он должен вообще оцениваться?

Одно из важных направлений в трудах зарубежных ученых относится к выяснению ключевых организационных и институциональных параметров, которые определяют само существова-

ние РИС, ее потенциал [18–21]. К числу таких параметров относятся две группы показателей. Первая из них оценивает инфраструктурные параметры, вторая – так называемые надстроечные или надструктурные параметры. На рис. 1 нами обобщены эти группы параметров [2].

Таким образом, по отношению к самому концептуальному определению «инновационная система», как мы уже отмечали ранее, существует достаточно много разнообразных мнений.

В целом анализ многочисленных зарубежных подходов к определению понятия «региональная инновационная система» дает нам возможность выделить два основных концептуальных подхода:

- институциональный подход, согласно которому РИС исследуется как система определенных институтов различных секторов экономики, которые, взаимодействуя друг с другом, играют определенную роль в инновационном процессе, имеющем место в социально-экономической системе региона [22];

- факторный подход, в соответствии с которым под РИС следует понимать сочетание различных факторов, которые обеспечивают на уровне региона процессы приобретения, производства, диффузии и адаптации нового технологического знания [22–24].

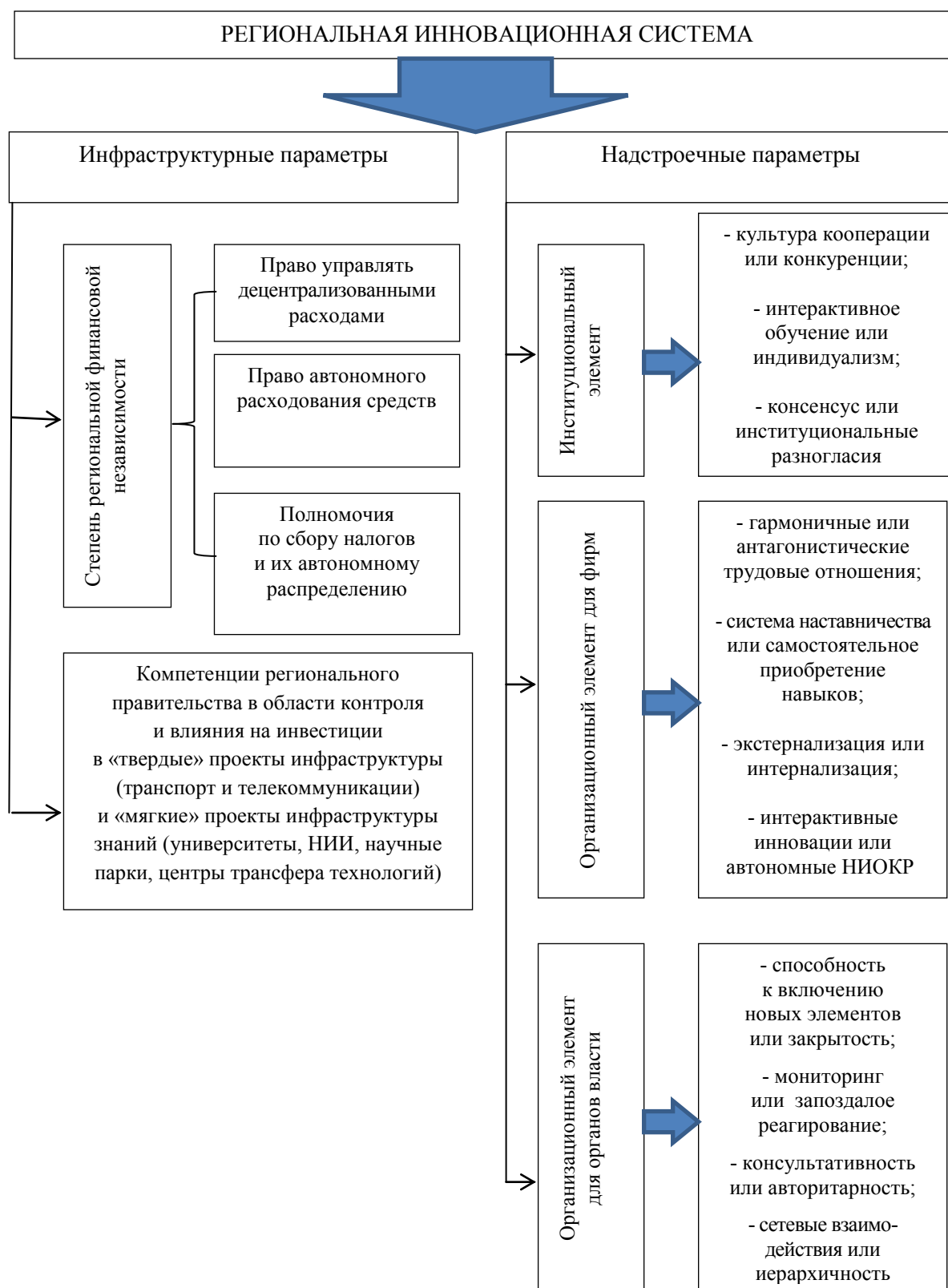
В целом же, обобщая многочисленные зарубежные исследования, можно представить РИС как систему узлов, просто систему или сеть отдельных элементов или институтов, включенных в процесс создания и распространения инноваций, все элементы которых взаимосвязаны между собой, и которые могут быть подразделены на отдельные подсистемы в зависимости от своей роли в инновационной цепочке. Они функционируют в определенной институциональной среде, локализованной на определенном территориальном пространстве.

Подходы российских ученых к определению понятия РИС также имеют отличия, связанные скорее не с разногласиями по поводу структуры региональной инновационной системы, а с акцентами на системообразующих элементах.

Так, А. Пилясов и Ю. Хомич пишут, что «наиболее широким и одновременно прагматичным может быть понимание региональной инновационной системы (РИС) как локализованного пространства осуществления творческой деятельности, продукция которой способна к быстрой коммерциализации» [4, с. 34]. При этом они же отмечают, что определение РИС должно быть обязательно связано с местным сообществом, так как именно идентичность местного сообщества определяет специфику РИС. Мы согласны с утверждением о тесной связи РИС с местным сообществом, но считаем, что не всегда продукция РИС способна к быстрой коммерциализации. На наш взгляд, есть различные инновационные системы, разных типов, уровней развития, специализации и т. д., поэтому способность к быстрой коммерциализации не может являться обобщающей характеристикой РИС.

Более продуктивно в качестве основы для структуризации понятия «региональная инновационная система» такое положение, что РИС надо рассматривать как единый целостный территориальный феномен, объединяющий «инновационное производство (в государственной и/или предпринимательской оболочке) от зарождения идеи до ее коммерциализации, инновационную инфраструктуру, систему подготовки кадров инновационных менеджеров и инженеров, органы власти, которые координируют и способствуют разворачиванию местной инновационной деятельности» [4, с. 44]. Смущает в этом определении слово «целостный» (в чем сущностные характеристики целостности?). Согласно толковому словарю Д.Н. Ушакова, целостный – это лишенный раздвоенности, проникнутый единством [25]. Согласно толковому словарю Т.Ф. Ефремовой, целостный – это также лишенный раздвоенности, обладающий внутренним единством, воспринимающийся как единое целое [15]. На наш взгляд, на уровне региона внутреннее единство и отсутствие раздвоенности, в большинстве случаев, достигается не только наличием структур управления, которые определяют общую политику, направления и механизмы развития региона, но и теми сущностными характеристиками самого региона как субъекта хозяйствования, определение которого было представлено нами выше.

Согласно методологическому подходу А.А. Дынкина [26], Л.М. Гохберга [27], М.К. Файзулловой [28] и др. основным системообразующим фактором любой РИС является организационный, то есть РИС – совокупность организаций различного уровня и форм собственности, которые, взаимодействуя между собой, обеспечивают инновационный процесс. И, хотя Л.М. Гохберг в своем определении говорит о совокупности различных институтов, по контексту понятно, что здесь он имеет в виду не институты как набор формальных правил и неформальных ограничений, или как социокультурные институты, обеспечивающие укорененность РИС, а именно как определенные организации.



Основные параметры региональных инновационных систем

В этом плане дальше продвинулся Е.П. Маскайкин, подход которого можно назвать институционально-функциональным. Автор под инновационной системой понимает «совокупность различных институтов, которые совместно и каждый в отдельности вносят вклад в создание и распространение инноваций и обуславливают инновационное развитие экономики» [29]. При этом автор подчеркивает, что под институтами он понимает субъекты инновационной деятель-

ности, правила и нормы их функционирования, а также механизмы, обеспечивающие соблюдение этих правил и норм в условиях инновационного развития. Непонятно, чем отличаются правила и нормы от механизмов, обеспечивающих их выполнение. Здесь также автор не берет во внимание неформальные правила и ограничения инновационной деятельности, то есть те механизмы, которые поддерживают или тормозят соблюдение нормативно-правового обеспечения инновационной деятельности вследствие определенных исторических, религиозных, социокультурных особенностей того или иного региона, о чем говорили в своих многочисленных трудах западные исследователи.

В структуре инновационной системы региона Е.П. Маскайкин выделяет две основные подсистемы: ядро и поддерживающая подсистема. В свою очередь, в ядро входят региональные инновационно активные предприятия, которые непосредственно и занимаются производством инновационной продукции; высшие учебные заведения, которые занимаются подготовкой кадров, фундаментальными и прикладными разработками, а также правилами, нормами и механизмами их функционирования в условиях осуществления инновационной деятельности; НИИ региона, которые занимаются также разработкой институциональных основ инновационной деятельности и НИОКР. В поддерживающую систему, по мнению автора, входят системы нормативно-правового обеспечения, финансовой поддержки, организационной поддержки и информационной поддержки [29].

И.В. Бережная и Е.А. Смирнова при определении РИС также выделяют ядро инновационной системы региона и несколько подсистем: научно-образовательную, инфраструктурную, предпринимательскую подсистемы и подсистему ресурсного обеспечения инновационной деятельности [30]. При этом в качестве ядра авторы предлагают рассматривать интеллектуальный капитал и мотивацию субъектов инновационной деятельности. Несомненно, человеческий капитал, знания являются основой инновационной экономики, на что указывают такие ведущие зарубежные ученые в области исследования инновационных систем, как Кук, Лундвалл и др. [31–33]. Однако, на наш взгляд, главная цель уточнения понятия РИС и ее структурных элементов состоит в том, чтобы дать методологическую основу для ее оценки, выявления слабых и сильных сторон, разработки политики по ее дальнейшему гармоничному развитию. Поэтому просто сказать, что знания являются ядром инновационной системы региона недостаточно для того, чтобы дать само определение РИС.

С позиций институционального подхода М.С. Баландиной, РИС состоит из институтов-норм, которые включают региональные нормативно-правовые акты и неформальные правила реализации инновационной деятельности, и институтов-субъектов, в качестве которых выступают органы государственной власти, организации, которые занимаются генерацией и распространением знаний, бизнес и институты инновационной инфраструктуры [34]. На наш взгляд, эти составляющие могут служить для характеристики среды инновационной деятельности, а не для оценки самой инновационной системы региона.

Некоторые российские исследователи при определении РИС используют функциональный подход, то есть подразделяют инновационную систему на подсистемы в зависимости от их функционального назначения: Л.И. Федулова выделяет три основные подсистемы РИС: производства нового знания и идей; коммерциализации и практического использования знаний; поддержки и распространения знаний [35]; А.А. Мараховский структурирует РИС на четыре подсистемы: генерация знаний и технологий; коммерческое использование знаний; воспроизводство знаний и формирование кадров для научной и инновационной деятельности; инновационная инфраструктура [36].

Близко к этому пониманию РИС находится подход таких ученых, как О.В. Буреш и С.П. Лапаев, которые под инновационной системой региона понимают следующие шесть основных элементов или секторов: предпринимательский, правительственный, НИОКР, организации по трансферу технологий и другие посреднические организации, негосударственные общественные организации и иностранные инвесторы [37].

Другие авторы, в частности, Л.А. Горюнова [38], Е.А. Смирнова [39], М.И. Рыхтик [40], С.Н. Бирик [41] и др., в качестве структурообразующего элемента РИС выделяют ее системный фактор, то есть это система взаимоотношений между основными акторами региональной экономики, или система, входящая в региональную подсистему, или совокупность взаимосвязанных подсистем, обладающих определенным набором инновационных ресурсов, или система, состоящая из двух других подсистем и т. п.

По мнению еще одной группы авторов, таких как Л.И. Федулова [35], А.М. Мухамедьяров, Э.А. Диваева [42] и др., РИС представляет собой совокупность организаций или экономических агентов и их видов деятельности по созданию и продвижению инновационной продукции и услуг.

Ряд ученых под региональной инновационной системой понимают просто составную часть национальной инновационной системы (НИС) на уровне региона, в свою очередь, трактуют НИС как совокупность субъектов и объектов инновационной деятельности [43].

Такие ученые, как Ю.П. Анисимов, С.В. Шапошникова, Е.В. Солнцева, под РИС понимают субъектов инновационной деятельности в регионе и ее инфраструктуру [44].

Е.А. Монастырный, Я.Н. Грик, А.А. Заварзин и др. под РИС понимают совокупность органов власти и управления, учреждений образования и науки, а также предприятия крупного и малого бизнеса [45,46]. На наш взгляд, это слишком широкое определение, так как в принципе вся эта совокупность представляет собой всю социально-экономическую систему региона, а не только ее инновационную подсистему.

Е.Г. Егоров и Н.В. Бекетов, А.В. Горшков и др., рассматривая научно-инновационную систему региона, подразумевают под ней различные академические, вузовские, научно-исследовательские, опытно-конструкторские, технологические, внедренческие, информационные и иные исследовательские учреждения, научные подразделения крупных корпораций; государственные управленческие структуры [47, 48].

П.А. Суханова дает такое определение РИС: «Функциональная, пространственно организованная система региональной экономики, объединяющая взаимодействующие субъекты научного, промышленного, государственного, финансового и др. секторов, имеющая региональную отраслевую специфику и обеспечивающая процессы генерации, трансфера, коммерциализации, производства, распространения и использования новых знаний и технологий» [49, с. 96].

Г.А. Ганеева пишет, что «региональная инновационная система – это целостное образование организаций и институтов, тесно взаимодействующих между собой с целью генерации новых знаний, их распространения и использования путем трансформации в продукты, технологии или услуги» [50, с. 94]. Правда, вновь не совсем понятно, что подразумевается под выражением «целостное образование» и в чем сущность целостности. Тем не менее, в соответствии с этим определением, автор считает, что РИС состоит из трех подсистем:

- генерации новых знаний и инновационных идей (академические, университетские научно-исследовательские организации, учреждения и исследовательские подразделения компаний);
- инфраструктуры распространения и поддержки знаний;
- подсистемы использования знаний, к которым относятся крупные промышленные и малые инновационные предприятия.

Кроме этих подсистем, в РИС входят элементы обеспечения – организационного, нормативно-правового, информационного, финансового, материально-технического и кадрового [50, с. 95]. На наш взгляд, здесь, конечно, содержится некоторая путаница: элементы обеспечения и инфраструктура поддержки и распространения знаний обычно относятся к одной подсистеме – подсистеме инновационной инфраструктуры.

Г.В. Шепелев, рассматривая структуру инновационной системы, выделяет в ней «субъекты инновационной деятельности – организации и физические лица, участвующие в создании и продвижении инновационного продукта, и объекты инфраструктуры – организации, способствующие осуществлению инновационной деятельности» [51, с. 7].

Надо сказать, что изучение многочисленных подходов российских ученых к определению понятия РИС показывает, что преобладающим методологическим подходом является институциональный, который рассматривает инновационную систему региона как совокупность различных институтов, которые выполняют определенные функции в осуществлении инновационного процесса [52–56].

Не ставя перед собой цель рассмотреть все имеющиеся в работах отечественных авторов определения РИС, можно сказать, что к ее основным особенностям относится то, что последняя является, во-первых, территориально локализованной, во-вторых, включает совокупность различных организаций, которые каким-либо образом участвуют в инновационном процессе на территории региона, их ресурсное обеспечение и институты, в-третьих, эти все организации имеют системные связи между собой в процессе осуществления различного рода видов деятельности, связанных с инновационным процессом.

Работы российских ученых в области теории и методологии РИС дают нам возможность определенной структуризации феномена РИС, однако степень ее недостаточна для целей анализа и разработки целенаправленной политики по созданию и совершенствованию инновационных систем каждого конкретного региона.

В то же время, по мнению многих российских ученых, методологические подходы к трактовке самого понятия «региональная инновационная система» в настоящее время имеют несколько недостатков. Во-первых, они рассматривают РИС как пассивных получателей федеральных средств, а не как активных игроков на глобальной инновационной арене, которые представляют собой главные источники появления и развития инноваций. Во-вторых, они оценивают РИС по количеству научных работников и количеству научно-исследовательских организаций в регионе, что создает разрыв между потенциалом и его использованием. В-третьих, они понимают РИС как локальную систему без учета трендов мировой экономики и связей с глобальным экономическим ландшафтом. В-четвертых, РИС рассматривается с технократических позиций, без учета местных неформальных институтов, «научных лидеров, талантов, местной творческой среды» [4, с. 36]. В-пятых, РИС рассматривается как система функционирования линейной модели, характерной для индустриального общества, то есть как цепочка «создание инноваций – внедрение инноваций – рыночная реализация», что неверно для сетевого, интерактивного инновационного процесса постиндустриальной эпохи.

На взгляд некоторых авторов, РИС представляет собой открытую для творчества концепцию, причем мы должны рассматривать данную концепцию, отталкиваясь от зарубежных канонов, учитывая те насущные задачи, которые стоят в настоящее время перед инновационной системой нашей страны, то есть необходимость ее скорейшей модернизации и обеспечения устойчивого экономического роста. «...Непременным условием заимствования институциональных и управленческих форм в других странах является постоянная проверка их действенности на поприще достижения конечных социально-экономических целей, соответствующих стратегическим национальным интересам страны» [57, с. 30]. С этой точки зрения, под региональной инновационной системой (РИС) необходимо понимать «разворот всех элементов региональной социально-экономической системы под инновационную деятельность» [4, с. 39].

Итак, исходя из вышесказанного, необходимо актуализировать современное понятие «региональная инновационная система» с учетом имеющихся тенденций и изменения положения и роли самих регионов в мирохозяйственных процессах.

Регионы и, соответственно, региональные инновационные системы, не являются просто пассивными получателями средств из федерального бюджета, а являются активными игроками на поле народнохозяйственных и мирохозяйственных отношений. Это так, но относится не ко всем системам, следовательно, активность РИС не может быть признаком региональной инновационной системы, особенно это касается нашей страны, где социально-экономические различия между регионами не имеют мировых аналогов. Следовательно, роль той или иной РИС в функционировании национальной инновационной системы, не говоря уже о глобальном уровне, определяется, прежде всего, ее финансовыми возможностями, теми средствами, которые регион может направлять и направляет на развитие инновационных процессов. То есть соотношение масштабов, форм и инструментов РИС с типом ее активности или пассивности зависит от уровня социально-экономического развития субъектов РФ. Конечно, изучение инновационной активности российских регионов не дает нам прямой корреляционной связи между уровнем финансовой обеспеченности региона и уровнем его инновационной активности в большинстве случаев (в отличие от зарубежных стран, где такая зависимость прослеживается). Более того, в ряде регионов-доноров напротив, инновационная активность ниже, чем в некоторых регионах-реципиентах. Это объясняется тем, что сырьевые регионы получают достаточно финансовых средств для обеспечения высокого уровня жизни населения и у них отсутствуют стимулы к инновационному развитию. В то же время «большинство регионов России, не располагая значительными природными ресурсами, объективно вынуждены искать в инновациях и инновационно-ориентированных конкурентоспособных производствах альтернативные пути своего экономического развития, хотя далеко не все регионы страны обладают для этого необходимой собственной базой» [58, с. 280]. Таким образом, мы можем рассматривать региональную инновационную систему как самостоятельного субъекта национальных и мирохозяйственных инновационных процессов, который имеет свои финансовые и иные ресурсы, цели, задачи развития и свою политику, которая может быть как активной, так и пассивной.

Второй вопрос в определении РИС, по мнению ряда российских исследователей, заключается в том, чтобы преодолеть разрыв между потенциалом региональной системы и его использованием. Такой разрыв преодолевается с помощью системы определенных организационно-экономических отношений, специфических для каждой региональной инновационной системы и общих только в части общегосударственного институционального регулирования. Основой этих организационно-экономических отношений является система формальных правил и неформальных ограничений, которые, в свою очередь, определяют среду инновационной деятельности каждой конкретной инновационной системы.

Потенциал РИС – это ее производительные силы, не важно, как мы их квалифицируем: организации, институты, элементы или сектора. То есть, на наш взгляд, для методологии исследования инновационных процессов на уровне социально-экономической системы региона не является принципиальным выяснение того, как мы будем называть всех участников инновационного процесса, происходящего в регионе, тем более что все эти участники могут быть классифицированы по различным признакам в зависимости от цели исследования: по функциональному (какие функции выполняют в инновационном процессе), по организационному (какие виды организаций участвуют в инновационном процессе), по институциональному (формальные и неформальные институты, государственные и общественные институты и т. п.), по важности участия (ядро и обслуживающие сектора) и т. д.

Важным является другое: как производительные силы региональной инновационной системы используются, насколько им соответствуют имеющиеся организационно-экономические отношения. Если последние гармонируют с производительными силами, то нет разрыва между потенциалом региональной инновационной системы и его использованием.

Таким образом, мы можем сказать, что региональная инновационная система – это самостоятельный субъект национальных и мирохозяйственных инновационных процессов, главный источник появления и развития инноваций, способный к автономному функционированию, который может быть охарактеризован через свои специфические финансовые и иные ресурсы, свою политику (активную или пассивную); субъект с определенным образом упорядоченной совокупностью производительных сил и взаимодействующих с ними организационно-экономических отношений (институциональной среды инновационной деятельности), сетевым, интерактивным характером инновационного процесса, целенаправленно организуемого для достижения своих региональных целей и задач инновационного развития. В этом состоит суть региональной инновационной системы, но данное определение не дает возможности проводить диагностику состояния РИС и, соответственно, не позволяет выявить слабые и сильные стороны РИС, разработать стратегии создания построенных региональных конкурентных преимуществ. Поэтому необходимо выделить основные структурные элементы РИС.

Одним из основных структурных элементов РИС является инновационный потенциал. Под инновационным потенциалом региона нами понимается совокупность образовательных, научно-исследовательских, опытно-конструкторских, научно-производственных и других учебно-научно-консультационных учреждений и организаций, которые непосредственно производят, могут или должны производить инновационные продукты и услуги. Инновационный потенциал региона является основой РИС, и надо отметить, что в условиях Российской Федерации именно последний определяет во многом уровень инновационного развития региона. Например, Новосибирская область по оценкам специалистов занимает седьмое место среди всех регионов РФ по созданию предпосылок для инновационного развития. Новосибирск является единственным городом из всех российских городов, который имеет статус технополиса и входит в состав Всемирной ассоциации технополисов [59]. Это в определяющей степени обусловлено мощным инновационным потенциалом региона, в состав которого входят различные подразделения РАН, более 60 отраслевых научно-исследовательских, конструкторско-технологических и проектных институтов; 44 высших учебных заведения, из них – 27 государственных вузов и филиалов (кадровый состав инновационного потенциала региона составляет более 30 тысяч человек (4,2% экономически активного населения), из них около 2290 докторов и около 7150 кандидатов наук, что составляет более 50% всего научного потенциала Сибирского федерального округа [60].

Инновационный потенциал региона взаимодействует с сектором инновационно активных предприятий территории, которые производят инновационную продукцию и услуги. Надо отметить, что не все предприятия региона являются инновационно активными, поэтому к инновационной системе мы должны относить только те предприятия (крупного, среднего и малого бизнеса, а также предприятия других форм собственности), которые производят и реализуют инновационную продукцию и услуги. Этот сектор также по составу существенно дифференцирован по россий-

ским регионам. Так, например, в той же Новосибирской области к нему относятся более 100 крупных и 1700 малых предприятий, осуществляющих технико-внедренческую деятельность [60].

Следующий важнейший сектор – инновационная инфраструктура. К ней относятся все элементы социально-экономической системы региона, которые имеют отношение к осуществлению поддержки инновационной деятельности, системе продвижения научно-технической продукции на рынок и ее коммерциализации. Состав данного сектора РИС существенно дифференцирован по регионам РФ. В наиболее развитых регионах России к нему относятся технологические парки, бизнес-инкубаторы, центры трансфера технологий, информационные центры, ярмарочно-выставочные комплексы, консалтинговые, контроллинговые, лизинговые, страховые, венчурные и инжиниринговые компании, различные юридические и аудиторские фирмы. В этом плане среди регионов РФ выделяются субъекты Центрального федерального округа, а также республика Татарстан [61]. Например, в Татарстане созданы практически все виды инфраструктуры хозяйственной и научной деятельности: особая экономическая зона «Алабуга», Технополис «Химград», четыре индустриальных парка, девять технопарков, восемь бизнес-инкубаторов [62].

Все эти виды инновационной инфраструктуры по своей функциональной роли в процессе поддержки инновационной деятельности могут быть подразделены на следующие подсекторы: производственно-технологический, инвестиционно-финансовый, кадровый, информационный и экспертно-консалтинговый [62]. При этом к производственно-технологическому подсектору относятся такие элементы инновационной инфраструктуры, как бизнес-инкубаторы, технопарки, инновационно-промышленные комплексы и т. п. Инвестиционно-финансовый подсектор включает венчурные компании и венчурные фонды, страховые компании и страховые фонды, лизинговые компании, бизнес-агентов (хотя эти структуры более распространены в развитых странах мира), другие различные фонды поддержки инновационной деятельности и т. п.

Кадровый подсектор состоит из организаций, которые способствуют инновационной деятельности региона путем подбора и переподготовки кадров, то есть, это кадровые агентства, центры переподготовки, ресурсные центры и т. п.

К информационному подсектору относятся центры научно-технической информации (ЦНТИ), аналитические и колл-центры, библиотеки, архивы, реестры, патентные агентства и бюро и т. п.

Экспертно-консалтинговый подсектор включает центры трансфера технологий, консалтинговые, контроллинговые, инжиниринговые компании, различные юридические и аудиторские фирмы, коучинг-центры и т. п.

Следующая подсистема производительных сил – институты власти региона, которые способны оказывать как положительное, так и отрицательное влияние на развитие РИС. Сильные институты власти с активной региональной политикой могут вывести регион в лидеры инновационного развития. Так, например, в Новосибирской области сильная региональная власть сформировала систему институтов, осуществляющих руководство инновационно-инвестиционной деятельностью РИС, а также приняла целый ряд нормативно-правовых документов, которые направлены на всестороннее стимулирование инновационной деятельности субъектов инновационного процесса. В регионе для поддержки инновационной деятельности созданы такие институты, как областной научный совет, научный экспертный совет, высший экономический совет, в состав которых входят ведущие ученые в сфере инновационной деятельности. Еще в 1996 г. в Новосибирской области был создан Новосибирский областной фонд поддержки науки и высшего образования, который способствует проведению региональной научно-технической политики. Непосредственно в Новосибирске властными структурами совместно с учеными была разработана городская целевая программа «Научно-промышленная и инвестиционная политика г. Новосибирска», а также создан Новосибирский фонд «Дом промышленности», в функции которого, помимо прочего, входит также промышленное освоение экономически эффективной наукоемкой техники и технологий.

Инновационный потенциал, а также секторы производственных инновационно активных предприятий, инновационной инфраструктуры и институты власти представляют собой производительные силы РИС.

К подсистеме организационно-экономических отношений РИС относится институциональная среда инновационной деятельности, которая нами подразделена на социальный капитал региона и подсистему формальных институтов. Социальный капитал региона представляет собой региональную инновационную культуру, которая отражает местные традиции и обычаи делового общения и определяет систему неформальных отношений между участниками инновационного процесса в регионе. Социальный капитал определенной территории «часто определяет весьма специфический имидж, чувство причастности к структуре, что повышает локальный инноваци-

онный потенциал посредством синергетического обмена, обмена информацией и знаниями» [63, р. 1689]. Социальный капитал региона также включает региональных научных лидеров, талантливых исследователей, представителей местной творческой среды. Таким образом, формируемый на территории конкретного региона социальный капитал является своего рода нематериальным активом РИС, от которого в решающей степени зависит построение инновационного потенциала регионов [64, 65].

Социальный капитал региона напрямую влияет на эффективность реализации инновационной политики. Причем в российских условиях роль социального капитала в целом и вытекающих из него неформальных отношений, которые складываются по-своему в каждом конкретном регионе, значительно выше, чем влияние подсистемы формальных институтов. По данным исследований российских ученых, если неформальные институты, которые регулируют деятельность, например, сотрудников организации, конфликтуют с формальными институтами всех уровней управления, то последние не будут работать – фактически координировать ситуацию будут именно неформальные правила и нормы [66].

К подсистеме формальных институтов институциональной среды инновационной деятельности относятся региональные нормативно-правовые акты, влияющие на инновационную активность основных субъектов инновационной деятельности. Подсистема формальных институтов также дифференцирована по российским регионам, и от ее функционирования во многом зависит эффективность РИС.

Один из лидеров в области инновационного развития – Новосибирская область – также отличается и своей развитой нормативно-правовой базой, которая направлена на создание различного рода правовых, экономических и управленческих механизмов стимулирования вывода на рынок конкурентоспособной инновационной продукции и услуг. Созданная законодательная основа позволяет реализовывать в области государственную поддержку предприятий и учреждений в сфере производства, науки, образования и научного обслуживания. К основным видам такой поддержки можно отнести следующие: льготы по налогам на прибыль и имущество, зачисляемые в областной бюджет; инвестиционные налоговые кредиты; субсидирование доли процентной ставки по банковским кредитам; льготы по налогу на землю; прямые инвестиции для осуществления инновационных проектов, имеющие значительный экономический или социальный эффект, и др. [59]. Развитая подсистема формальных институтов институциональной среды инновационной деятельности Новосибирской области является одной из причин того, что регион состоит в лидерах инновационного развития среди всех субъектов РФ.

Таким образом, проведенное нами исследование дает возможность выделить следующие структурные составляющие РИС: инновационный потенциал, сектор инновационно активных предприятий, инновационную инфраструктуру, институты власти, социальный капитал региона и систему формальных институтов инновационной деятельности (нормативно-правовое обеспечение).

Между всеми структурными составными частями РИС существует определенное сетевое интерактивное взаимодействие. Его конфигурация и густота связей индивидуальна в каждом конкретном регионе, и данное взаимодействие представляет собой один из ключевых факторов развития РИС [67–70]. Модель сетевого взаимодействия, в отличие от устаревшей линейной модели, характеризуется тем, что инновации могут возникнуть в любой структурной части РИС. Интерактивная сетевая модель инновационной деятельности включает как прямые, так и обратные связи между этапами инновационного процесса, а также характеризуется системой обратных связей между спросом на новые изделия (рыночные связи) и предложением (технологические связи) инноваций. Инновационное развитие происходит в результате взаимодействия между наукой и технологией внутри фирм и кооперации между ними. В то же время интерактивный характер связей выражается в определенной организации деятельности агентов, между которыми складываются связи на региональном и национальном уровнях.

Мы не ставили перед собой цель проведения классификации региональных инновационных систем РФ в зависимости от связей между участниками инновационного процесса. Наша цель – показать, что эти связи играют существенную роль в актуализации самого понятия РИС.

Проведенные нами исследования дают возможность сделать следующие выводы. Региональная инновационная система – это самостоятельный субъект национальных и мирохозяйственных инновационных процессов, главный источник появления и развития инноваций, способный к автономному функционированию, который может быть охарактеризован своими специфическими финансовыми и иными ресурсами, своей политикой (активной или пассивной), определенным образом упорядоченной совокупностью производительных сил и организационно-экономических

отношений, которые складываются между ними (институциональной среды инновационной деятельности), с сетевым, интерактивным характером инновационного процесса, целенаправленно организуемого для достижения региональных целей и задач инновационного развития. По своей структуре РИС представляет собой систему, состоящую из производительных сил (инновационный потенциал, инновационно активные предприятия, инновационная инфраструктура и институты власти региона) и организационно-экономических отношений (социальный капитал региона и формальные институты инновационной деятельности), характеризующуюся определенным спецификой региона типом взаимосвязей между элементами системы.

Литература

1. *Freeman C.* Technology Policy and Economic Performance – Lessons from Japan. – London: Frances Pinter, 1987. – P. 1–68.
2. *Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G.* Regional systems of innovation: an evolutionary perspective // *Environment and Planning*. – 1998. – № 30. – P. 63–84.
3. *National Systems of Innovation: Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning / B. Lundvall (Ed.).* – London: Frances Pinter, 1992. – 381 p.
4. Синергия пространства: региональные инновационные системы, кластеры и перетоки знания / отв. ред. А.Н. Пилясов. – Смоленск: Ойкумена, 2012. – 760 с.
5. *Fischer M.* Innovation, Knowledge Creation and Systems of Innovation // *The Annals of Regional Science*. – 2001. – № 3. – P. 199–216.
6. *Edquist C., Johnson B.* Institutions and organizations in systems of innovation // *Systems of innovation. Technologies, institutions and organizations*. – London: Pinter, 1997. – P. 41–63.
7. *Asheim B., Isaksen A.* Location, Agglomeration and Innovation: Towards Regional Innovation Systems in Norway? // *European Planning Studies*. – 1997. – № 5 (3). – P. 299–330.
8. *Cooke P., Morgan K.* The associational economy: firms, regions, and innovation. – Oxford: Oxford University Press, 1998. – 451 p.
9. *Edquist C.* Systems of Innovation. Perspectives and Challenges // *The Oxford Handbook of Innovation / Fagerberg J. et al. (eds.)*. – Oxford: Oxford University Press, 2005. – P. 181–208.
10. Экономика Ставропольского края: учеб. пособие. – Ставрополь: Ставропольское кн. изд-во, 2007. – 480 с.
11. *Schienstock G., Härmäläinen T.* Transformation of the Finnish innovation system: A network Approach. – Helsinki: Sitra Publ., 2001. – 618 p.
12. *Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G.* Regional innovation systems: Institutional and organizational dimensions // *Research Policy*. – 1997. – Vol. 26, Iss. 4-5. – P. 475–491.
13. *Bjorn T.A., Helen Lawton Smith, Oughton C.* Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy Regional Studies. – 2011. – Vol. 45, Iss. 7. Special Iss. – P. 875–891.
14. *Regional Innovation Systems: A Critical Synthesis // United Nation University, Institute for New Technologies. UNU-INTECH*. – 2004. – № 17. – P. 39.
15. *Ефремова Т.Ф.* Новый словарь русского языка. В двух томах. Том 1. А – О. Том 2. П – Я. Толково-словообразовательный словарь, 2000.
16. *Etzkowitz H., Leydesdorff L.* The dynamic of innovation from National System and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations // *Research Policy*. – 2000. – № 29 (2). – P. 109–123.
17. *Ицкович Г.* Тройная спираль университеты – предприятия – государство. Инновации в действии: пер. с англ. / под ред. А.Ф. Уварова. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиотехники, 2010. – 238 с.
18. *Cooke P., Boekholt P., Tödtling F.* The governance of innovation in Europe: Regional perspectives on global competitiveness. – London: Pinter, 2000. – 489 p.
19. *Cooke P., Davies S.* An economic profile of North Rhine-Westphalia. Report to the Welsh Development Agency, Center for Advanced Studies in the Social Sciences. – UK, Cardiff: Cardiff University, 1993. – 423 p.
20. *Cooke P., Morgan K.* The associational economy: Firms, regions and innovation. – UK, Oxford: Oxford University Press, 1998. – 819 p.
21. *Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G.* Regional systems of innovation: an evolutionary perspective // *Environment & Planning*. – 1998. – Vol. 30. – P. 1563–1584.
22. *Freeman C.* Technology Policy and Economic Performance. Lessons from Japan / Science Policy Research Unit. University of Sussex. – London – N.Y., 1987.

23. Porter M. The Competitive Advantage of Nations. – New York: Free Press, 1990.
24. Nelson R. National Innovation System? – A Comparative Analysis. – Oxford: Oxford University Press, 1993.
25. Толковый словарь русского языка: В 4 т. / под ред. Д. Н. Ушакова. Репринтное издание. – М., 2000.
26. Дынкин А.А. Место России в мировом технологическом пространстве. Национальная инновационная система // Материалы конф. Четвертого междунар. форума «Высокие технологии XIX века». – М.: ВК ЗАО «Экспоцентр», 2003. – С. 12–15.
27. Гохберг Л.М. Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. – 2003. – № 3. – С. 26–38.
28. Файзуллоев М.К. Перспективы инновационно-технологического развития Республики Таджикистан // Вестник Московского университета. Серия 6: Экономика. – 2012. – № 01. – С. 57–65.
29. Маскайкин Е.П. Понятие, содержание и модель региональной инновационной системы // Креативная экономика. – 2009. – № 8 (32). – С. 66–74 [Электронный ресурс]. – URL: <http://bgscience.ru/lib/4019/>.
30. Бережная И.В., Смирнова Е.А. Структурная модель региональной инновационной системы // Экономика и управление. – 2011. – № 2. – С. 54–59.
31. Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G. Regional innovation systems: Institutional and organizational dimensions // Research Policy. – 1997. – Vol. 26, Iss. 4-5. – P. 475–491, 478.
32. Cooke P., Uranga M.G., Etxebarria G. Regional systems of innovation: an evolutionary perspective // Environment and Planning. – 1998. – № 30. – P. 63–84.
33. Lundvall B.-A. National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning. – London: Pinter, 1992. – 278 p.
34. Баландина М. С. Корзина экономического роста: экспортоориентированные отрасли // Журнал новой экономической ассоциации. – 2010. – № 6. – С. 61–85.
35. Федулова Л.И., Пащука М.Т. Развитие национальной инновационной системы Украины // Экономика Украины. – 2005. – № 4. – С. 35–47.
36. Мараховский А.А. Некоторые особенности взаимосвязей инновационных систем в Украине // Бизнес ИНФОРМ. – 2009. – № 4. – С. 76–80.
37. Буреш О.В., Лапаев С.П. Формирование инновационной системы в регионе // Вестник ОГУ. – 2011. – № 13(132). – С. 94–98.
38. Горюнова Л.А. Управление инновационной системой региона. Инструменты и механизмы управления: моногр. – СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2001. – 216 с.
39. Смирнова Е.А. Теоретические подходы к определению сущности региональной инновационной системы // Экономика Крыма. – 2012. – № 4 (33). – С. 142–146.
40. Рыхтик М.И. Национальная инновационная система США: история формирования, политическая практика, стратегия развития // Информационно-аналитические материалы. – Нижний Новгород: Изд-во НГУ им. Н.И. Лобачевского НИУ, 2011. – 23 с.
41. Бибик С.Н. Региональные инновационные системы: структура и содержание // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 5. – С. 290–292.
42. Мухамедьяров А.М., Диваева Э.А. Региональная инновационная система: развитие, функционирование, оценка, эффективность. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. – 188 с.
43. Туккель И.Л., Культин Н.Б., Сурина А.В. Управление инновационными проектами: учеб. / под ред. И.Л. Туккеля. – СПб.: БХВ-Петербург, 2011. – 416 с.
44. Анисимов Ю.П., Шапошникова С.В., Грязнова Т.М. и др. Инновационная система региона / под ред. Ю.П. Анисимова. – ВИТЦ-Воронеж: Научная книга, 2007. – 576 с.
45. Монастырский Е.А. Ресурсный подход к построению бизнес-процессов и коммерциализации разработок // Инновации. – 2004. – № 7. – С. 85–87.
46. Монастырский Е.А., Грик Я.Н., Заварзин А.А. Совершенствование статистического наблюдения инновационной деятельности организаций // Инновации. – 2004. – № 8. – С. 71–74.
47. Егоров Е.Г., Бекетов Н.В. Научно-инновационная система региона: структура, функции, перспективы развития. – М.: Academia, 2002. – 224 с.
48. Горшков А.В. Инновационная экономика: региональная модель // Вестник Челябинского государственного университета. Серия 8. Экономика. Социология. Социальная работа. – 2004. – № 1(6). – С. 19–24.

49. *Суханова П.А.* Модель региональной инновационной системы: отечественные и зарубежные подходы к изучению региональных инновационных систем // Вестник Пермского университета. – 2015. – Вып. 4(27). – С. 92–102.
50. *Ганеева Г.А.* Региональная инновационная система: структура и результативность функционирования // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2006. – Т. 8, № 5. – С. 93–97.
51. *Шепелев Г.В.* Проблемы развития инновационной инфраструктуры // Инновации. – 2005. – № 2 (79). – С. 6–15.
52. Инновационные приоритеты государства / отв. ред. А.А. Дынкин, Н.И. Иванова. – М, 2005. – 245 с.
53. *Гохберг Л.* Национальная инновационная система России в условиях «новой экономики» // Вопросы экономики. – 2003. – № 3. – С. 26–45;
54. *Багриновский К.А., Бендилов М.А., Хрусталева Е.Ю.* Механизмы технологического развития экономики России. – М., 2003. – 376 с.
55. *Гохберг Л., Кузнецова И.* Инновации как фактор модернизации экономики / под ред. Е.Г. Ясина // Структурные изменения в российской промышленности. – М., 2004. – 237 с.
56. *Гохберг Л., Кузнецова И.А.* Анализ и перспективы статистического исследования инновационной деятельности в экономике России // Вопросы статистики. – 2004. – № 4. – С. 3–15.
57. Хозяйственные системы инновационного типа: теория, методология, практика / под общ. ред. А.Н. Фоломьева. – М.: Экономика, 2011. – 397 с.
58. Инновационный путь развития для новой России / отв. ред. В.П. Горегляд; Центр социально-экономических проблем федерализма Института экономики РАН. – М.: Наука, 2005. – 343 с.
59. Опыт развития системы инновационной деятельности в Новосибирской области. Новосибирская Инновационно-Инвестиционная Корпорация Новинкор (НОВИНКОР) [Электронный ресурс]. – URL: <http://novinkor.novosibirsk.ru/InnovWorld.php?id=5> (дата обращения: 21.06.2017).
60. *Воронов Н.П.* Региональный опыт развития системы инвестиционно-инновационной деятельности // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2012. – Т. 8, № 1. – С. 152–159.
61. *Шавлюк М.В.* Роль регионов в инновационном развитии России // Электронный научно-практический журнал «Современные научные исследования и инновации» [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/12/74885> (дата обращения: 24.06.2017).
62. Инновации в Татарстане: прошлое, будущее, настоящее [Электронный ресурс]. – URL: <https://kazanfirst.ru/article/261599> (дата обращения: 24.06.2017).
63. *Cumbers A., Mackinnon D. and Chapman K.* Innovation, Collaboration, and Learning in Regional Clusters: a Study of SMEs in the Aberdeen Oil Complex // Environment and Planning A. – 2003. – № 35. – P. 1689–1706.
64. *Landry R., Amara N. and Lamari M.* Does Social Capital Determine Innovation? To what Extent? // Technological Forecasting and Social Change. – 2003. – № 69 (7). – P. 681–701.
65. *Storper M.* The Regional World. – New York: The Guilford Press, 1997.
66. *Баев И.А., Подшивалова М.В.* Задачи институционального обеспечения повышения инновационной активности малого бизнеса в регионе // Экономика региона. – 2013. – № 1. – С. 189–197.
67. *Carlsson B.* Innovation Systems: A Survey of the Literature from a Schumpeterian Perspective. – Cheltenham: Edward Elgar, 2003.
68. *Edquist Ch., McKelvey M.* Systems of Innovation: Growth Competitiveness and Employment. Cheltenham. – U.K.: Edward Elgar, 2000.
69. OECD Science, Technology and Industry Scoreboard. – 2009.
70. *Ridley M.* Rational Optimist: How Prosperity Evolves. – Harper, 2010.

Информация об авторах
Information about the author

Рудич Славко Бранкович – Северо-Кавказский федеральный университет; 355002, Россия, Ставрополь; кандидат экономических наук, доцент кафедры государственного и муниципального управления; slawko.ruditch@yandex.ru

Rudich Slavko Brankovich – North-Caucasus Federal University; 355002, Russia, Stavropol; Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of State and Municipal Management Chair; slawko.ruditch@yandex.ru

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего 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 № ТУ41-00292 от 06 декабря 2016 года

Главный редактор Н.Г. Ключкова
Научный редактор Г.А. Токарева

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 29.09.2017 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 15,27. Уч.-изд. л. 15,51. Усл. печ. л. 15,58
Тираж 500 экз. Заказ № 18

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет»