

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



Научный
журнал

Основан в 2002 г.

16+

**ВЫПУСК
42**

2017



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

42

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.	доктор 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, заведующий лабораторией системного анализа Института космических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук
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 космических 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.	Doctor 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, Head of System Analysis Laboratory of Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences
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

Белов О.А.	
Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок	6
Мандрикова О.В., Соловьев И.С.	
Интерактивная система анализа геомагнитных данных	11
Пюкке Г. А.	
Метод использования широкополосных электрических сигналов при диагностировании электрических цепей, содержащих реактивные компоненты	19
Шунькин Д.В., Швецов В.А., Пахомова В.В., Белавина О.А.	
К вопросу об использовании результатов научных исследований в лабораториях Министерства природных ресурсов РФ	29
Благонравова М.В.	
Разработка технологии леденцовой карамели с использованием водорослевого отвара	39
Крохалев В.А.	
Моделирование рецептурной формулы пищевой концентратной смеси на основе гречневой крупы, не требующей варки, полученной с применением инфракрасного энергоподвода	46

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Архипова Е.А., Данилин Д.Д.	
Класс Ophiuroidea (тип Echinodermata) шельфа и верхней части склона юго-восточной Камчатки в 2014 году	54
Карпенко В.И., Виноградская А.В.	
Характеристика некоторых морфо-биологических показателей обыкновенного волосозуба (<i>Trichodon trichodon</i>) в Охотском море в 2014 году	62
Лозовой А.П., Карпенко В.И.	
Особенности строения чешуи молоди кижуча в нижнем течении реки Коль (западная Камчатка) в 2011 году	71
Пустовойт С.П.	
Генетическое разнообразие четного и нечетного поколений горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) реки Ола (Охотское море)	77

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Болотова Р.Г., Агунович Ю.А.	
Аналитическое обеспечение решений о привлечении заемных средств (на примере предприятий рыбной отрасли)	84
Ганич Я.В., Клиппенштейн Е.В., Морозова Ю.С.	
Исследование уровня удовлетворенности качеством услуг естественных монополий в Камчатском крае	91
Левская И.В., Алферов А.А.	
Особенности и проблемы устойчивого развития региональной предпринимательской системы Дальнего Востока	96
Токарева Г.А.	
Проблемы и перспективы сотрудничества России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона в рыбной отрасли	107
Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей	114
Правила оформления рукописей статей	116
Авторский указатель статей, опубликованных в журнале «Вестник КамчатГТУ» в 2017 году (№ 39–42)	121

Contents

SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

Belov O.A. Safety estimation for operation of ship energy installations	6
Mandrikova O.V., Solovev I.S. Interactive system for geomagnetic data analysis	11
Pjukke G.A. Application method of broadband electric signals for diagnosing electric circuits with reactive components.....	19
Shunkin D.V., Shvetsov V.A., Pakhomova V.V., Belavina O.A. Using the research results in the laboratories of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation	29
Blagonravova M.V. Technology of lollipop using algal decoction	39
Krokhalev V.A. Modelling the formula of food concentrate with instant buckwheat received using infrared power conduit	46

SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

Arkhipova E.A., Danilin D.D. Taxa from the class Ophiuroidea (type Echinodermata) on the shelf and upper slope of south-eastern Kamchatka in 2014.....	54
Karpenko V.I., Vinogradskaya A.V. Characteristics of some morpho-biological indexes of Pacific sandfish in the Sea of Okhotsk in 2014	62
Lozovoy A.P., Karpenko V.I. Specifics of juvenile coho salmon scale structure in the lower part of the river Kol (west Kamchatka) in 2011	71
Pustovoit S.P. Genetic diversity of even and odd generations of pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> (Walbaum, 1792) from the Ola river (Sea of Okhotsk)	77

SECTION III. ECONOMICAL SCIENCES

Bolotova R.G., Agunovich Y.A. Analytical support for decisions on borrowing by fishery enterprises	84
Ganich Y.V., Klippenshtein E.V., Morozova Y.S. Investigating the level of satisfaction with service quality provided by the natural monopolies in Kamchatsky krai.....	91
Levskaya I.V., Alferov A.A. Features and problems of sustainable development of regional business systems in the Far East	96
Tokareva G.A. Problems and prospects of Russia's cooperation with countries of Asia-Pacific region in the fishery industry.....	107
Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication	114
Manuscripts guidelines	116
Author index of articles published in the journal «Bulletin of Kamchatka State Technical University» in 2017 (№ 39–42)	121

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621.431.74

О.А. Белов

**ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ
СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Безопасная эксплуатация транспортных систем является приоритетной задачей по ряду направлений, в том числе в вопросах обеспечения экологической безопасности. Морские транспортные системы основаны на интенсивной эксплуатации судов различной конструкции и различного назначения. Основным источником энергии на большинстве таких судов являются тепловые двигатели, конечный рабочий цикл которых связан с выбросом в атмосферу загрязняющих веществ. Таким образом, одним из источников потенциальной опасности для окружающей среды, в частности для воздушного бассейна, является судовая энергетическая установка [1]. Рассмотрение проблемы только с точки зрения снижения вредных выбросов не обеспечивает эффективность системы и ее безопасность. В статье обосновывается необходимость комплексной оценки безопасности с учетом широкого спектра возможных альтернатив в управлении загрязнением воздушного бассейна судами на основе имитационной модели исследования.

Ключевые слова: транспортная система, энергетическая установка, безопасность, техническая эксплуатация, алгоритм управления.

O.A. Belov

SAFETY ESTIMATION FOR OPERATION OF SHIP ENERGY INSTALLATIONS

Safe operation of transport systems is a priority task in a number of areas, including the matters of ensuring environmental safety. Marine transport systems are based on intensive operation of vessels of various designs and for various purposes. The main source of energy in most such vessels is thermal engines, the final operating cycle of which is associated with the release of pollutants into the atmosphere. Thus, one of the sources of potential danger to the environment, in particular for the air basin is the ship's power plant. Consideration of the problem only from the point of view of reducing harmful emissions does not ensure the effectiveness of the system and its safety. The article substantiates the need for a comprehensive safety assessment, taking into account a wide range of possible alternatives in the management of pollution of the air basin by ships on the basis of a conceptual research model.

Key words: transport system, power installation, safety, technical operation, control algorithm.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-6-10

Морской транспорт и его инфраструктура – давно сложившаяся и достаточно структурированная система, что в определенной степени облегчает применение методов системного анализа для решения поставленных природоохранных, административно-управленческих и технических задач [2].

Традиционно в эту систему включают следующие элементы:

- коммуникационные объекты (водные пути, районы промысла, гидросооружения, каналы);
- подвижной состав (транспортные и рыбопромысловые суда, буксиры, плавбазы);
- терминалы (порты, рейды, причалы, пристани);
- средства технического обслуживания транспорта (ремонтные предприятия, доки, служебно-вспомогательный и технический флот);
- установленное на судах оборудование, включая судовые энергетические установки.

Естественно, что при управлении системой и обеспечении ее безопасного состояния, в том числе экологической безопасности, необходимо обеспечить нормальное функционирование судовой энергетической установки во всех блоках, то есть функционирование, привычное для человека, не приводящее к каким-либо отрицательным последствиям для экосистем, где человек рассматривается как их элемент [3].

Соответственно, для оптимального функционирования системы «энергетическая установка – транспортный процесс – воздушный бассейн» недостаточно рассмотрения в качестве «управляемого» параметра только методов снижения вредных выбросов и устройств, реализующих их. Необходима комплексная оценка безопасности и учет широкого спектра возможных альтернатив в управлении загрязнением воздушного бассейна судами. Рассмотрение этих факторов позволяет решать проблему «производства» загрязнения, а не только его последующую ликвидацию с помощью различных методов и устройств [4].

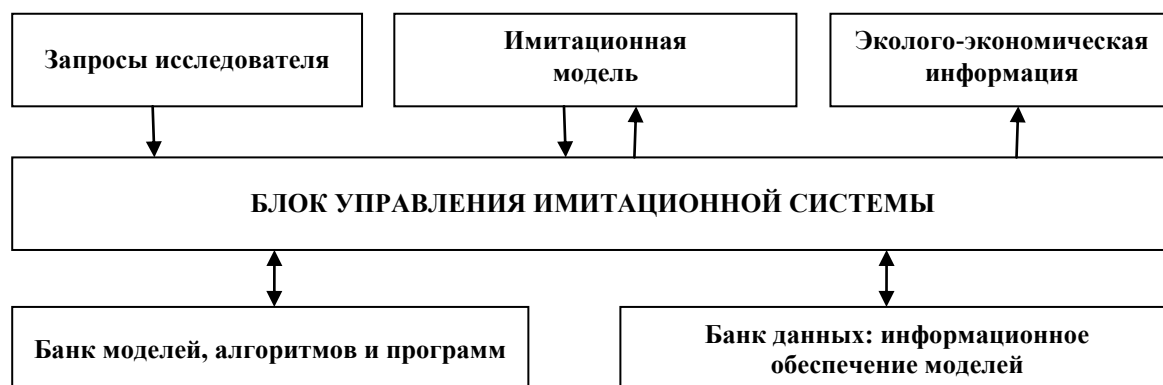
С учетом указанного, в соответствии с теорией технических систем, система комплексного снижения вредных выбросов (СКСВВ) судовой энергетической установки может быть представлена в символической форме как множество параметров (P_s), входов (X_s), выходов (G_s) и состояний (S), образующих структуру (ST) и обеспечивающих поведение (BE) в условиях окружающей среды (E) для достижения заданной цели (Z) в определенный период времени (T), то есть

$$S_{\text{СКСВВ}} = (\{P_s\}, \{X_s\}, \{G_s\}, \{S\}, ST, BE, E, Z, T_D). \quad (1)$$

Другими словами, систему комплексного снижения вредных выбросов с отработавшими газами энергетических установок можно представить как совокупность взаимосвязанных организационно-технических мероприятий и средств, необходимых и достаточных при выделенных ресурсах для максимального снижения ущерба, наносимого окружающей среде. Максимальное снижение вредных выбросов предполагается получить в результате наиболее эффективного управления эксплуатацией судов, совершенствованием технической эксплуатации судовых энергетических установок, совершенствованием конструктивных элементов устройств и систем.

Для комплексного использования всей доступной информации об объектах на всех уровнях функционирования транспортно-экологической системы по способу описания ее параметров она предлагается в виде имитационной модели (см. рисунок). К достоинствам такой методики построения модели безопасного управления относится именно иерархический или модульный принцип ее построения, позволяющий решать задачи на целом ряде уровней иерархии:

- имитировать процесс выделения загрязняющих веществ судами в рассматриваемом и сопряженных бассейнах;
- имитировать потоки судов, входящих в каждый из портов бассейна;
- оптимизировать эксплуатацию судов, находящихся как в акватории рассматриваемого порта, так и вне его;
- имитировать различные варианты комплектации судовых энергетических установок оборудованием (в том числе природоохранным);
- имитировать способы снижения вредных выбросов в источниках.



Структурная схема имитационной модели транспортно-экологической системы

Данная система является составной частью общей транспортно-экологической системы, получая и перерабатывая в критериальную форму опытную информацию $X(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n)$, позволяет получить законы управления в формализованном виде

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} \quad (2)$$

и оценить константы управления.

Для получения формализованных законов управления необходимо на основе современного математического аппарата и данных модельных исследований построить правдоподобную модель системы с прямыми

$$Z = (z_1, z_2, \dots, z_n) \quad (3)$$

и обратными связями

$$Z' = (z_1', z_2', \dots, z_n'). \quad (4)$$

Для реализации непосредственно управления любая система должна иметь подсистему сбора информации о состоянии среды X^* и объекта X , управляющее устройство, на которое возлагается функция реализации алгоритма управления [5].

Пусть ϕ – алгоритм управления, z^* – вектор цели, x^* – вектор состояния среды и x – вектор состояния объекта.

Этот алгоритм опирается на модель F объекта, связывающий входы X , U , и выход Y модели

$$Y_m = F\{x, U(t)\}, \quad (5)$$

где F – оператор модели.

С помощью этого оператора можно синтезировать алгоритм управления ϕ , заключающийся в минимизации рассогласования выхода модели и состояния X , требуемого для реализации заданной цели Z^* :

$$\phi_\mu(Y_m, F(x, u)) \rightarrow \min \text{ при } U \rightarrow R, \quad (6)$$

где $\mu(Y_m, F(x, u))$ – функция близости двух аргументов, а R – ресурс, выделяемый на управление $U(t)$.

В случае экстремальной цели $Z^* \Phi(Y) \rightarrow \min$, где $\Phi(Y)$ – заданный функционал, определенный на выходах объекта. В этом случае алгоритм управления (6) также сводится к минимизационной задаче вида

$$\Phi(F(x, U)) \rightarrow \min \text{ при } U \rightarrow R. \quad (7)$$

Синтез модели определяет этап познания объекта, без чего немыслимо эффективное управление им. Поэтому процесс исследования, его методы и средства целиком определяются его целью – эффективностью последующего управления.

Рассмотрим основные этапы управления применительно к совокупности судовых энергетических установок, участвующих в транспортном процессе:

1. Формулировка множества целей управления Z^* , которые должна реализовать создаваемая система управления. Цели управления Z^* формулируются исследователем, исходя из поставленных перед ним задач.

2. Описание объектов исследования как автономных систем и их взаимодействия с окружающей средой.

3. Структурный синтез объекта. На этом этапе определяется структура модели F объекта управления: внешнего и внутреннего синтеза. Внешний синтез связан с определением состава входов $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)$, $U = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ и выхода $Y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ модели.

При этом решается задача оптимального компромисса между точностью и сложностью модели. Внутренний синтез сводится к определению структуры оператора F модели

$$Y_m = F(x, u, c) \quad (8)$$

с точностью до параметров $C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$, эта структура должна быть адекватной объекту. Последнее достигается минимизацией сложности структуры модели [6, 7].

4. Идентификация объекта. В ходе этой процедуры определяются параметры по результатам наблюдения над работой объектов в режиме нормальной эксплуатации $J = \langle x_i, u_i, y_i \rangle (i = 1, 2, \dots, N)$.

Задача идентификации сводится к решению следующей задачи минимизации функции невязки выходов модели и объекта

$$\Phi(c) = \sum_{i=1}^N V_i \mu[F(x_i, u_i, c)Y_i] \rightarrow \min, \quad (9)$$

где V_i – информативность, i – наблюдения, $\mu[F(x_i, u_i, c)Y_i]$ – функция близости.

Для оценки параметра C необходимо, чтобы входы X и U изменялись разнообразно, что достигается этапом планирования эксперимента.

5. Планирование эксперимента и проведение специально спланированных экспериментов производится с целью выявления свойств объекта в области допустимых X и U при реализации экстремального значения критерия оптимальности.

Таким критерием является функционал, заданный на дисперсионной матрице искомых коэффициентов C . Таким образом, решается задача

$$\Pi'(F', \tilde{U}) \rightarrow \min, \quad (10)$$

где Π' – критерий планирования, F' – план эксперимента, $\tilde{U}$ – область планирования.

6. Синтез управления. Этот этап связан с решением задачи описания объектов (2) или их структурного анализа (3). Это вычислительный этап, в процессе которого решается оптимизационная многокритериальная задача.

7. На этапе реализации управления решается задача дополнительной информации о среде, цели и объекте, которая получена к моменту реализации управления U .

8. Этап коррекции (адаптации) отличает управление сложным объектом. Коррекция вызывается несовпадением реакции объекта на U и его модели. Эта коррекция может затронуть параметры модели и его структуру. После подбора максимально правдоподобной системы управления рабочими процессами представляется возможным получить результирующие обобщенные зависимости.

Таким образом, обеспечение комплексного подхода на базе имитационной модели исследования способствует повышению эффективности управления эксплуатацией судов, совершенствованию технической эксплуатации судовых энергетических установок, а также совершенствованию конструктивных элементов судовых устройств и систем [8, 9]. Качественному построению модели безопасного управления способствует хорошая структурированность системы, позволяющая реализовать принципы иерархического (модульного) построения. Предлагаемая методика учета широкого спектра возможных альтернатив в управлении транспортной системой не только позволяет оценить ее безопасность, но и определяет параметры оптимального функционирования системы в целом.

Литература

1. Белов О.А., Парфенкин А.И. Обзор основных факторов снижения безопасности сложных технических систем // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2015. – Вып. 35. – С. 11–14.
2. Белов О.А., Марченко А.А., Труднев С.Ю. Анализ расчетно-аналитических методов прикладных задач технической безопасности // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 4. – С. 7–15.
3. Белов О.А., Толстова Л.А. Моделирование процесса обучения курсантов для формирования навыков технической эксплуатации // Вестник государственного морского университета им. адмирала Ф.Ф. Ушакова. – 2016. – № 3 (16). – С. 78–81.

4. Белов О.А. Методология анализа и контроля безопасности судна как сложной организационно-технической системы // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2015. – Вып. 34. – С. 12–18.
5. Михайловский В.М. Формирование научной картины мира и информатизация. – СПб.: Наука, 2007.
6. Белов О.А. Методология оценки технического состояния электрооборудования при развитии параметрических отказов // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2015. – № 3. – С. 96–102.
7. Белов О.А. Процесс формирования постепенного отказа в технических системах // Наука, образование, инновации: пути развития: материалы Шестой всероссийской научно-практической конференции. – 2015. – С. 44–49.
8. Белов О.А. Интегрированные системы технической диагностики электроустановок // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2013. – Вып. 25. – С. 5–8.
9. Биргер И.А. Техническая диагностика. – М.: Машиностроение, 1978. – 240 с.

Информация об авторе
Information about the author

Белов Олег Александрович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; заведующий кафедрой электрооборудования и радиооборудования судов; boa-1@mail.ru

Belov Oleg Aleksandrovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Technical Sciences; Head of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair; boa-1@mail.ru

УДК 519.6:550.380

О.В. Мандрикова, И.С. Соловьев**ИНТЕРАКТИВНАЯ СИСТЕМА АНАЛИЗА ГЕОМАГНИТНЫХ ДАННЫХ**

В работе представлены методы анализа вариаций геомагнитного поля, реализованные в программной системе комплексного анализа геофизических параметров «Aurora». Программная система позволяет выполнять детальный анализ магнитных данных. Методы позволяют оценивать интенсивность геомагнитных возмущений и выделить периоды повышенной геомагнитной активности. Программная система реализована в открытом доступе (<http://aurorasa.ikir.ru:8580>, <http://www.ikir.ru:8280/lserver/MagneticPage.jsp>).

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

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, магнитные бури, геомагнитные данные.

O.V. Mandrikova, I.S. Solovev**INTERACTIVE SYSTEM FOR GEOMAGNETIC DATA ANALYSIS**

The paper suggests the methods for analyzing geomagnetic field variations, which are implemented in "Aurora" software system for complex analysis of geophysical parameters. The software system allows one to perform a detailed magnetic data analysis. The methods allow one to estimate the intensity of geomagnetic perturbations and to allocate increased geomagnetic activity periods. The software system is publicly available (<http://aurorasa.ikir.ru:8580>, <http://www.ikir.ru:8280/lserver/MagneticPage.jsp>).

This research was supported by the Russian Science Foundation (Project No. 14-11-00194)

Key words: wavelet-transform, magnetic storms, geomagnetic data.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-11-18

Введение

В работе описаны программные средства анализа геомагнитных данных, основанные на применении современных математических методов и информационных технологий. Реализованные программно методы направлены на изучение сложных динамических процессов в магнитосфере. Состояние магнитосферы определяется параметрами межпланетной среды, которая оказывает негативное влияние на работу спутников, радиосвязь и другие важные аспекты жизнедеятельности человека. Поэтому данная область исследований вызывает сегодня большой научно-практический интерес [1, 2].

Важную информацию о процессах в магнитосфере, протекающих в период повышенной солнечной активности, содержат вариации магнитного поля Земли. В настоящее время активно развиваются методики [3–6] и прикладные программные средства по обработке и анализу геофизических данных (напр. <http://www.cosmos.ru/magbase>; <http://matlab.izmiran.ru/magdata/>, <https://www.ngdc.noaa.gov/>; <http://smdc.sinp.msu.ru/>), которые обеспечивают пользователям удобные инструменты для проведения экспериментальных и теоретических исследований. За последние 20 лет сеть наземных магнитных обсерваторий значительно увеличилась, и накоплен большой объем информации. Но, вместе с тем, остаются нерешенные задачи, такие как оцифровка ранее накопленных магнитограмм [7, 8], разработка автоматических систем сбора и первичной обработки данных [9–11]. Вследствие непрерывного накопления данных и перехода на их секундную регистрацию актуальность данных задач растет.

Возникающие техногенные помехи в сигнале не позволяют в автоматическом режиме выполнять мониторинг и оценку состояния магнитного поля Земли. Авторами работ [2, 9–11] на основе приложений DataMining разработаны методы автоматизации работы экспертов (создание так называемых электронных экспертов) для решения задач первичной обработки данных, выделения аномалий техногенного и физического характера и формирования мировых баз данных. Также высокую эффективность при выделении техногенных помех показал алгоритм, основанный на применении непрерывного вейвлет-преобразования [12] и пороговых функций, впервые предложенный в работе [3].

Для эффективного использования геомагнитных данных и получения качественно новых результатов требуется создание адекватных автоматизированных систем обработки и анализа данных. Сложности решения данных задач связаны с нестационарной структурой вариаций поля, наличием локальных особенностей различной формы и длительности, несущих важную информацию о состоянии магнитного поля Земли. С учетом сложной структуры вариаций поля в настоящее время используются современные математические методы и технологии. Так, например, для решения задач автоматического определения периодов начальной фазы магнитной бури [13], удаления шума и исключения периодической компоненты вариаций геомагнитного поля, вызванной вращением Земли [14, 15], использовалось вейвлет-преобразование. На основе данного аппарата также решена задача автоматического расчета индекса геомагнитной активности [16], что позволило уменьшить погрешность его расчета по сравнению с традиционными методами [17–19] на 20%. При решении задач моделирования вариаций поля [20] и предсказания времени пути межпланетной ударной волны [21] используются нейронные сети. Разработанный подход позволил повысить качество методики прогноза магнитных бурь (на 9% случаев) по сравнению с методом, основанным на логистической регрессионной модели [21]. В работах [3, 22] на основе совмещения нейронных сетей и вейвлет-преобразования предложен метод автоматической оценки состояния геомагнитного поля, реализованный программно.

Алгоритмы, представленные в данной работе, построены на основе предложенной модели вариации геомагнитного поля [23, 24], включающей методы идентификации характерной составляющей поля и разномасштабных возмущений в периоды повышенной геомагнитной активности. Полученные численные решения позволяют выделить периоды слабой и сильной геомагнитной активности и оценить интенсивность геомагнитных возмущений. На основе обработки секундных данных может быть выполнен анализ геомагнитных возмущений в диапазонах пульсаций Pc1 – Pc5 и Pi1 – Pi3 и построен вейвлет-портрет магнитной бури, который показывает распределение интенсивности геомагнитных возмущений.

Численные решения легли в основу разработанной программной компоненты системы «Aurora», которая находится в открытом доступе по адресам: <http://aurorasa.ikir.ru:8580> (зеркало сайта – <http://aurorasa2.ikir.ru:8580>) и <http://www.ikir.ru:8280/lsaserver/MagneticPage.jsp>. Создание программной системы выполнено при поддержке гранта РНФ № 14-11-00194.

Методы анализа геомагнитных данных, реализованные в программной системе

Оценка интенсивности геомагнитных возмущений основана на следующих операциях:

1. Выполняется вейвлет-преобразование минутных данных:

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

где a – масштаб, Ψ – базисный вейвлет.

При разложении (1) используется ортонормированный вейвлет-базис Добеши 3-го порядка, который был определен путем минимизации погрешности аппроксимации данных [23]. Поскольку вейвлет Ψ является оконной функцией и имеет нулевое среднее значение, при стремлении масштаба a к нулю вейвлет-коэффициенты $W_{\Psi} f_{b,a}$ характеризуют локальные свойства функции f в окрестности момента времени $t=b$.

2. Интенсивность возмущений поля в момент времени $t=b$ оценивается по формуле [24]:

$$E_b = \sum_a e_{b,a}, \quad (2)$$

где $e_{b,a} = |W_{\Psi} f_{b,a}|$.

На рис. 1 представлен результат расчета интенсивности геомагнитных возмущений на основе операции (2) в период с 19 по 21 декабря 2015 г.

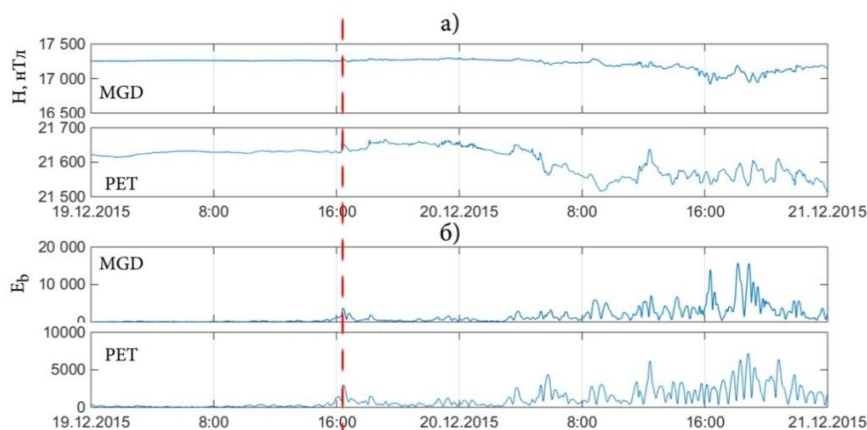


Рис. 1. Результат применения операций (2) для данных станций «Магадан» и «Паратунка» за период с 19 по 21 декабря 2015 г.:

а – H-компоненты напряженности магнитного поля Земли; б – расчет интенсивности геомагнитных возмущений на основе операции (2). Пунктирной линией отмечен момент начала магнитной бури

Выделение периодов слабой и сильной геомагнитной активности выполняется на основе применения пороговых функций:

$$P_{T_{a,1}}(e_{b,a}) = \begin{cases} 0, & \text{если } e_{b,a} < T_{a,1} \\ e_{b,a}, & \text{если } e_{b,a} \geq T_{a,1} \end{cases}, \quad P_{T_{a,2}}(e_{b,a}) = \begin{cases} 0, & \text{если } e_{b,a} < T_{a,2} \\ e_{b,a}, & \text{если } e_{b,a} \geq T_{a,2} \end{cases}. \quad (3)$$

Пороговые значения $T_{a,1}$ позволяют выделить слабые и сильные возмущения, а пороговые значения $T_{a,2}$ – сильные возмущения. Идентификация порогов $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$ выполнялась путем оценки апостериорного риска [25], в оценках использовались данные обсерватории «Паратунка» (Камчатский край) за период 2002–2010 г. Результаты расчета значений $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$ для различных масштабных уровней a показаны на рис. 2.

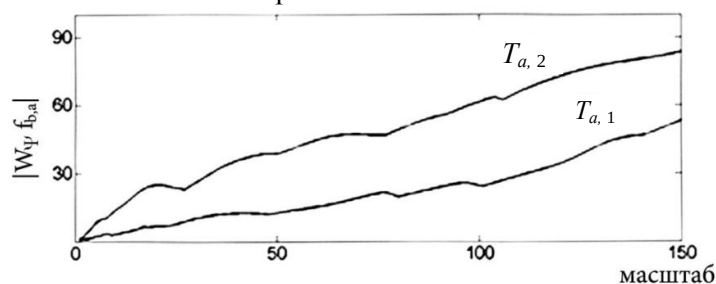


Рис. 2. Результаты расчета пороговых значений $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$.

На оси ou отмечены значения $T_{a,1}$ и $T_{a,2}$

На рис. 3 представлен результат применения пороговых функций (3) для выделения периодов слабой и сильной геомагнитной активности в период с 19 по 21 декабря 2015 г.

Программная система поддерживает общепринятый формат данных IAGA-2002 и использует для обработки минутные данные. На рис. 4 представлены результаты анализа минутных данных станций «Паратунка» и «Магадан» в период магнитной бури с 12 по 15 августа 2015 г. По данным космической погоды (<http://ipg.geospace.ru/>), 15 августа 2015 г. было зарегистрировано резкое увеличение скорости солнечного ветра, вызванное корональным выбросом солнечного вещества (СМЕ от 12 августа) и высокоскоростными потоками солнечного ветра от корональной дыры (достигла центрального меридиана 11 августа). На станциях «Паратунка» и «Хабаровск» было зарегистрировано резкое повышение горизонтальной составляющей поля в 08:30 UT (рис. 4, а). Анализ интенсивности геомагнитных возмущений (рис. 4, б) показывает, что примерно за 12 часов до начала магнитной бури наблюдались кратковременные возрастания. В период основной фазы бури (период существенного понижения Dst -индекса) были зарегистрированы максимальные значения интенсивности геомагнитных возмущений (рис. 4, в). Данный пример

показывает эффективность предлагаемого программного средства для решения задач анализа геомагнитных данных, позволяющего, в отличие от аналогов, получить точные количественные оценки степени возмущенности геомагнитного поля.

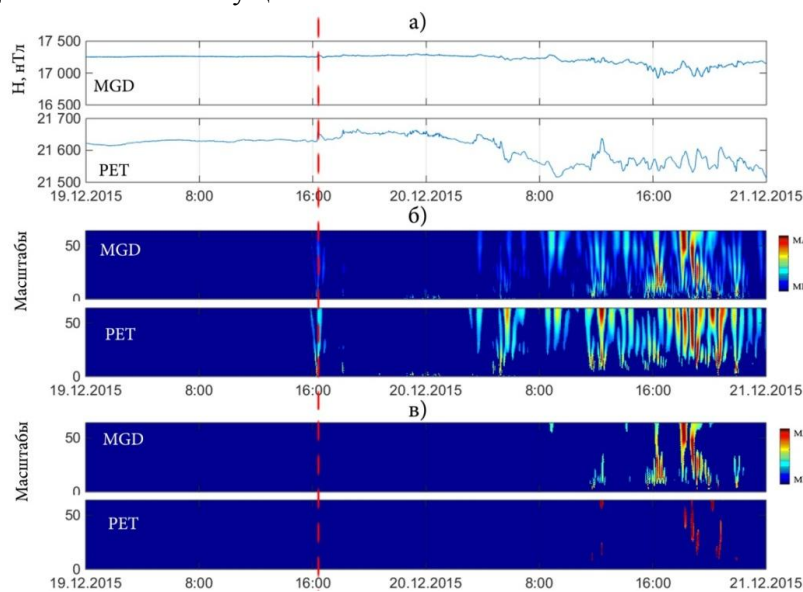


Рис. 3. Результат выделения периодов слабой и сильной геомагнитной активности по данным станций «Магадан» и «Паратунка» за период с 19 по 21 декабря 2015 г.:

а – H -компоненты напряженности магнитного поля Земли; б – выделенные периоды слабой и сильной геомагнитной активности (применялся порог $T_{a,1}$); в – выделенные периоды сильной геомагнитной активности (применялся порог $T_{a,2}$). Пунктирной линией отмечен момент начала магнитной бури

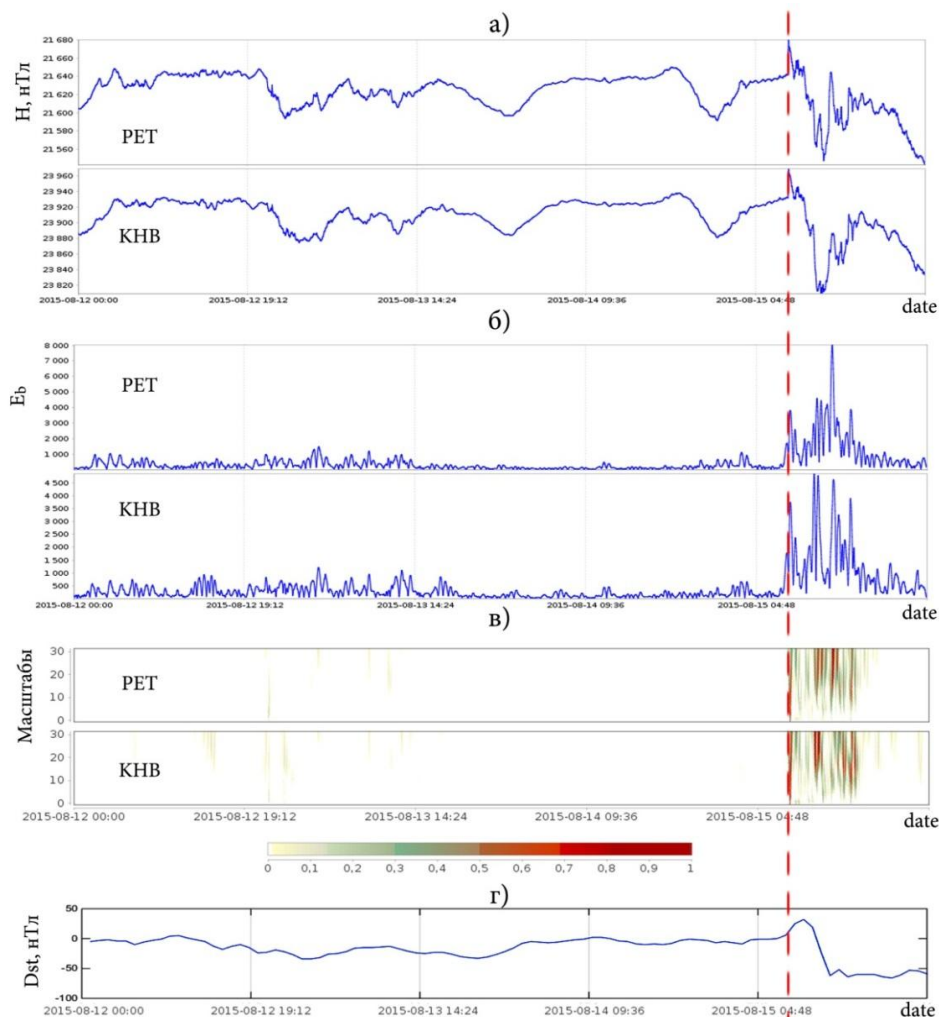


Рис. 4. Программная обработка минутных геомагнитных данных в период с 12 по 15 августа 2015 г.: а – горизонтальные составляющие геомагнитного поля; б – интенсивность геомагнитных возмущений, рассчитанная на основе операции (2); в – периоды слабой и сильной геомагнитной активности, полученные на основе применения пороговой функции (3), порог $T_{a,1}$; г – Dst -индекс. Пунктирной линией отмечен момент начала магнитной бури

Оценка интенсивности геомагнитных возмущений в диапазоне геомагнитных пульсаций

Согласно (2) интенсивность положительных (повышение вариации поля относительно характерного уровня) и отрицательных (понижение вариации геомагнитного поля относительно характерного уровня) геомагнитных возмущений на масштабе a в момент времени $t = b$:

$$e_{b,a}^{\pm} = (W_{\Psi} f)(b, a). \quad (4)$$

Тогда интенсивность возмущений поля в момент времени $t = b$ может быть оценена:

$$E_b^{\pm} = \sum_{a=a_1}^{a_2} e_{b,a}^{\pm}. \quad (5)$$

На рис. 5 представлен результат оценки интенсивности геомагнитных возмущений в диапазоне пульсаций Pi2 (периоды 45–150 секунд) на основе операции (5) в период с 7:00 по 10:00 UT 15 августа 2015 г.

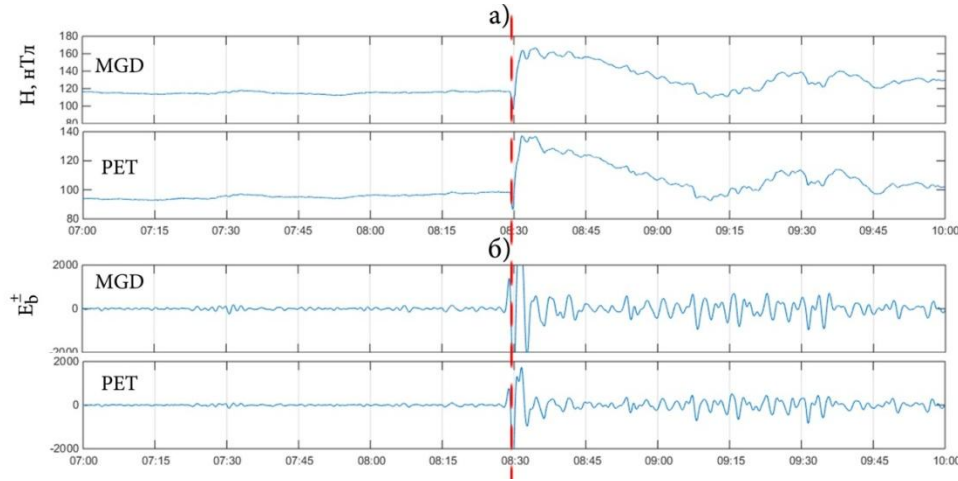


Рис. 5. Результат оценки интенсивности геомагнитных возмущений в диапазоне пульсаций Pi2 на станциях «Магадан» и «Паратунка» в период с 7:00 по 10:00 UT 15 августа 2015 г.: а – H -компоненты напряженности магнитного поля Земли; б – расчет интенсивности геомагнитных возмущений на основе операции (5). Пунктирной линией отмечен момент начала магнитной бури

Геомагнитные возмущения в диапазоне пульсаций выделяются на основе разложения вариаций горизонтальной составляющей геомагнитного поля в вейвлет-пакеты:

$$f_{(0,0)}(t) = \sum_n c_{j,k,n} \phi_{j,k,n}(t) + \sum_{(j,k) \in P_i} \sum_n d_{j,k,n} \Psi_{j,k,n}(t) + \sum_{(j,k) \notin P_i} \sum_n d_{j,k,n} \Psi_{j,k,n}(t), \quad (6)$$

где $\phi_{j,k} = \{\phi_{j,k,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – базис в узле (j, k) дерева вейвлет-пакета, порожденный скэйлинг-функцией; $\Psi_{j,k} = \{\Psi_{j,k,n}\}_{n \in \mathbb{Z}}$ – вейвлет-базис в узле (j, k) дерева вейвлет-пакета; коэффициенты $c_{j,k,n} = \langle f, \phi_{j,k,n} \rangle$; $d_{j,k,n} = \langle f, \Psi_{j,k,n} \rangle$; P_i – множество пар индексов, (j, k) – узел дерева вейвлет-пакета, где j – масштаб, k – номер компоненты, нижний индекс $(0, 0)$ обозначает принадлежность исходных дискретных данных узлу дерева.

Аппроксимирующая компонента $\sum_n c_{j,k,n} \phi_{j,k,n}(t)$ описывает тренд вариации геомагнитного поля, детализирующие компоненты $\sum_{(j,k) \in P_i} \sum_n d_{j,k,n} \Psi_{j,k,n}(t)$ описывают возмущения в диапазоне,

определяемом набором индексов P_i . Компонента $\sum_{(j,k) \in P_i} \sum_n d_{j,k,n} \Psi_{j,k,n}(t)$ принята за шум. На рис. 6 представлена схема разложения в вейвлет-пакеты до 2-го уровня.

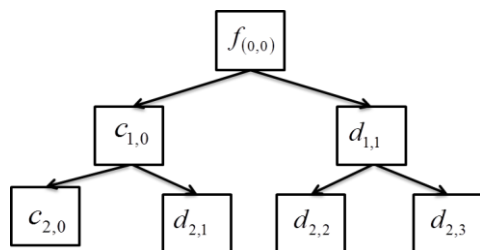


Рис. 6. Схема разложения вариации поля в вейвлет-пакеты

Для выделения пульсаций $Pc1, Pc2, Pc3, Pc4, Pc5$ используются следующие множества пар индексов: $P_1^{Pc1} = \{(1,1); (3,3)\}$, $P_2^{Pc2} = \{(3,2)\}$, $P_3^{Pc3} = \{(3,1); (4,1); (6,3)\}$, $P_4^{Pc4} = \{(6,2)\}$, $P_5^{Pc5} = \{(7,1); (8,1); (10,3)\}$ и для выделения $Pi1, Pi2, Pi3$ соответственно $P_6^{Pi1} = \{(1,1); (2,1); (2,2); (3,1); (4,1); (5,1)\}$, $P_7^{Pi2} = \{(6,1); (7,1)\}$, $P_8^{Pi3} = \{(8,1); (9,1)\}$.

Построение вейвлет-портрета магнитной бури:

1. По данным сети станций на основе операции (4) рассчитывается интенсивность геомагнитных возмущений.
2. На основе операции (1) строится вейвлет-спектр значений интенсивности геомагнитных возмущений.

Для построения вейвлет-портрета используются секундные геомагнитные данные сети наземных станций. Полученные вейвлет-спектры интенсивности геомагнитных возмущений отображают динамику распределения возмущений в анализируемых районах.

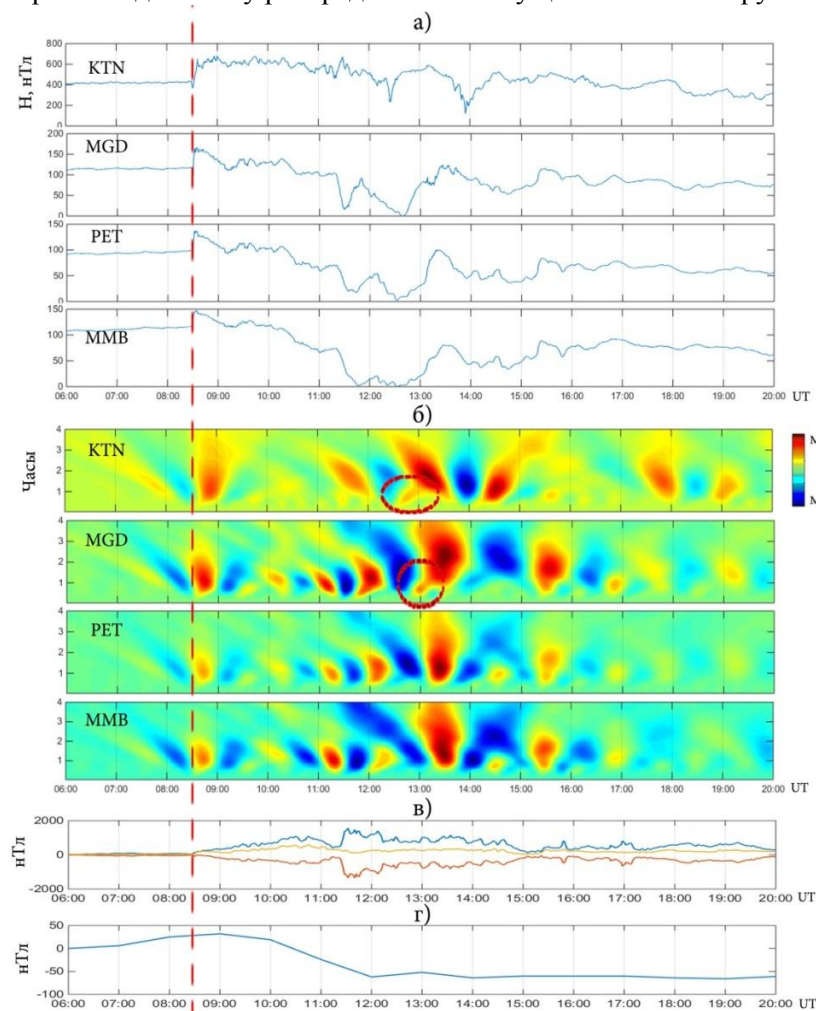


Рис. 7. Обработка секундных данных магнитного поля Земли системой «Auroga» в период магнитной бури 15 августа 2015 г.:

- а – горизонтальные составляющие магнитного поля Земли;
б – вейвлет-спектр интенсивности геомагнитных возмущений;
в – индексы AE (синяя линия), AU (желтая линия), AL (красная линия);
г – Dst-индекс. Пунктирной линией отмечен момент начала магнитной бури

На рис. 7 представлен результат построения вейвлет-портрета в период магнитной бури 15 августа 2015 г. Построенный вейвлет-портрет отображает пространственно-временную картину динамики возмущений накануне и в период магнитной бури вдоль анализируемого меридиана наблюдений. В начальную фазу бури с 8:00 по 9:30 наблюдались возмущения в широком диапазоне частот на всех станциях. В период главной фазы бури с 10:00 UT возмущения на станциях MGD, PET, MMB имели общий характер, что характеризует крупномасштабные процессы в магнитосфере. На высокоширотной станции KTN максимальные возмущения наблюдались в период с 11:20 по 15:00 и совпадали с максимальными значениями индексов AE, AU, AL. Также в период с 12:30 по 13:10 на северных станциях KTN и MGD выделяются активные области (выделено овалом на рис. 7), которые, очевидно, связаны с авроральными процессами.

Заключение

В работе представлена программная система по обработке и анализу геомагнитных данных, позволяющая в периоды повышенной геомагнитной активности выполнять детальный анализ динамики возмущений геомагнитного поля в анализируемых районах. Реализованные программные модули находятся в открытом доступе в сети Интернет (<http://aurorasa.ikir.ru:8580>, <http://www.ikir.ru:8280/lserver/MagneticPage.jsp>). Замечания и предложения по вопросам использования программного средства могут быть направлены по адресу aurora@ikir.ru.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РНФ № 14-11-00194. Авторы выражают благодарность организациям, выполняющим регистрацию геомагнитных данных, которые были использованы в работе, и Институту прикладной физики за непрерывное выполнение и публикацию в сети Интернет обзора космической погоды.

Литература

1. Ермолаев Ю.И., Ермолаев М.Ю. Солнечные и межпланетные источники геомагнитных бурь: аспекты космической погоды // Геофизические процессы и биосфера. – 2009. – Т. 8, № 1. – С. 5–35.
2. Красноперов Р.И., Соловьев А.А. Аналитическая геоинформационная система для комплексных геолого-геофизических исследований на территории России // Горный журнал. – 2015. – № 10. – С. 89–93. DOI: 10.17580/gzh.2015.10.16.
3. Mandrikova O.V., Zhizhikina E.A. Automatic method for estimation of geomagnetic field state // Computer Optics. Number Special. – 2016. – Vol. 39, № 3. – P. 420–428.
4. Ionospheric parameter modelling and anomaly discovery by combining the wavelet transform with autoregressive models Annals of geophysics / O.V. Mandrikova, N.V. Fetisova (Glushkova), A.-K.R. Taha, D.M. Klionskiy, V.V. Geppener, M.Y. Ilyash. – 2015. – Vol. 58, № 5. DOI:10.4401/ag-6729.
5. Mandrikova O.V., Glushkova N.V., Polozov Yu.A. Simulation and analysis of time variations in ionospheric parameters on the basis of wavelet transform and multicomponent models // Pattern Recognition and Image Analysis. – 2015. – Vol. 25, № 3. – P. 470–480.
6. Mandrikova O.V., Zalyaev T.L. Modeling And Analysis Of Cosmic Ray Variations During Periods of Heliospheric Disturbances // 11th International Conference “Problems Of Geocosmos” (October 3–7 2016). – St. Petersburg, Petrodvorets, 2016. – P. 77–78.
7. Khomutov S.Y. The creation of the database of images of old analogue magnetograms of Geophysical Observatory Paratunka Kamchatka, Russia, 1967–2006 // VarSITINewletter. – 2014. – Vol. 3. – P. 7–8.
8. Хомутов С.Ю., Хомутова И.Н. Возможности использования старых аналоговых магнитограмм обсерваторий для получения новых данных о вариациях магнитного поля Земли // Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки. – 2016. – Vol. 15, № 4. – С. 112–117. DOI: 10.18454/2079-6641-2016-15-4- 112-117
9. Сидоров Р.В., Соловьев А.А., Богоутдинов Ш.Р. Применение алгоритма SP к магнитограммам ИНТЕРМАГНЕТ в условиях неспокойной геомагнитной активности // Физика Земли. – 2012. – № 5. – С. 53–57.
10. Mathematical Tools for Geomagnetic Data Monitoring and the Intermagnet Russian Segment / A. Soloviev, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, R. Kulchinskiy, J. Zlotnicki // Data Science Journal. – 2013. – Vol. 12. DOI:10.2481/dsj.WDS-019
11. Automated recognition of spikes in 1 Hz data recorded at the Easter Island magnetic observatory / A. Soloviev, A. Chulliat, S. Bogoutdinov, A. Gvishiani, S. Agayan, A. Peltier, B. Heumez // Earth Planets Space. – 2012. – Vol. 64, № 9. – P. 743–752.
12. Daubechies I. Ten Lectures on Wavelets. CBMS-NSF Lecture Notes nr. 61. – Philadelphia: SIAM, 1992. – 377 p.
13. Systematic examination of the geomagnetic storm sudden commencement using multi resolution analysis / A.G. Hafez, E. Ghamry, H. Yayama, K. Yumoto // Advances in Space Research. – 2013. – Vol. 51. – P. 39–49.
14. An assessment study of the wavelet-based index of magnetic storm activity (WISA) and its comparison to the Dst index / Z. Xu, L. Zhu, J. Sojka, P. Kokoszka, A. Jach // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2008. – Vol. 70. – P. 1579–1588.

15. Wavelet-based index of magnetic storm activity / A. Jach, P. Kokoszka, J. Sojka, L. Zhu // Journal of Geophysical Research. – 2006. – Vol. 111(A9). DOI:10.1029/2006JA011635.
16. Мандрикова О.В., Смирнов С.Э., Соловьев И.С. Метод определения индекса геомагнитной активности на основе вейвлет-пакетов // Геомагнетизм и аэронавигация. – 2012. – Т. 52, № 1. – С. 117–126.
17. Golovkov V.P., Papitashvili V.O., Papitashvili N.E. Automated calculation of the K indices using the method of natural orthogonal components // Geomagn. Aeron. – 1989. – Vol. 29. – P. 667–670.
18. Nowozyński K., Ernst T., Jankowski J. Adaptive smoothing method for computer derivation of K-indices // Geophysical Journal International. – 1991. – Vol. 104. – P. 85–93.
19. Computer production of K indices: review and comparison of methods / M. Menvielle, N. Papitashvili, L. Hakkinen, C. Sucksdorff // Geophysical Journal International – 1995. – Vol. 123. – P. 866–886.
20. Unnikrishnan K. Prediction of horizontal component of earth's magnetic field over Indian sector using neural network model // Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics. – 2014. – Vol. 121. – P. 206–220.
21. Alielden K., Mahrous A. Studying the Characteristics of Shock waves associated with CMEs using solar radio bursts // Solar Radio Physics from the Chromosphere to Near Earth (CESRA 2016). – 2016. – P 89. sciencesconf.org:cesra2016:109598
22. Мандрикова О.В., Жижикина Е.А., Геппенер В.В. Автоматический способ оценки состояния магнитного поля Земли // XVIII Международная конференция по мягким вычислениям и измерениям SCM'2015: сборник докладов. – СПб: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2015. – Т. 2. – С. 211–216.
23. Analysis of the Earth's magnetic field variations on the basis of a wavelet-based approach / O.V. Mandrikova, I. Solovjev, V. Geppener, A.-K.R. Taha, D. Klionskiy // Digit Signal Process. – 2013. – Vol. 23. – P. 329–339.
24. Mandrikova O.V., Solovjev I.S., Zalyaev T.L. Methods of analysis of geomagnetic field variations and cosmic ray data // Earth Planet Space. – 2014. – Vol. 66, № 1. DOI:10.1186/s40623-014-0148-0
25. Левин Б.Р. Теоретические основы статистической радиотехники. – Изд. 2-е. – М.: Сов. радио, 1975. – 392 с.

Информация об авторах Information about authors

Мандрикова Оксана Викторовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления; 684034, Россия, Камчатский край, Елизовский район, Паратунка; Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН; 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 Control Systems Chair; Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; 684034, Russia, Kamchatka region, Elizovsky district, Paratunka; Head of System Analysis Laboratory; oksanam1@mail.ru

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

Solovjev Igor Sergeevich – Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation FEB RAS; 684034, Elizovsky district, Paratunka; Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of System Analysis Laboratory; kamigsol@yandex.ru

УДК 681.5:621.3

Г.А. Пюкке

МЕТОД ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ ПРИ ДИАГНОСТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ, СОДЕРЖАЩИХ РЕАКТИВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

Предлагаемый в работе метод диагностирования электрических цепей, содержащих компоненты с реактивными и активными сопротивлениями, основан на использовании в качестве тестирующего воздействия широкополосного сигнала, моделируемого гауссовским случайным процессом. Такой подход упрощает вычисления и дает возможность исключить из рассмотрения анализ фазовых соотношений, выполняемый при использовании гармонических сигналов. Оценка величины тестового сигнала выполняется по величине спектральной плотности среднего квадрата случайного напряжения или тока. Оценка основных статистических характеристик тестового сигнала выполняется по записи выборочной реализации стационарного случайного процесса конечной длительности. Для регистрации сигналов используется квадратичный вольтметр, показания которого не зависят от формы исследуемого сигнала. Вводится понятие эквивалентного сопротивления реактивного элемента. Рассмотренная методика позволяет при решении практических инженерных задач избежать сложных аналитических решений, выполнив алгоритм последовательных вариаций эквивалентными сопротивлениями реактивных элементов.

Ключевые слова: широкополосный сигнал, эквивалентное сопротивление, реактивный элемент, случайный процесс, квадратичный вольтметр.

G.A. Pjukke

APPLICATION METHOD OF BROADBAND ELECTRIC SIGNALS FOR DIAGNOSING ELECTRIC CIRCUITS WITH REACTIVE COMPONENTS

The proposed method of diagnosing of electric circuits containing components with resistive and imaginary impedance is based on using as testing action the broadband signal generated from Gaussian random process. Such approach simplifies calculations, and enables to exclude from consideration the analysis of the phase ratio carried out using harmonious signals. Magnitude estimation of test signal is based on the value of spectral density of mean square of random voltage or current. Estimation of the basic statistical characteristics of test signal is carried out on the record of looking of stationary random process of finite duration. For registration of signals the square voltmeter which indications do not depend on the form of researched signal is used. The concept of equivalent resistance of reactive component is introduced. Dealing with practical engineering tasks the considered technique allows to avoid complex analytical solutions, using the algorithm of consecutive variations of equivalent impedance of reactive components.

Key words: broadband signal, equivalent impedance, reactive component, random process, square voltmeter.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-19-28

Введение и постановка задачи на исследование

Использование в качестве тестовых сигналов регулярных гармонических воздействий при решении различных задач анализа линейных электрических цепей, содержащих реактивные компоненты, часто сопровождается трудностями аналитического решения из-за громоздкости таких вычислений. В частности при выполнении тестирования таких объектов с целью определения их работоспособности или выявления локальной области неработоспособности на основе использования аналитических диагностических моделей необходимо выполнять анализ фазовых соотношений тестирующих сигналов на входе и выходе диагностируемого устройства. Это не всегда удобно, так как усложняет расчеты, по сравнению с анализом резистивных электрических цепей, при диагностировании которых достаточно использовать тестовый сигнал постоянного тока.

При диагностировании же цепей, содержащих реактивные компоненты, тестовый сигнал постоянного уровня не выявляет реактивного сопротивления, и все изменения параметров реактивных элементов, возникающие, например, из-за потери емкости конденсаторов вследствие необратимых физико-химических процессов, протекающих в структуре их диэлектриков, или изменения, возникающие из-за изменения индуктивности обмоток дросселей и трансформаторов вследствие межвитковых замыканий, будут находиться за пределами поля диагностирования. Для учета этих изменений неизбежно приходится тестировать в режиме переменного тока, выбирая для этих целей сигнал, изменяющийся по гармоническому закону.

Кроме того, наличие реактивных компонент в составе объекта диагностирования усложняет задачу локализации дефектов в системах моделируемых электрическими цепями. Такие сложности связаны, прежде всего, с переходом от систем линейных алгебраических уравнений, применяемых при описании цепей, содержащих только элементы с активным сопротивлением, к линейным дифференциальным уравнениям с постоянными коэффициентами при построении диагностических моделей. Такой переход обусловлен тем фактом, что компонентные уравнения, описывающие свойства реактивных элементов электрической цепи, связывают ток и напряжение на двухполюсных компонентах через производные или интеграл (например, для емкости конденсатора и индуктивности катушки) [1]:

$$U_C = \frac{1}{C} \int_0^t i dt ; U_L = L \frac{di}{dt} .$$

После формирования модели всей цепи на основе использования объединяющих топологических уравнений это приводит к модели в виде системы обыкновенных линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами. В приложении к задачам диагностики такое объединение представляет собой исходную диагностическую модель, на основе которой может быть впоследствии разработан тот или иной метод диагностирования.

Возникает вопрос, можно ли подобрать такой по форме тестовый сигнал, который не связан со сложными вычислениями, как гармонический, и одновременно может быть использован для тестирования цепей, содержащих реактивные компоненты. Как будет показано ниже, в качестве такого сигнала может быть использован гауссовский белый шум, что упростит вычисления, так как даст возможность исключить из рассмотрения анализ фазовых соотношений, выполняемый при использовании синусоидальных сигналов и использовать белый шум в качестве тестового сигнала при диагностировании электрических цепей, содержащих реактивные элементы.

Применение белого шума позволяет отказаться от расчета фазовых соотношений при воздействии тестового сигнала на инерционные цепи. Это упрощает расчет и дает возможность ограничиться оценкой среднеквадратических значений величин при определении параметров диагностируемой системы. Целью исследования является разработка методики тестирования электрических цепей с помощью широкополосного сигнала, упрощающего аналитические расчеты.

Теоретическое обоснование метода. Эквивалентное сопротивление

При выборе в качестве модели тестового сигнала нормального стационарного случайного процесса можно выполнять оценку величины тестового сигнала по спектральной плотности среднего квадрата случайного напряжения или тока, поскольку значение среднего квадрата не зависит от соотношения фаз суммируемых гармоник. Средний квадрат напряжения или тока можно рассматривать как среднюю мощность, выделяемую на единичном сопротивлении, например 1 Ом. Наложение условия эргодичности случайного процесса позволит выполнять анализ по выделенной из ансамбля какой-либо реализации $x_k(t)$. При этом ограничение ее длительности конечным интервалом времени T даст возможность приближенно найти спектральную плотность сигнала $X_{kT}(\omega)$. Тогда среднюю мощность k -й реализации на отрезке T можно найти из соотношения:

$$x_k^2(t) = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} (|X_{kT}(\omega)|^2 / T) d\omega = (1/2\pi) \int_{-\infty}^{\infty} W_k(\omega) d\omega,$$

где $W_k(\omega)$ – спектральная плотность средней мощности k -й реализации.

При эргодическом процессе спектральная плотность средней мощности k -й реализации $W_k(\omega)$ будет характеризовать весь процесс в целом. А так как измерения выполняются на конечном промежутке времени $[0, T]$, то с уменьшением полосы пропускания относительная погрешность измерений будет возрастать [2].

Для дальнейших исследований необходимо ввести понятие эквивалентного сопротивления реактивной компоненты. Адекватность методики расчета эквивалентного сопротивления общепринятым методам анализа резистивных электрических цепей может быть дана при количественной оценке с использованием пакета моделирования динамических систем Simulink. Возможности Simulink позволяют, используя графический интерфейс пользователя, построить функциональную блок-схему моделируемого устройства и выполнять редактирование математических выражений в блоках функциональной схемы.

На рис. 1 показана модель системы измерения при воздействии на RC -цепь шумового сигнала.

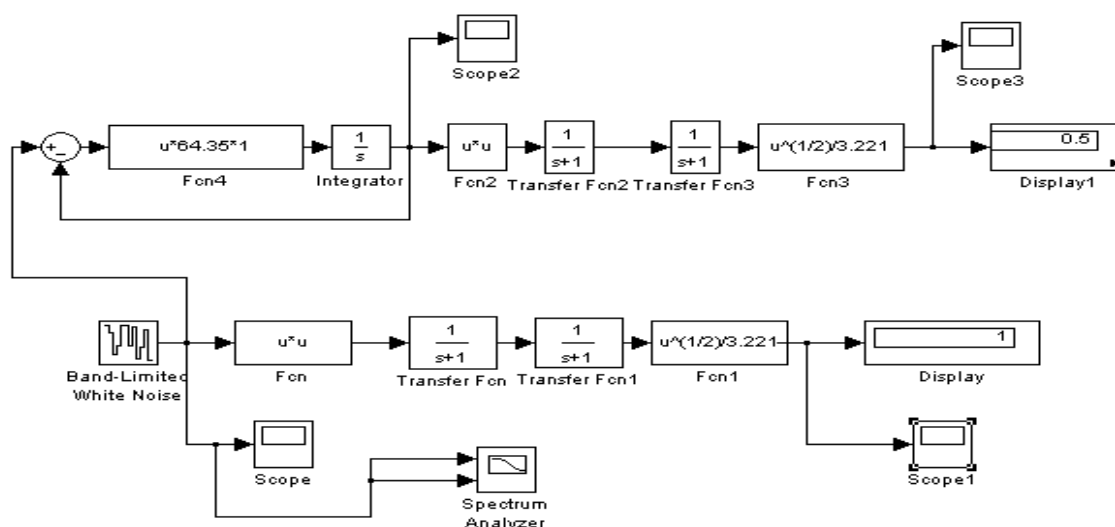


Рис. 1. Модель системы измерения

Функциональная схема включает следующие компоненты: модель интегрирующей RC -цепи, описываемой дифференциальным уравнением (рис. 2); модель квадратичного вольтметра, включающего блок возведения в квадрат (Fcn, Fcn2), блоки осреднения и интегрирования в интервале $[0, T]$ (Transfer Fcn, Transfer Fcn1, Transfer Fcn2, Transfer Fcn3), блок нормирования (Fcn1, Fcn3) (рис. 3); осциллографы (Scope, Scope1, Scope2, Scope3); анализатор спектра (Spectrum analyzer); источник белого шума с ограниченным спектром (Band Limited White Noise); устройство представления цифровой информации (Display).

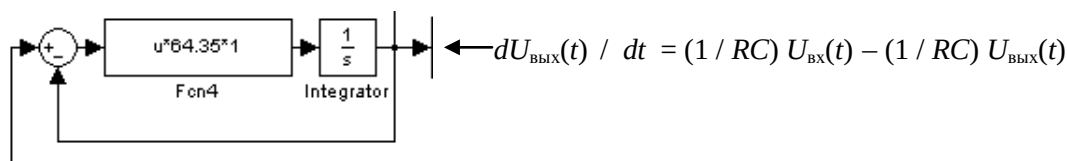


Рис. 2. Модель интегрирующей RC -цепи

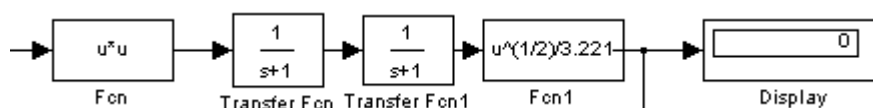


Рис. 3. Модель квадратичного вольтметра

Сигнал от генератора белого шума поступает на вход интегрирующей цепи. Измеряется его среднеквадратическое значение, регистрируется временной график выборки (осциллограф

Scope), выполняется анализ спектра (Spektrum analyzer). Измеряется среднеквадратическое значение сигнала на выходе цепи и регистрируется временной график выборки (Scope3).

Моделирование в среде Simulink указывает на адекватность белого шума сигналу постоянного уровня при их воздействии на резистивные электрические цепи. Это подтверждается выполнением для шумового сигнала принципа суперпозиции и закона Ома.

Гауссовский шум с ограниченным спектром имеет плотность S :

$$S = \begin{cases} N, & |\omega| \leq \omega_n \\ 0 & |\omega| > \omega_n \end{cases} \quad R(\tau) = (N / \pi \tau) \sin(\omega_n \tau); \quad D = N(\omega_n / \pi),$$

где $\omega_n / 2\pi$ – полоса частот для спектра шума; $R(\tau)$ – корреляционная функция; D – дисперсия.

Будем считать спектральную плотность тестового сигнала в пределах АЧХ системы постоянной, если время корреляции шума много меньше всех существенных постоянных времени исследуемой системы. Анализ рассмотренных соотношений позволяет регулировать корреляцию: выбирая достаточно широкую полосу частот $\Delta\omega_n$, можно получить произвольно малую корреляцию между двумя значениями процесса, что обеспечит его стационарность.

Как отмечено выше, оценки основных статистических характеристик тестового сигнала выполняются по записи выборочной реализации стационарного случайного процесса $\xi(t)$ конечной длительности. Поэтому измерение характеристик сводится к обработке реализаций этих процессов. Однако при проведении эксперимента число реализаций всегда ограничено, а длительность процесса конечна. Поэтому необходимо руководствоваться оценками соответствующих характеристик. При определении оценок как по различным реализациям, так и по различным участкам одной и той же реализации получают результаты, приводящие к совокупности случайных величин, требующих оценки статистической погрешности [2].

Так как статистическая погрешность уменьшается с ростом длительности исследуемой реализации или числа анализируемых реализаций, то, задавшись допустимым значением дисперсии, можно определять требуемую длительность необходимой для измерений реализации или число реализаций. С практической инженерной точки зрения методика измерений тестовых сигналов будет заключаться в преобразовании реализаций процессов по определенному закону и измерении дисперсии с помощью квадратичного вольтметра.

Для регистрации шумовых сигналов на выходе объекта диагностирования используется квадратичный вольтметр, показания которого не зависят от формы исследуемого сигнала. Такие вольтметры пригодны для измерения сигналов сложной формы и шумов. При этом на вход квадратичного преобразователя подается центрированная реализация [2]:

$$D_u = (1 / T) \int_0^T [u(t) - m_u]^2 dt,$$

где $u(t)$ – реализация; m_u – математическое ожидание.

Следует отметить, что аналитический расчет параметров всей совокупности составляющих компонент объекта диагностирования (резисторы, конденсаторы, индуктивности) при условии воздействия на цепь гауссовского шума связан со значительными трудностями вычислительного характера. Для решения этой задачи целесообразно ввести единую величину эквивалентного сопротивления R_Σ (независимо от характера рассматриваемой компоненты), моделируемого для каждой компоненты на основе расчета цепи методом узловых потенциалов, при воздействии на схему случайного гауссовского процесса.

Расчет эквивалентного сопротивления можно выполнить, проведя реальный физический эксперимент, или моделировать, используя известные пакеты расширения системы MATLAB (Simulink и др.). Метод расчета эквивалентного сопротивления компонент основывается на уравнивании значений потенциалов совокупности узлов цепи при замене всех составляющих компонент различного характера на резистивные компоненты с последующим их регулированием. Процедура расчета включает следующие этапы:

1) подача на вход ранее выбранного канала прохождения тестового сигнала источника гауссовского шума с ограниченным спектром;

2) измерение среднеквадратических значений потенциалов узлов цепи;
 3) замена всех компонент исследуемой цепи на резистивные элементы;
 4) варьирование величинами сопротивлений резистивных элементов при конечном подборе таких значений сопротивлений, которые обеспечат распределение потенциалов всех узлов цепи равное первоначальному распределению.

Полученные значения сопротивлений резистивных элементов будут равны эквивалентным сопротивлениям соответствующих компонент. Правомерность таких преобразований можно показать на примере элементарных цепей. Например, при воздействии гауссовского белого шума $U_{\text{вх}}(t) = n_0(t)$ с нулевым математическим ожиданием $M\{n_0(t)\} = 0$ и корреляционной функцией

$$R_n(t_1, t_2) = (N_0 / 2) \delta(t_2 - t_1),$$

где N_0 – интенсивность спектральной плотности, на интегрирующую RC -цепь, напряжение $U_{\text{вых}}(t)$ на выходе RC -цепи определяется линейным дифференциальным уравнением:

$$dU_{\text{вых}}(t) / dt + \alpha U_{\text{вых}}(t) = \alpha U_{\text{вх}}(t).$$

Общее решение при начальном условии $U_{\text{вых}} = U_0$ и $t = 0$ имеет вид:

$$U_{\text{вых}}(t) = U_0 e^{-\alpha t} + \alpha e^{-\alpha t} \int_0^t e^{-\alpha \tau} n_0(\tau) d\tau.$$

При детерминированной величине U_0 плотность вероятности напряжения на выходе при $t_0 = 0$ будет определяться дельта-функцией

$$p_0(U_{\text{вых}}(t)) = \delta(U_{\text{вых}}(t) - U_0).$$

Математическое ожидание и корреляционная функция для описания гауссовского процесса определяются соотношениями:

$$m_{\text{вых}}(t) = U_0 e^{-\alpha t}.$$

В установившемся режиме при t , стремящемся к ∞ ,

$$m_{\text{вых}}(t) = 0; R_{\text{вых}}(t, t + \tau) = (\alpha / 4) e^{-\alpha \tau} (1 - e^{-2\alpha \tau}).$$

В установившемся режиме

$$R_{\text{вых}}(\tau) = D_{\text{вых}} e^{-\alpha |\tau|},$$

где $D_{\text{вых}} = \alpha(N_0/4)$ – дисперсия.

Процесс на выходе RC -цепи является гауссовским. Корреляционной функции соответствует спектральная плотность сигнала на выходе:

$$S_{\text{вых}} = 2\alpha D_{\text{вых}} / (\alpha^2 + \omega^2).$$

Заранее можно установить, как распределяется дисперсия случайного процесса по частотам составляющих его гармоник. При прохождении через линейные звенья у нормальных процессов не изменяются законы распределения, но изменяется корреляционная функция. Для анализа нормальных процессов достаточно определить функцию корреляции и математическое ожидание.

Лабораторные испытания

Для проведения лабораторных испытаний в качестве базового устройства для имитации различных объектов, техническое состояние которых определялось, использовалось лабораторное

устройство по электротехнике К4826. Устройство имеет монтажную панель для оперативной сборки наблюдаемой системы и большой ассортимент составляющих компонент.

Монтажная панель устройства K4826 используется для коммутации полюсов съема диагностической информации и подачи тестовых сигналов от генератора. На рис. 4 изображена схема

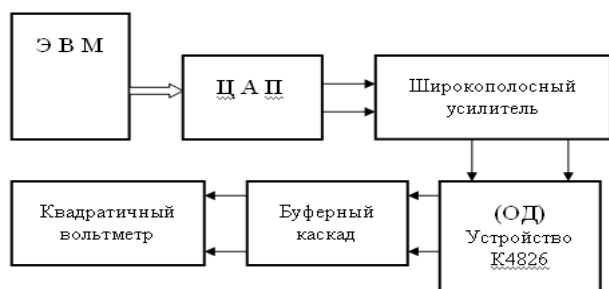


Рис. 4. Схема комплекса экспериментальной установки

Для регистрации шумовых сигналов на выходе ОД используется квадратичный вольтметр, показания которого не зависят от формы исследуемого сигнала. Буферный каскад служит для согласования внутреннего сопротивления квадратичного вольтметра с сопротивлением объекта наблюдения. ЭВМ генерирует код шумового сигнала, который преобразуется цифро-аналоговым преобразователем в аналоговый шум. После усиления широкополосным усилителем шумовой сигнал подается на заранее выбранный по диагностическим критериям канал прохождения тестового сигнала объекта идентификации. Сигнал снимается с выхода канала диагностирования для измерения квадратичным вольтметром и дальнейших практических расчетов.

Проводимые эксперименты имели целью подтверждение степени адекватности построенных моделей идентификации и состоятельности разработанных методик диагностирования.

Для исследований в среде Simulink построена модель системы измерения (рис. 5), включающая модель интегрирующей RC -цепи.

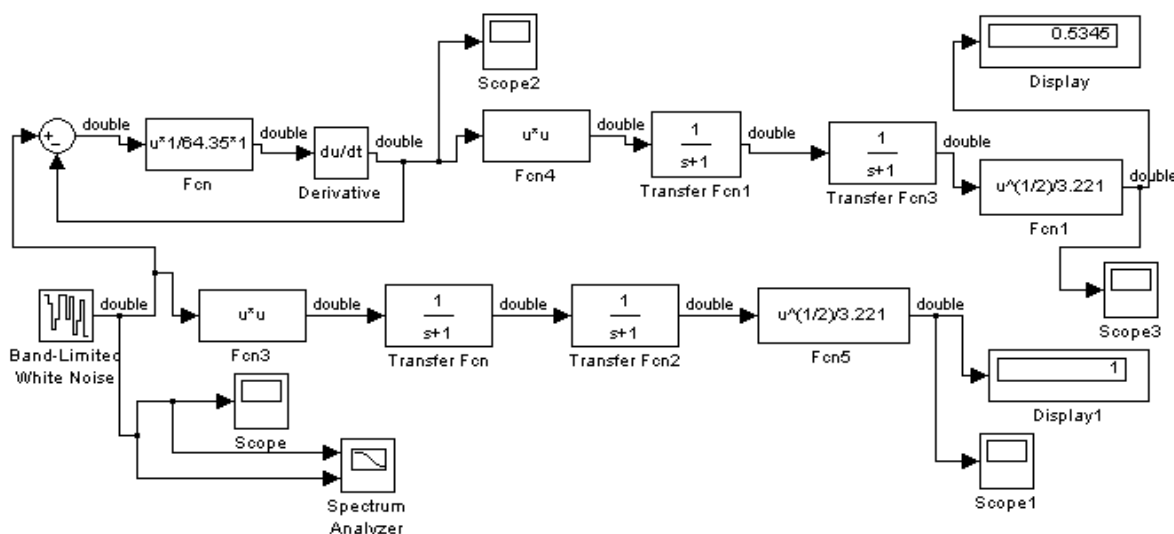


Рис. 5. Модель системы измерения

Необходимо отметить, что при аналитическом описании RC -цепи линейным дифференциальным уравнением не может быть использовано понятие «реактивное сопротивление емкости» (из-за хаотичности параметров шумового сигнала). Поэтому моделирование выполняется на уровне дифференциального уравнения без аналитического описания зависимостей $U_{\text{вых}}(t)$, $U_{\text{вх}}(t)$. В окне Blok Parameters: Band – Limited White Noise пакета Simulink задается фиксированное значение мощности белого шума для континуальных систем: Noise power = [0,1 ед.]. Измеряется среднее квадратическое значение сигнала на входе $U_{\text{вх}} = 1$ ед. При постоянном значении величины сопротивления резистора интегрирующей RC -цепи $R = 1$ кОм выполняется варьирование величиной коэффициента пропорциональности $\alpha = 1 / RC$. Одновременно измеряется среднеквадратическое значение сигнала на выходе RC -цепи. При достижении величины выходного напряжения

$U_{\text{вых}} = 0,5 \text{ед.}$ фиксируется значение коэффициента $\alpha = 64,35$ и вычисляется значение величины емкости конденсатора $C = 10^{-3} / 64,35$. Если входное напряжение $U_{\text{вх}}$ разделится поровну между резистором и конденсатором при равенстве сопротивления резистора R и эквивалентного сопротивления конденсатора $R_c = R$, то имеет место алгебраическое (скалярное, а не векторное) деление напряжения. Для доказательства необходимо поменять местами резистор и конденсатор и выполнить аналогичное моделирование (рис. 6, б). Получение идентичных результатов деления входного напряжения $U_{\text{вых}}(t) = CRd U_{\text{вх}}(t) / dt - CRd U_{\text{вых}}(t) / dt$ при заданной полосе частот тестового сигнала будет свидетельствовать о справедливости сделанных предположений.

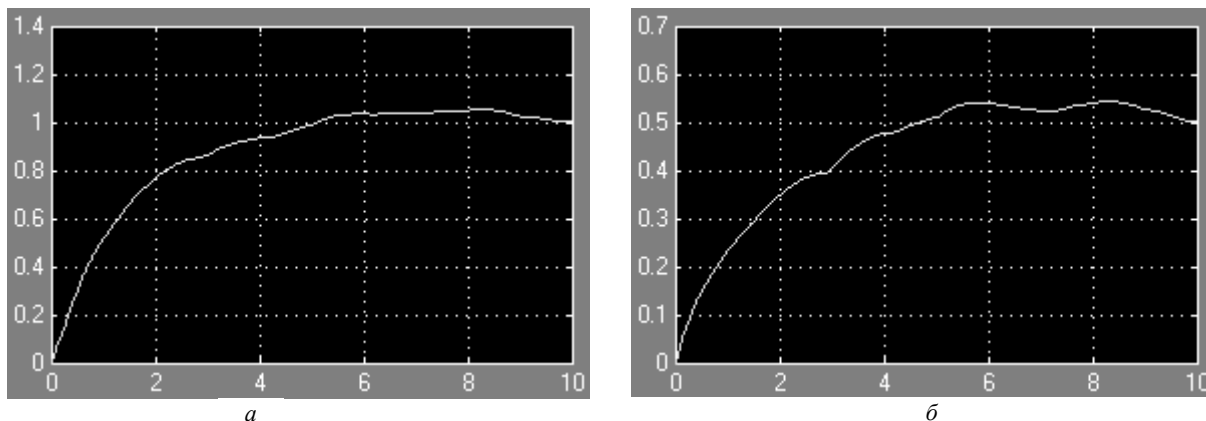


Рис. 6. Результаты измерения сигнала интегрирующей цепи: а – на входе; б – на выходе

Точность проведенных измерений определяется шириной полосы частот тестового сигнала, которую можно регулировать в соответствии с необходимыми требованиями к точности. На рис. 7 приведена осциллограмма выборки входного сигнала, на рис. 8, а, б представлены результаты измерений при моделировании RC -цепи.

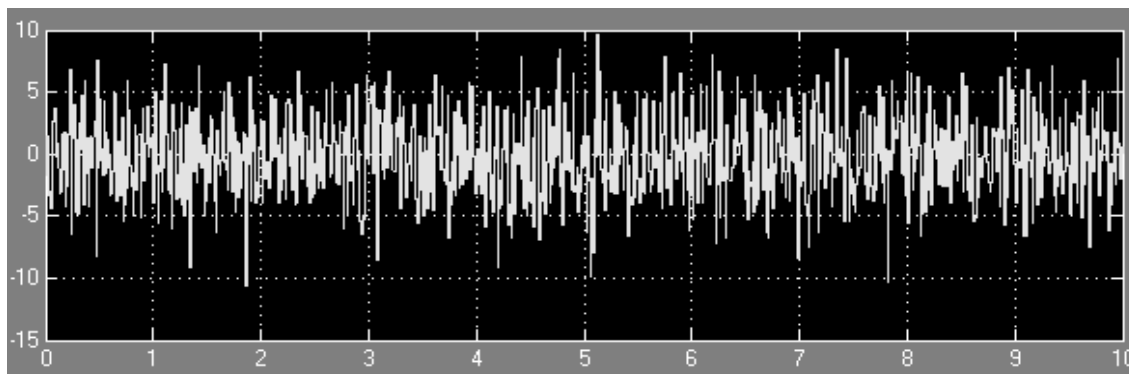


Рис. 7. Временная диаграмма выборки входного тестового сигнала

Как следует из диаграмм на рис. 6, а, б, величина напряжения в установившемся режиме составляет половину входного напряжения, что при заданной длине выборки 10 с, которой будет соответствовать конечная полоса частот сигнала, подтвердит предположение о скалярном характере сложения величин напряжений (при условии выполнения пропорциональности деления напряжения в опыте с дифференцирующей цепью).

На рис. 8, а, б приведены результаты измерения при моделировании дифференцирующей цепи. Пропорциональность деления выполняется с отклонением 3%, которые можно понизить при более точной корректировке полосы частот сигнала. Резюмируя проведенные исследования, можно сделать вывод о возможности подбора параметров шумового сигнала, обеспечивающих скалярные операции с величинами напряжений на реактивных элементах.

Необходимо отметить, что точность следования принципу скалярного сложения возрастает с увеличением ширины полосы частот тестового шумового сигнала. Однако возможности пакета Simulink и реальных применяемых сигналов всегда ограничены, чем и объясняется возникновение погрешности при использовании белого шума с ограниченным спектром. Знакоперемен-

ное и хаотичное изменение фазовых сдвигов между напряжениями на конденсаторе и резисторе по гармоническим составляющим (рис. 9) приводит к нулевому осреднению фазы по частоте и свидетельствует о скалярном характере сложения напряжений U_C и U_R .

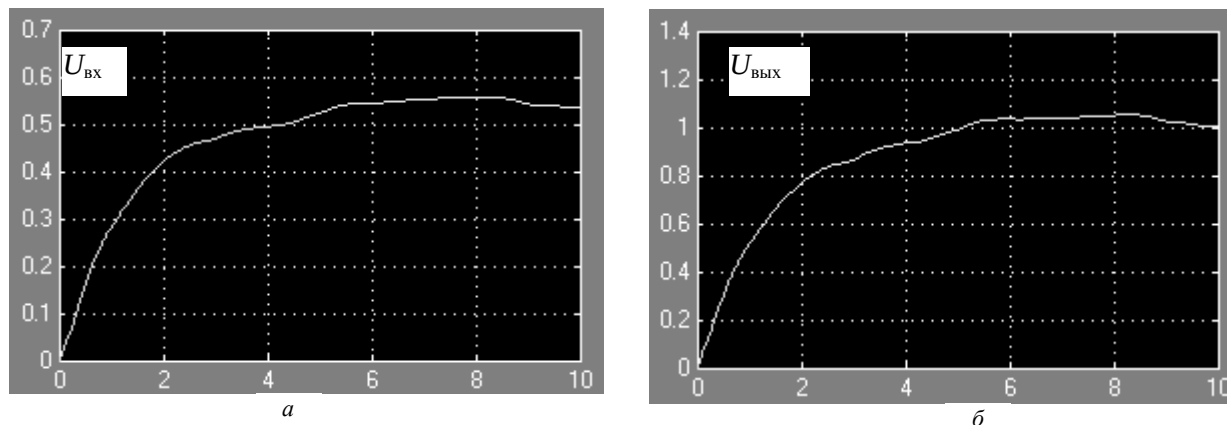


Рис. 8. Результаты измерения сигнала на входе дифференцирующей цепи: а – на входе; б – на выходе

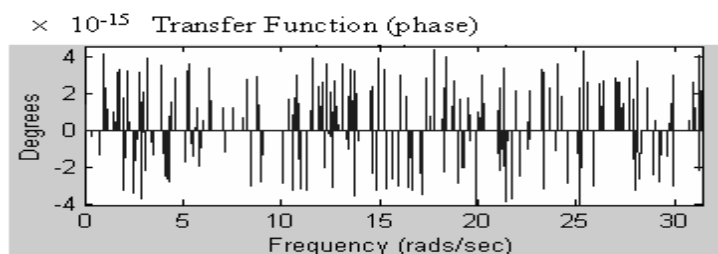


Рис. 9. Хаотичное распределение фазы по частоте

В данном эксперименте эквивалентное сопротивление конденсатора при фиксированной полосе частот шумового сигнала составит $R_3 = 1$ кОм. Скалярный характер сложения напряжений U_C и U_R должен сохраняться при вариации величины емкости конденсатора в интервале $[0, \infty)$. Необходимо показать, что деление напряжения на резистивно-емкостном делителе выполняется пропорционально величинам R_3 и R при изменении емкости в широких пределах (то есть так же, как и при воздействии шума на резистивный делитель). В таблице приведены результаты моделирования интегрирующей RC-цепи при начальном условии $U_{вх} = 1$ В и постоянной величине сопротивления резистора $R = 1$ кОм.

Таблица 1

Результаты моделирования RC-цепи

$\frac{1}{RC}$ [с ⁻¹]	C [Ф]	R [кОм]	$U_{вых}$ [В]	$U_{вх}$ [В]	$U_{вых}^R$ [В]	Расхождение %
64,35	$10^{-3}/64,35$	1	0,5	1	0,5	0
32,175	$10^{-3}/32,175$	1	0,356	1	0,3333	6
16,087	$10^{-3}/16,087$	1	0,2417	1	0,2	17
8,0437	$10^{-3}/8,0437$	1	0,1551	1	0,1111	28
4,0218	$10^{-3}/4,0218$	1	0,0946	1	0,0588	37
2,0109	$10^{-3}/2,0109$	1	0,0567	1	0,0303	46
1,0054	$10^{-3}/1,0054$	1	0,0342	1	0,0153	55
0,5027	$10^{-3}/0,5027$	1	0,0233	1	0,0077	67
0,2513	$10^{-3}/0,2513$	1	0,0193	1	0,0038	80
0,1256	$10^{-3}/0,1256$	1	0,0148	1	0,0019	87
0,0628	$10^{-3}/0,0628$	1	0,0096	1	0,0009	90
128,7	$10^{-3}/128,7$	1	0,6565	1	0,6666	1,5
257,4	$10^{-3}/257,4$	1	0,8015	1	0,8	0,18
514,8	$10^{-3}/514,8$	1	0,8995	1	0,8888	1,18
1029,6	$10^{-3}/1029,6$	1	0,9508	1	0,9411	1,02
2059,2	$10^{-3}/2059,2$	1	0,9759	1	0,9696	0,64

Окончание табл. 1

$\frac{1}{RC}$ [с ⁻¹]	C [Ф]	R [кОм]	$U_{\text{вых}}$ [В]	$U_{\text{вх}}$ [В]	$U_{\text{вых}}^R$ [В]	Расхождение %
4118,4	$10^{-3}/4118,4$	1	0,988	1	0,9846	0,34
8236,8	$10^{-3}/8236,8$	1	0,9941	1	0,9922	0,19
16473,6	$10^{-3}/16473,6$	1	0,9971	1	0,9961	0,1
32947,2	$10^{-3}/32947,2$	1	0,9986	1	0,9980	0,06
65894,4	$10^{-3}/65894,4$	1	0,9994	1	0,9990	0,04
131788	$10^{-3}/131788$	1	0,9997	1	0,9995	0,02

При вариации величиной емкости конденсатора C в пределах $[\frac{1}{64,35}; \frac{1}{131788}]$ мФ (миллифарада) вычисляются значения $U_{\text{вых}}$ и строится график (№ 1 на рис. 10) зависимости $U_{\text{вых}}$ (α), где $\alpha = 1 / RC$ – коэффициент пропорциональности в исходном уравнении. В качестве сопрягающей выбрана точка T с координатами (64,35; 0,5). Выполняется последовательное удвоение и деление пополам величины α по обе стороны от сопрягающей точки. В таблице приведены также значения напряжения $U_{\text{вых}}^R$ на выходе резистивного делителя при аналогичном удвоении и делении величины сопротивления выходного резистора R , по обе стороны от сопрягающей точки. На рис. 10 приведен график (№ 2) зависимости $U_{\text{вых}}^R(R_3)$.

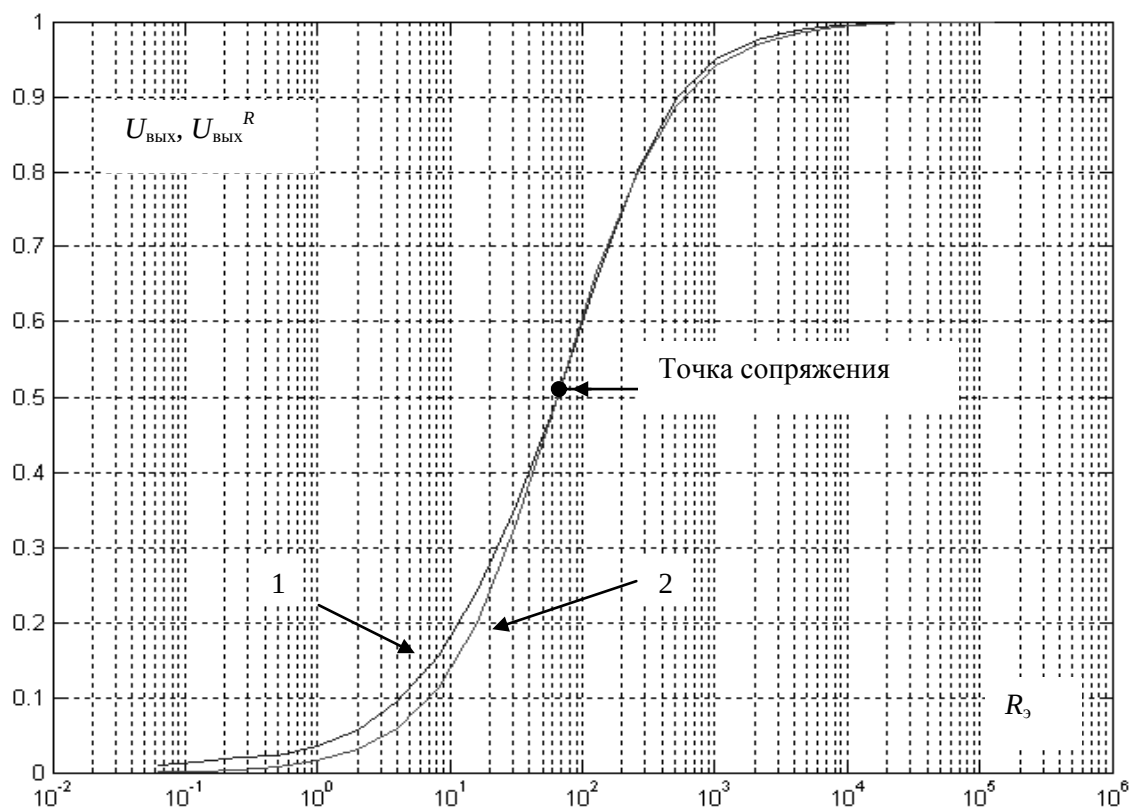


Рис. 10. Графики изменения выходных напряжений делителей при вариациях величинами емкости и эквивалентного сопротивления

Анализ полученных результатов подтверждает соответствие характера изменения емкости конденсатора характеру изменения активного сопротивления резистора при воздействии на электрическую цепь широкополосного шума. Это дает возможность исключить из рассмотрения анализ фазовых соотношений, выполняемый при использовании детерминированных синусоидальных сигналов, и использовать белый шум в качестве тестового сигнала при диагностировании электрических цепей, содержащих реактивные элементы. По мере возрастания порядка и размерности диагностируемой электрической цепи методика и алгоритм определения эквивалентного сопротивления реактивных элементов сохраняется. Аналитически это можно сделать, решив задачу в форме Коши для потенциалов узлов электрической цепи и выполнив алгоритм

последовательной вариации величинами параметров эквивалентных сопротивлений инерционных элементов с использованием общепринятых методов оптимизации (наименьших квадратов, Зейделя и др.). Нарастивать порядок дифференциального уравнения по мере возрастания порядка диагностируемой цепи нерационально, так как это приводит к усложнению анализа и громоздкости вычислений.

Выводы

Следует отметить, что при решении практических задач можно избежать сложных аналитических решений, выполнив алгоритм последовательных вариаций эквивалентными сопротивлениями реактивных элементов.

Алгоритм, кроме перечисленных выше пунктов определения эквивалентного сопротивления, включает итерационную процедуру подстройки ранее уравновешенных потенциалов узлов, что в конечном итоге приведет к эквивалентному распределению потенциалов всех узлов схемы, после чего становятся известными эквивалентные сопротивления реактивных элементов. Полученные значения эквивалентных сопротивлений будут использованы для построения диагностической модели, что обеспечит согласование результатов теоретических расчетов с результатами практических измерений.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о возможности применения широкополосных электрических сигналов для тестирования электрических цепей, содержащих реактивные компоненты, что дает возможность при решении практических задач избежать сложных аналитических решений.

Литература

1. *Нейман Л.Р., Демирчан К.С.* Теоретические основы электротехники. – Л.: Энергоиздат, 1981.
2. *Тихонов В.И.* Статистическая радиотехника. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1982. – 624 с.

Информация об авторе Information about the author

Пюкке Георгий Александрович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор технических наук, доцент; профессор кафедры систем управления; georyukke@yandex.ru

Pyukke Georgy Aleksandrovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Technical Sciences, Docent, Professor of Control Systems Chair; georyukke@yandex.ru

УДК 001.891.53

Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, О.А. Белавина**К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕЗУЛЬТАТОВ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
В ЛАБОРАТОРИЯХ МИНИСТЕРСТВА ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РФ**

Оценена востребованность научных исследований, выполненных в области контроля состава золотосодержащих руд. С помощью результатов межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ) показано, что удовлетворительные результаты контроля состава золотосодержащих руд можно получить с помощью разных методов. Обоснована целесообразность использования методик предприятий для контроля состава золотосодержащих руд.

Ключевые слова: межлабораторные сравнительные испытания, стандартные образцы состава золотосодержащих руд, метод анализа, методика анализа, результат анализа, аттестованное значение содержания благородного металла в стандартном образце.

D.V. Shunkin, V.A. Shvetsov, V.V. Pakhomova, O.A. Belavina**USING THE RESEARCH RESULTS IN THE LABORATORIES
OF THE MINISTRY OF NATURAL RESOURCES OF THE RUSSIAN FEDERATION**

The demand for researches in control of composition of gold-bearing ores is estimated. The results of interlaboratory comparative researches demonstrate that satisfactory results of composition control of gold-bearing ores can be received with different methods. The rational for techniques of the enterprises to control the composition of gold-bearing ores is proved.

Key words: interlaboratory comparative researches, standard samples of composition of gold-bearing ores, analysis method, analysis technique, analysis result, certified value of precious metal content in a standard sample.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-29-38

Введение

Разведка и разработка золоторудных месторождений – приоритетное направление развития экономики Камчатского края. Аналитический контроль при поиске и разведке месторождений золотосодержащих руд осуществляется в лабораториях Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (МПР РФ) с помощью различных методов анализа: атомно-абсорбционного (ААС), атомно-эмиссионного с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП), масс-спектрометрического с индуктивно-связанной плазмой (МС-ИСП), полуколичественного спектрального (ПКСА), пробирно-атомно-абсорбционного (Пр-ААС), пробирно-атомно-эмиссионного (Пр-АЭС), пробирно-гравиметрического (Пр-ГрМ), рентгеноспектрального (РСА). Развитие методов анализа золотосодержащих руд является актуальной задачей [1, 2]. При этом любое направление развития методов анализа основано на требованиях практики [3, 4]. Для развития контроля состава золотосодержащих руд в Камчатском государственном техническом университете (КамчатГТУ) выполнен большой объем научных исследований, результаты которых приведены в монографиях [1, 5, 6], статьях [7–18] и докладах на научно-практических конференциях. Известно [1], что использование результатов этих исследований в Центральной лаборатории (ЦЛ) АО «Камчатгеология» позволило снизить себестоимость контроля состава золотосодержащих руд и повысить его экспрессность. Однако отсутствует информация о востребованности результатов научных исследований в других лабораториях МПР РФ.

Цель настоящей работы – оценить востребованность результатов научных исследований в области контроля состава золотосодержащих руд лабораториями МПР РФ.

Эксперименты и обсуждение их результатов

Для достижения поставленной цели авторы участвовали в межлабораторных сравнительных испытаниях (МСИ) стандартных образцов золотосодержащих руд, организованных Федеральным государственным бюджетным учреждением «Всероссийский научно-исследовательский институт минерального сырья» имени Н.М. Федоровского (ФГБУ «ВИМС»). Для определения золота и серебра в контрольных образцах использовали методику предприятия (МП) [1, 5, 6], разработанную ЦЛ «Камчатгеология» совместно с КамчатГТУ. Результаты определения золота и серебра в стандартных образцах, полученные в разных лабораториях с помощью различных методик анализа, приведены в табл. 1–5 и на рис. 1. Результаты испытаний, полученные с помощью МП, разработанной авторами [1, 5, 6], соответствуют шифру 06.

Таблица 1

Результаты определения золота в стандартном образце ОК 32/2016
(Аттестованное значение, $\text{млн}^{-1} (\text{г/г}) : 0,26 \pm 0,01$)

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
1	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,29	удовлетворительно
2	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,28	удовлетворительно
3	НСАМ № 131-C	ААС	0,23	удовлетворительно
4	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
5	НСАМ № 131-C	ААС	0,31	удовлетворительно
6	МП	Пр-ГрМ	0,32	удовлетворительно
7	НСАМ № 131-C	ААС	0,31	удовлетворительно
8	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	0,29	удовлетворительно
9	НСАМ № 497-XC	Пр-ААС	0,26	удовлетворительно
10	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,30	удовлетворительно
11	НСАМ № 497-XC	Пр-ААС	0,23	удовлетворительно
12	НСАМ № 131-C	ААС	0,21	удовлетворительно
13	МП	Пр-ААС	0,23	удовлетворительно
14	НСАМ № 237-C	ААС	0,22	удовлетворительно
	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
15	НСАМ № 456-X	ААС	0,31	удовлетворительно
16	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
17	НСАМ № 131-C	ААС	0,31	удовлетворительно
18	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	0,22	удовлетворительно
19	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
20	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,27	удовлетворительно
	НСАМ № 131-C	ААС	0,26	удовлетворительно
21	НСАМ № 237-C	ААС	0,26	удовлетворительно
22	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,27	удовлетворительно
23	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,23	удовлетворительно
24	МП	Пр-ГрМ	0,40	удовлетворительно
25	НСАМ № 497-XC	Пр-ААС	0,22	удовлетворительно
26	МП	Пр-ГрМ	0,23	удовлетворительно
27	НСАМ № 429-X	ААС	0,26	удовлетворительно
28	НСАМ № 497-XC	Пр-ААС	0,25	удовлетворительно
29	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,30	удовлетворительно
30	НСАМ № 392-X/PC	РСА	0,32	удовлетворительно
31	НСАМ № 237-C	ААС	0,24	удовлетворительно
32	НСАМ № 237-C	ААС	0,38	удовлетворительно
	НСАМ № 497-XC	Пр-ААС	0,41	удовлетворительно
33	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
34	НСАМ № 497-XC	Пр-ГрМ	0,25	удовлетворительно
35	МП	МС-ИСП	0,23	удовлетворительно
36	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
37	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ААС	0,27	удовлетворительно
38	НСАМ № 497-XC	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
39	МП	МС-ИСП	0,21	удовлетворительно
40	НСАМ № 140-C	ПКСА	0,12	удовлетворительно
41	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,33	удовлетворительно
42	НСАМ № 505-X	Пр-ГрМ	0,26	удовлетворительно
43	МП	Пр-ГрМ	0,27	удовлетворительно
44	МП	Пр-ААС	0,25	удовлетворительно
	МП	МС-ИСП	0,20	удовлетворительно

Таблица 2

Результаты определения золота в стандартном образце ОК 33/2016
(Аттестованное значение, млн⁻¹ (г/г) : 3,74 ± 0,03)

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
1	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	4,00	удовлетворительно
2	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,90	удовлетворительно
3	НСАМ № 131-С	ААС	2,97	удовлетворительно
4	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,70	удовлетворительно
5	НСАМ № 131-С	ААС	3,45	удовлетворительно
6	МП	Пр-ГрМ	3,72	удовлетворительно
7	НСАМ № 131-С	ААС	3,39	удовлетворительно
8	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	3,70	удовлетворительно
9	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	3,68	удовлетворительно
10	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,65	удовлетворительно
11	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	4,00	удовлетворительно
12	НСАМ № 131-С	ААС	3,84	удовлетворительно
13	МП	Пр-ААС	3,78	удовлетворительно
14	НСАМ № 237-С	ААС	3,52	удовлетворительно
	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,66	удовлетворительно
15	НСАМ № 456-Х	ААС	4,07	удовлетворительно
16	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	3,80	удовлетворительно
17	НСАМ № 131-С	ААС	3,37	удовлетворительно
18	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	3,65	удовлетворительно
19	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	3,65	удовлетворительно
20	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,70	удовлетворительно
	НСАМ № 131-С	ААС	3,72	удовлетворительно
21	НСАМ № 237-С	ААС	2,90	удовлетворительно
22	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,80	удовлетворительно
23	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,80	удовлетворительно
24	МП	Пр-ГрМ	3,98	удовлетворительно
25	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	4,08	удовлетворительно
26	МП	Пр-ГрМ	3,79	удовлетворительно
27	НСАМ № 237-С	ААС	3,39	удовлетворительно
28	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	3,46	удовлетворительно
29	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	2,86	удовлетворительно
30	НСАМ № 392-Х/РС	РСА	2,79	удовлетворительно
31	НСАМ № 237-С	ААС	3,05	удовлетворительно
32	НСАМ № 237-С	ААС	3,65	удовлетворительно
	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	3,50	удовлетворительно
33	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,73	удовлетворительно
34	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	3,80	удовлетворительно
35	МП	МС-ИСП	3,92	удовлетворительно
36	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	3,90	удовлетворительно
37	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ААС	3,75	удовлетворительно
38	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	3,70	удовлетворительно
39	МП	МС-ИСП	3,45	удовлетворительно
40	НСАМ № 140-С	ПКСА	2,75	удовлетворительно
41	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,78	удовлетворительно
42	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	3,69	удовлетворительно
43	МП	Пр-ГрМ	3,70	удовлетворительно
44	МП	Пр-ААС	3,76	удовлетворительно
	МП	МС-ИСП	3,85	удовлетворительно

Таблица 3

Результаты определения серебра в стандартном образце ОК 33/2016
(Аттестованное значение, млн⁻¹ (г/г) : 7,65 ± 0,24)

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заклучение
1	НСАМ № 164-ХС	ААС	8,20	удовлетворительно
2	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,40	удовлетворительно
3	НСАМ № 130-С	ААС	6,03	удовлетворительно
4	НСАМ № 130-С	ААС	7,70	удовлетворительно
5	НСАМ № 130-С	ААС	7,20	удовлетворительно

Окончание табл. 3

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
6	МП	Пр-ГрМ	7,42	удовлетворительно
7	НСАМ № 130-С	ААС	7,84	удовлетворительно
8	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	7,75	удовлетворительно
9	НСАМ № 130-С	ААС	7,05	удовлетворительно
11	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,90	удовлетворительно
12	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	7,45	удовлетворительно
13	МП	АЭС-ИСП	8,95	удовлетворительно
14	НСАМ № 130-С	ААС	6,88	удовлетворительно
	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,34	удовлетворительно
15	НСАМ № 130-С	ААС	7,61	удовлетворительно
16	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	9,35	удовлетворительно
17	НСАМ № 130-С	ААС	6,81	удовлетворительно
18	НСАМ № 130-С	ААС	7,00	удовлетворительно
19	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	7,95	удовлетворительно
20	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	8,51	удовлетворительно
	НСАМ № 130-С	ААС	8,92	удовлетворительно
21	НСАМ № 130-С	ААС	7,65	удовлетворительно
22	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	8,30	удовлетворительно
23	НСАМ № 130-С	ААС	7,50	удовлетворительно
24	МП	Пр-ГрМ	8,78	удовлетворительно
25	НСАМ № 130-С	ААС	7,98	удовлетворительно
26	МА ИАЦ-44/01.00057/2012 (ред. 2015)	ААС	8,30	удовлетворительно
27	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98	МС-ИСП	8,40	удовлетворительно
28	НСАМ № 130-С	ААС	7,75	удовлетворительно
29	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	5,80	удовлетворительно
30	НСАМ № 485-РС	РСА	<20	
	НСАМ № 485-РС*	РСА	5,87	удовлетворительно
31	НСАМ № 164-ХС	ААС	7,80	удовлетворительно
32	НСАМ № 130-С	ААС	6,95	удовлетворительно
33	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,71	удовлетворительно
	НСАМ № 130-С	ААС	7,65	удовлетворительно
34	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,80	удовлетворительно
35	МП	МС-ИСП	8,23	удовлетворительно
36	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	8,05	удовлетворительно
	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,50	удовлетворительно
37	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	7,60	удовлетворительно
38	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,50	удовлетворительно
39	МП	МС-ИСП	7,63	удовлетворительно
42	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	8,69	удовлетворительно
43	МП*	Пр-ГрМ	9,00	удовлетворительно
44	МП	МС-ИСП	8,72	удовлетворительно

Таблица 4

Результаты определения золота в стандартном образце ОК 34/2016
(Аттестованное значение, млн⁻¹ (г/г) : 7,97 ± 0,06)

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
1	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,80	удовлетворительно
2	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	8,35	удовлетворительно
3	НСАМ № 131-С	ААС	6,50	удовлетворительно
4	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	8,00	удовлетворительно
5	НСАМ № 131-С	ААС	7,25	удовлетворительно
6	МП	Пр-ГрМ	7,82	удовлетворительно
7	НСАМ № 131-С	ААС	6,37	удовлетворительно
8	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,20	удовлетворительно

Окончание табл. 4

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
9	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	8,41	удовлетворительно
10	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,24	удовлетворительно
11	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,60	удовлетворительно
12	НСАМ № 131-С	ААС	7,80	удовлетворительно
13	МП	Пр-ААС	7,95	удовлетворительно
14	НСАМ № 237-С	ААС	7,07	удовлетворительно
	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,70	удовлетворительно
15	НСАМ № 456-Х	ААС	8,91	удовлетворительно
16	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,05	удовлетворительно
17	НСАМ № 131-С	ААС	8,11	удовлетворительно
18	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	7,45	удовлетворительно
19	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	7,90	удовлетворительно
20	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,74	удовлетворительно
	НСАМ № 131-С	ААС	7,77	удовлетворительно
21	НСАМ № 237-С	ААС	7,00	удовлетворительно
22	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,90	удовлетворительно
23	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,50	удовлетворительно
24	МП	Пр-ГрМ	7,76	удовлетворительно
25	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	7,55	удовлетворительно
26	МП	Пр-ГрМ	8,02	удовлетворительно
27	НСАМ № 237-С	ААС	6,95	удовлетворительно
28	НСАМ № 497-ХС	Пр-ААС	7,83	удовлетворительно
29	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,18	удовлетворительно
30	НСАМ № 392-Х/РС	РСА	6,84	удовлетворительно
31	НСАМ № 237-С	ААС	7,50	удовлетворительно
32	НСАМ № 237-С	ААС	7,24	удовлетворительно
	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	7,05	удовлетворительно
33	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,96	удовлетворительно
34	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	8,05	удовлетворительно
35	МП	МС-ИСП	7,53	удовлетворительно
36	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	8,35	удовлетворительно
37	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ААС	7,97	удовлетворительно
38	НСАМ № 497-ХС	Пр-ГрМ	7,90	удовлетворительно
39	МП	МС-ИСП	8,12	удовлетворительно
40	НСАМ № 140-С	ПКСА	10,00	удовлетворительно
41	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,84	удовлетворительно
42	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	7,74	удовлетворительно
43	МП	Пр-ГрМ	7,85	удовлетворительно
44	МП	Пр-ААС	8,15	удовлетворительно
	МП	МС-ИСП	6,90	удовлетворительно

Таблица 5

Результаты определения серебра в стандартном образце ОК 34/2016
(Аттестованное значение, млн⁻¹ (г/г) : 12,9 ± 0,4)

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
1	НСАМ № 130-С	ААС	14,8	удовлетворительно
2	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	14,0	удовлетворительно
3	НСАМ № 130-С	ААС	9,5	удовлетворительно
4	НСАМ № 130-С	ААС	12,1	удовлетворительно
5	НСАМ № 130-С	ААС	13,1	удовлетворительно
6	МП	Пр-ГрМ	12,7	удовлетворительно
7	НСАМ № 130-С	ААС	13,8	удовлетворительно
8	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	13,5	удовлетворительно
9	НСАМ № 130-С	ААС	12,9	удовлетворительно
11	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	15,6	удовлетворительно
12	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	12,8	удовлетворительно
13	МП	АЭС-ИСП	16,4	удовлетворительно
14	НСАМ № 130-С	ААС	11,6	удовлетворительно
	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	12,3	удовлетворительно

Окончание табл. 5

Шифр лаборатории	Методика	Метод	Результат анализа	Заключение
15	НСАМ № 130-С	ААС	12,4	удовлетворительно
16	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	14,5	удовлетворительно
17	НСАМ № 130-С	ААС	12,4	удовлетворительно
18	НСАМ № 130-С	ААС	11,8	удовлетворительно
19	МА ИАЦ-43-2004	Пр-ГрМ	13,5	удовлетворительно
20	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	14,0	удовлетворительно
	НСАМ № 130-С	ААС	14,7	удовлетворительно
21	НСАМ № 130-С	ААС	12,4	удовлетворительно
22	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	14,1	удовлетворительно
23	НСАМ № 130-С	ААС	12,3	удовлетворительно
24	МП	Пр-ГрМ	14,6	удовлетворительно
25	НСАМ № 130-С	ААС	13,1	удовлетворительно
26	МА ИАЦ-44/01.00057/2012 (ред. 2015)	ААС	14,0	удовлетворительно
27	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98	МС-ИСП	12,0	удовлетворительно
28	НСАМ № 130-С	ААС	13,2	удовлетворительно
29	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	12,9	удовлетворительно
30	НСАМ № 485-РС	РСА	<20	
	НСАМ № 485-РС*	РСА	11,0	удовлетворительно
31	НСАМ № 164-ХС	ААС	>10	
	НСАМ № 164-ХС*	ААС	12,7	удовлетворительно
32	НСАМ № 130-С	ААС	12,5	удовлетворительно
33	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	13,0	удовлетворительно
	НСАМ № 130-С*	ААС	12,3	удовлетворительно
34	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	14,1	удовлетворительно
35	МП	МС-ИСП	13,3	удовлетворительно
36	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	13,6	удовлетворительно
	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	14,1	удовлетворительно
37	МА ИАЦ-44/01.00057/2012	ААС	12,8	удовлетворительно
38	МА ИАЦ-43-2010	Пр-ГрМ	14,0	удовлетворительно
39	МП	МС-ИСП	12,0	удовлетворительно
42	НСАМ № 505-Х	Пр-ГрМ	14,1	удовлетворительно
43	МП	Пр-ГрМ	13,8	удовлетворительно
44	МП	МС-ИСП	15,6	удовлетворительно

Из результатов межлабораторных сравнительных испытаний (МСИ), приведенных в табл. 1–5, следует, что результаты научных исследований используют в своей практике восемь лабораторий МПР РФ (18% от общего числа лабораторий). На основе результатов научных исследований в лабораториях №№ 6, 13, 24, 26, 35, 39, 43, 44 разработаны МП, которые используются для контроля состава золотосодержащих руд. Следовательно, работники этих лабораторий уверены в целесообразности применения результатов научных исследований в практике [19–28]. Работники остальных 36 лабораторий использовали стандартные методики определения золота и серебра в рудах, утвержденные Научным советом по аналитическим методам (НСАМ). Ими использовались методы анализа, разработанные Информационно-аналитическим центром (МА ИАЦ), и методики, утвержденные Федеративными Природоохранными нормативными документами (ПНД Ф). Следовательно, работники этих лабораторий не способны разрабатывать собственные методики предприятий или не хотят тратить на это время. Отметим, что удовлетворительные результаты определения золота и серебра (98–100%) получены с помощью разных методик, в том числе и МП. Исключение составляют результаты определения низких содержаний серебра ($\leq 0,2$ г/т). В этом случае доля удовлетворительных результатов контроля составила 89%. Степень близости результатов определения золота и серебра в стандартных образцах к аттестованным значениям содержаний этих металлов в образцах иллюстрируется с помощью рис. 1 и 2. Результаты МСИ, приведенные на рис. 1 и 2, также свидетельствуют о том, что для контроля состава золотосодержащих руд можно использовать методики предприятий. При этом следует отметить, что из девяти используемых методик предприятий шесть методик основаны на классическом пробирном анализе. В целом для определения золота в 31 лаборатории

из 44 (70%) используется пробирный анализ или комбинированные методы на его основе. Следовательно, пробирный анализ по-прежнему остается наиболее востребованным методом определения благородных металлов в рудах.

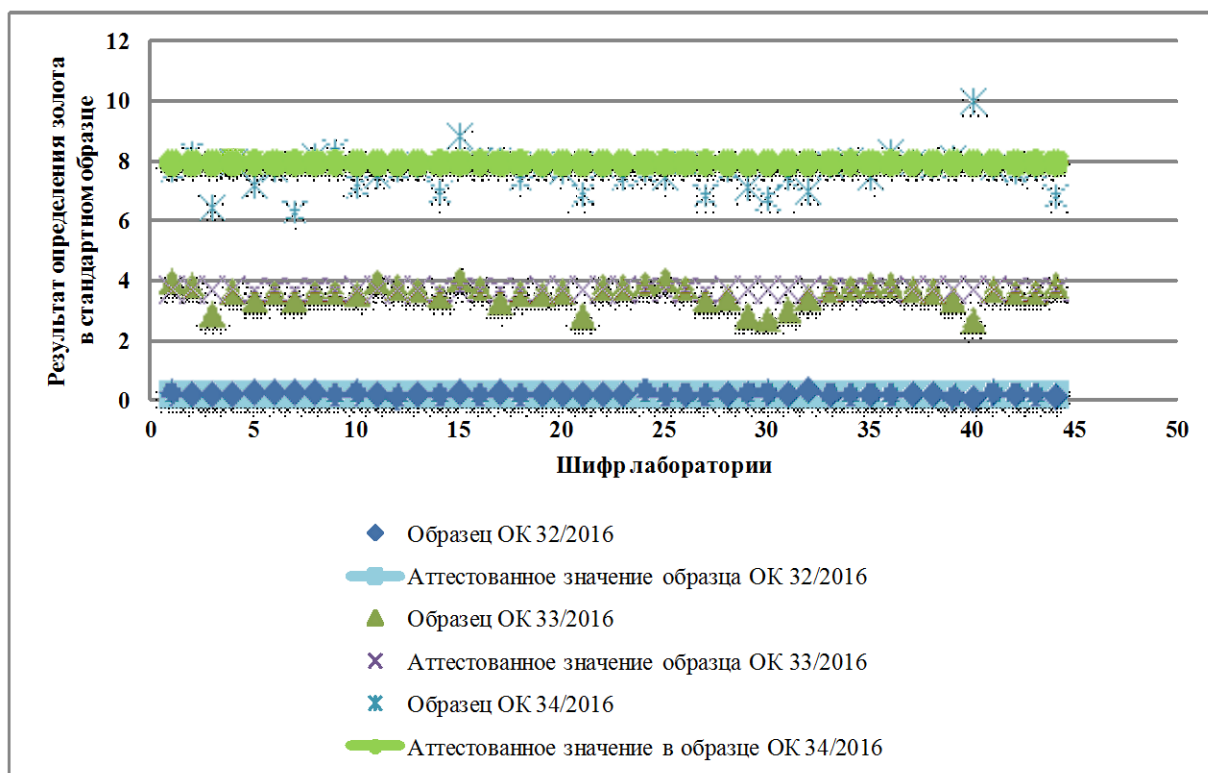


Рис. 1. Результаты определения Au в стандартных образцах

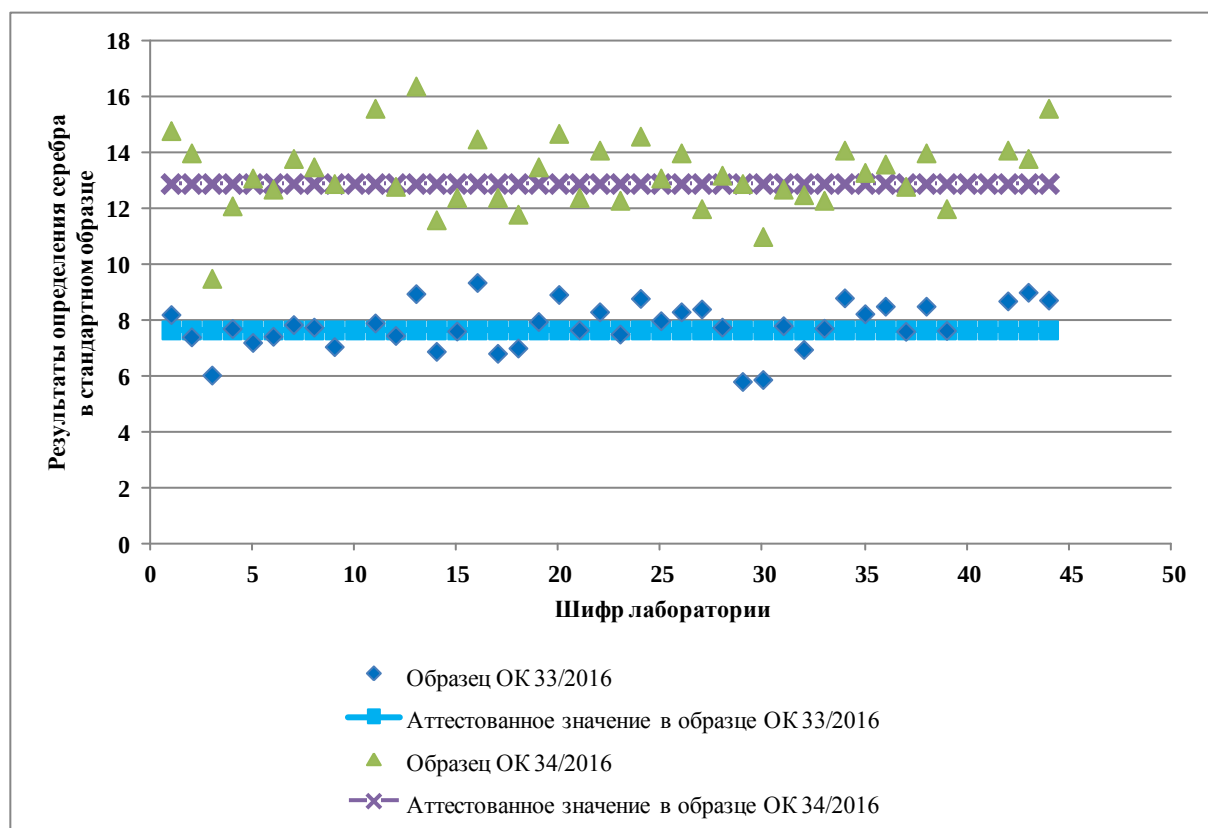


Рис. 2. Результаты определения Ag в стандартных образцах

Заключение

Результаты исследований позволяют сделать следующие выводы:

- а) результаты научных исследований в области контроля состава золотосодержащих руд востребованы в лабораториях МПР РФ;
- б) методики предприятий по своим метрологическим характеристикам не уступают стандартным методикам, утвержденным НСАМ или МА ИАЦ.

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. *Valcarcel Casses H.* // *Anal. Bioanal. Chem.* – 2010. – Vol. 396. – P. 23–75.
4. *Золотов Ю.А.* Введение в аналитическую химию. – М.: Лаборатория знаний, 2016. – 263 с.
5. Совершенствование аналитической схемы определения золота и серебра при опробовании золоторудных месторождений: монография / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина.* – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2015. – 89 с.
6. *Швецов В.А., Смагунова А.Н., Белавина О.А.* Оперативный контроль качества результатов анализа золотосодержащих руд: моногр. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2010. – 74 с.
7. 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. DOI: 10.15826 / analitika. 2016.20.4.004.
8. Исследование зависимости представительной массы геологической пробы золотосодержащей руды от размера ее частиц / *В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, В.В. Пахомова, Н.Б. Кошелева, Л.А. Безрукова* // *Журнал аналитической химии.* – 2008. – Т. 63, № 9. – С. 902–905.
9. 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.
10. Усовершенствование подготовки геологических проб к атомно-эмиссионному определению золота / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, В.А. Пахомов, О.А. Белавина* // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов.* – 2016. – Т. 82, № 1. – С. 22–24.
11. Совершенствование методики приготовления аттестованных смесей для контроля качества результатов определений золота атомно-эмиссионным методом / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, О.А. Белавина, Н.В. Адельшина, В.А. Пахомов* // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов.* – 2013. – № 06 (79). С. 64–66.
12. 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. – № 05 (78). – С. 15–18.
13. Алгоритм оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов определения золота атомно-эмиссионным методом в геологических пробах золотосодержащих руд первой группы / *В.В. Пахомова, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина* // *Заводская лаборатория. Диагностика материалов.* – 2012. – № 12 (78). – С. 73–74.
14. Разработка методических приемов для контроля качества капелей и определения квалификации операторов массового пробирного анализа / *Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина, В.В. Пахомова* // *Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University].* – 2017. – Вып. 41. – С. 26–32.
15. Зависимость результатов пробирного анализа кварцевых золотосодержащих руд от содержания восстановителя в шихте / *Д.В. Шунькин, В.А. Швецов, О.А. Белавина, В.А. Пахомов* // *Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University].* – Петропавловск-Камчатский. – 2017. – Вып. 39. – С. 32–36.

16. *Белафина О.А., Шунькин Д.В., Швецов В.А.* Обоснование выбора материала кювет для сушки проб золотосодержащих руд с помощью СВЧ-излучения // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 37. – С. 6–9.
17. *Белафина О.А., Швецов В.А.* Исследование операции перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 36. – С. 6–11.
18. Исследование зависимости продолжительности операции сушки геологических проб кварцевых золотосодержащих руд от толщины слоя материала / *О.А. Белафина, В.А. Швецов, Н.В. Адельшина, В.В. Пахомова, В.А. Пахомов, Д.В. Шунькин* // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – Петропавловск-Камчатский, 2016. – Вып. 35. – С. 6–10.
19. Определение состава микровключений самородного золота в матрице сульфидного минерала при рентгеноспектральном электронно-зондовом микроанализе / *В.В. Татаринцов, А.Л. Финкельштейн, Р.Г. Кравцова, Л.А. Павлова* // Аналитика и контроль. – 2017. – Т. 21, № 3. – С. 208–215. DOI: 10.15826 / analitika. 2017.21.3.002.
20. Аналитические возможности спектрального комплекса «Гранд-Поток» при сцинтилляционном определении содержания золота и серебра в геологических пробах / *А.А. Дзюба, В.А. Лабусов, И.Е. Васильева, Е.В. Шабанова, С.А. Бабин* // Аналитика и контроль. – 2017. – Т. 21, № 1. – С. 6–15. DOI:10.15826 / analitika. 2017.21.1.001.
21. *Смагунова А.Н., Малюгин В.М., Белафина О.А.* Государственные и отраслевые нормативные документы по контролю качества работы аналитических лабораторий // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2011. – Т. 77, № 10. – С. 67–74.
22. Прямое определение золота в суспензиях стандартных образцов горных пород и руды методом электротермической атомно-абсорбционной спектроскопии высокого разрешения / *Ю.А. Захаров, Д.С. Ирисов, Р.В. Окунев, Р.Х. Мусин, Р.Р. Хайбуллин* // Аналитика и контроль. – 2014. – Т. 18, № 4. – С. 392–403. DOI:10.15826 / analitika. 2014.18.4.004.
23. *Симаков В.А., Исаев В.Е.* Рентгеноспектральное определение золота в геологических пробах после его концентрирования с использованием низкотемпературной пробирной плавки // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2015. – № 10 (81). – С. 11–14.
24. Определение золота и платиновых металлов во вторичном и техногенном сырье сорбционно-атомно-эмиссионным методом с МАЭС / *А.М. Петров, О.И. Климова, О.А. Дальнова, Ю.А. Карпов* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – № 02 (79). – С. 14–18.
25. *Симаков В.А., Исаев В.Е., Кузнецов А.П.* Рентгенофлуоресцентное определение золота, платины и палладия в корольках пробирного концентрирования геологических проб // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – № 05 (79). – С. 13–17.
26. Применение рентгенофлуоресцентного энергодисперсионного анализатора БРА-18 для определения золота в рудах / *А.Д. Гоганов, О.А. Иванов, Р.И. Плотников, С.Н. Пестерев, П.С. Пестерев* // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2013. – № 10 (79). – С. 16–19.
27. *Корда Т.М., Демидова М.Г., Гуськова Е.А.* Определение платиновых металлов и золота в углеродсодержащих геологических объектах // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – № 05 (78). – С. 7–10.
28. *Житенко Л.П.* Современное состояние и проблемы определения высоких содержаний золота в сплавах и изделиях (обзор) // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2012. – № 11 (78). – С. 3–12.

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

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

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

УДК 664.144:582.272

М.В. Благоднравова**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛЕДЕНЦОВОЙ КАРАМЕЛИ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВОДОРΟΣЛЕВОГО ОТВАРА**

В статье приводятся результаты исследований по разработке технологии леденцовой карамели с использованием водорослевого отвара. Доказано, что внесение водорослевого отвара в рассматриваемых соотношениях позволяет получить леденцовую карамель с высокими органолептическими показателями, по качеству соответствующую требованиям нормативной документации.

Ключевые слова: леденцовая карамель, ламинариевые водоросли, органолептические показатели, профилограммы, водорослевой отвар.

M.V. Blagonravova**TECHNOLOGY OF LOLLIPOP USING ALGAL DECOCTION**

The article presents the results of researches on the technology of lollipop using algal decoction. It is proved that introducing algal decoction in the considered proportions allows to obtain lollipop with high organoleptic characteristics and the quality corresponding to requirements of normative documents.

Key words: lollipop, laminaria algae, organoleptic characteristics, profilograms, algal decoction.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-39-45

Введение

В соответствии с распоряжением Правительства РФ «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года» [1] с целью сохранения и укрепления здоровья населения необходимо развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами.

Незаменимым и жизненно необходимым организму человека микроэлементом, обеспечивающим его правильное развитие и жизнедеятельность, является йод. Одним из главных направлений в области политики здорового питания, на которое направлено внимание большинства стран, является борьба с йододефицитом. Известно, что наибольшую опасность представляет недостаток поступления йода в детском возрасте. В настоящее время население России продолжает испытывать дефицита йода [2]. Несмотря на действия Правительства Российской Федерации, направленные на профилактику заболеваний, вызванных дефицитом йода, в первую очередь, введение в действие государственной программы по массовому йодированию соли, восполнение йода с получаемой пищей происходит не в достаточном количестве [3].

Существует ряд способов йодирования пищевых продуктов, в том числе введение препаратов йода в состав карамелей. Кондитерские сахаристые изделия, в частности карамель, являются общедоступными продуктами по ценовому диапазону, обладают прекрасными органолептическими свойствами и пользуются большим спросом у населения, в первую очередь у детей.

Дальний Восток России, и в частности Камчатский край, богат сырьевыми ресурсами. Важным сырьем являются ламинариевые водоросли (морская капуста), отличающиеся ценным химическим составом. В морской капусте высокое содержание как йода, так и других микро- и макроэлементов (железа, калия, магния, брома, и др.), витаминов, в том числе пантотеновая и фолиевая кислоты.

В настоящее время выпускается лечебная карамель с добавлением порошка морской капусты, а также йодистого калия [4–7]. В то же время образующийся при варке морской капусты (обязательный процесс, используемый в распространенных способах переработки водорослей – производстве пресервов и консервов из морской капусты) водорослевой отвар, в состав которого

переходит значительное количество биологически-активных веществ, содержащихся в ламинарии, в том числе йода, в дальнейшем не используется и просто выбрасывается. Использование водорослевого отвара в технологии леденцовой карамели позволит обогатить карамель ценными нутриентами, более рационально используя водорослевое сырье.

Разработка технологии леденцовой карамели с использованием водорослевого отвара

Целью работы является разработка технологии леденцовой карамели, обогащенной отваром ламинариевых водорослей Камчатки.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи: установить удовлетворенность потребительского спроса товарным предложением на карамель повышенной пищевой ценности; разработать технологические приемы и решения по созданию леденцовой карамели, обогащенной отваром из ламинариевых водорослей Камчатки; оценить качество леденцовой карамели, обогащенной ламинариевыми водорослями Камчатки.

Предметом исследования в работе являлись бурые водоросли семейства Laminariaceae; образцы карамели без добавления отвара водорослей (контрольный образец), приготовленные в соответствии с ГОСТ 6477-88 [4]; опытные образцы карамели, приготовленные с использованием водорослевого отвара бурых водорослей семейства Laminariaceae. Исследования проводились с привлечением результатов социологического опроса жителей г. Петропавловска-Камчатского.

Для приготовления карамели использовали водоросли, собранные в бух. Авачинской с июня по сентябрь 2016 г. и высушенные (ГУ 9284-046-33620410-04 [8]). Все основное и дополнительное сырье, используемое в работе, соответствовало требованиям действующей нормативно-технической документации.

Отбор проб водорослей для лабораторных испытаний проводили по ГОСТ 31413-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб» [9]. Органолептическую оценку качества, а также определение массовой доли воды, йода и песка в водорослях, а также доли йода в готовых изделиях проводили согласно ГОСТ 31412-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей» [10] и ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа» [11].

Отбор проб готовых изделий проводили по ГОСТ 5904-82 «Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб» [12]. Органолептические показатели качества определяли по ГОСТ 5897-90 «Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей» [13]. Определение массовой доли влаги проводили методом высушивания по ГОСТ 5900-2014 «Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ» [14]; массовой доли золы – по ГОСТ 5901-2014 «Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси» [15], массовой доли редуцирующих веществ – по ГОСТ 5903-89 «Изделия кондитерские. Методы определения сахара» [16].

Для определения органолептических показателей применяли метод, основанный на составлении профилограмм.

Исследование потребительского спроса и удовлетворенности обогащенной карамелью являются важным фактором налаживания производства. Для проведения исследований была разработана анкета, ответы на которую должны были позволить сделать вывод о насыщении рынка г. Петропавловска-Камчатского обогащенной карамелью и спросом на нее среди потребителей. Авторами при участии сотрудников, аспирантов и магистрантов кафедры «Технологии пищевых производств» КамчатГТУ был проведен социологический опрос потребителей. Проведенные исследования позволили установить, что разработка технологии обогащенной карамели актуальна, так как доля респондентов, покупающих карамель хотя бы один раз в месяц, составляет свыше 60%. При этом большинство потребителей (73%) выразили положительное отношение к леденцовой карамели, обогащенной биологически активными веществами, и отметили, что будут покупать леденцовую карамель, обогащенную камчатскими водорослями.

При анализе ассортимента карамельных изделий, предлагаемых торговой сетью г. Петропавловска-Камчатского, установлено, что на прилавках полностью отсутствует карамель, производимая пищевыми предприятиями Камчатского края. Рынок обогащенной карамели составляет около 10% от общего количества карамели, представленной в торговой сети, при этом предложение карамели с добавлением водорослей, а также йодированной карамели полностью отсутст-

вует. В торговой сети г. Петропавловска-Камчатского преобладает продажа карамели с синтетическими добавками. При этом следует отметить, что при производстве сахаристых изделий в Камчатском крае водоросли в принципе не используются.

Достоинством производства леденцовой карамели на основе отвара ламинариевых водорослей Камчатского края является более широкое использование водорослей, рациональное использование образующегося при варке водорослей отвара, что позволит разработать практически безотходную технологию. Использование отвара позволит повысить пищевую ценность карамели, расширить ассортимент, исключив при этом использование синтетических добавок.

Водоросли являются доступным, недорогим сырьем, со значительными воспроизводимыми запасами в омывающих Камчатку водах, что, безусловно, важно для промышленного производства. Водорослевой отвар на настоящий момент нигде не используется и просто выбрасывается, при этом он является ценным источником биологически-активных веществ.

С целью определения соответствия бурых водорослей-сырца требованиям ТУ 15-01369-93 «Капуста морская-сырец. Технические условия» определяли органолептические показатели водорослей, а также массовую долю воды в них [17]. Установлено, что водорослевое сырье, направляемое на приготовление карамели, является доброкачественным и полностью соответствует требованиям нормативно-технической документации.

Бурые водоросли-сырец использовали для изготовления водорослей сушеных шинкованных. Качество сушеных шинкованных водорослей проверяли на соответствие требованиям ТУ 9284-046-33620410 «Капуста морская сушеная. Технические условия». С этой целью проводили органолептическую оценку, определяли массовую долю воды и массовую долю песка. Результаты испытаний показали, что сушеные водоросли по органолептическим и физико-химическим показателям соответствуют норме.

Приготовление водорослевого отвара проводили согласно требованиям Сборника технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. Сушеную ламинарию замачивали в воде при соотношении морской капусты и воды 1:4 и перемешивали каждый час. Продолжительность замачивания 4 ч. Затем капусту варили в кипящей воде 30 мин при массовом соотношении капусты и воды 1:3. Отвар сливали, охлаждали до температуры плюс 5 – плюс 10°C и использовали для получения карамели. Хранили отвар не более 5 сут. Подобный способ обработки, с использованием предварительного замачивания, позволяет максимально сократить продолжительность термической обработки, сохранив тем самым биологически-активные вещества, в том числе йод.

Контрольные образцы карамели готовили по традиционной схеме путем уваривания и последующего охлаждения сахаро-паточного сиропа. Для приготовления экспериментальных образцов сахар-песок просеивали через сито диаметром 5 мм. Патоку для снижения вязкости подогревали до температуры 40–50°C и процеживали через сито с диаметром ячеек 3 мм. Водорослевой отвар и питьевую воду нагревали до температуры 60–65°C. Дозировали сахар-песок, патоку, водорослевой отвар и питьевую воду, растворяли сахар в водорослевом отваре и воде при температуре 40–45°C, смешивали с патокой и уваривали при температуре 125–130°C. Массовая доля влаги карамельного сиропа составила 15%. Рецепт карамельного сиропа приведена в табл. 1.

Таблица 1

Рецептура карамельного сиропа

Сырье	Массовая доля сухих веществ, %	Расход сырья, кг на 100 кг готовых изделий	
		в натуре	в сухих веществах
Сахар-песок	99,85	62,00	61,91
Патока	78,00	30,15	23,52
Итого		92,15	85,43
Выход	85,00	100,00	85,00

Количество вносимого водорослевого отвара и питьевой воды в зависимости от рецептуры приведено в табл. 2. Экспериментировали как с полной заменой воды водорослевым отваром (образец № 5), так и с частичной в различных соотношениях (образцы № 2-4). Затем карамельный сироп уваривали при температуре 144–152°C до содержания влаги 1–3% и охлаждали до температуры 90°C.

Таблица 2

**Количество вносимого водорослевого отвара и воды в зависимости
от рецептуры, % от массы сахаро-паточного сиропа**

Образец	Ингредиент	
	водорослевой отвар	питьевая вода
№ 1 (контроль)	–	25
№ 2	5	20
№ 3	10	15
№ 4	15	10
№ 5	25	–

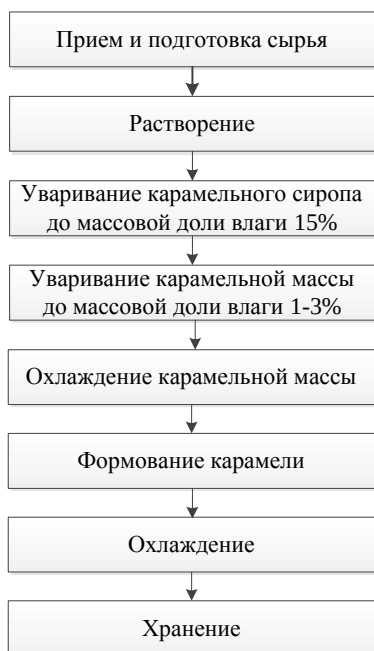


Рис. 1. Технологическая схема производства леденцовой карамели с водорослевым отваром

После формования карамели проводили окончательное охлаждение до температуры 25–30°C. Технологическая схема производства карамели приведена на рис. 1.

При проведении исследований по разработке рецептуры основным критерием являлась органолептическая оценка. Приемлемость количества вносимого водорослевого отвара определяли по органолептическим показателям.

Органолептическую оценку проводили профильным методом. Балльная шкала для оценки органолептических показателей карамели приведена в табл. 3. Результаты исследования химических показателей качества карамели представлены в табл. 4. Результаты органолептических исследований приведены на рис. 2.

Как видно из рис. 2, наиболее высокую органолептическую оценку получил образец, приготовленный с полной заменой воды отваром водорослей. Именно этот образец отличается наиболее гармоничными вкусом и запахом, а также привлекательным цветом, обусловленными полной заменой воды водорослевым отваром. Внесение отвара позволило придать карамели приятные легкие привкус и запах водорослей.

В образцах № 2–4, с частичной заменой воды отваром, отмечали слишком слабо выраженный, почти не заметный, привкус и запах водорослей.

Исходя из цели максимально повысить биологическую ценность продукта по содержанию йода и других биологически активных веществ за счет внесения отвара водорослей, оптимальной считаем рецептуру с наиболее высоким содержанием отвара – 25% от массы сахаро-паточного сиропа.

Таблица 3

Балльная шкала для оценки органолептических показателей леденцовой карамели

Показатель	Описательная характеристика	Балл
Поверхность	Сухая, без трещин, вкраплений, гладкая	5
	Сухая, без трещин, с незначительными вкраплениями, гладкая	4
	Сухая, без трещин, с незначительными вкраплениями, шероховатая	3
	Сухая, присутствуют трещины, с незначительными вкраплениями, шероховатая	2
	Влажная, шероховатая, трещины, вкрапления	1
Цвет	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска равномерная, привлекательная	5
	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска не совсем равномерная или не совсем привлекательная	4
	Свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная или не привлекательная	3
	В целом свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная, не привлекательная	2
	Не свойственный данному наименованию карамели. Окраска неравномерная и непривлекательная	1

Окончание табл. 3

Показатель	Описательная характеристика	Балл
Форма	Соответствующая данному виду изделий, без деформации	5
	Соответствующая данному виду изделий, незначительная деформация	4
	Соответствующая данному виду изделий, отдельные экземпляры деформированы	3
	Значительная деформация	2
	Не соответствующая данному виду изделий	1
Вкус и запах	Приятные, соответствующие данному наименованию карамели	5
	В целом приятные, соответствующие данному наименованию карамели	4
	Не совсем приятные, соответствующие данному наименованию карамели, не совсем гармоничные	3
	Неприятные, не соответствующие данному наименованию карамели, с неприятными посторонними привкусом и запахом	2
	Неприятные, не соответствующие данному наименованию карамели, с порочащими посторонними привкусом и запахом	1
Гармоничность вкуса и запаха водорослей	Вкус и запах водорослей гармоничны	5
	Вкус и запах водорослей выражены резко или слабо	4
	Вкус и запах водорослей слишком слабо выражены	3
	Вкус и запах водорослей почти не выражены	2
	Вкус и запах водорослей отсутствует	1

С целью установления соответствия качества карамели, приготовленной на основе водорослевого отвара, требованиям нормативно-технической документации в образце карамели № 5, как получившем наиболее высокую органолептическую оценку, определяли влажность карамели, массовую долю редуцирующих веществ, массовую долю золы и йода (табл. 4). Как видно, по всем исследуемым показателям разработанная карамель полностью соответствует требованиям ГОСТ.

Таблица 4

Химические показатели качества карамели, приготовленной на основе водорослевого отвара

Наименование показателя	Опытный образец	Контрольный образец	Норма по ГОСТ 6477-88
Массовая доля влаги, %	3,0	3,0	не более 3,0
Массовая доля редуцирующих веществ, %	18,5	18,5	не более 20,0
Массовая доля золы, не растворимой в растворе соляной кислоты с массовой долей 10%, %	0,20	0,18	не более 0,2
Массовая доля йода, %	$20,0 \cdot 10^{-4}$	—	не менее $20,0 \cdot 10^{-4}$

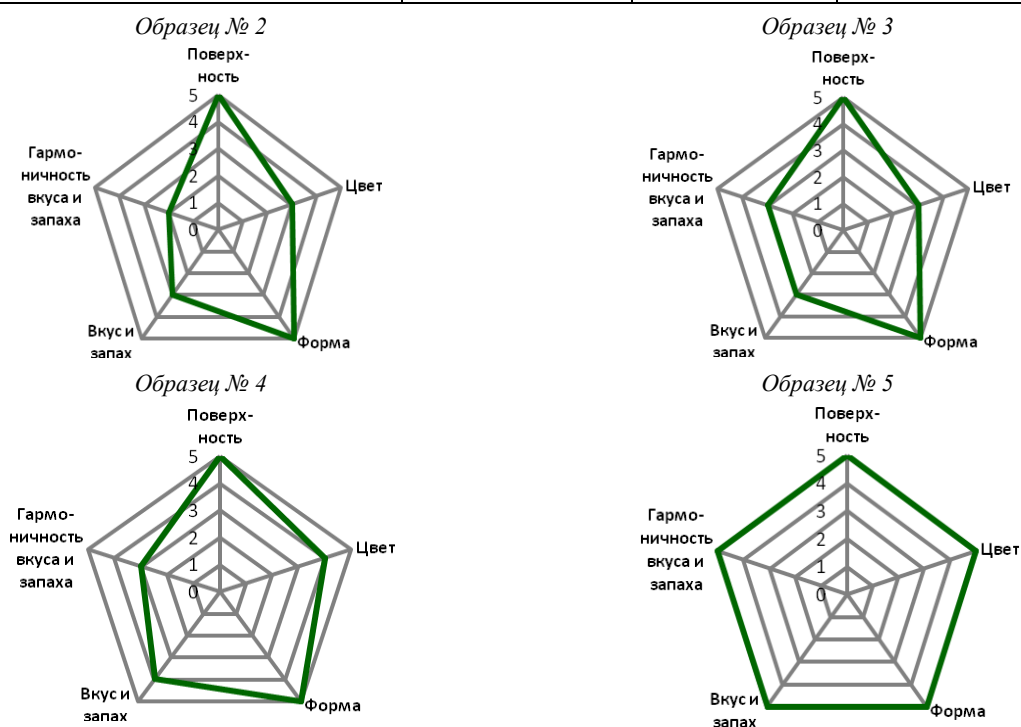


Рис. 2. Профилограммы качества образцов карамели с добавлением водорослевого отвара (рецептуры приведены в табл. 2)

Заключение

Существующие на настоящий момент технологии обогащения леденцовой карамели водорослями предусматривают внесение морской капусты в виде порошка. Значительную часть потребителей карамели составляют дети, и не всем нравится присутствие кусочков водорослей в кондитерском изделии. Разработанная технология позволяет обогащать карамель водорослями путем внесения отвара, получив продукт с привлекательным внешним видом и вкусом, без включений порошка водорослей. Согласно ГОСТ 6477 «Карамель. Общие технические условия» [4] массовая доля йода в карамели с морской капустой должна составлять не менее $20,0 \cdot 10^{-4}\%$. Согласно проведенным исследованиям, содержание йода в карамели, приготовленной с использованием водорослевого отвара, позволяет достигнуть норм, установленных стандартом для карамели с добавлением порошка морской капусты; массовая доля йода в карамели, приготовленной по разработанной технологии, составляет $20,0 \cdot 10^{-4}\%$.

На основании проведенных исследований установлено, что внесение водорослевого отвара позволяет получать карамель с повышенной биологической ценностью. Так, содержание йода в карамели полностью соответствует требованиям ГОСТ для карамели с внесением порошка морской капусты. Также исследования позволили доказать, что показатели качества карамели, приготовленной на основе водорослевого отвара (массовая доля влаги, золы и редуцирующих веществ), полностью соответствуют требованиям ГОСТ к карамели леденцовой. Таким образом, использование водорослевого отвара для приготовления карамели позволяет достигать той же степени обогащения йодом, что и непосредственное внесение порошка морской капусты в состав карамели, что делает возможным более рациональное использование водорослевых запасов Камчатки, направляя отвар, остающийся после варки водорослей при приготовлении пресервов и консервов, на производство леденцовой карамели. Как уже было отмечено, в торговой сети Петропавловска-Камчатского обогащенная водорослями карамель полностью отсутствует, также отсутствует производство карамели в Камчатском крае. Вышесказанное позволяет предположить, что внедрение разработанной ресурсосберегающей технологии будет рентабельным и позволит насытить рынок Камчатки карамелью с повышенной биологической ценностью.

На основании разработанной технологии возможно производство леденцовой карамели на основе водорослевого отвара бурых водорослей Камчатского края, являющегося ценным пищевым компонентом. Доказано, что внесение отвара в рассматриваемых соотношениях позволяет получить продукт с высокими органолептическими показателями. Установлено, что содержание йода полностью соответствует ГОСТ на карамель.

Литература

1. Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 25.10.2010 № 1873-п) [Электронный режим]. – URL: http://www.minobr.nso.ru/sites/minobr.nso.ru/wodby_files/files/wiki/2016/08/rasporyazhenie_pravitelstva_rf_ot_25_10_2010_n_1873-r_ob_osn.pdf.
2. Платонова Н.М. Йодный дефицит: современное состояние // Клиническая и экспериментальная тиреоидология. – № 1. – Т. 11. – 2015. – С. 12–21.
3. О мерах по профилактике заболеваний, вызванных дефицитом йода: постановление Правительства Российской Федерации от 5.10.1999 № 1119 [Электронный режим]. – URL: <http://profilaktika.tomsk.ru/?p=23690>.
4. ГОСТ 6477-88. Карамель. Общие технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 9 с.
5. Маравина И.Н., Панкрушева Т.А., Афонина Н.Д. Разработка оптимальной технологии и физико-химические исследования йодированных лекарственных карамелей // Химико-фармацевтический журнал. – 2008. – Т. 42, № 1. – С. 42–45.
6. Стефанович О.В., Фаерштейн А.В. Состав для приготовления карамели «Энергетическая карамель»: патент RU 2448470, заявка 30.11.2010 [Электронный режим]. – URL: <http://www.freepatent.ru/images/patents/10/2448470/patent-2448470.pdf>.
7. Леденцы йодированные: патент RU 2168906, заявка 25.11.1999 / В.Ф. Талановский, М.Г. Собко, О.А. Иванов и др. [Электронный режим]. – URL: <http://bd.patent.su/2168000-2168999/pat/servlet/servleta78e.html>.

8. ТУ 9284-046-33620410-04. Капуста морская сушеная. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 38 с.
9. ГОСТ 31413-2010. Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. – М.: Стандартинформ, 2011. – 12 с.
10. ГОСТ 31412-2010. Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей. – М.: Стандартинформ, 2011. – 7 с.
11. ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 36 с.
12. ГОСТ 5904-82. Изделия кондитерские. Правила приемки, методы отбора и подготовки проб. – М.: Изд-во стандартов, 2007. – 7 с.
13. ГОСТ 5897-90. Изделия кондитерские. Методы определения органолептических показателей качества, размеров, массы нетто и составных частей. – М.: Стандартинформ, 2012. – 16 с.
14. ГОСТ 5900-2014. Изделия кондитерские. Методы определения влаги и сухих веществ. – М.: Стандартинформ, 2015. – 10 с.
15. ГОСТ 5901-2014. Изделия кондитерские. Методы определения массовой доли золы и металломагнитной примеси. – М.: Стандартинформ, 2015. – 7 с.
16. ГОСТ 5903-89. Изделия кондитерские. Методы определения сахара. – М.: Стандартинформ, 2012. – 102 с.
17. ТУ 15-01369-93. Капуста морская-сырец. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2004. – 32 с.

Информация об авторе
Information about the author

Благонравова Майя Владимировна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; доцент кафедры технологий пищевых производств; mblagonravova@mail.ru

Blagonravova Majya Vladimirovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of Food Production Technologies Chair; mblagonravova@mail.ru

УДК 664.6/.7

В.А. Крохалев**МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЦЕПТУРНОЙ ФОРМУЛЫ ПИЩЕВОЙ
КОНЦЕНТРАТНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ ГРЕЧНЕВОЙ КРУПЫ,
НЕ ТРЕБУЮЩЕЙ ВАРКИ, ПОЛУЧЕННОЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ
ИНФРАКРАСНОГО ЭНЕРГОПОДВОДА**

В статье рассматриваются подходы к моделированию пищевых концентратных смесей на основе гречневой крупы, не требующей варки, полученной с применения радиационного энергоподвода. В ходе исследования для аналитического обоснования использованы стандартные методы органолептических и физико-химических испытаний. Представлен органолептический и физико-химический анализ используемого сырья – крупяного и овощного (вспомогательного). На основе матрицы подбора ингредиентов составлена рецептурная формула пищевой концентратной смеси «Каша гречневая с овощами». Установлено, что оптимальными органолептическими характеристиками обладает образец, ингредиентами которого являются: гречневая крупа, не требующая варки, вода, капуста цветная, морковь, тыква отварная сушеная, чеснок сушеный, петрушка бланшированная сушеная, соль поваренная. Исследовано изменение критериев показателей качества разработанной пищевой концентратной смеси на основе гречневой крупы в процессе ее хранения, сформированы регламентируемые органолептические и физико-химические показатели качества.

Ключевые слова: гречневая крупа, овощное сырье, рецептурная формула, моделирование, показатели качества, аминокислотный скор, вертикальный дегидратор.

V.A. Krokhaliev**MODELLING THE FORMULA OF FOOD CONCENTRATE
WITH INSTANT BUCKWHEAT RECEIVED USING INFRARED POWER CONDUIT**

The article presents the approaches to modeling the food concentrates with instant buckwheat received using infrared power conduit. As part of the study standard methods of organoleptic and physical and chemical tests are used for analytical justification. Sensory and physical-chemical analysis of the used raw material – cereal and vegetable (auxiliary) is presented. On the basis of the matrix of ingredient matching the formula of the food concentrated mix "Buckwheat with Vegetables" is developed. It is established that the sample which ingredients are instant buckwheat, water, cauliflower, carrot, boiled dried pumpkin, dried garlic, blanched dried parsley, table salt has optimum organoleptic characteristics. Changing in criteria of quality parameters of the developed food concentrated mix with buckwheat during the storage is investigated; regulated organoleptic and physical-chemical quality parameters are created.

Key words: buckwheat, vegetable raw material, formula, modeling, quality parameters, amino-acid score, vertical dehydrator.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-46-53

Введение

На сегодняшний день ассортимент каш быстрого и моментального приготовления на отечественном продовольственном рынке представлен достаточно широко и разнообразно. Стоит иметь в виду, что каши быстрого приготовления требуют кратковременной варки в течение 3–5 мин в зависимости от вида крупяного сырья, каши моментального приготовления не нуждаются в подобной варке, процесс их восстановления сводится к заливанию их кипятком и настаиванию в течение 1–5 мин. Каши быстрого и моментального приготовления оцениваются потребителями как доступные и более натуральные, в отличие от других квалификационных групп пищевых концентратных смесей, например лапши или супов [1]. Именно поэтому заявленный сегмент каш является востребованным на продуктовом рынке на протяжении уже многих лет.

Производители, ориентируясь на изменяющиеся запросы и вкусы потребителей, стремятся запустить на рынок новые виды продукции с повышенными потребительскими и кулинарными достоинствами.

Рецептурная формула продуктов очень важна в вопросе качества концентратных смесей, так как от вкусовых характеристик и соотношения компонентов на выходе можно получить продукт переменного качества, варьируя вышеупомянутые зависимые ингредиенты. Разработкой рецептов пищевых концентратных смесей занимаются в лабораторных условиях научно-исследовательской организации или предприятия. При разработке рецептуры пищевых концентратных смесей необходимо учитывать ряд требований (рис. 1).

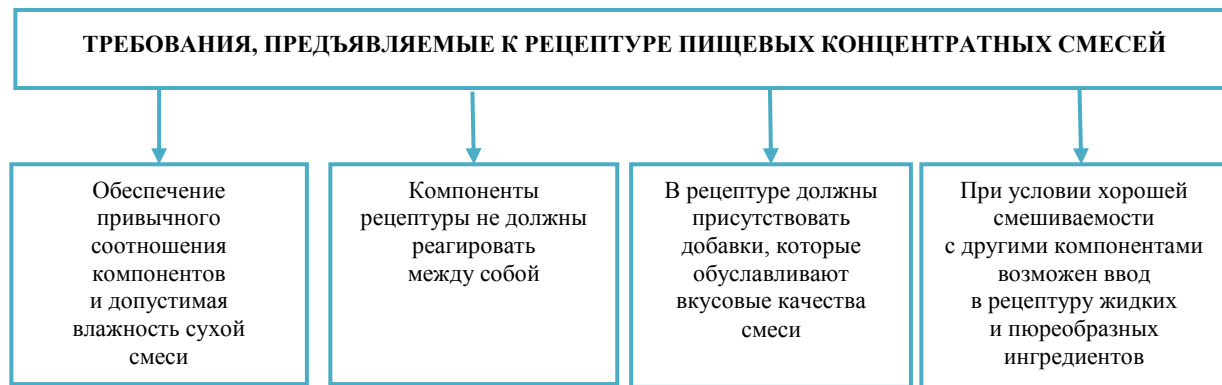


Рис. 1. Требования к разработке рецептур блюд пищевых концентратов

Также важным условием, выполняемым при разработке рецептов пищекокцентратов, должно быть следующее: в рецептуре необходимо задавать чистую массу продукта, определяемую вследствие дальнейшей обработки сырья [2].

Цель исследования – моделирование рецептурной формулы пищевой концентратной смеси на основе крупяного сырья.

Объекты и методы исследования

Объектами исследования являлись:

1. Гречневая крупа, не требующая варки, полученная согласно разработанной технологии с применением процесса инфракрасной сушки.
2. Вспомогательное сырье – овощи свежие, зелень сушеная, соль поваренная.
3. Лабораторные образцы разработанных пищевых концентратных смесей.

Отбор проб крупяного, овощного свежего и сушеного сырья, его органолептическая оценка осуществлялись в соответствии с требованиями нормативной документации: гречневой крупы – по ГОСТ Р 55290-2012, моркови – по ГОСТ 32284-2013, капусты цветной – по ГОСТ Р 54903-2012, тыквы – по ГОСТ 7975-2013, чеснока сушеного – по ГОСТ 32065-2013, соли поваренной – по ГОСТ Р 51574-2000.

В разработанной пищевой концентратной смеси определялись следующие физико-химические показатели качества: массовая доля влаги – термogrавиметрическим методом, сущность которого заключается в высушивании образцов до постоянной массы в сушильном шкафу при заданном тепловом режиме по ГОСТ 15113.4-77, массовая доля жира – рефрактометрическим способом по ГОСТ 15113.9-77; качественный и количественный суммарный состав аминокислот – методом ионообменной хроматографии посредством использования аминокислотного анализатора Т 339; определение общей титруемой кислотности – методом титрования щелочью кислот, содержащихся в испытуемом образце – по ГОСТ 15113.5-77. Органолептическую оценку пищевых концентратных смесей после регенерации, в том числе балловую, осуществляли общепризнанными методами в соответствии с ГОСТ 19327-84.

Достоверность результатов исследования подтверждена обработкой полученных данных параметрическим методом сравнения на основании критерия t -Стюдента для одной выборки (4,303; 3,182), выбранного в зависимости от принятого уровня значимости ($\alpha = 0,95$) и числа степеней свободы ($\varphi = n - 1$), используемых при определении дисперсии. Исследования проводились с трех- и четырехкратной повторностью опытов (n).

Результаты и их обсуждение

Гречневая крупа, не требующая варки, используемая в качестве основы для моделирования пищевых концентратных смесей, получена согласно разработанной технологии производства

с применением инфракрасного энергоподвода на этапе сушки исследуемого крупяного сырья. Технологический процесс производства состоит из семи последовательно взаимосвязанных этапов, каждый из которых отличается установленными рабочими параметрами обработки сырья (табл. 1).

Таблица 1

Основные стадии технологического процесса с указанием рабочих параметров обработки

Наименование стадий технологического процесса	Режимные параметры обработки	Значение показателей влажности, %
Очистка и мойка крупы	Температура воды $50 \pm 5^\circ\text{C}$	$18,0 \pm 0,3$
Термическая обработка подготовленной крупы	Соотношение воды и продукта 3 : 1, Продолжительность варки 12 ± 2 мин	$62,0 \pm 0,3$
Замораживание вареной крупы	Температура минус $20 \pm 2^\circ\text{C}$, продолжительность замораживания 12 ± 1 мин*	$51,0 \pm 0,2$
ИК-сушка замороженной крупы	Лучистый поток $3,1 \text{ мкм} \pm 0,4$, Площадь лучистого потока 11 кВт/м^2	$9,3 \pm 0,02$
Отлежка высушенной крупы в эксикаторе	Продолжительность отлежки 11 ± 1 ч	$9,1 \pm 0,02$
Дозирование и смешивание	Масса порции – 40 г	–
Расфасовка и упаковка в пакеты	Подача насоса – $10 \text{ м}^3/\text{ч}$	–

* данные верны при единовременной максимальной закладке в аппарат 6×GN 1/1 слоя крупяного сырья толщиной 10 мм.

Замораживание при температуре минус $20 \pm 2^\circ\text{C}$ приводит к максимальной деформации структуры тканей крупы кристаллами льда в сравнении с интенсивным замораживанием при более низких температурах, которое характеризуется образованием кристаллов меньшего размера. Осуществление процесса при заданной температуре способствует сокращению времени работы аппарата и экономии энергетических ресурсов. Следует учесть, что параметры технологического цикла, установленные в рамках лаборатории, в зависимости от объемов производства и мощности аппаратов могут быть скорректированы.

Экспериментальная работа начата с исследования крупяного и овощного (вспомогательного) сырья по органолептическим и физико-химическим показателям качества на соответствие требованиям действующей нормативной документации.

В гречневой крупе были определены следующие органолептические показатели: цвет, вкус, запах (табл. 2) [3].

Таблица 2

Результаты исследования показателей качества гречневой крупы ядрицы первого сорта

Наименование органолептического показателя	Показатели, согласно ГОСТ Р 55290–2012	Фактические показатели
Цвет	Кремовый с желтоватым или зеленоватым оттенком	Кремовый с желтоватым оттенком
Вкус	Свойственный гречневой крупе, без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый	Без посторонних запахов, не затхлый, не плесневый
Запах	Свойственный гречневой крупе, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	Без посторонних привкусов, не кислый, не горький

Результаты исследования органолептических показателей качества моркови столовой свежей в соответствии с ГОСТ Р 32284–2013 «Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети» (табл. 3) [4].

Таблица 3

Результаты исследования органолептических показателей качества моркови свежей столовой

Наименование органолептического показателя	Показатели согласно ГОСТ Р 32284–2013	Фактические показатели
Внешний вид	Корнеплоды свежие, целые, здоровые, чистые, не увядшие, без признаков прорастания, без излишней внешней влажности, типичной для ботанического сорта формы и окраски	Корнеплоды целые, здоровые, чистые, не увядшие, не треснувшие, без излишней внешней влажности, типичной формы и окраски
Запах и вкус	Свойственный моркови, без посторонних привкусов, не кислый, не горький	Без посторонних привкусов и запахов

Результаты исследования органолептических показателей качества капусты цветной свежей в соответствии с ГОСТ Р 54903–2012 «Капуста цветная свежая» (табл. 4) [5].

Таблица 4

Результаты исследования органолептических показателей качества капусты цветной свежей первого сорта

Наименование органолептического показателя	Показатели согласно ГОСТ Р 54903–2012	Фактические показатели
Внешний вид	Головки свежие со свежими листьями, без листьев или подрезанные, целые, здоровые, без механических повреждений	Головки свежие без листьев, целые, отсутствует излишняя внешняя влажность и механические повреждения
Окраска	Однородная, типичная для данного ботанического сорта	Кремовый
Запах и вкус	Без посторонних привкусов и запахов	Без посторонних привкусов и запахов

Результаты исследования органолептических показателей качества тыквы свежей в соответствии с ГОСТ 7975–2013 «Тыква свежая продовольственная» (табл. 5) [6].

Таблица 5

Результаты исследования органолептических показателей качества тыквы свежей первого сорта

Наименование органолептического показателя	Показатели, согласно ГОСТ 7975–2013	Фактические показатели
Внешний вид	Плоды свежие, целые, здоровые, чистые, с окраской и формой, свойственными данному ботаническому виду и сорту, с плодоножкой или без нее	Плоды свежие, чистые, с плодоножкой, окраска и форма свойственны данному ботаническому виду и сорту
Степень зрелости	Плоды зрелые, со сформировавшимися семенами и окраской коры, свойственной данному ботаническому виду и сорту	Плоды зрелые, присутствуют семена, окраска коры соответствует

Результаты анализа, представленные в табл. 5, подтверждают, что используемое основное крупяное и вспомогательное сырье: морковь столовая свежая, лук репчатый свежий, соль поваренная пищевая – соответствует регламентируемым органолептическим и физико-химическим показателям качества и может быть далее использовано в рамках экспериментальной части исследования.

Предлагаемый вариант «Каша гречневая с овощами» содержит следующие компоненты: гречневую крупу, полученную согласно установленной технологии производства, поваренную соль, лук и морковь отварные сушеные, петрушку сушеную.

Рецептурная формула пищевых концентратных смесей на основе гречневой крупы разработана на основе матрицы подбора ингредиентов, переменным критерием которой явилось соотношение крупяного и высушенного овощного (вспомогательного) сырья (табл. 6).

Таблица 6

Матрица подбора ингредиентов пищевой концентратной смеси на основе гречневой крупы

Номер образца	Гречневая крупа, не требующая варки	Соль поваренная	Вода	Лук	Морковь	Перец болгарский	Грибы шампиньоны	Капуста цветная	Чеснок	Тыква	Петрушка	Укроп	Сельдерей	Хмели-сунели	Мускатный орех	Куркума	Органолептическая оценка, средний балл
1	+	+	+	+	+	+					+						4,0
2	+	+	+	+			+					+		+	+		4,2
3	+	+	+					+	+			+	+			+	4,2
4	+	+	+		+			+	+	+	+						4,9
5	+	+	+	+	+	+						+	+	+			4,3
6	+	+	+			+	+				+		+				4,5

Подготовленные овощи, зелень, пряности и гречневую крупу, полученную согласно разработанной технологии, смешивали в соотношении, предусмотренном установленной рецептурной формулой (табл. 7).

Таблица 7

Рецептурная формула пищевой концентратной смеси «Каша гречневая с овощами»

Наименование рецептурного компонента	Содержание, %
Гречневая крупа, полученная согласно разработанной технологии	73,5
Капуста цветная отварная сушеная	8,0
Морковь отварная сушеная	9,0
Тыква сушеная отварная	5,0
Чеснок сушеный	1,5
Соль поваренная	2,0
Петрушка бланшированная сушеная	1,0
Итого	100,0

Овощи, предусмотренные рецептурным набором, были высушены посредством использования вертикального дегидрататора. Конструктивно сушилка оформлена следующим образом: пластмассовый корпус, где располагаются электродвигатель с крыльчаткой, электронагреватель, термовыключатель и терморегулятор, также в набор включены пять лотков и пластмассовая крышка. Принцип действия сушилки заключен в закачивании воздуха вентилятором из нижней части конструкции, его подаче на нагреватель и дальнейшем движении нагретого воздуха через крышку с жалюзи на лотки [7]. Терморегулятор обеспечивает поддержание заданной температуры, термовыключатель предусмотрен для защиты от перегрева сушилки.

Предварительно сваренная и нарезанная мелким кубиком морковь укладывается в лоток конструкции дегидрататора, далее воздух максимально равномерно обдувает листы с уложенным продуктом, тем самым обеспечивая его размеренно однородную сушку. Температура обдува составляет 50–65°C, время обработки – 60–90 мин, конечная влажность $8,0 \pm 0,2\%$.

Очищенную тыкву нарезают мелким кубиком, капусту цветную разбирают на соцветия диаметром 10 мм, далее овощи отваривают в воде до готовности и помещают в лотки дегидрататора. Процесс сушки продолжают в течение 50–70 мин при рабочей температуре 50–65°C до конечной влажности овощей $8,5 \pm 0,1\%$.

Петрушку свежую кратковременно бланшируют, шинкуют, располагают в лотках сушилки, задают температуру 50–65°C и оставляют для отвода влаги до значения влажности $7,0 \pm 0,2\%$.

Сушка овощей и зелени осуществляется одновременно, при одинаковой температуре, но при разной продолжительности процесса.

Соль поваренную предварительно инспектируют и пропускают через сито, исходя из ее гранулометрического состава и сортности.

Подготовленные рецептурные компоненты: гречневую крупу, морковь, капусту цветную, тыкву отварную сушеную, петрушку бланшированную сушеную, чеснок сушеный, соль поваренную – посредством электронных весов отбирают по массе, согласно предлагаемой рецептурной формуле и перемешивают ручным способом в течение 3–5 мин. В дальнейшем предполагается применение автоматической смесительной машины периодического действия.

Расфасовка полуфабриката осуществляется в пакеты из комбинированного термосвариваемого материала на основе алюминиевой фольги массой нетто 40 г. Далее пакеты укладываются в лотки из вспененного полистирола, закрываются крышкой и запаиваются в термоусадочную пленку.

Способы регенерации предполагают минимум операций по сложности и времени: содержимое пакета необходимо высыпать в лоток, залить 100 мл кипятка, перемешать, накрыть крышкой и оставить для доведения до готовности на 3,0–5,0 мин.

Также возможен и другой способ восстановления продукта «Каша гречневая с овощами» – сухую смесь гречневой крупы с овощами высыпать в лоток, залить 120 мл кипятка, перемешать, накрыть крышкой и отправить в микроволновую печь на 1,5–2,0 мин.

Для сравнительного анализа органолептических характеристик испытуемых образцов была разработана пятибалльная описательная шкала. В дегустации испытуемых образцов пищевых концентратных смесей, на равных условиях с экспертами, участвовали потребители, соответствующие критериям целевой аудитории: возраст – от 20 до 40 лет; уровень дохода – средний; соотношение мужчин и женщин 1 : 1. Обязательным условием участия в дегустации являлось приобретение потребителями пищевых концентратов минимум один раз. Испытуемыми образ-

цами исследования являлись: каша гречневая со вкусом курицы АО «Селена люкс» (далее по тексту – образец № 1); каша гречневая с луком и морковью ООО «ЭволюшнФуд» (далее по тексту – образец № 2); каша гречневая с овощами, разработанная в ходе исследования (далее по тексту – образец № 3) (табл. 8).

Таблица 8

Органолептические показатели испытуемых образцов

Наименование показателя	Испытуемые образцы		
	№ 1	№ 2	№ 3
Внешний вид	Хлопья крупы разваренные, присутствуют слипшиеся комочки, овощи однородные по размеру	Хлопья крупы набухшие, присутствуют слипшиеся комочки, овощи разнородные по форме и размеру	Зерна крупы набухшие, целые, легко отделяются друг от друга, овощи однородные по форме
Консистенция	Хлопьев – однородная, мягкая, овощей – мягкая	Хлопьев – однородная, вязкая, овощей – крайне мягкая, легко разламывающаяся	Зерен – рассыпчатая, мягкая, овощей – мягкая, упругая
Цвет	Хлопьев – светло-коричневый, овощей – типичный для каждого вида	Хлопьев – разных оттенков коричневого, неоднородный, овощей – типичный для каждого вида	Зерен – коричневый, равномерный по всему объему овощей – типичный для каждого вида
Вкус	Ярко выраженный вкус курицы, солоноватый	Слабо выраженный, в меру соленый	Сбалансированный, в меру соленый и пряный
Запах	Свойственный используемым ингредиентам, не затхлый, не плесневый		

Пищевыми концентратными смесями, обладающими наиболее приятными органолептическими характеристиками и соответствующими ожиданиям потребителей, определены образец № 2 «Каша гречневая с луком и морковью» и образец № 3 «Каша гречневая с овощами». Однако потребители выделили наиболее сбалансированный и гармоничный вкус у образца № 3, также ими была отмечена рассыпчатая консистенция готовой пищевой концентратной смеси и определена схожесть по показателям качества образца № 3 с гречневой кашей, приготовленной традиционным способом.

Массовая доля влаги пищевой концентратной смеси «Каша гречневая с овощами» (табл. 9).

Таблица 9

Значения показателей влажности исследуемых образцов (n = 4)

Наименование образца	Значение показателей влажности в условиях четырехкратной повторяемости опыта				Среднее выборочное значение показателя влажности
	1	2	3	4	
Каша гречневая с овощами	9,2	9,0	8,8	9,1	9,0

Полученные данные соответствуют регламентируемым показателям влажности согласно ГОСТ Р 50847–96 «Концентраты пищевые первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления» – массовая доля влажности образца не превышает 10% [8].

Для установления биологической ценности разработанной пищевой концентратной смеси был исследован ее аминокислотный состав (табл. 10).

Таблица 10

Содержание заменимых и незаменимых аминокислот в образце (n = 3)

Наименование образца	Содержание аминокислоты, мг/100 г продукта	Массовая доля аминокислоты, %
Незаменимые аминокислоты		
Валин	431,2	4,13
Изолейцин	368,7	3,51
Лейцин	657,2	6,25
Метионин + цистин	580,0	5,52
Треонин	342,5	3,26
Фенилаланин + тирозин	884,3	8,42
Триптофан	129,1	1,23
Лизин	428,1	4,07
Всего	3 821,1	36,38

Окончание табл. 10

Наименование образца	Содержание аминокислоты, мг/100 г продукта	Массовая доля аминокислоты, %
Заменимые аминокислоты		
Аланин	571,1	5,43
Аргинин	912,3	8,68
Аспаргиновая кислота	1 162,1	11,06
Глицин	775,6	7,38
Глутаминовая кислота	1 640,0	15,61
Пролин	670,0	6,38
Серин	461,3	4,39
Тирозин	293,6	2,79
Заменимые аминокислоты		
Цистин	199,7	1,90
Всего	6 685,7	63,62
Итого аминокислот	10 506,8	100,00

Из представленных данных следует, что на долю эссенциальных аминокислот приходится 36,4%, на долю заменимых – 63,6% от общего содержания аминокислотных кислот.

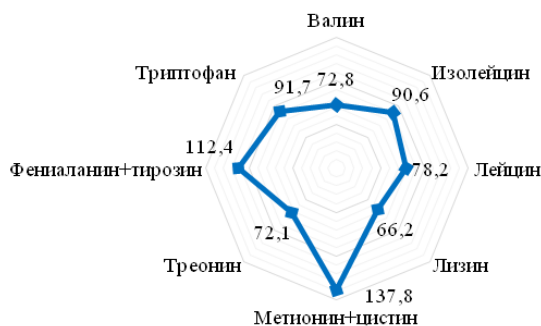


Рис. 2. Значения аминокислотного индекса образца, полученного согласно разработанной технологии с применением ИК-сушки, %

На основе использования метода Х. Митчела и Р. Блока осуществлен расчет аминокислотного индекса испытуемого образца (рис. 2).

Как следует из приведенных данных, первой лимитирующей аминокислотой в испытуемом образце является лизин. Значение аминокислотного индекса данной аминокислоты (66,2%) определяет степень усвоения белков пищевой концентратной смеси и ее биологическую ценность.

В рамках исследования определена пищевая ценность разработанной концентратной смеси на основе крупяного сырья с расчетом на 100 и 130 г (порцию) гречневой каши с овощами (табл. 11).

Таблица 11

Пищевая ценность «Каша гречневая с овощами» на 100 и 130 граммов выхода каши

Наименование образца	Выход, г	Содержание основных пищевых веществ, г				Энергетическая ценность, ккал
		Белки	Жиры	Углеводы	Пищевые волокна	
Каша гречневая с овощами	130,0	4,1	0,9	20,0	3,8	105
	100,0	3,1	0,7	15,4	2,9	81

На основании результатов органолептического и физико-химического анализа показателей испытуемого образца было исследовано изменение критериев показателей качества разработанной пищевой концентратной смеси на основе гречневой крупы. С этой целью полученную сухую смесь расфасовывали в пакеты из комбинированного термосвариваемого материала на основе алюминиевой фольги емкостью 0,1 дм³, далее пакеты помещали в лотки из вспененного полистирола, закрывали крышкой и запаивали в термоусадочную пленку. Исследуемые концентратные смеси хранили в течение шести месяцев при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$ и относительной влажности воздуха не более 75%. Спустя 30 сут один лоток разработанной смеси вскрывали и проводили соответствующую оценку органолептических и физико-химических показателей качества.

Анализ полученных данных свидетельствует, что основные органолептические характеристики: внешний вид, консистенция, цвет, вкус и запах, а также физико-химические: титруемая кислотность, массовая доля влаги – на протяжении заявленного срока хранения существенно не изменились. Регламентируемые показатели качества разработанной пищевой концентратной смеси «Каша гречневая с овощами» представлены в табл. 12.

Таблица 12

Регламентируемые органолептические и физико-химические показатели качества разработанной пищевой концентратной смеси «Каша гречневая с овощами»

Наименование показателя	Норма
Внешний вид	Зерна крупы набухшие, легко разделяются, целостность зерна сохранена, овощи, нарезанные кусочками, однородные по форме и размерам
Вкус и запах	Вкус в меру соленый, пряный, без посторонних привкусов, запах не затхлый, не плесневый
Консистенция	Зерен крупы – рассыпчатая, овощей – мягкая, упругая
Цвет	Зерен крупы – коричневый, овощей – типичный для каждого вида продукта
Массовая доля влаги, %, не более*	$7,6 \pm 0,06$
Титруемая кислотность, мл, 0,1М NaOH, пошедшего на титрование 100 см ³ пробы*	$1,4 \pm 0,2$
Массовая доля металлических примесей, %, не более*	$3 \cdot 10^{-4}$
Массовая доля посторонних минеральных примесей, %, не более*	$1 \cdot 10^{-2}$
Восстанавливаемость (по способу указанному на этикетке), мин, не более	10,0

*данные показатели определяются в сухих концентратных смесях.

Заключение

Смоделированная пищевая концентратная смесь на основе крупяного сырья «Каша гречневая с овощами» обладает улучшенными потребительскими характеристиками в сравнении с другими испытываемыми образцами пищевых концентратных смесей, рассмотренных в рамках сравнительного анализа по органолептическим показателям качества. Данные преимущества позволяют разработанной концентратной смеси благополучно конкурировать на потребительском рынке продуктов аналогичного назначения.

Литература

1. Экспертиза пищевых концентратов. Качество и безопасность / И.Ю. Резниченко, В.М. Позняковский, А.О. Камбаров, А.М. Попов. – М.: Инфра-М, 2015. – 272 с.
2. Ванишин В.В., Ванишина Е.А. Технология пищевого концентратного производства. – Оренбург: БИБКМ, 2012. – 123 с.
3. ГОСТ Р 55290–2012. Крупа гречневая. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 18 с.
4. ГОСТ Р 32284–2013. Морковь столовая свежая, реализуемая в розничной торговой сети. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 15 с.
5. ГОСТ Р 54903–2012. Капуста цветная свежая. – М.: Изд-во стандартов, 2013. – 12 с.
6. ГОСТ 7975–2013. Тыква свежая продовольственная. – М.: Изд-во стандартов, 2014. – 6 с.
7. Мишта Е.А., Мишта П.В., Шагарова А.А. Процессы и аппараты пищевых производств. Сушка. Расчет сушилок для сушки пищевых продуктов: учеб. пособие для вузов. – Волгоград, 2012. – 60 с.
8. ГОСТ Р 50847–96. Концентраты пищевые первых и вторых обеденных блюд быстрого приготовления. – М.: Изд-во стандартов, 2011. – 12 с.

Информация об авторе Information about the author

Крохалев Виктор Анатольевич – Уральский государственный экономический университет; 620219, Россия, Екатеринбург; кандидат экономических наук; доцент кафедры технологии питания; victorkrohalev@gmail.com

Krokhalev Victor Anatolevich – Ural State University of Economics; 620219, Russia, Yekaterinburg; Candidate of Economic Sciences; Associate Professor of Food Technology Chair; victorkrohalev@gmail.com

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 563.9(265.52)"2014"

Е.А. Архипова, Д.Д. Данилин

**КЛАСС OPHIUROIDEA (ТИП ECHINODERMATA) ШЕЛЬФА
И ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ СКЛОНА ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ В 2014 ГОДУ**

По результатам обработки количественных проб зообентоса, собранных летом 2014 г. в ходе проведения бентосной съемки в шельфовой зоне и верхней части материкового склона у юго-восточной Камчатки в районе мыс Лопатка – мыс Поворотный, приводятся сведения по видовому составу офиур (класс Ophiuroidea), их пространственному распределению, плотности поселения, биомассе на различных грунтах и глубинах. Всего было собрано 56 проб с помощью дночерпателя «Океан-50» и восемь проб с помощью драги. В районе исследования встречено семь видов офиур, принадлежащих к трем семействам. Наибольшую плотность поселения и биомассу офиуры формируют в диапазоне глубин 100–200 м. На шельфе юго-восточной Камчатки выявлено три участка, где офиуры доминируют в донных сообществах. Их географическое положение приведено на картах-схемах. Приводится описание состава и структуры двух биоценозов, доминантами которых являются представители класса Ophiuroidea.

Ключевые слова: биомасса, биоценозы, видовой состав, офиуры, шельф, пространственное распределение, юго-восточная Камчатка.

E.A. Arkhipova, D.D. Danilin

**TAXA FROM THE CLASS OPHIUROIDEA (TYPE ECHINODERMATA) ON THE SHELF
AND UPPER SLOPE OF SOUTH-EASTERN KAMCHATKA IN 2014**

This paper describes the results of the benthic survey, which was held on the shelf and upper slope of south-eastern Kamchatka, in the area located between Cape Lopatka and Cape Povorotniy in the summer of 2014. We present first analysis of the quantitative characteristics of class Ophiuroidea, including species composition, spatial distribution, settlement's density and biomass of brittle stars on different substrates and depths in this area. A total of 56 biological probes were collecting using «Ocean-50» bottom sampler and 8 probes were collecting using a dredge. During our survey, we found 7 species of Ophiuroidea, which belonged to 3 families. These species formed the greatest settlement's density and biomass on the depths of 100–200 meters. We found three areas on the shelf of south-eastern Kamchatka where brittle stars were dominant components of zoobenthos and designated their geographical locations on the maps. Also, we provide description of species composition and structure of two biocenotic communities where brittle stars represented the dominant species.

Key words: biomass, biocenosis, species composition, Ophiuroidea, shelf, spatial distribution, south-eastern Kamchatka

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-54-61

Введение

Офиуры являются одним из наиболее распространенных и многочисленных классов иглокожих, включающим около 2000 современных видов. Они обитают от тропиков до полярных широт, на разных грунтах и глубинах, встречаются в огромных количествах и часто являются руководящими формами донных биоценозов и играют существенную роль в бентосных сообществах.

Результаты изучения макрозообентоса шельфа юго-восточной Камчатки были описаны в работах, вышедших в конце прошлого века [1–3]. А.П. Кузнецов (1963) [1] провел широко-

масштабное изучение фауны шельфа и верхней части материкового склона тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов. Позднее В.А. Кобликовым и А.П. Надточий (1992) [4] была опубликована работа, посвященная изучению бентоса шельфа восточной Камчатки до глубины 200 м. С тех пор и по настоящее время работ по количественному распределению бентоса, в том числе офиур, в этом районе не проводилось. Исследования разных авторов в целом показали, что на шельфе и материковом склоне тихоокеанского побережья Камчатки и северных Курильских островов по биомассе доминируют иглокожие и моллюски [5], и что в большинстве донных биоценозов юго-восточной Камчатки наиболее массовыми видами являются представители иглокожих, моллюсков и полихет. А.П. Кузнецов (1963) [1], проанализировав численность и биомассу донной фауны шельфа восточной оконечности Камчатки и северных Курильских островов, отмечал, что бентос этих районов особенно богат донными беспозвоночными и их биомасса сопоставима с таковой наиболее продуктивных районов Мирового океана.

Представители класса *Ophiuroidea* отмечены как постоянные компоненты пищи в питании многих промысловых рыб, таких как треска, камбала, скаты, макрусуры, угольная рыба, бычки, ликоды [6–12]. Они играют существенную роль в питании некоторых брюхоногих моллюсков [13]. В питании крабов Берингова моря змеехвостки, наряду с другими иглокожими, занимают второе место и составляют до 42% их пищевого рациона, например, взрослые особи синего краба питаются главным образом морскими ежами и офиурами [14–15]. Доля офиур в питании молоди камчатского краба достигает 23% по частоте доминирования [16]. По мнению С.М. Чебанова (1965) [17], в первое время после линьки крабов лучшим для них кормом являются офиуры, способствующие укреплению панциря. Частота встречаемости офиур в пище крабов-стригунов опилио может составлять в среднем от 11,9% у самцов до 45,4% у самок [18].

В настоящей статье мы актуализируем и уточняем сведения по видовому составу, пространственному распределению, численности и биомассах офиур на различных типах грунтов в шельфовой зоне и верхней части материкового склона у юго-восточной Камчатки, а также приводим важную информацию для оценки кормовой базы важных промысловых видов в исследованном районе – крабов и бентоядных видов рыб.

Материалы и методы

Шельфовая терраса района исследований характеризуется незначительным уклоном дна (0,2–0,5 градуса). Ширина шельфа на юге у м. Лопатка составляет 65–70 км, постепенно убывая в северном направлении до 12–15 км южнее Авачинской бухты. Переход шельфовой террасы к склону фиксируется бровкой, ширина которой меняется от 600–650 м на юге до 150–160 м на севере [19]. В зоне шельфа и верхней части склона юго-восточной Камчатки преобладает галечно-гравийный тип грунта. Из всех выполненных нами станций только на трех были встречены заиленные пески, на остальных были отмечены чистые промытые пески или песчано-галечные или галечно-гравийные грунты.

Бентосную съемку выполнили в июне 2014 г. на НИС МРТК-316 от м. Лопатка на юге до м. Поворотный на севере (тихоокеанские воды юго-восточной Камчатки). Бентосные станции располагались на девяти разрезах, ориентированных перпендикулярно изобатам и расположенных с интервалом в 10 минут по широте от 50°50' на юге до 52°20' на севере, на каждом разрезе выполнялось по три станции. Всего выполнено 29 бентосных станций. Из них на 28 станциях были взяты 56 проб с помощью дночерпателя «Океан-50» и восемь проб с помощью гидробиологической драги. На каждой станции дночерпательные пробы брались в двух повторностях. Диапазон обследованных глубин составлял от 27 до 573 м. Для каждой пробы, поднятой со дна, визуально определяли тип грунта.

Для сбора крупных форм бентоса использовали драгу оригинальной конструкции с зубьями высотой 10 см, шириной захвата 1 м, высотой 0,3 м с мешком из узловой дели 45×41 мм и внутренней вставкой с ячейей 10×10 мм. Коэффициент уловистости драг зависит от многих факторов и, в первую очередь, от характера дна и гранулометрического состава грунта. По мнению зарубежных авторов, специально изучавших уловистость драг при промысле гребешков, их эффективность составляет только 5% на неровном дне и немногим более 12% на ровном [20]. Российские исследователи в ходе определения коэффициента уловистости драг при промысле морских гребешков доказали, что он составляет менее 0,25% [21]. При тотальном облове фауны эффек-

тивность анкерных драг составляет около 10% [22]. При расчете уловистости нашей драги мы использовали данные авторов последней из цитированных выше работ, поскольку их якорная драга конструктивно наиболее близка к использованной нами.

Сбор проб бентоса с использованием драги выполняли на станциях, где встречаются крупнозернистые субстраты и плотные пески. Улов драги разбирали на судне. Массовых, хорошо идентифицируемых представителей макробентоса разбирали по видам, пересчитывали, взвешивали на динамометре и возвращали обратно в море. Мелких животных, определение которых вызывало затруднение, и представителей редко встречаемых видов фиксировали 4%-ным забуференным формалином для дальнейшей обработки в лаборатории. Путь драги по дну контролировали с помощью судовых навигационных приборов. Биомассу (B) офиур на единицу обловленной площади для каждой дражной станции вычисляли по следующей формуле [1]: $B = M / Vtk$, где M – масса группы организмов в улове, V – скорость траления (узлов), t – продолжительность траления (минут), k – коэффициент уловистости драги (принимался за 0,1) [22].

Промывку дночерпательных проб бентоса проводили на борту судна с использованием промывочного столика с набором сит 25, 10, 2,5 и 0,5 мм. Всех животных собирали с сит в шламовые мешки, этикетировали и фиксировали 4%-ным забуференным формалином. С последнего сита после промывки собирали весь остаток грунта для последующей обработки в лаборатории. В ходе камеральной обработки пробы промывали от формалина в проточной воде, разбирали по таксономическим группам с помощью бинокуляра МБС-10 с последующей их фиксацией 70%-ным спиртом. Для обработки проб бентоса использовали стандартные гидробиологические методы [23]. Офиур определяли до вида. Крупных животных взвешивали на электронных весах с точностью до 0,1 г, мелких – до 0,001 г.

Для каждой станции проводили перерасчет биомассы и численности организмов на 1 м². По полученным результатам рассчитывали среднюю численность и среднюю биомассу каждого вида на разных глубинах. Построение карт пространственного распределения офиур на шельфе и верхней части склона юго-восточной Камчатки проводили с использованием компьютерной программы CHARTMASTER 4.1.

Индекс плотности (I_p) поселения офиур определяли по следующей формуле [2]: $I_p = \sqrt{B \cdot A}$, где B – средняя биомасса, A – средняя плотность поселения. Данный показатель связывает биомассу и число особей, характеризующих вид в пределах биоценоза [24].

На дночерпателе был установлен электронный термобатиграф, и на большинстве станций с его помощью была измерена придонная температура воды. Результаты измерения показали, что минимальная (+0,27°C) придонная температура в период исследований была на глубине 110 м. В диапазоне глубин 150–200 м придонная температура несколько возрастала и колебалась в пределах от +0,58°C до +0,65°C. Максимальная придонная температура (+3,14°C) в исследованном районе была зарегистрирована на глубине 27 м.

При определении доминирующих видов в биоценозах мы придерживались взглядов А.И. Баканова [25], считавшего, что «доминант (в узком смысле) – вид, имеющий наибольшую величину показателя количественной представленности в изучаемом сообществе. Этим показателем может быть в зависимости от цели исследования численность, биомасса, продукция, продуктивное покрытие, встречаемость... или какая-то их комбинация» [25].

Результаты и обсуждение

По результатам бентосной съемки, проведенной на шельфе и верхней части склона юго-восточной Камчатки, отмечено, что средняя плотность поселения офиур составляет $70,937 \pm 51,483$ экз./м² при средней биомассе $54,083 \pm 50,617$ г/м² (табл. 1). Представители класса Ophiuroidea встречены на 22 станциях в диапазоне глубин 31–280 м. Наиболее массовыми видами офиур по результатам нашего исследования являются *Stegophiura nodosa* и *Ophiura sarsii*. По мнению А.П. Кузнецова (1963) [1], в исследованных биоценозах важную роль играет офиура *O. aculeata*, а ее биомасса на шельфе восточной Камчатки и Северных Курильских островов может достигать 1000 г/м². Результаты наших исследований показали, что средняя биомасса *O. aculeata* в бентали обследованного района составляет 2,228 г/м².

Таблица 1

Встречаемость, средняя плотность поселения и биомасса представителей класса Ophiuroidea на шельфе юго-восточной Камчатки в 2014 г.

Вид	Встречаемость (%)	Средняя плотность поселения (экз./м ²)	Средняя биомасса (г/м ²)
Тип Ophiurida			
Семейство Ophiactidae			
<i>Ophiophilis aculeata</i>	30,0	5,928 ± 1,966	2,228 ± 1,272
Семейство Ophiuridae			
<i>Ophiura zebra</i>	3,3	0,074 ± 0,074	0,002 ± 0,002
<i>Ophiura maculeata</i>	6,7	0,777 ± 0,740	0,107 ± 0,107
<i>Ophiura leptoctenica</i>	3,3	0,148 ± 0,148	0,007 ± 0,007
<i>Ophiura sarsii</i>	10,0	10,500 ± 7,188	8,394 ± 6,882
<i>Stegophiura nodosa</i>	6,7	17,561 ± 17,561	11,838 ± 11,838
Семейство Gorgonocephalidae			
<i>Gorgonocephalus eucnemis</i>	6,7	0,044 ± 0,044	7,725 ± 7,725
Итого		70,937 ± 51,483	54,083 ± 50,617

Особенности вертикального распределения офиур представлены в табл. 2. Наибольшую численность и биомассу класс Ophiuroidea формирует в диапазоне глубин 100–200 м (табл. 2). По мнению А.П. Кузнецова (1963) [1], в пределах материковой отмели в диапазоне глубин 50–100 м наряду с *Strongylocentrotus* sp. большой вклад в создании биомассы бентоса приходится на *O. aculeata* и *O. sarsii*.

Таблица 2

Вертикальное распределение представителей класса Ophiuroidea на шельфе юго-восточной Камчатки

Глубина (м)	Средняя плотность поселения (экз./м ²)	Средняя биомасса (г/м ²)	Индекс плотности
31–50	9,500 ± 5,268	0,573 ± 0,522	2,33
50–100	28,778 ± 15,128	19,891 ± 16,748	23,92
100–200	76,965 ± 67,165	62,343 ± 61,293	69,26
200–280	60,500 ± 2,753	3,060 ± 2,1201	13,60

По нашим данным, максимальный очаг плотности поселения (437,120 экз./м²) и биомасс (219,12 г/м²) офиур сосредоточен в средней части шельфа юго-восточной Камчатки (рис. 1 и 2) на ст. № 14 на глубине 136 м (грунт : песок). Еще один участок, но с несколько меньшей биомассой (200,87 г/м²) расположен в районе м. Лопатка на ст. № 3 на глубине 63 м (грунт : камни, песок, ракуша).

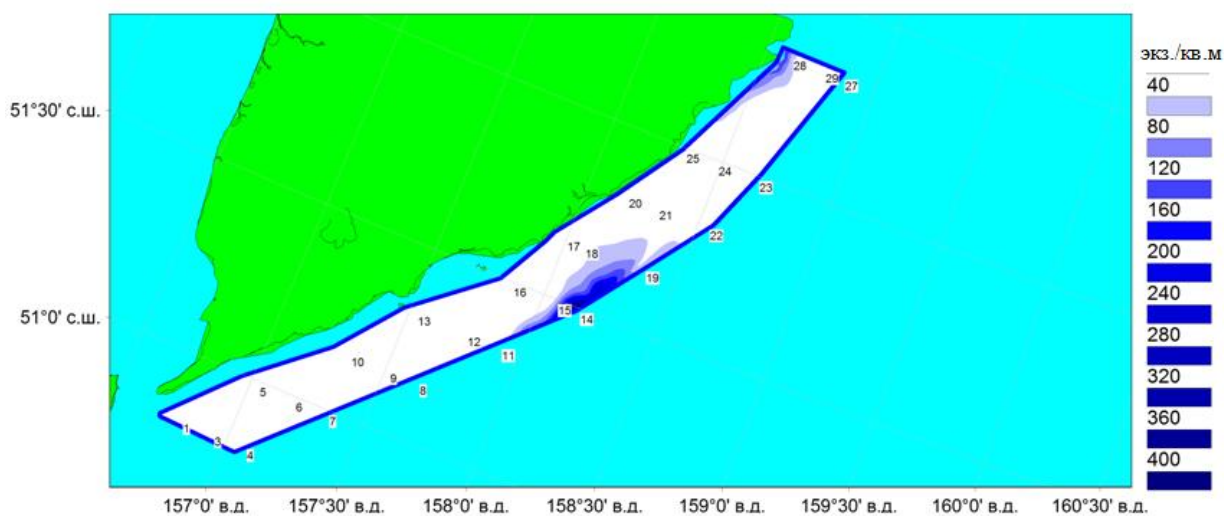


Рис. 1. Пространственное распределение плотности поселения (экз./м²) представителей класса Ophiuroidea шельфа юго-восточной Камчатки в 2014 г.

Fig. 1. Spatial distribution of the settlement density (individuals per 1 square meter) of Ophiuroidea species on the shelf of south-eastern Kamchatka in 2014.

Разные авторы [1, 5, 26] выделяли разное количество биоценозов в прибрежной зоне восточной Камчатки. Наиболее полное их описание для юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов приведено в работе А.П. Кузнецова (1963) [1]. Так, он выделил 16 видов биоценозов для этого района. В районе наших исследований им было выделено четыре биоценоза: 1) *Modiolus modiolus* + *Mytilus edulis* (в настоящее время *Mytilus trossulus*) + *Spongia* + *Hydroidea*; 2) *Echinarachnius parma*; 3) *Cardium ciliatum* (в настоящее время *Ciliatocardium ciliatum*); 4) *Ampelisca macrocephala*. Для юго-восточной Камчатки сообщества, доминантными видами в которых являются офиуры, в его работе не упоминались.

Изучение видового состава и структуры количественных проб зообентоса показало, что в районе шельфа и верхней части склона юго-восточной Камчатки можно выделить биоценозы, доминантами которых являются офиуры. Один из них указывается нами для бентоса Камчатки впервые. Он характерен для каменистых грунтов и его основным фондообразующим видом является один из самых крупных видов офиур – *Gorgonocephalus eucnemis*.

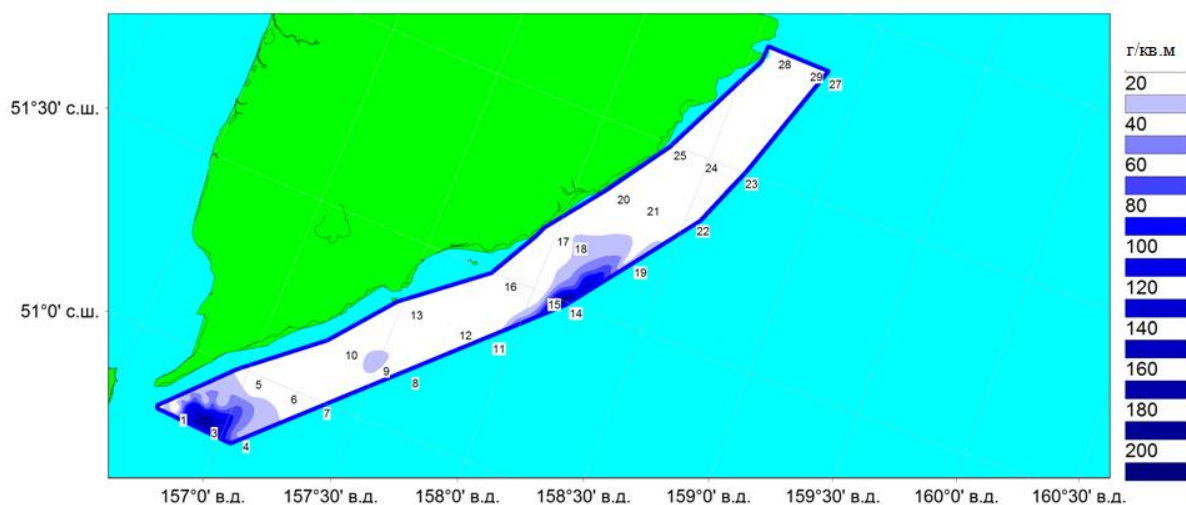


Рис. 2. Пространственное распределение биомасс ($г/м^2$) представителей класса Ophiuroidea шельфа юго-восточной Камчатки в 2014 г.

Fig. 2. Spatial distribution of the biomass (grams per 1 square meter) of Ophiuroidea species on the shelf of south-eastern Kamchatka in 2014.

Ниже приведено описание ранее не отмеченных биоценозов. Один из них отмечен в районе м. Лопатка на станции № 3 (средние координаты: 50°50' с. ш., 156°54' в. д.), расположенной на глубинах 60–70 м. Для этого района характерны каменисто-песчаные грунты с примесью ракушки. Около 80% всей биомассы бентоса здесь формируют офиура горгона (*Gorgonocephalus eucnemis*) + краб стригун бэрди (*Chionoecetes bairdi*) + морской плоский еж *Echinarachnius parma*. Характерными видами I порядка в этом биоценозе являются: морской еж *Strongylocentrotus pallidus* + двустворчатые моллюски *Mactromeris polynyma*, *Penitella penita* + гидроиды *Abietinaria* sp. Характерными видами II порядка являются брюхоногие *Neptunea beringiana*, *Buccinum angulosum* и двустворчатые моллюски *Macoma middendorffi*, *Cardium ciliatum*. Отметим, что взять количественную пробу на таких грунтах дночерпателем практически невозможно. Возможно, именно поэтому предыдущие исследователи, использовавшие его в своих исследованиях, не обнаружили описываемое нами сообщество. Ниже на рис. 3 показана часть пробы, взятой в месте распространения описываемого биоценоза.

Второй биоценоз с доминированием офиур был обнаружен в районе станции № 14 (координаты: 51°30' с. ш., 158°08' в. д.) на глубинах 130–140 м (рис. 4). Грунт в этом районе представлен плотным песком с примесью окатанной гальки. Здесь доминировали *Stegophiura nodosa* и *Ophiura sarsii*, субдоминантом ценоза был морской палевый еж *Strongylocentrotus pallidus*. Характерными видами I порядка в нем были двустворчатые моллюски (*Nuculana pernula*, *Yoldia seminuda*, *Macoma loveni*) и ракообразные (изопода *Tecticeps* sp. и креветка *Crangon dalli*). Характерными видами II порядка являлись брюхоногие моллюски *Margarites avachensis* и *Buccinum araitonum*, краб-стригун бэрди *Chionoecetes bairdi*, представленный ювенильными особями, морские звезды, принадлежащие виду *Leptasterias arctica*, полихеты *Scalibregma inflatum* и *Pectinaria* sp.



Рис. 3. Проба бентоса, взятая в биоценозе *Gorgonocephalus eucnemis* + *Chionoecetes bairdi* + *Echinarachnius parma* + *Strongylocentrotus pallidus* + *Mactromeris polynyma* + *Penitella penita* (глубина 60–70 м)

Fig. 3. Benthos sample taken in the biocenosis *Gorgonocephalus eucnemis* + *Chionoecetes bairdi* + *Echinarachnius parma* + *Strongylocentrotus pallidus* + *Mactromeris polynyma* + *Penitella penita* (depth 60–70 m)



Рис. 4. Проба бентоса в биоценозе *Stegophiura nodosa* + *Ophiura sarsii* + *Strongylocentrotus pallidus* + *Nuculana pernula* + *Tecticeps* sp. (глубина 130–140 м)

Fig. 4. Benthos sample taken in the biocenosis *Stegophiura nodosa* + *Ophiura sarsii* + *Strongylocentrotus pallidus* + *Nuculana pernula* + *Tecticeps* sp. (depth 130–140 m)

А.П. Кузнецовым (1963) [1] для ряда районов восточной Камчатки ранее был описан биоценоз с доминированием офиуры *O. sarsii*. Изучение материалов, собранных в 2014 г. на шельфе и в верхней части материкового склона юго-восточной Камчатки, показало, что в настоящее время доминирующим по биомассе и численности видом офиур является *Stegophiura nodosa*. Вид *O. sarsii* в этом биоценозе является субдоминантом, уступая первому по численности. До 90% общей биомассы этого биоценоза приходится на иглокожих и двустворчатых моллюсков.

Сопоставляя результаты исследований, проведенных на шельфе и верхней части склона юго-восточной Камчатки, из литературных источников и собственных наблюдений можно сделать вывод о достаточно стабильных количественных характеристиках поселений офиур в диапазоне глубин 100–200 м. Роль отдельных видов в биоценозах может меняться, при этом они остаются в числе значимых по численности и биомассе. В биоценозах, расположенных в центральной части и южной оконечности исследованного района, офиуры являются руководящими формами. На основании наших исследований можно говорить о том, что на обследованной акватории имеется достаточная кормовая база для нагула промысловых гидробионтов, в которой офиуры занимают заметную, а иногда и ведущую роль.

Благодарности

Авторы выражают благодарность всем членам экипажа МРТК-316, помогавшим в сборе материала, заведующему лабораторией океанографии КамчатНИРО О.Б. Тепнину за всестороннюю помощь при сборе материалов по гидрологии района исследования, старшему научному сотруднику ЗИН РАН И.С. Смирнову за консультации и помощь в определении офиур.

Литература

1. Кузнецов А.П. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. – М.: Наука. – 1963. – 280 с.
2. Кафанов А.И., Чепига В.М. О распределении массовых форм макрозообентоса на литорали западной части Берингова моря и Юго-Восточной Камчатки // Биология моря. – 1980. – № 3. – С. 39–49.
3. Кусакин О.Г. Население литорали дальневосточных морей СССР // Природа. – 1980. – № 1. – С. 38–49.
4. Кобликов В.А. Надточий А.П. Количественная оценка бентоса прибрежных вод некоторых районов Восточной Камчатки // Биологические ресурсы Тихого океана. – М: ВНИРО. – 1992. – С. 100–116.
5. Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Том 1 // Владивосток: ТИНРО-центр, 2001. – 580 с.
6. Миронова Н.В. Питание и рост молоди тресковых рыб в прибрежной зоне Восточного Мурман. – Л: Наука, 1956. – 99 с.
7. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Известия ТИНРО. – 1953. – Т. 40. – С. 63–71.
8. Шубников Д.А. Некоторые данные по биологии угольной рыбы Берингова моря // Труды ВНИРО. – 1963. – Т. 18. – С. 271–280.
9. Кодолов Л.С. Некоторые черты биологии угольной рыбы (*Anoplopoma fimbria*) в Беринговом море // Известия ТИНРО. – 1970. – Т. 74. – С. 42–46.
10. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона северной части Тихого океана. – М.: Пищ. пром-сть, 1974. – 308 с.
11. Токранов А.М., Орлов А.М. Распределение и некоторые черты биологии бородавчатой камбалы *Clidoderma asperitum* (Temminck et Schlegel) в тихоокеанских водах юго-восточной Камчатки и северных Курильских островов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2002. – Вып. VI. – С. 92–99.
12. Чучукало В.И., Напезаков В.В. Питание и трофологический статус массовых видов скатов (*Rajidae*) западной части Берингова моря // Известия ТИНРО. – 2002. – Т. 130. – С. 422–428.
13. Кантор Ю.И. Предварительные данные по питанию некоторых видов переднежаберных моллюсков семейства *Buccinidae* подсемейства *Volutopsiinae* // Моллюски: систематика, экология и закономерности распределения: авторефераты докладов. – Л., 1983. – С. 196–197.

14. *McLaughlin P.A., Hebard J.F.* Stomach contents of the Bering Sea king crab // International North Pacific Fisheries Commission Bulletin. – 1961. – Vol. 5. – P. 5–8.
15. *Тарвердиева М.И.* Питание промысловых видов крабов, обитающих на шельфах дальневосточных морей // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России: сб. науч. тр. – М.: ВНИРО, 2001. – С. 148–156.
16. *Тарвердиева М.И.* Распределение и питание мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* у западного побережья Камчатки // Труды ВНИРО. – 1974. – Т. 99, вып. 5. – С. 54–62.
17. *Чебанов С.М.* Некоторые данные по биологии камчатского краба *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) в Бристольском заливе // Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана: труды ВНИРО-ТИНРО. – М.: Пищевая пром-ть, 1965. – Т. 58, вып. 4. – С. 91–94.
18. Питание и некоторые черты экологии массовых промысловых видов крабов в водах северо-западной части Японского моря в ранневесенний период / *В.И. Чучукало, В.А. Надточий, В.Н. Кобликов, О.Ю. Борилко* // Известия ТИНРО. – 2011. – Т. 166. – С. 108–122.
19. *Селиверстов Н.И.* Строение дна прикамчатских акваторий и геодинамика зоны сочленения Курило-Камчатской и Алеутской островных дуг. – М.: Научный мир. – 1998. – 161 с.
20. *Dickie L.M.* Fluctuations in abundances of the giant scallop *Placopecten magellanicus* (Gmelin) in the Digby area of the Bay of Fundy // Journal of the Fisheries Research Board of Canada. – 1955. – Vol. 12. – P. 797–857.
21. *Алексеев Д.О., Ботнев Д.А.* К вопросу об определении коэффициента уловистости драги при промысле морских гребешков у Северных Курильских островов // Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление: сб. материалов науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. – С. 257–262.
22. *Richards S.W., Riley G.A.* The benthic epifauna of Long Island Sound // Bulletin of the Bingham Oceanographic Collection. – 1967. – Vol. 19. – P. 89–135.
23. *Фролова Г.И.* Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта. – М: Лесная страна, 2008. – 112 с.
24. *Голубев Д.А., Сорокин Н.Д.* Словарь терминов и определений по охране окружающей среды, природопользованию и экологической безопасности. – Изд-во СПбГУ, 2001. – 136 с.
25. *Баканов А.И.* Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // ИБВВ АН СССР. – 1987. – 63 с. – Деп. в ВИНТИ 08.12.1987, № 8593–В87.
26. *Попов А.М.* О фауне Авачинской губы и ее распределении по биоценозам // Доклады АН СССР, Т. IV (IX). – 1935. – № 8–9(77). – С. 353–356.

Информация об авторах Information about the authors

Архипова Елена Анатольевна – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО); 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; ведущий научный сотрудник, kamarhipova@mail.ru

Arkhipova Elena Anatolevna – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO); 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Leading Researcher; kamarhipova@mail.ru

Данилин Дмитрий Диомидович – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии (КФ ТИГ) ДВО РАН, 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник, danilinbiv@mail.ru

Danilin Dmitry Diomidovich – Kamchatka Branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of Biological Sciences; Researcher, danilinbiv@mail.ru

УДК 597.556.33(265.53)"2014"

В.И. Карпенко, А.В. Виноградская**ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МОРФО-БИОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
ОБЫКНОВЕННОГО ВОЛОСОЗУБА (*TRICHODON TRICHODON*)
В ОХОТСКОМ МОРЕ В 2014 ГОДУ**

Представлены размерные показатели, возрастной состав и пищевой спектр обыкновенного волосозуба в Охотском море в 2014 г. Впервые приведены данные о восьми меристических и 29 пластических признаках этого вида, а также установлена изменчивость некоторых из них, которая свидетельствует о значительной вариабельности семи пластических признаков.

Ключевые слова: обыкновенный волосозуб, биологические показатели, питание, пластические и меристические признаки, изменчивость.

V.I. Karpenko, A.V. Vinogradskaya**CHARACTERISTICS OF SOME MORPHO-BIOLOGICAL INDEXES OF PACIFIC
SANDFISH (*Trichodon trichodon*) IN THE SEA OF OKHOTSK IN 2014**

Biological indexes, age composition and food diet of Pacific sandfish in the Sea of Okhotsk in 2014 are presented. Data on eight meristic and 29 plastic signs of Pacific sandfish are resulted firstly, and variability of some of them is cited. The seven plastic signs have high variability.

Key words: Pacific sandfish, biological indexes, feeding, meristic and plastic signs, variability.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-62-70

Волосозубы – морские лучеперые рыбы из семейства волосозубовых отряда окунеобразных, включает два вида: обыкновенный волосозуб (*Trichodon trichodon*) и японский (*Arctoscopus japonicus*). Эти рыбы имеют сильно сжатое с боков тело, полностью лишенное чешуи, с серебристой окраской и темно-коричневыми пятнами на спине. Характерная черта их строения – косо направленный вверх рот с выдающейся вперед нижней челюстью, с бахромчатыми губами и полосками острых зубов на челюстях. Обыкновенный волосозуб отличается от японского более длинным и низким первым спинным плавником.

Оба волосозуба живут в северной части Тихого океана. Обыкновенный волосозуб встречается от берегов Северной Калифорнии до залива Аляска, в Беринговом море, у восточного и западного побережий Камчатки, Алеутских, Командорских и северных Курильских островов, а японский волосозуб населяет прибрежные воды Кореи, Японии, Приморья, Сахалина и Курильских островов [1, 2]. Эти рыбы имеют некоторое промысловое значение в странах юго-восточной Азии.

Биология волосозубов изучена слабо. В частности, до сих пор не выявлены районы нереста, мало информации о плодовитости, возрасте, питании и численности, а также морфологической характеристике видов.

Цель настоящего исследования – дать характеристику некоторых особенностей морфологии и биологии обыкновенного волосозуба в прикамчатских водах.

Материал и методика

В основу работы положены две пробы обыкновенного волосозуба, выловленного МРТК 316 (трал № 5, 20 августа 2014 г.) в прибрежных водах Охотского моря, собранные сотрудниками лаборатории МИЛ КамчатНИРО. Они хранились в замороженном состоянии, нами были дефростированы и помещены в формалин.

Перед обработкой пробы отмачивались в воде несколько часов.

Все рыбы были подвергнуты стандартному биологическому анализу, а также были выполнены морфометрические измерения каждой особи, а у некоторых рыб взяты желудки для камеральной обработки.

Для морфологических измерений использована схема измерений окуневых И.Ф. Правдина [3], наиболее подходящая для измерения обыкновенного волосозуба (рис. 1).

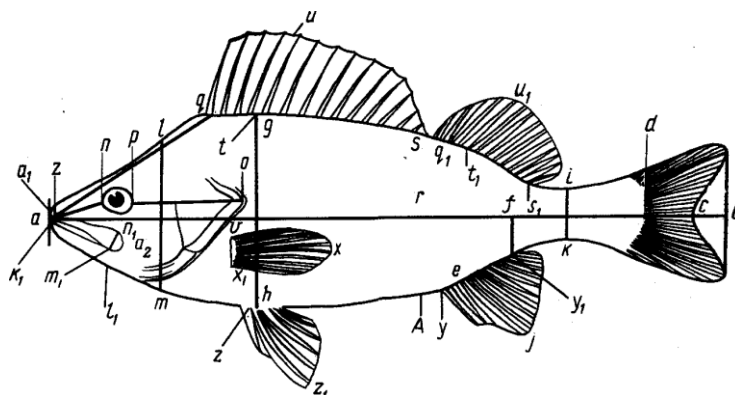


Рис. 1. Схема измерений окуневых (Percidae):

ab – длина всей рыбы; ac – длина по Смитту; ad – длина без C ; od – длина туловища; an – длина рыла; np – диаметр глаза (горизонтальный); po – заглазничный отдел головы; ao – длина головы; lm – высота головы у затылка; a_1a_2 – длина верхнечелюстной кости; n_1m_1 – ширина верхнечелюстной кости; k_1l_1 – длина нижней челюсти; gh – наибольшая высота тела; ik – наименьшая высота тела; aq – антедорсальное расстояние; rd – постдорсальное расстояние; as – антевентральное расстояние; ay – антеанальное расстояние; fd – длина хвостового стебля; qs – длина основания ID; q_1s_1 – длина основания IID; tu – наибольшая высота первого спинного плавника; t_1u_1 – наибольшая высота второго спинного плавника; yu_1 – длина основания анального плавника; ej – наибольшая высота анального плавника; vx – длина грудного плавника; vx_1 – ширина основания брюшного плавника; zz_1 – длина брюшного плавника; vu – расстояние между грудным плавником и анальным плавником; zy – расстояние между брюшным плавником и анальным плавником; Ay – расстояние между анальным отверстием и анальным плавником

Желудки были зафиксированы в формалине, а позднее содержимое 20 желудков исследовано индивидуально-весовым методом [4].

Для определения возраста использованы отолиды [5, 6]. Для этого производили их шлифовку на шлифовальной установке Mark – VLAB, США. Время шлифовки около 2–4 с. Отолиды были просмотрены под увеличением $2,5 \times 10 \times 20^*$.

Результаты и обсуждение

Обыкновенный волосозуб *Trichodon trichodon* достигает длины 30–32 см, но в уловах чаще встречаются особи длиной 16–22 см. Масса тела достигает 150–180 г. Он имеет два спинных плавника с колючими лучами: в первом 12–17 лучей, во втором 17–22. Тело лишено чешуи. Боковая линия неразличима.

Волосозуб держится на глубине примерно 100–150 м, на участках с песчано-илистым или песчаным грунтом. В летнее время поднимается значительно выше – до 30–50 м. Обыкновенный волосозуб – хищная рыба, питается преимущественно мелкими рачками, а также молодью рыб: бычков, терпугов, песчанки и мойвы. Подстерегая добычу, волосозубы зарываются в песок так, что наружу торчат только глаза и рот.

Нерест волосозуба происходит в осенне-зимний период в прибрежной зоне. Икру откладывают на водоросли (до 800 крупных желтых икринок) на глубине примерно 1 м.

Нередко волосозуб образует довольно плотные скопления в толще воды и у поверхности, где попадает даже в дрейферные сети. В частности, в Японии этот вид имеет местное промысловое значение. Ловят обычно неводами. Используется для приготовления рыбного супа [7].

Размерный состав. 46 особей волосозуба обыкновенного в Охотском море в 2014 г. включали рыб длиной от 70,1–217,3 мм (средняя 142,8 мм). В первой пробе преобладали самки (72,7%), а во второй – самцы (81,8%). У двух особей длиной 70,1 и 81,8 мм определить пол было невозможно.

* Авторы выражают большую благодарность за передачу материалов сотрудникам лаборатории МИЛ КамчатНИРО за собранные и переданные материалы, а также к.б.н. А.И. Чистяковой за помощь в определении возраста рыб.

Размерный состав 35 экз. волосозуба (1 проба) колебался от 70,1 до 147,7 мм, средняя длина 124,2 мм; самки были крупнее – 128,6 мм против 123,3 мм (самцы). Преобладали особи средней длиной 122 мм. Во второй пробе (11 экз.) он составил 191,3–217,3 мм, средняя 202,2 мм; самки также были крупнее – 215,3 мм против 199,3 мм. Преобладали рыбы средней длиной 198 мм (рис. 2).



Рис. 2. Размерный состав волосозуба: а – первая проба; б – вторая проба

Масса тела волосозуба изменялась от 4,74 до 91,39 г, средняя 39,5 г. В первой пробе средняя масса самцов составила 28,2 г, самок – 29,6 г; преобладали особи средней массой 28,5 г и 34,5 г, соответственно. Во второй пробе средняя масса самцов составила 75,4 г, а самок 81,3 г; преобладали особи массой 67,0 г и 83,0 г (рис. 3). В целом в обоих пробах самки были крупнее самцов.

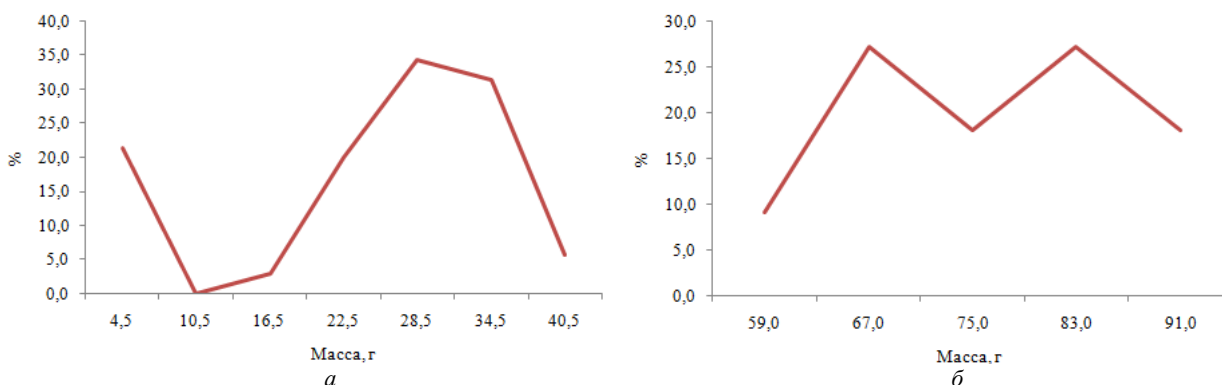


Рис. 3. Масса тела волосозуба: а – первая проба; б – вторая проба

Возрастной состав рыб включал особей от 1+ до 5+ лет, средний возраст 2,8 года; причем самцов составил 3,5+ лет, а самок 2,4+ лет. Преобладали рыбы в возрасте 2+ (45,5%) (табл. 1). У одной рыбы длиной 81,8 мм определить возраст было невозможно.

Таблица 1

Размерно-возрастной состав и масса тела волосозуба

Возраст, лет	Масса, г		Длина, см		N, экз.
	Средняя	Размах колебаний	Средняя	Размах колебаний	
1+	10,6	4,74–6,45	88,6	70,1–107,0	2
2+	28,8	21,3–42,5	125,8	113,2–147,7	20
3+	31,1	23,2–39,9	131,1	120,4–143,6	12
4+	80,2	65,1–90,6	202,7	191,3–217,3	5
5+	73,4	59,0–91,4	201,9	191,5–213,5	6

В первой пробе средний возраст рыб составил 2,3+ года, в том числе средний возраст самцов 2,3+ года, самок 2,9+ года. Преобладали особи в возрасте 2+. Во второй – средний возраст рыб составил 4,5+ года, в том числе самцов 4,6+ года и самок 4+ лет; преобладали рыбы в возрасте 5+ лет (табл. 2).

Таблица 2

Возрастной состав в двух пробах

Возраст	1+	2+	3+	4+	5+	N, экз.
Проба № 1	2	20	12	0	0	34
Проба № 2	0	0	0	5	6	11
Всего	2	20	12	5	6	45

Среди исследованных М.В. Степанюком [8] 221 особей обыкновенного волосозуба из Камчатского (28 экз.) и Авачинского (100 экз.) заливов, а также из восточной части Охотского моря (93 экз.), встречены рыбы длиной от 12,5 до 25,0 см; средняя длина самок составила 18,7 см, а самцов 15,3 см.

Анализ известных материалов о размерно-возрастном составе исследованных особей обыкновенного волосозуба позволяет сделать вывод о том, что в Охотском море у берегов Камчатки, а также в Авачинском и Камчатском заливах в летний период встречаются как взрослые особи, так и молодь этого вида.

Состав пищи. Исследован состав пищи 20 особей обыкновенного волосозуба длиной от 107,0 до 213,5 мм и массой 16,4–91,38 г. Питание волосозуба не отличалось большим разнообразием и включало только пять компонентов. Основными пищевыми объектами были молодь дальневосточной песчанки *Ammodytes hexapterus* (до 99,5%) и эвфаузииды (до 20,7% массы пищи) (табл. 3); первые наибольшую долю составляли у старших рыб (4+ и 5+), встречаясь в желудках всех особей, а вторые (эвфаузииды) – у младших (1+ и 3+). Количество песчанок в одном желудке хищника достигало 28 экз., а их длина изменялась от 49 до 95 мм. У некоторых рыб размеры песчанок были лишь в два раза меньше самих волосозубов. Ракообразные встречались реже и в меньшем количестве, максимальное количество эвфаузиид в одном желудке молодых волосозубов достигало 14 экз., а личинок крабов – 13 экз. *Parathemisto japonica* встречена лишь однажды у одной рыбы.

Значительно различалась индивидуальная накормленность рыб: у молодых особей она изменялась от 26,1 до 947,4‰, тогда как у старших была не менее 1000‰ (от 1262,5 до 3130,0‰).

Таблица 3

Состав пищи волосозуба обыкновенного

Проба	Первая проба (11 экз.)		Вторая проба (9 экз.)	
Компоненты пищи	% массы пищи	Встречаемость, %	% массы пищи	Встречаемость, %
Euphausiidae	20,7	73	0,31	22
<i>Parathemisto japonica</i>	+	9	–	–
<i>Brachyura</i> st. megalopa	1,9	64	0,16	22
<i>Ammodytes hexapterus</i>	71,2	82	99,53	100
Varia	6,2	18	–	–
Общий индекс наполнения желудков, ‰	448,4		2053,4	
Длина рыб, мм	107,0–147,7		191,3–213,5	
Масса тела, г	16,40–42,47		59,01–91,38	
Возраст, лет	1+ – 3+		4+ – 5+	

Примечание. + – менее 0,1%.

Т.В. Максименковой и С.Г. Коростылевым [9] приведены данные о питании обыкновенного волосозуба у восточного побережья Камчатки летом 1999 г. Исследован состав пищи рыб длиной от 125 до 200 мм (средняя 176 мм) и массой от 24,0 до 160,0 г (средняя 74,8 г).

В Авачинском и Камчатском заливах основным объектом питания была молодь мойвы – 55,0 и 44,5% массы пищи, соответственно. Кроме того, встречалась молодь других видов рыб: керчаков из родов *Hemilepidotus*, *Gymnacanthus*, *Myoxocephalus*; лисичек *Pallasina barbata* и *Podothecus acipensirinus*; камбал *Hippoglossoides ellassodon*, *Pleuronectes aspera* и минтая *Theragra chalcogramma*. Молодь мойвы встречалась в количестве от 1 до 13 экз. в одном желудке волосозуба и имела длину 55–96 мм. Таких размеров мойва может достигать в возрасте одного года. Молодь песчанки в желудках обыкновенного волосозуба у восточного побережья Камчатки достигала длины 50–85 мм и встречалась от 1 до 9 экз. Молодь керчаков в некоторых желуд-

ках встречалась от 1 до 39 экз. при их длине 15–40 мм. Молодь минтая длиной 36–85 мм в пище волосозуба была отмечена только в Камчатском заливе – 1–3 экз. в желудке. Среди другой съеденной молоди рыб доля минтая достигала 10,9%. Кроме рыб, в состав пищи волосозуба входили мизиды длиной 18–25 мм из р. *Stilomysis* (6,7 и 5,3% соответственно в Авачинском и Камчатском заливах), многощетинковые черви и веслоногие рачки [9].

По данным В.И. Чучукало [10], обыкновенный волосозуб широко представлен у западного побережья Камчатки, и в летнее время (июнь – август) нагуливается здесь интенсивно. Максимальное разовое потребление пищи у него составляет 12% массы тела. В этот период на западнокамчатском шельфе в питании волосозуба отмечается два пика: максимальный – в полночь, а второй – в полдень. Ночью в питании преобладают эвфаузииды, а днем увеличивается потребление рыб, главным образом мойвы и одноперого терпуга.

Так, летом 1991 г. в его рационе доминировали эвфаузииды (более 50% по массе), доля которых летом следующего года была более чем в три раза ниже, а основу рациона волосозуба составили мойва и гиперииды. Отметим тот факт, что в 1991 г. частота встречаемости гипериид была значительно выше, чем в 1992 г., хотя их доля в пищевом комке была незначительна, так как, по мнению автора, вероятно, гиперииды не образовывали плотных скоплений в эпипелагиали летом 1991 г. [10].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в питании обыкновенного волосозуба в Охотском море у берегов Камчатки преобладает дальневосточная песчанка *Ammodytes hexapterus* и эвфаузииды, а в Авачинском и Камчатском заливах и в некоторые годы у западного побережья Камчатки – мойва *Mallotus villosus socialis*. Кроме того, этот вид по мере роста особей проявляет качества аблигатного хищника, для которого характерно доминирование рыбной пищи, способного поедать крупных жертв, достигающих более половины его длины.

Морфологические показатели

Меристические признаки обыкновенного волосозуба, исследованного нами, составили: D1 12–17, D2 17–22, A 27–30, P 21–25, V 10; число жаберных лучей слева и справа по 5; жаберных тычинок 16–20, из них на нижней части жаберной дуги 12–16, на верхней части 2–4, тычинки маленькой длины, с мелкими зубчиками вдоль внутреннего края; общее число позвонков 38–47, из них туловищных 11–19, хвостовых 19–31 (табл. 4).

Таблица 4

Меристические признаки

Признаки	Среднее значение	Размах изменчивости
D1	14,2	12–17
D2	19,2	17–22
P	23,5	21–25
V	10	10
A	29,9	27–30
Жаберные тычинки, шт.	18,6	16–20
Количество позвонков, шт.	42,9	38–47

Пластические признаки. Голова обыкновенного волосозуба составляет 1/4 от длины тела, сильно сжатая с боков и уплощенная сверху; глаза высоко посажены; губы бахромчатые; нижняя челюсть сильно выступает вперед; верхнечелюстная кость широкая; на жаберных крышках с обеих сторон имеется по три шипика; на каждой ноздре имеется по усика.

Тело широкое и уплощенное, сужается к хвостовому плавнику; грудные, спинные и анальный плавники имеют широкое основание. Грудные плавники располагаются плотно к жаберной крышке, с весьма длинными лучами, заходящими чуть дальше анального отверстия; брюшные плавники располагаются вертикально спинному, каждый имеет по пять лучей; спинные плавники располагаются по всей длине тела плотно к друг другу, первый спинной плавник низкий и длинный, второй немного короче по длине, но выше; анальный плавник располагается от анального отверстия до хвостового плавника, лучи короткие; расстояние между анальным отверстием и анальным плавником отсутствует; у самцов в анальном отверстии находится спермиевод заостренной формы (рис. 4).



Рис. 4. Волосозуб обыкновенный (фото автора)

Некоторые пластические признаки обыкновенного волосозуба в наших пробах представлены в табл. 5. Изменчивость большинства из них невелика, хотя для отдельных признаков она прослеживается.

Таблица 5

Пластические признаки

Признаки	Среднее значение	Размах колебаний
к длине тела av , %		
ac	93,9	85,8–97,1
ad	84,4	77,3–87,9
od	63,7	57,7–68,2
ao	23,3	20,6–26,0
gh	24,3	18,4–30,5
ik	5,4	3,2–9,1
aq	25	21,2–32,9
rd	35,9	30,7–45,5
as	46,8	23,6–53,8
ay	45,3	40,5–50,9
fd	14,9	8,8–22,8
qs	22,1	17,2–28,9
q_1s_1	23,3	18,2–32,9
tu	6,2	3,7–15,4
t_1u_1	6,9	1,4–17,1
yy_1	36,4	26,6–47,9
ej	8	4,9–22,0
vx	20	15,6–38,9
vx_1	14,9	11,5–38,8
zz_1	15,7	11,5–39,3
vy	23,1	16,6–39,1
zy	22,8	15,3–38,77
к длине головы ao , %		
an	23,8	14,6–41,8
np	23,7	14,4–35,0
po	51,8	41,1–60,7
lm	90,1	81,0–98,6
a_1a_2	49,8	41,3–56,3
n_1m_1	15,2	6,9–20,2
k_1l_1	48,8	38,6–63,4

Так, ряд пластических признаков сильно изменяются по мере роста рыбы. К таковым относятся: длина рыла an , диаметр глаза np и ширина верхнечелюстной кости n_1m_1 . У рыб средней длиной (av) 122,4 мм наблюдается сильная изменчивость рыла (an) (рис. 5, а).

Также велика изменчивость наименьшей высоты тела (ik), антевентрального расстояния (as), наибольшей высоты второго спинного плавника (t_1u_1) и наибольшей высоты анального плавника (ej). Вероятно, это связано с активной подвижностью тела рыб, так как особи обыкновенного волосозуба нерестятся в местах с сильным течением.

В частности, у рыб средней длиной (av) от 122,4 мм до 145,4 мм наблюдается сильная изменчивость наименьшей высоты тела (ik) (рис. 5, б). При средней длине рыб (av) 214,4 мм велика изменчивость антевентрального расстояния (as) (рис. 5, в), а у рыб средней длиной (av) 145,4 мм сильно изменяется наибольшая высота второго спинного плавника (t_{1u1}) (рис. 5, г). Рыбы, достигающие средней длины (av) 99,4 мм, имеют значительные изменения наибольшей высоты анального плавника (ej) (рис. 5, д).

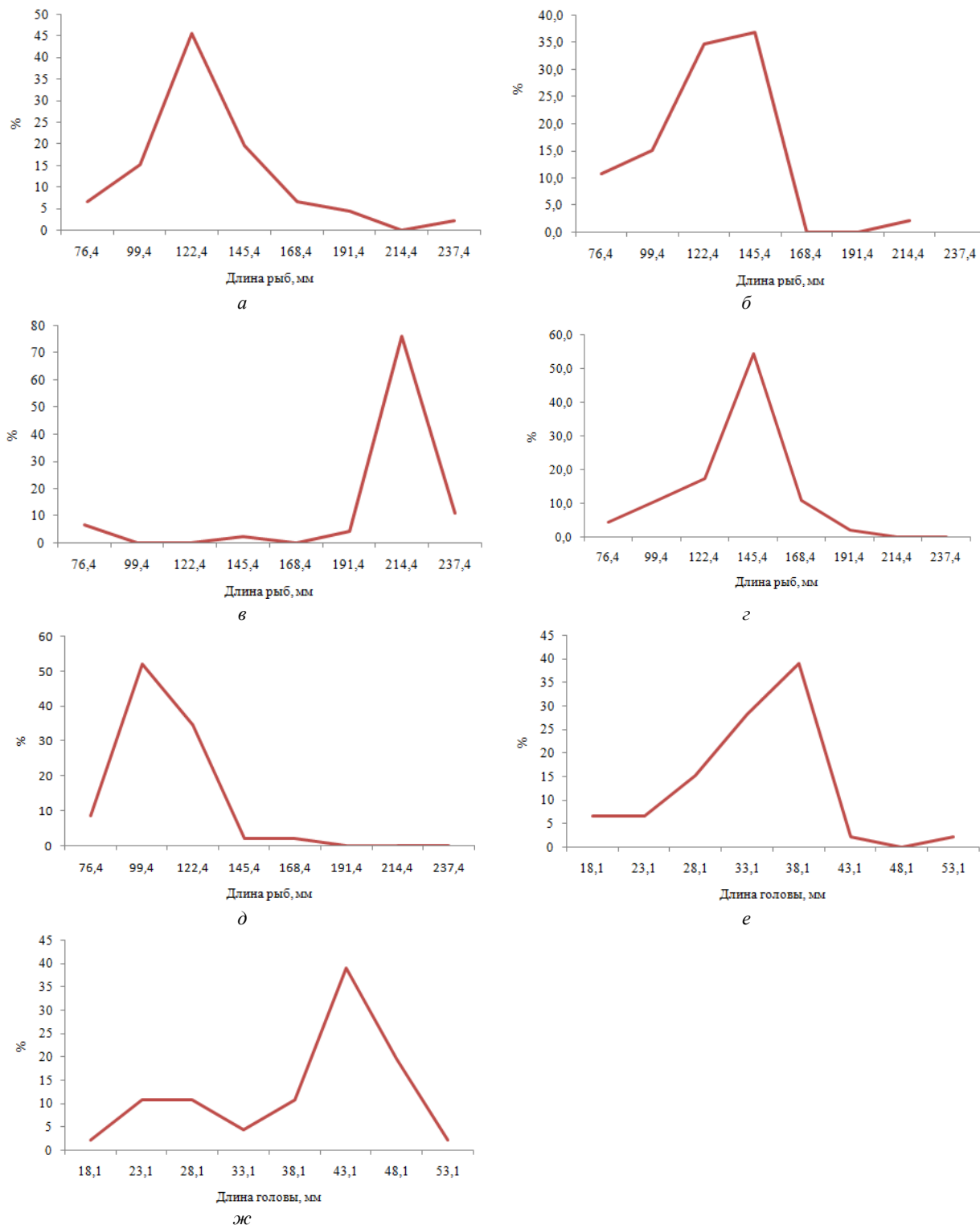


Рис. 5. Изменчивость некоторых пластических признаков:

a – длины рыла рыб (av), $б$ – наименьшая высота тела (ik), $в$ – антевентральное расстояние (as), $г$ – наибольшая высота второго спинного плавника (t_{1u1}), $д$ – наибольшая высота анального плавника (ej), $е$ – диаметр глаза (pr), $ж$ – ширина верхнечелюстной кости (n_1m_1).

Диаметр глаза (np) начинает изменяться при размере головы (ao) 23,1 мм, а наибольшая изменчивость глаза отмечена при средней длине головы 38,1 мм (рис. 5, e). У рыб со средней длиной головы (ao) 43,1 мм выражена сильная изменчивость ширины верхнечелюстной кости (n_1m_1) (рис. 5, $ж$).

Анализируя все полученные данные, мы установили следующее: длина рыла (ao), диаметр глаза (np), ширина верхнечелюстной кости (n_1m_1) значительно изменяются, что связано с ростом головы и челюстей; изменчивость наименьшей высоты тела (ik), антевентрального расстояния (as), наибольшей высоты второго спинного плавника (t_{1u_1}), наибольшей высоты анального плавника (ej), вероятно, связана с активной подвижностью тела, так как особи обыкновенного волосозуба нерестятся в прибрежной зоне в местах с сильным течением.

Выводы

1. Длина тела обыкновенного волосозуба в Охотском море в 2014 г. изменялась от 70,1 до 217,3 мм (средняя – 142,8 мм), а масса тела от 4,74 до 91,39 г (средняя – 39,5 г). Самки были крупнее. Возрастной состав рыб – от 1+ до 5+, средний возраст составил 2,8 года. Преобладали рыбы в возрасте 2+ (45,5%) и 3+ (27,3%).

2. В пищевом комке обыкновенного волосозуба главную роль играли молодь дальневосточной песчанки *Ammodytes hexapterus* (88,0% массы пищи) и эвфаузииды Euphausiidae (9,1% массы пищи). С ростом волосозуба доля рыбной пищи в его желудке возрастает.

3. Из 29 пластических признаков обыкновенного волосозуба семь отличается значительной изменчивостью. Высокая изменчивость длины рыла (ao), диаметра глаза (np) и ширины верхнечелюстной кости (n_1m_1) связана с ростом головы и челюстей. Изменчивость других признаков: наименьшей высоты тела (ik), антевентрального расстояния (as), наибольшей высоты второго спинного плавника (t_{1u_1}), наибольшей высоты анального плавника (ej) – обусловлена активной подвижностью тела, необходимой для нереста рыб в прибрежной зоне в местах с сильным течением.

Литература

1. Hart J.L. Pacific fishes of Canada. Fisheries Research board of Canada. – Ottawa. – 1973. – Bull. 180. – 740 p.
2. Nagasawa K., Torisawa M. Fishes and marine invertebrates of Hokkaido: biology and fisheries. – Hokkaido Fisheries Experimental Station. – 1991. – 416 p.
3. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1966. – 267 с.
4. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях / Кол. авт. АН СССР; отв. ред.: Е. В. Боруцкий. – М.: Наука, 1974. – 228 с.
5. Брюзгин В.Л. Методы изучения роста рыб по чешуе, костям и отолитам. – АН Укр. ССР. Ин-т гидробиологии. – Киев: Наукова думка, 1969. – 215 с.
6. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР. – 1959. – 164 с.
7. Токранов А.М. О «Бесчешуйном звере» и других обитателях камчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2004. – 191 с.
8. Степанюк М.В. Размерно-возрастная характеристика волосозуба обыкновенного из прибрежных вод Камчатки // Региональная конференция по актуальным вопросам морской биологии, экологии и биотехнологии студентов, аспирантов и молодых ученых. – Владивосток: Изд-во ДВГУ, 2000. – С. 84–85.
9. Максименкова Т.В., Коростелев С.Г. Отношения «хищник-жертва» между волосозубом *Trichodon trichodon* и мойвой *Mallotus villosus socialis* (Pallas) в заливах тихоокеанского побережья Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. – Петропавловск-Камчатский, 2004. – Вып. 7. – С. 215–217.
10. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: монография. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2006. – 484 с.

Информация об авторах
Information about the authors

Карпенко Владимир Илларионович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; профессор; профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

Karpenko Vladimir Illarionovich – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources, Fisheries and Aquaculture Chair; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

Виноградская Анастасия Викторовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; студент

Vinogradskaya Anastasiya Viktorovna – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Student

УДК 597.553.2(282.257.41)"2011"

А.П. Лозовой, В.И. Карпенко**ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ЧЕШУИ МОЛОДИ КИЖУЧА
В НИЖНЕМ ТЕЧЕНИИ РЕКИ КОЛЬ (ЗАПАДНАЯ КАМЧАТКА)
В 2011 ГОДУ**

Исследовано строение чешуи молоди кижуча в р. Коль. Выявлены особенности закладки чешуи и роста молоди кижуча длиной от 15 до 64 мм. Приведены данные о размерах молоди тихоокеанских лососей разных видов, которые выходят из нерестовых бугров и переходят на внешнее питание. Выявленные различия могут являться особенностями вида в каждом районе воспроизводства. Установлен характер прироста склеритов на чешуе кижуча в р. Коль.

Ключевые слова: молодь кижуча, биологические показатели, образование и структура чешуи, прирост склеритов, изменчивость роста.

A.P. Lozovoy, V.I. Karpenko**SPECIFICS OF JUVENILE COHO SALMON SCALE STRUCTURE
IN THE LOWER PART OF THE RIVER KOL (WEST KAMCHATKA) IN 2011**

Juvenile coho salmon scale structure has been analyzed for the Kol river population. Formation and growth specific of sclerites on the scales of juvenile coho salmon with the body length of 15-64 mm was clarified. Comparative data on the juvenile body length of the other pacific salmon species at the time of leaving the spawning gravels and transition to external feeding are provided. The differences revealed can be species specific in particular regions of reproduction. The character of sclerite growth dynamics on coho salmon scale in the Kol is figured out.

Key words: juvenile coho salmon, biological characteristics, scale formation and structure, sclerite growth, growth rate variation.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-71-76

Сроки и размеры рыб, при которых происходит закладка чешуйного покрова, и образование склеритов, имеют огромное значение для правильного установления возраста и определения темпа роста каждого вида либо его популяционных составляющих [1]. Очень важны эти характеристики для тихоокеанских лососей, у которых наблюдаются их большие различия, особенно у видов с коротким пресноводным периодом – горбуши и кеты. В частности, у молоди горбуши формирование чешуйной пластинки в разных районах может происходить при длине от 3 до 7 см [2–4], а у кеты – от 3 до 5,4 см [5, 6]. Сходное разнообразие размерных показателей при образовании чешуи имеет также молодь лососей с длительным пресноводным периодом жизни – нерка, кижуч и чавыча, хотя диапазон размеров, при которых она образуется, несколько отличается – от 2,8 до 4,5 см [7–9]. Тем не менее даже при таких значительных различиях в размерах рыб, у которых начинается образование чешуи, до сих пор существует полемика в отношении причин зависимости появления чешуйного покрова рыб: это функция роста рыбы или ее возраста [10].

Известно, что формирование взрослой рыбы начинается с малькового периода, после полного перехода личинки на внешнее питание [11], хотя размеры личинок лососей, которые поднимаются на плав, не одинаковы у разных видов, в том числе могут отличаться значительно даже у одного вида. В частности, самыми мелкими они бывают у горбуши и симы, а крупными – у чавычи; остальные лососи имеют эти показатели относительно средними. Тем не менее установлено, что длина личинок именно на этой стадии развития зависит от размеров отложенной икры [11].

Последнее обстоятельство, по нашему мнению, может значительно повлиять на время и размеры, при которых образуется чешуя у тихоокеанских лососей, причем именно у кижуча, как вида, имеющего наиболее продолжительный период нереста и обладающего значительной внутривидовой изменчивостью. В частности, его личинки поднимаются на плав, как при длине

более 35 мм, так и при длине 16–17 мм. Кроме того, они могут появляться и в марте, и в мае, а, возможно, и позднее. Выход личинок из гнезд длится с марта до середины лета [8].

По данным Ж.Х. Зорбиди [12], свободный эмбрион кижуча поднимается на плав при минимальной длине 17,7 мм, а образование чешуйной пластинки происходит по достижении длины 31 мм, причем первый склерит может появиться при длине 37–41 мм. Позднее происходит прирост склеритов в течение нагула в водотоках Камчатки. Скат же в море наблюдается в основном после 1–2 лет нагула в пресных водах, после чего скорость прироста склеритов на чешуе ускоряется значительно. В первый год нагула в пресных водах минимальное количество склеритов составляет 5 и более. Длина же годовиков кижуча в разных водоемах Камчатки обычно более 6 см, а в оз. Азабачье может достигать даже 10 см. Причем самая крупная молодь обычно уже скатываются в морские воды, хотя некоторые из них способны задерживаться в пресных водах до достижения длины 17 см.

Однако В.В. Волобуев и С.Л. Марченко [13] отмечали, что в некоторых реках Магаданской области (р. Тауй) сеголетки кижуча в январе – феврале могут достигать длины только 32–40 мм, то есть таких же размеров, при которых только должна появляться (образовываться) чешуя. Возникает вопрос, каких размеров были личинки и мальки этого кижуча после выхода из грунта и начала освоения мест речного нагула.

Подобные вопросы возникали у авторов настоящего сообщения, когда летом 2011 г. в уловах была встречена очень мелкая молодь кижуча, причем практически вся она имела чешуйный покров с достаточно большим числом склеритов.

Материал и методика

Материалом для настоящего сообщения послужили сборы молоди кижуча и других лососевых рыб, выполненные в течение экспедиции КамчатГТУ в лососевый заказник «Река Коль» 10 июля – 8 августа 2011 г. в районе биологической станции на этой реке. Лов молоди лососей осуществлялся ловушками и закидными неводами в основном русле реки, притоках и на заливных лугах и старицах в период разного уровня реки, в том числе и после прохождения летнего паводка. Большинство обловов выполнено в основном русле реки, но значительная часть молоди (в частности, мелкой) поймана на бывших заливных лугах и в местах, находящихся под угрозой осушения.

Всего в 2011 г. было выловлено более 1000 экз. молоди лососей, в том числе около 500 экз. молоди кижуча, из которой более 400 экз. на заливных лугах. Вся молодь кижуча подвергнута стандартному биологическому анализу [14], включающему весь спектр измерений, а также сбор чешуи, желудков, взвешивание печени и сбор некоторых других специфических материалов. Промер молоди производился с точностью до 0,1 мм, а определение массы тела и органов – до 1 мг на электронных весах. Статистическая обработка данных выполнена стандартными методами вариационной статистики [15].

Результаты и обсуждение

В течение четырех лет (2010–2011, 2013 и 2016 гг.) было выловлено более 3 тыс. экз. молоди лососей пяти видов, среди которых ежегодно доминировала молодь кижуча. Наиболее значительными оказались уловы молоди кижуча в 2011 г., когда она составила более 70% молоди всех лососей (1076 экз.). Эти уловы преимущественно состояли из сеголетков, которые в отдельных местах доминировали – до 94,7%, а остальные были двухлетками (4,4%) и трехлетками (0,9%) [16].

В целом возрастной состав молоди лососей в 2011 г. включал рыб от сеголетков до трехлеток, причем такая возрастная структура была характерна только для молоди кижуча. Среди выловленной молоди нерки и чавычи встречались только двухлетки, симы – только трехлетки, а кеты, естественно, только сеголетки. Основу уловов молоди кижуча в этих мелководных протоках и вблизи бывших заливных лугов составили сеголетки (405 из 424 экз.), 14 особей были двухлетками и пять – трехлетками.

Сеголетки занимали рукава основного русла реки, значительно обмелевшие после весеннего и первого летнего паводков, образуя стаи в сотни особей, державшихся в местах с глубиной всего 20–50 см. Они успешно облавливались любыми, самыми простыми орудиями лова, в основном мальковым мелкоячейным неводом. Вылов молоди кижуча, имеющей подобные малые размеры, производился 31 июля; 3, 8, 12, 18, 20 и 21 августа 2011 г. Облов данной размерной

группы стал возможен в силу сильного уменьшения уровня воды в этот год (рис. 1). За весь период исследований уровень воды снизился приблизительно на 40 см, и основное русло обмелело, создав множество неглубоких рукавов со слабым течением.

Нас поразили очень малые размеры этой молоди, необычные не только для этого вида, но и для молоди всех видов р. *Oncorhynchus*. Причем эти рыбы обладали небольшой длиной тела при значительной величине ее массы (табл. 1). Такие необычные размеры предварили интерес к анализу структуры чешуи, которая, кстати, была практически у всех выловленных здесь мальков кижуча.

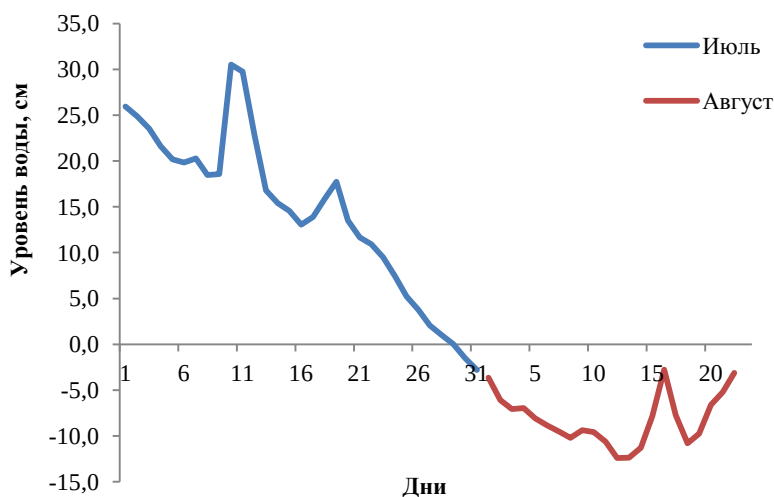


Рис. 1. Колебания уровня воды в р. Коль в июле – августе 2011 г.

Таблица 1

Биологические показатели молоди кижуча двух групп, имеющих разное количество склеритов на чешуе

Кижуч	Длина по Смитту, см	Масса тела, мг	Масса печени, мг	Упитанность по Фультону (длина AC)	Упитанность по Фультону (длина AD)	Упитанность по Калабухову	Индекс печени	Количество рыб, экз.
Первая группа	$\frac{2,3}{1,5 - 4,6}$	$\frac{0,989}{0,4 - 3,695}$	$\frac{0,013}{0,005 - 0,04}$	$\frac{7,9}{3,8 - 14,6}$	$\frac{6,4}{3,3 - 13,8}$	$\frac{0,4}{0,27 - 0,8}$	$\frac{12,3}{4,2 - 24,1}$	286
Вторая группа	$\frac{4,3}{3,4 - 6,4}$	$\frac{1,414}{0,57 - 4,885}$	$\frac{0,017}{0,01 - 0,045}$	$\frac{1,6}{1,2 - 1,9}$	$\frac{1,3}{1,1 - 1,6}$	$\frac{0,31}{0,17 - 0,76}$	$\frac{11,8}{6,3 - 18,6}$	57

При анализе чешуи молоди кижуча (343 экз.) оказалось, что выделяются две размерные группы особей практически со сходным числом склеритов на чешуе (рис. 2). Молодь первой группы длиной от 15 до 46 мм имела на чешуе от 1 до 8 склеритов, а второй – длиной от 34 до 64 мм – от 2 до 9 склеритов. Причем, как было установлено, чешуйная пластинка у одной группы особей образовывалась при длине особей менее 20 мм, тогда как у другой – при длине 30 мм. Представляет интерес сравнение средних размеров молоди этих групп при одинаковом количестве склеритов (табл. 2).

Таблица 2

Средняя длина молоди кижуча двух размерных групп при образовании склеритов (мм)

Группы	Число склеритов, шт.								Кол-во рыб, экз.
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Первая, мм	19	20	21	23	26	30	32	35	285
Вторая, мм	–	36	38	38	41	42	46	49	51

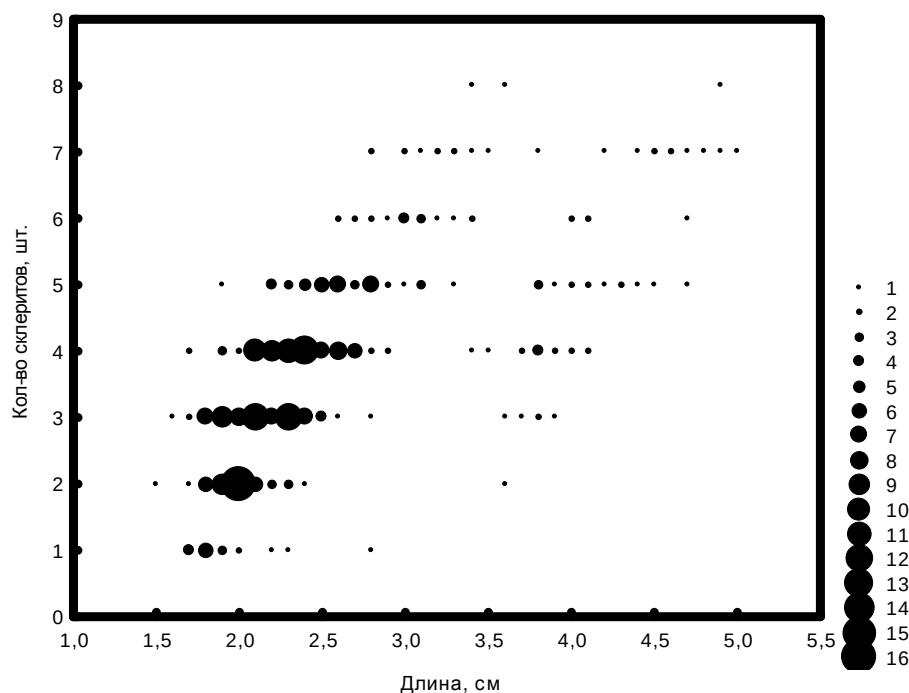


Рис. 2. Число склеритов на чешуе молоди кижуча

У 58 особей чешуя отсутствовала, а распределение образования чешуйной пластинки и склеритов у остальной молоди кижуча было совершенно разным. Так, у мелкой молоди образование чешуйной пластинки происходило при средней длине рыб всего 18 мм, первого склерита – при 19 мм, а их прирост при увеличении длины рыбы – на 1–3 мм. При этом восемь склеритов встречено у особей длиной тела всего 35 мм. У крупной молоди кижуча чешуйная пластинка появлялась при средней длине 27 мм, первый склерит – при 29 мм, а их прирост происходит при приросте рыб на 1–3 и даже 10 мм. Однако в наших уловах таких крупных рыб было почти в шесть раз меньше, чем мелкой молоди. Конечно, последнее обстоятельство не позволяет достоверно проследить прирост склеритов у этой (второй) группы молоди кижуча. Хотя необходимо отметить, что у некоторых рыб при длине более 35 мм отсутствовала даже чешуйная пластинка на теле.

В связи с последним обстоятельством интересно проанализировать не только линейный рост молоди, а и прирост массы тела, что хорошо отражается на классической зависимости этих двух характеристик молоди рыб. Как уже было отмечено выше, вся выловленная молодь кижуча в 2011 г. отличалась высокими весовыми показателями при небольших линейных размерах. Последнее обстоятельство отразилось на крайне высоких показателях коэффициента зависимости длины и массы тела рыб. Причем в соответствии с двумя выделенными размерными группами молоди наблюдаются два поля этой зависимости. Мелкие рыбы имеют более крутые графики зависимости длины и массы тела, чем крупные (рис. 3).

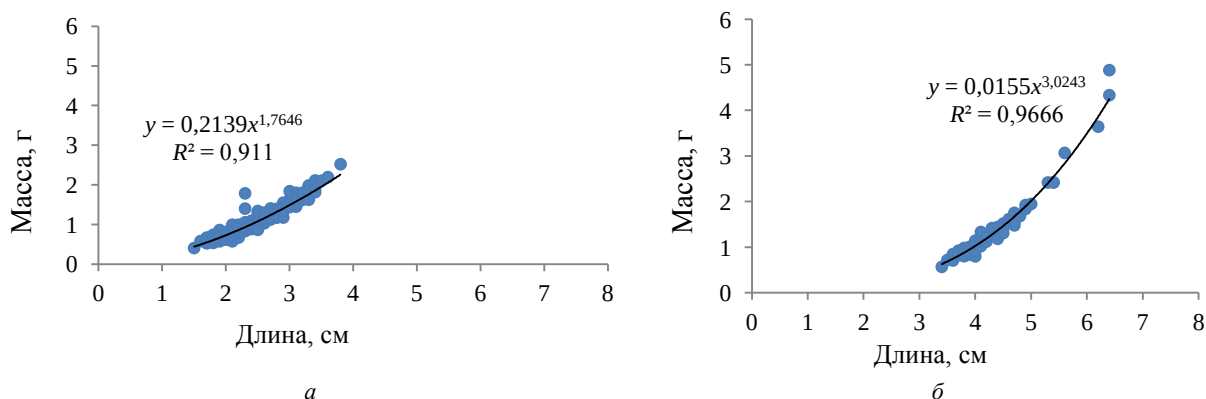


Рис. 3. Зависимость массы молоди кижуча от ее длины двух размерных групп:
а – первая, б – вторая

Сходную картину зависимости можно наблюдать при построении графиков зависимости количества склеритов от длины (рис. 4).

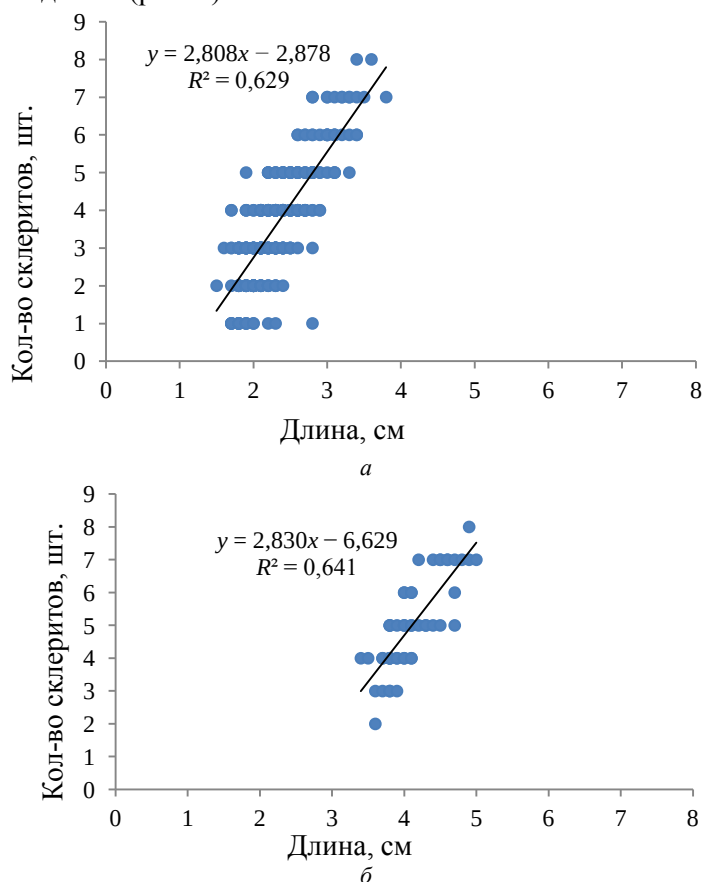


Рис. 4. Зависимость числа склеритов у молоди кижуча двух размерных групп: а – первая, б – вторая

Кроме того, необходимо отметить, что мелкая молодь кижуча практически сразу же после спада уровня воды активизировала свою пищевую активность. Так, накормленность этих рыб в 2011 г. в этот период достигала больших величин (более 350 ‰), что было близким к другому году наблюдений (2013 г.), когда условия обитания молоди лососей были более благоприятными [17].

Таким образом, в каждой выделенной группе наблюдаются как минимум две размерные группы, которые различаются по темпу роста. Рыбы, имеющие более быстрый темп роста, лучше растут и в следующем году. Аналогичная картина наблюдается и у медленнорастущих. Известно, что на первом году жизни у молоди кижуча происходит дифференциация на медленно-растущих и быстрорастущих [12].

В течение всего пресноводного периода у молоди кижуча возраста 1+ образуется 5–16 склеритов, а у старшей молоди – 13–28: максимальное число склеритов отмечено у кижуча в реках восточного побережья Камчатки и несколько меньше – западного [8].

С нерестилищ молодь кижуча постепенно перемещается вниз по течению, заселяя новые станции, и нередко из устья вновь поднимается вверх по реке. На мелководьях встречаются исключительно мальки кижуча, причем довольно многочисленные.

Заключение

Полученные результаты свидетельствуют, что появление чешуи и прирост склеритов у молоди тихоокеанских лососей не такой простой процесс, как казалось ранее. Так, само появление чешуи, вероятно, в большей степени связано со временем пребывания мальков после подъема на плав, а не с ростом самой молоди, хотя это явление может встречаться только в отдельных случаях. Однако, как объяснить отмеченную выше такую разнокачественность молоди лососей в размерах по отдельным регионам их ареала, а также скат молоди отдельных видов сеголетками (нерка, чавыча и даже кижуч) [7, 18, 19] или задержку ее на зимовку (кета) [20]. Эти моменты биологии тихоокеанских лососей поддерживают научный интерес к их выявлению.

Литература

1. *Мина М.В., Клевезаль Г.А.* Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 292 с.
2. *Иванков В.Н.* Тихоокеанские лососи острова Итуруп (Курильские острова) // Изв. ТИНРО. – Владивосток, 1968. – Т. 65. – С. 49–74.
3. *Каев А.М.* Некоторые особенности роста молоди осенней кеты в прибрежье острова Итуруп // Вopr. ихтиологии. – 1979. – Т. 19, вып. 5. – С. 853–859.
4. *Каев А.М.* Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой. – Ю-Сахалинск: Изд-во СахНИРО, 2003. – 287 с.
5. *Карпенко В.И.* Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 165 с.
6. *Irie T.* Ecological studies on the migration of juvenile chum salmon, *Oncorhynchus keta*, during early ocean life // Bull. Of Seikai Nat. Fish. Res. Inst. – 1990. – № 19. – 142 p.
7. *Бугаев В.Ф.* Азиатская нерка. – М.: Колос. – 1995. – 464 с.
8. *Зорбиди Ж.Х.* Кижуч азиатских стад. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – 2010. – 306 с.
9. *Groot C., Margolis L.* Pacific Salmon Life History. – Vancouver. Canada. – 1991. – 564 p.
10. *Ваганов В.Е.* Склеритограммы как метод анализа сезонного роста рыб. – Новосибирск.: Наука. – 1978. – 115 с.
11. *Смирнов А.И.* Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. – М: Изд-во МГУ. – 1975. – 335 с.
12. Рыбы реки Камчатка / *В.Ф. Бугаев, Б.Б. Вронский, О.О. Заварина, Ж.Х. Зорбиди, А.Г. Остроумов, И.В. Тиллер.* – Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО. – 2007. – 459 с.
13. *Волобуев В.В., Марченко С.Л.* Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел). – Магадан: СВНЦ ДВО РАН. – 2011. – 303 с.
14. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая пром-ть, 1966. – 373 с.
15. *Лакин Г.Ф.* Биометрия. – М.: Высшая школа, 1980. – 352 с.
16. Материалы по биоразнообразию бассейна реки Коль (Западная Камчатка). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс; КамчатГТУ, 2016. – 220 с.
17. *Карпенко В.И., Погорелова Д.П.* Кормовая база и питание молоди некоторых рыб в низовье р. Коль // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана: сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2016. – Вып. 43. – С. 24–40 с.
18. *Леман В.Н., Чебанова В.В.* О факте массовой миграции сеголеток чавычи в эстуарии р. Большая (западная Камчатка) // Вопросы рыболовства. – 2000. – Т. 1, № 2-3. – Ч. II. – С. 34–36.
19. *Бугаев В.Ф., Ярош Н.В.* Рост чешуи молоди кижуча р. Большой (Западная Камчатка) // Изв. ТИНРО. – 2014. – Т. 176. – С. 62–84.
20. *Штуднюк Ю.В.* О скате молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum) реки Анадырь в возрасте одного года // Биология пресноводных рыб Дальнего Востока. – Владивосток: ДВО АН СССР. – 1987. – С. 24–34.

Информация об авторах Information about authors

Лозовой Алексей Петрович – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; младший научный сотрудник, аспирант; kaktusovar@list.ru

Lozovoy Aleksey Petrovich – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Junior Researcher, Postgraduate; kaktusovar@list.ru

Карпенко Владимир Илларионович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; профессор; профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

Karpenko Vladimir Illarionovich – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources, Fisheries and Aquaculture Chair; karpenko_vi@kamchatgtu.ru

УДК 597.533.2(282.257.45)

С.П. Пустовойт

**ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЧЕТНОГО И НЕЧЕТНОГО
ПОКОЛЕНИЙ ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* (WALBAUM, 1792)
РЕКИ ОЛА (ОХОТСКОЕ МОРЕ)**

Рассмотрена генетическая изменчивость двух генов мтДНК горбуши р. Ола (Тауйская губа, Охотское море) с целью определения современного состояния ее биологического разнообразия. Исследование показало, что генетическое разнообразие фрагмента гена субъединица 1 цитохром-оксидазы *c* (COI) в выборке нечетного года (2015 г.) у горбуши было существенно выше, чем в выборке за 2016 г. Однако по нуклеотидным частотам фрагмента гена цитохром *b* генетическое разнообразие выше в выборке четного, 2016 г. по сравнению с выборкой нечетного года. Полученные данные указывают на существенные различия уровней генетического разнообразия между выборками нечетного и четного поколений горбуши р. Ола. Наиболее вероятным объяснением отмеченного факта является первостепенное влияние естественного отбора. Малочисленные поколения горбуши возникают под влиянием селективных факторов в период нереста и роста молоди в пресноводный этап жизненного цикла. Уменьшение численности поколения приводит к снижению уровня генетического разнообразия популяции горбуши.

Ключевые слова: горбуша, генетическое разнообразие, Охотское море, субъединица 1 цитохром-оксидазы *c*, цитохром *b*.

S.P. Pustovoit

**GENETIC DIVERSITY OF EVEN AND ODD GENERATIONS OF PINK SALMON
ONCORHYNCHUS GORBUSCHA (WALBAUM, 1792) FROM THE OLA RIVER
(SEA OF OKHOTSK)**

We studied the genetic variability of two mtDNA genes in the pink salmon from the Ola River (Tauf Bay, Sea of Okhotsk) in order to determine the current state of its biological diversity. Cytochrome oxidase subunit I (COI) analysis showed that in the odd-year (2015) the genetic diversity of pink salmon was significantly higher than in 2016 (even-year). However, at the level of nucleotide frequencies in the cytochrome *b* gene, the genetic diversity was higher in the specimens collected in 2016 (even-year) compared to the odd-year (2015). Thus, our data indicated significant differences in the levels of genetic diversity between individuals from the odd and even generations of pink salmon from the Ola River. The most likely explanation might be the primary influence of natural selection. Small generations of pink salmon develop under the influence of selective factors during the spawning period and growth of juveniles during freshwater stage of their life cycle. Reduction in the number of generations leads to a decrease in the level of genetic diversity in the pink salmon populations.

Key words: pink salmon, genetic diversity, Sea of Okhotsk, cytochrome oxidase subunit I (COI), cytochrome *b*.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-77-83

Введение

Первые популяционно-генетические исследования азиатских популяций горбуши были выполнены группой генетиков под руководством Ю.П. Алтухова еще в 70-е годы прошлого века [1]. Указанные генетические исследования азиатских популяций базировались на методах биохимической генетики. Они показали, что одной из особенностей генетической структуры популяций горбуши оказались существенные различия между поколениями, обычно называемыми четными и нечетными. Данная особенность связана с двухлетним жизненным циклом горбуши, поскольку после нереста все производители погибают. Аналогичные генетические отличия между особями поколений четных и нечетных лет показаны и для популяций п-ва Камчатка и северного побережья Охотского моря [2–4].

В настоящее время активно начали развиваться генетические исследования с использованием генов митохондриальной ДНК (мтДНК) [5–10]. Поскольку все митохондрии в делящихся клетках организма происходят от митохондрий матери, то в ряду поколений передаются только гены мтДНК самки. Среди генов, содержащихся в геноме митохондрий, обычно исследуют гены субъединица 1 цитохром-оксидазы *c* (Cytochrome *c* oxidase subunit I, далее по тексту: COI) и цитохром *b* [11–12]. Кодлируемые этими генами белки входят в так называемую дыхательную цепь митохондрий [13]. Входящие в эту цепь ферментативные комплексы осуществляют окислительное фосфорилирование, итогом которого является накопление энергии в фосфатных связях АТФ.

Горбуша является одним из важнейших объектов промысла на северном побережье Охотского моря [2]. Одной из особенностей биологии вида является двухлетний жизненный цикл, что обуславливает наличие в каждой нерестовой реке популяций четного и нечетного поколений. Несмотря на многолетнее изучение биологических и генетических особенностей отмеченных поколений, причины возникновения и сохранения резких отличий между их особями остаются дискуссионными.

Целью настоящей работы является получение первых сведений об уровнях генетического разнообразия в выборках горбуши четного и нечетного поколений в североохотоморской популяции р. Ола.

Материалы и методы

Горбуша была отловлена в устье р. Ола. Выбор данной популяции связан с тем, что в указанной реке размножается самое многочисленное стадо среди прочих, нерестующих в реках Тауйской губы. Пробы мышц были отобраны в июле 2015 г. у 10 особей (нечетное поколение) и в июле 2016 г. у 16 особей (четное поколение). В четном поколении (2016 г.) нуклеотидная последовательность гена COI была определена у 15 особей. Пробы мышц фиксировали в 96%-ном этиловом спирте.

На данном этапе были исследованы два гена митохондриальной ДНК (мтДНК): COI и цитохром *b*. Выделение ДНК и секвенирование было выполнено в компании «Синтол» (г. Москва) по стандартным методикам. Для проведения ПЦР-анализа использовали следующие олигонуклеотидные праймеры: FishF1 (5'-TTCTCAACCAACCACAAAGACATTGG-3') и FishR1 (5'-TAGACTTCTGGGTGGCCAAAGAATCA-3') для гена COI [14] и L15436 (5'-CCTGCTCGGACTTTAACCGAAACT-3') и H15149 (5'-GCICCTCARAATGAYATTTGTCCT-3') для гена цитохром *b* [6].

В исследованных сиквенсах нуклеотиды обозначены сокращенно: А – аденин, G – гуанин (пурины), С – цитозин, Т – тимин (пиримидины) [15]. Выравнивание нуклеотидных последовательностей и конструирование дендрограмм выполнили с использованием программы MEGA ver. 6.0 [16]. Нуклеотидное и гаплотипическое разнообразие определили при помощи программы DNAsP ver. 5.10.01 [17].

Результаты и обсуждение

Длина секвенированного участка фрагмента гена COI составила 486 нуклеотидов. Полиморфные сайты указаны в табл. 1. Если взять сиквенс первой особи (OG-12015) за основной, то среди проб горбуши нечетного 2015 г. существует 6 транзиций (замена пурина на пурин, А → G, G → A) в положении № 141 и 5 транзиций в положении № 261. Другой тип транзиций (замена пиримидина на пиримидин, Т → С) выявлен в одном случае – у особи OG-22015. Трансверсии (замены между пуринами и пиримидинами А → С, А → Т, Т → А) наиболее часты в положении № 411, единичны в положениях № 285, 351 и 413. Соотношение транзиций и трансверсий $R = 11 / 5 = 2,2$ указывает на то, что транзиции более частые, чем трансверсии.

Если среди пятнадцати исследованных особей четного года взять за точку отсчета нуклеотидную последовательность первой особи OG-12016, то полиморфный сайт найден только в положении № 396 – транзиция С → Т у особи OG-122016.

Длина секвенированного участка фрагмента гена цитохром *b* составила 447 нуклеотидов. Наиболее изменчив сайт № 332: половина особей имела гуанин (G), половина – тимин (T), то есть это трансверсия (G → T) (табл. 2). В положении № 227 три особи имели транзиции Т → С. В двух других сайтах найдены транзиции А → G. В отличие от нуклеотидных последовательностей гена COI здесь не прослеживались замены, характерные для особей четного или нечетного года.

Таблица 1

**Полиморфные сайты фрагмента гена COI четного
и нечетного поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* реки Ола (Охотское море)**

№	Проба	Позиция нуклеотида в сиквенсе (полиморфные сайты)						
		nt 141	nt 261	nt 285	nt 351	nt 396	nt 411	nt 413
1	OG-12015	A	G	T	A	C	A	T
2	OG-22015	G	A	C	.	.	T	.
3	OG-42015	G	.	.	.	.	.	A
4	OG-52015	.	.	.	.	.	.	.
5	OG-62015	G	A	.	.	.	T	.
6	OG-72015	G	A	.	.	.	T	.
7	OG-82015	G	A	.	C	.	.	.
8	OG-92015	.	.	.	.	.	.	.
9	OG-102015	G	A	.	.	.	.	.
10	OG-112015	.	.	.	.	.	.	.
11	OG-12016	G	A	.	.	.	.	.
12	OG-22016	G	A	.	.	.	.	.
13	OG-32016	G	A	.	.	.	.	.
14	OG-42016	G	A	.	.	.	.	.
15	OG-52016	G	A	.	.	.	.	.
16	OG-62015	G	A	.	.	.	.	.
17	OG-72016	G	A	.	.	.	.	.
18	OG-82016	G	A	.	.	.	.	.
19	OG-92016	G	A	.	.	.	.	.
20	OG-102016	G	A	.	.	.	.	.
21	OG-112016	G	A	.	.	.	.	.
22	OG-122016	G	A	.	.	T	.	.
23	OG-132016	G	A	.	.	.	.	.
24	OG-142016	G	A	.	.	.	.	.
25	OG-152016	G	A	.	.	.	.	.

Примечание. В 2016 г. нуклеотидная последовательность гена COI была исследована у 15 особей.

Таблица 2

**Полиморфные сайты фрагмента гена цитохром b четного
и нечетного поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* реки Ола**

№	Проба	Позиция нуклеотида в сиквенсе (полиморфные сайты)			
		nt 227	nt 263	nt 332	nt 347
1	OG-CYTB-12015	T	A	G	A
2	OG-CYTB-22015	.	.	.	.
3	OG-CYTB-32015	.	.	.	.
4	OG-CYTB-42015	.	.	.	.
5	OG-CYTB-52015	.	.	.	.
6	OG-CYTB-62015	.	.	T	.
7	OG-CYTB-72015	.	.	.	.
8	OG-CYTB-82015	.	.	T	.
9	OG-CYTB-92015	.	G	.	.
10	OG-CYTB-102015	.	.	T	.
11	OG-CYTB-12016	.	.	.	.
12	OG-CYTB-22016	.	.	T	.
13	OG-CYTB-32016	.	.	T	.
14	OG-CYTB-42016	.	.	T	.
15	OG-CYTB-52016	C	.	T	.
16	OG-CYTB-62016	.	.	.	.
17	OG-CYTB-72015	C	.	T	.
18	OG-CYTB-82016	C	.	T	.
19	OG-CYTB-92016	.	.	.	.
20	OG-CYTB-102016	.	.	T	.
21	OG-CYTB-112016	.	.	T	G
22	OG-CYTB-122016	.	.	.	.
23	OG-CYTB-132016	.	.	.	.
24	OG-CYTB-142016	.	.	T	.
25	OG-CYTB-152016	.	.	T	.
26	OG-CYTB-162016	.	.	.	.

Показатели генетического разнообразия указаны в табл. 3. По частотам нуклеотидов фрагмента гена COI имеются статистически значимые различия между выборкой четного и нечетного года, как по величинам гаплотипического разнообразия H_d (односторонний тест Стьюдента $t = 8,34$, $p < 0,05$), так и по величинам нуклеотидного разнообразия π ($t = 19,26$, $p < 0,05$). Таким образом, генетическое разнообразие гена COI в выборке за 2015 г. существенно выше, чем в выборке за 2016 г.

Таблица 3

Показатели генетического разнообразия фрагментов генов COI и цитохром *b* четного и нечетного поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* реки Ола

Год	Ген	Кол-во особей (m)	s	P_s	Нуклеотидное разнообразие (π)	Гаплотипическое разнообразие (H_d)
2015	COI	10	6	0,012346	$0,0044 \pm 0,00020$	$0,844 \pm 0,2905$
2016	COI	15	1	0,000274	$0,00027 \pm 0,0000816$	$0,133 \pm 0,02899$
2015 + 2016	COI	25	7	0,014403	$0,002373 \pm 0,000109$	$0,627 \pm 0,020327$
2015	Цитохром <i>b</i>	10	3	0,00671	$0,00149 \pm 0,000025$	$0,600 \pm 0,04128$
2016	Цитохром <i>b</i>	16	3	0,00671	$0,00213 \pm 0,0000079$	$0,725 \pm 0,01732$
2015 + 2016	Цитохром <i>b</i>	26	4	0,00894	$0,00198 \pm 0,0000062$	$0,677 \pm 0,01175$

Примечание. m – количество сиквенсов, s – число полиморфных (сегрегирующих) сайтов, P_s – доля полиморфных сайтов в общем количестве нуклеотидов отсекаемого фрагмента гена (P_s/n).

В отличие от этого, по нуклеотидным частотам фрагмента гена цитохром *b* генетическое разнообразие выше в выборке четного, 2016 г., по сравнению с выборкой нечетного года. Отмеченные различия статистически значимы как по величинам гаплотипического разнообразия ($t = 2,78$, $p < 0,05$), так и по величинам нуклеотидного разнообразия ($t = 100$, $p < 0,05$). В ранее проведенном исследовании генетического разнообразия гена цитохрома *b* в ряде североохотоморских популяций также отмечено, что в линии поколений четных лет уровень генетической изменчивости больше, чем в линии нечетных лет [6]. О причинах указанных различий в цитируемой работе ничего не сообщалось. Возможно, корректный анализ был затруднен странным составом выборок. Так, сравнивались три выборки разных лет из р. Ола и, например, единичная выборка из ручья о. Завьялова. Первая выборка характеризует крупнейшую горбушовую популяцию, воспроизводящуюся в реках Тауйской губы, а вторая – случайный набор особей в маленьком ручье, находящемся на пути нерестовой миграции рыбы при подходе к рекам Тауйской губы.

Рассмотренные гены различаются точностью дифференциации особей на выборки четного и нечетного годов. По нуклеотидным частотам гена COI, за исключением двух случаев, все особи распределились в два кластера – выборка четного и нечетного годов (рис. 1, *a*). Для гена цитохром *b* картина менее однозначная, поскольку особи четных и нечетных поколений не образуют отдельных друг от друга кластеров в дендрограмме и почти равномерно распределены в имеющихся кластерах (рис. 1, *b*).

Полученные данные указывают на существенные различия уровней генетического разнообразия между выборками нечетного и четного поколений горбуши р. Ола. Наличие таких генетических особенностей неудивительно, поскольку для горбуши характерно наличие двухлетнего жизненного цикла [18]. По этой причине в популяции каждой нерестовой реки сосуществуют две линии – не скрещивающиеся друг с другом поколения особей четного и нечетного годов. Следовательно, формирование генетического разнообразия у особей четных и нечетных поколений протекает в значительной степени независимо. Возникает вопрос: каким образом появились столь существенные генетические различия между особями рассматриваемых поколений?

По мнению специалистов Института общей генетики РАН, для возникновения существенных отличий между четными и нечетными поколениями первостепенно влияние генного дрейфа в период изначальной дифференциации поколений [1]. Благодаря «принципу основателя» возникшие генетические отличия сохранились в последующих поколениях. Очевидно, что отбору в этой гипотезе отводится роль фактора, сохраняющего возникшие в результате мутационного и неожиданного действия генетические отличия.

В.С. Кирпичников [19, 20] для объяснения возникновения двух поколений горбуши использовал преобладающее влияние дифференцирующего отбора. Суть этого метода заключалась в том, что отбор действовал в периоды существенного преобладания по численности какого-то поколе-

ния (четного или нечетного) по сравнению с другим. Малочисленное поколение могло возникнуть по причине катастрофических изменений условий обитания горбуши в конкретном году.

В жизненном цикле горбуши, как и других видов рода тихоокеанских лососей, характерно наличие пресноводного этапа (размножение производителей и рост молоди в реке) и морского этапа (нагульного). Наиболее вероятны фатальные изменения погодно-климатических условий в прибрежных участках материка, где протекают нерестовые реки. Резкое сокращение численности популяции из-за массовой гибели оплодотворенной икры и/или молоди могло быть вызвано неблагоприятным сочетанием температурного режима и гидрологии пресных вод. По нашему мнению, именно экологические условия пресноводного периода наиболее вероятны для объяснения катастрофического вымирания какого-либо поколения.

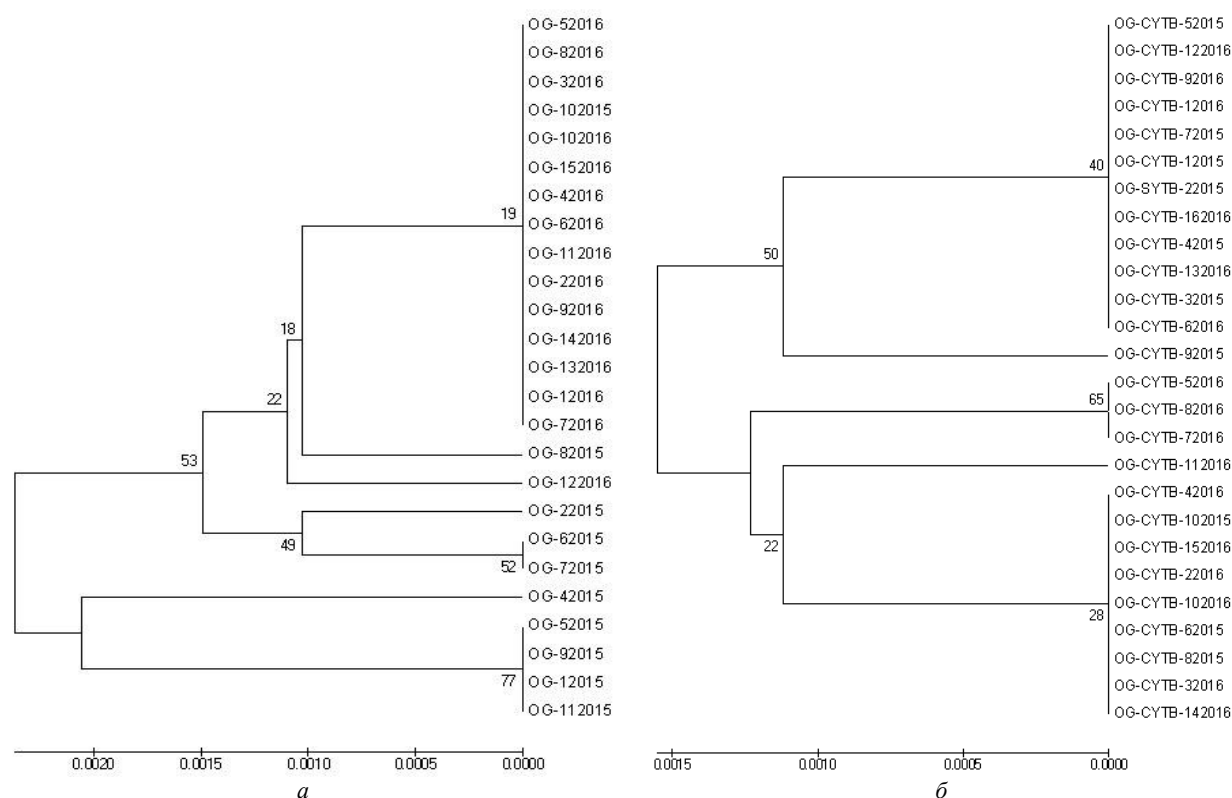


Рис. 1. Дендрограммы генетических различий (p-дистанции) по нуклеотидным последовательностям фрагмента гена COI (a) и цитохром b (б) между особями четных (2016 г.) и нечетных (2015 г.) поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* p. Ола

В поддержку предположения о большей уязвимости пресноводного периода жизни по сравнению с морским можно привести недавнюю оценку факторов, влияющих на численность северо-охотоморских популяций горбуши. Авторы разбили жизненный цикл вида на три части: пресноводный, эстуарно-прибрежный и морской [21]. В частности, смертность молоди лососей в пресных водах зависит от водного режима, температуры воздуха, высоты снежного покрова, обсыхания и промерзания нерестилищ. Для эстуарно-прибрежного важен гидрологический режим прибрежных вод (например, ледовитость в июне), а также состояние кормовой базы. Рассмотренные авторами экологические факторы имели значение и ранее в начальный период эволюции вида.

Очень показательно снижение генетической изменчивости у потомков горбуши, выросшей из икры, собранной в р. Ола и подращенной на рыбоводных заводах Белого моря [22]. Важным заключением является то, что величина сдвига в частотах аллельных локусов не всегда совпадает для каждого из них. Авторы полагают, что за существенные изменения генетической структуры у интродуцированной горбуши в новых условиях обитания ответственны два фактора — естественный отбор и генетический дрейф.

Резкое снижение численности популяции обычно сопровождается существенным генетическим обеднением, то есть исчезновением особей с редкими вариантами генов. В случае правоты этого теоретического положения в более многочисленной линии могло сохраниться

большее число генетических вариантов, в том числе и у исследованных нами генов мтДНК. Следовательно, более многочисленная линия поколений должна иметь большее генетическое разнообразие. По нашим данным генетическое разнообразие гена COI статистически значимо выше в выборке нечетного года по сравнению с четным. В силу высказанной гипотезы можно предположить, что периоды резких снижений численности особей из североохотоморских популяций случались прежде всего в линии поколений четного года. Гибель части оплодотворенной икры (содержащей митохондрии только самки) в неблагоприятных экологических условиях пресноводного периода снизило генетическую изменчивость прежде всего генов мтДНК, поскольку их наследование идет от самок к самкам. Наиболее вероятным является первостепенное влияние естественного отбора на генетическую структуру популяции горбуши, а не генетического дрейфа. Затем в возникших малочисленных поколениях могут измениться частоты генов, в том числе и из-за дрейфа.

Отличия в уровнях генетического разнообразия между поколениями, по нашему мнению, возникли уже после образования четной и нечетной линии горбуши, поскольку совпадающие гаплотипы имеются в нуклеотидных последовательностях обоих генов, особенно цитохрома *b*. Отсутствие потока генов между поколениями в силу упомянутых биологических особенностей вида сохраняет различия в последующие годы. Однако для проверки высказанной гипотезы необходимы дополнительные исследования популяций из разных участков ареала горбуши.

Литература

1. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. Популяционная генетика лососевых рыб. – М.: Наука. – 1997. – 288 С.
2. Голованов И.С., Марченко С.Л., Пустовойт С.П. Генетический мониторинг североохотоморских популяций горбуши // Цитология и генетика. – 2009. – Т. 43, № 6. – С. 18–27.
3. Пустовойт С.П. Основные итоги генетического мониторинга североохотоморских популяций горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2011. – Т. 15, № 3. – С. 475–484.
4. Пустовойт С.П. Генетическое разнообразие НАДФ-зависимой малатдегидрогеназы (*mMEP-2**) в азиатских популяциях горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) // Вестник Северо-Восточного государственного университета. – 2016. – Вып. 26. – С. 54–59.
5. Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А. Полиморфизм ДНК в популяционной генетике // Генетика. – 2002. – Т. 38, № 9. – С. 1173–1195.
6. Бачевская Л.Т., Переверзева В.В. Изменчивость гена цитохрома *b* митохондриальной ДНК горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) из рек материкового побережья Охотского моря и острова Завьялова // Известия РАН. Серия биологическая. – 2013. – № 1. – С. 15–23.
7. Identifying Canadian freshwater fishes through DNA barcodes / N. Hubert, R. Hanner, E. Holm, N.E. Mandrak, E. Taylor, M. Burridge, D. Watkinson, P. Dumont, A. Curry, P. Bentzen, J. Zhang, J. April, L. Bernatchez // Plos One. – 2008. – Vol. 3, № 6. – P. e2490.
8. Mecklenburg C.W., Moller P.R., Steinke D. Biodiversity of arctic marine fish: taxonomy and zoogeography // Marine Biodiversity. – 2011. – Vol. 41, № 1. – P. 109–140.
9. Rasmussen R.S., Morrissey M.T., Hebert P.D. DNA barcoding of commercially important salmon and trout species (*Oncorhynchus* and *Salmo*) from North American // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2009. – Vol. 57, № 18. – P. 8379–8385.
10. Развитие заднежаберного моллюска *Placida babai* в искусственных условиях (Gastropoda, Opisthobranchia) / Т.А. Клочкова, Р.В. Ким, Г.Х. Ким // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2017. – Вып. 39. – С. 55–64.
11. Гречко В.В. Молекулярные маркеры ДНК в изучении филогении и систематики // Генетика. – 2002. – Т. 38, № 8. – С. 1013–1033.
12. Шнеер В.С. ДНК-штрихкодирование видов животных и растений – способ их молекулярной идентификации и изучения биоразнообразия // Журнал общей биологии. – 2009. – Т. 70, № 4. – С. 296–315.
13. Основы молекулярной биологии клетки / Б. Альбертс, Д. Брей, К. Хопкин, А. Джонсон, Дж. Льюис, М. Рэфф, К. Робертс, П. Уолтер. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2015. – 768 с.

14. Ivanova N.I., Dewaard J.R., Hebert P.D.N. An inexpensive, automation-friendly protocol for recovering high-quality DNA // *Molecular Ecology Notes*. – 2006. – Vol. 6, № 4. – P. 998–1002.
15. Лукашов В.В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2009. – 256 С.
16. MEGA6: MEGA: Molecular Evolutionary Genetics Analysis version 6.0 / K. Tamura, G. Stecher, D. Peterson, A. Filipski, S. Kumar // *Molecular Biology and Evolution*. – 2013. – Vol. 30. – P. 2725–2729.
17. Librado P., Rozas J. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data // *Bioinformatics*. – 2009. – Vol. 26. – P. 1451–1452.
18. Лососевидные рыбы Северо-Востока России / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, А.В. Шестаков, С.В. Фролов // Владивосток: Дальнаука. – 2002. – 496 с.
19. Кирпичников В.С. Состояние и задачи генетических исследований популяций горбуши // *Генетика в аквакультуре*. – Л.: Наука. – 1989. – С. 68–79.
20. Кирпичников В.С. Генетические исследования тихоокеанских лососей // *Журнал общей биологии*. – 1990. – Т. 51, № 1. – С. 15–35.
21. Волобуев В.В., Изергина Е.Е., Голованов И.С. Экология горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) Магаданского региона в пресноводный, эстуарный, начальный морской периоды жизни и основные факторы, определяющие ее выживаемость // *Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН*. – 2017. – № 1. – С. 67–79.
22. Генетические изменения у горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в ходе акклиматизации с бассейне Белого моря / Н.В. Гордеева, Е.А. Салменкова, Ю.П. Алтухов, А.А. Махров, С.П. Пустовойт // *Генетика*. – 2003. – Т. 39, № 3. – С. 402–412.

Информация об авторе
Information about author

Пустовойт Сергей Павлович – Северо-Восточный государственный университет; 685000, Россия, Магадан; кандидат биологических наук, заведующий кафедрой биологии и химии; kafbio@svgu.ru

Pustovoit Sergey Pavlovich – North-Eastern State University; 685000, Russia, Magadan; Candidate of Biological Sciences, Head of Biology and Chemistry Chair; kafbio@svgu.ru

РАЗДЕЛ III. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 336: 639.2/.3

Р.Г. Болотова, Ю.А. Агунович**АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ РЕШЕНИЙ О ПРИВЛЕЧЕНИИ
ЗАЕМНЫХ СРЕДСТВ (НА ПРИМЕРЕ ПРЕДПРИЯТИЙ РЫБНОЙ ОТРАСЛИ)**

В статье представлены результаты анализа финансовых показателей рыбопромышленных предприятий Камчатского края. Анализ проводился с целью оценки обоснованности принятия решений о привлечении заемных ресурсов. Привлечение заемных средств предприятиями связано с риском утраты финансовой устойчивости. Применение показателя финансового левериджа при обосновании решений о привлечении заемных средств дает возможность определить объем привлекаемых займов с целью соблюдения оптимальной структуры капитала для каждого предприятия. Исследование проведено на материалах рыбопромышленных предприятий Камчатского края.

Ключевые слова: собственные и заемные средства, финансовый леверидж, структура капитала, соотношение собственного и заемного капитала.

R.G. Bolotova, Y.A. Agunovich**ANALYTICAL SUPPORT FOR DECISIONS ON BORROWING
BY FISHERY ENTERPRISES**

The article presents the analysis results of financial indicators of the Kamchatka fishing enterprises. The analysis is aimed at assessing the rationale for the decisions on borrowing. Raising debt is connected with the risk of losing financial stability. Leverage application in grounding for the decisions on borrowing gives the possibility to determine the volume of borrowed funds for optimal capital structure of each enterprise. The study is based on the data of the Kamchatka fishing enterprises.

Key words: own and borrowed funds, financial leverage, capital structure, leverage ratio.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-84-90

На современном этапе развития экономики предприятия существуют в жесткой конкурентной среде. Для успешного функционирования и поддержания достаточного уровня конкурентоспособности предприятиям необходимо привлекать дополнительные финансовые ресурсы. Собственные средства, направляемые на финансирование текущей деятельности, играют большую роль в жизни любого предприятия и определяют его способность к самофинансированию. Несмотря на преимущества внутренних источников финансирования, их объемы, как правило, недостаточны для расширения масштабов хозяйственной деятельности, реализации инвестиционных проектов, внедрения новых технологий и т. д. В этой связи возникает необходимость дополнительного привлечения средств за счет внешних источников, связанных с различными формами и инструментами кредитования [1, с. 420]. Однако привлечение заемных финансовых ресурсов не должно сопровождаться повышением риска утраты финансовой устойчивости и платежеспособности.

Формирование финансовых ресурсов предприятия осуществляется из источников, которые можно подразделить на собственные средства, формируемые во внутренней среде, и заемные, поступающие из внешней среды.

В условиях стабильной рыночной конъюнктуры заемные средства являются наиболее приемлемым источником финансирования капитальных вложений, расширения производства; привлеченные на краткосрочной основе заемные средства увеличивают объем оборотных средств предприятия, способствуют расширению рынков сбыта, повышению эффективности производства. Заемные средства в процессе кругооборота средств предприятия генерируют дополнительную прибыль, которая в итоге становится частью собственного капитала и положительно влияет на показатели рентабельности деятельности и капитала. Многообразие каналов и способов привлечения заемных ресурсов создает возможность использовать их в различных целях, направлять на решение различных проблем в деятельности предприятия.

Источники и способы привлечения заемных финансовых ресурсов разнообразны, и каждый характеризуется своими преимуществами и недостатками, сравнительный анализ которых приведен в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительный анализ заемных источников финансирования*

Наименование заемного источника	Преимущества	Недостатки
Банковский кредит	– может служить источником капитальных вложений, увеличения оборотных средств предприятия, покрытия текущих убытков; – «налоговый щит» по обслуживанию кредита; – эффективное использование полученных средств в размерах, обусловленных реальными потребностями	– сложная процедура оформления; – высокая стоимость привлечения; – возврат исключительно в денежной форме; – краткосрочный (в большинстве случаев) характер предоставления
Коммерческий кредит	– высокий уровень маневренности; – свободное распоряжение полученными материальными ценностями; – низкая стоимость привлечения; – сокращение общего финансового цикла организации; – наиболее простой механизм оформления	– удовлетворяет потребность организации в заемном капитале только для финансирования производственных запасов в составе оборотных активов; – ограниченный характер во времени; – повышенный кредитный риск, так как является необеспеченным видом кредита
Лизинг	– удовлетворяет потребность в долгосрочном кредитовании капитальных вложений; – полное обеспечение кредита; – покрытие «налоговым щитом» всего объема кредита; – гибкость в сроках платежей; – простая процедура оформления; – снижает стоимости за счет ликвидационной стоимости лизингуемого актива; – отсутствие фонда погашения основного долга	– высокая стоимость привлечения – может быть привлечен только в материальной форме
Облигационные займы	– не ведут к утрате контроля над управлением организацией; – могут быть эмитированы при относительно невысоких финансовых обязательствах по процентам (в сравнении со ставками % за банковский кредит), так как они обеспечиваются имуществом организации и имеют приоритет в выплате процентов за счет прибыли до налогообложения; – большая возможность распространения	– не выпускаются для формирования уставного капитала и покрытия убытков; – большие затраты финансов и времени; – высокий уровень финансовой ответственности за своевременную выплату % и основного долга; – уменьшение средней ставки ссудного % на финансовом рынке
Факторинг	– отсутствие залога, снижение рисков компании-поставщика: при факторинге банк берет на себя значительную часть рисков своего клиента, в частности риски ликвидности, кредитные, валютные и процентные риски	– сложная процедура оформления; – высокая стоимость привлечения; – невозможность осуществления разовой сделки

*составлена авторами на основе источников [2, 3].

Актуальность привлечения заемных средств для предприятий рыбной отрасли обуславливается несколькими причинами. Во-первых, высокая степень изношенности добывающего флота, отсутствие передовых технологий и низкая степень обработки добытых ресурсов [4, 5] вызыва-

ют необходимость обновления основных фондов. Во-вторых, единовременное отвлечение денежных средств в обновление флота и обрабатывающих производств подразумевает их изъятие из оборота, что может отрицательно сказаться на финансировании текущей деятельности. Таким образом, осуществить крупномасштабные вложения за счет исключительно собственных средств предприятия не в состоянии. Основным видом доходов рыбопромышленных предприятий является выручка от продажи рыбопродукции. Как правило, получение денежных средств от покупателей растянуто во времени, и на счетах предприятий не накапливается сумма, необходимая для финансирования значимых масштабных инвестиций. Кроме того предприятие ежедневно производит расходование поступающих денежных средств на оплату труда, приобретение материальных ресурсов, оплату различных услуг, налогов, страховых взносов, то есть производит финансирование своей текущей деятельности. Анализ финансовой отчетности, представленной на официальном сайте [6], подтверждает, что сумма имеющихся денежных средств предприятий недостаточна для осуществления крупномасштабных инвестиций в обновление основных производственных фондов.

В настоящее время Правительство РФ и региональные органы власти принимают меры по активизации инвестиционных процессов в рыбной отрасли [7, 8], однако вопрос поиска источников реальных денежных средств для финансирования инвестиционных вложений остается исключительно в зоне интересов и ответственности хозяйствующих субъектов.

Реальная потребность предприятия в привлечении заемных средств обуславливается, с одной стороны, особенностями рыночной конъюнктуры, с другой стороны, предпринимательским стремлением к максимизации прибыли. Реальная же возможность привлечения заемных средств зависит от решения кредитора (инвестора), которое основывается на данных финансового анализа. Одним из ключевых показателей при проведении финансового анализа при принятии решения кредитором о предоставлении заемных средств служат показатели финансовой устойчивости, которые характеризуют возможность и способность предприятия своевременно и в полном объеме погашать принятые обязательства.

Таким образом, привлекая заемные средства, предприятия должны позаботиться не только об эффективности их использования, но и о сохранении финансовой устойчивости предприятия в перспективе.

Эффективность использования заемных средств оценивают на основе финансового левериджа, или эффекта финансового рычага, который представляет собой трехкомпонентный мультипликативный показатель [9, с. 12]:

$$\mathcal{ЭФР} = (1 - T) \cdot (ROA - p) \cdot \frac{ЗК}{СК},$$

где $\mathcal{ЭФР}$ – сила воздействия финансового рычага (прирост рентабельности собственного капитала за счет использования заемного), %; T – ставка налога на прибыль (в доле от единицы); ROA – экономическая рентабельность активов, %; p – средняя расчетная процентная ставка за кредит; $ЗК$ – величина заемного капитала; $СК$ – величина собственного капитала.

В этой формуле можно выделить три составляющие:

1. Налоговый корректор: $1 - T$. Применяемый режим налогообложения деятельности оказывает существенное влияние на общую эффективность работы предприятия и влияет на общий объем чистой прибыли, остающийся в распоряжении предприятия после уплаты налогов. Манипулируя налоговой ставкой, в рамках налогового законодательства, предприятия получают возможность как в целом повысить эффективность своей деятельности, так и улучшить результат от привлечения заемных средств. Предприятия рыбопромышленной сферы широко применяют специальный режим налогообложения в виде уплаты единого сельскохозяйственного налога. Ставка налога составляет 6% от налоговой базы, рассчитываемой как разница между доходами и расходами предприятия, что, по сути, и составляет прибыль.

2. Дифференциал: $ROA - p$ – разница между рентабельностью активов и величиной платы за кредитные ресурсы. Этот компонент определяет положительное или отрицательное значение эффекта финансового левериджа. Если общая рентабельность активов превосходит процентную ставку, использование заемных средств следует признать эффективным. Только в этом случае привлечение дополнительных финансовых ресурсов и даст необходимый эффект приращения собственного капитала.

3. Финансовый рычаг: $\frac{ЗК}{СК}$ – отношение суммы всех заемных источников средств к собственным, определяющее степень воздействия финансового рычага. Чем выше значение финансового рычага, тем более усилится эффект от привлечения заемных средств, однако подход к формированию соотношения должен быть достаточно осторожным, так как такое соотношение является и показателем финансового риска, то есть чем выше это соотношение, тем выше финансовый риск, риск утраты финансовой устойчивости. Для поддержания значения финансовой устойчивости в диапазоне нормальных значений, соотношение заемного и собственного капитала не должно превышать 0,7 [2].

Определение наиболее выгодной структуры источников финансирования связано с оценкой противоречивого влияния соотношения заемных и собственных средств на финансовые показатели деятельности предприятия. Максимизируя чистую прибыль, или рентабельность, предприятие стремится уменьшить сумму собственных средств, направляемых в производство, и одновременно не завязать финансовые издержки по выплате процентов.

Если при одинаковом объеме капитала предприятие финансируется не только за счет собственных, но и за счет заемных средств, прибыль до налогообложения уменьшается за счет включения процентов в состав затрат, соответственно, уменьшается величина налога на прибыль, и рентабельность собственного капитала может расти [10, с. 34]. Таким образом, использование заемных средств, несмотря на их платный характер, позволяет увеличивать рентабельность собственных средств.

При расчете эффекта финансового рычага также необходимо обращать внимание на коэффициент соотношения заемных и собственных средств предприятия. В табл. 2 представлены нормативные показатели коэффициента соотношения заемных и собственных средств.

Таблица 2

Нормативные показатели коэффициента соотношения заемных и собственных средств предприятия [11]

Значения показателя	Финансовое состояние предприятия
$1 > K_{з/с} > 0,7$	Финансовое состояние неустойчивое, присутствует риск неплатежеспособности и банкротства из-за высокой концентрации заемного капитала
$0,7 > K_{з/с} \geq 0,5$	Предприятие финансово независимо. Оптимальное соотношение заемных и собственных средств
$0,5 > K_{з/с} > 0$	Финансовое состояние устойчивое, но в то же время предприятие недополучает прибыль из-за слабого использования эффекта финансового рычага

В процессе исследования проведен анализ некоторых финансовых показателей по данным бухгалтерской отчетности трех крупных рыбопромышленных предприятий, результат которого представлен в табл. 3.

Таблица 3

Финансовые показатели деятельности предприятий рыбной отрасли*

Наименование показателя	АО «Колхоз им. Бекерова»			ПАО «Океанрыбфлот»			АО Рыболовецкое предприятие «Акрос»		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Собственные средства, млн руб.	665	845	1892	1494	3212	2448	– 2589	–3369	– 676
Заемные средства, млн руб.	1070	469	275	4561	3621	5796	13161	14031	10679
Чистая прибыль, млн руб.	100	144	1047	15	3810	3735	–254	– 551	2693
Налоговая ставка, %	6	6	6	20	20	20	20	20	20
Рентабельность активов (ROA)	0,06	0,11	0,48	0,002	0,56	0,45	–0,03	–0,06	0,27
Финансовый леверидж, %	–24	–5,7	3,6	–53	31	44	100	92	–63
Коэффициент соотношения заемных и собственных средств ($K_{з/с}$)	1,6	0,6	0,2	3,1	1,13	2,4	5,1	4,2	–15,8

*составлено авторами на основании показателей отчетности предприятий, представленной на официальном сайте [6].

По результатам анализа видно, что существенное превышение доли заемных средств в структуре капитала влечет высокие издержки, снижающие рентабельность активов, и, как следствие, усиливается отрицательный эффект от привлечения заемных ресурсов, повышается риск утраты финансовой устойчивости и платежеспособности.

Для более полной оценки баланса рисков и эффективности от привлечения заемных средств необходимо рассмотреть в комплексе показатели, характеризующие финансовое состояние предприятия, его способность генерировать прибыль и возможность своевременно и в полном объеме погашать принятые обязательства. Для проведения анализа выделен ряд показателей, представленных в табл. 4. Такая совокупность показателей характеризует формальный метод оценки инвестиционной привлекательности предприятий [12].

Таблица 4

Формальные показатели инвестиционной привлекательности предприятий рыбной отрасли*

Наименование показателей	АО «Колхоз им. Бекерева»			ПАО «Океанрыбфлот»			АО Рыболовецкое предприятие «Акрос»		
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Наличие собственных оборотных средств (СОС), млн руб.	-78	442	1147	-750	304	-983	6294	6024	5351
Функционирующий капитал (ФК), млн руб.	267	713	1163	76	831	-871	17596	18115	14433
Общая величина средств предприятия для формирования запасов и затрат (ОВС), млн руб.	310	764	1163	1537	2219	2635	17638	18127	14637
Достаточность собственных оборотных средств (ДСОС), млн руб.	-347	166	763	-2822	-1923	-3044	5717	5243	4298
Достаточность функционирующего капитала (ДФК), млн руб.	-2	437	780	-1996	-1397	-29330	17019	17335	13380
Достаточность общей величины основных источников для формирования запасов и затрат (ДОВС), млн руб.	41	487	780	-534	-9	574	17061	17346	13584
Коэффициент автономии (K_a)	0,38	0,64	0,87	0,25	0,47	0,30	-0,25	-0,32	-0,07
Коэффициент маневренности собственного капитала (K_m)	-0,12	0,52	0,61	-0,50	0,1	-0,40	-2,43	-1,79	-7,9
Рентабельность собственного капитала (ROE)	0,15	0,17	0,55	0,01	1,19	1,53	0,10	0,23	-3,98
Коэффициент текущей ликвидности ($K_{тл}$)	0,89	3,23	5,44	0,80	1,1	0,83	4,38	4,11	4,35
Коэффициент обеспеченности собственными оборотными средствами ($K_{осс}$)	-0,12	0,69	0,82	-0,25	0,09	-0,21	0,77	0,76	0,77
Z счет Альтмана	1,45	2,83	6,14	1,66	5,31	3,96	0,38	0,30	1,9

*рассчитано авторами на основании показателей отчетности предприятий, представленной на официальном сайте [6].

По итогам проведенного анализа видно, что ОА «Колхоз им. Бекерева» является инвестиционно привлекательным по всем формальным показателям, в связи с чем может рассчитывать на получение инвестиционного кредита с низкой процентной ставкой.

Проведенный анализ финансовых показателей демонстрирует достаточность собственных оборотных средств – в анализируемых предприятиях показатель по состоянию на конец 2016 г. положительный. Но, следует учитывать специфику признания выручки предприятиями по методу начисления – то есть выручка признается по факту отгрузки продукции, а не по факту получения денежных средств. Для осуществления же инвестиций требуются реальные денежные средства, что приведет предприятия к необходимости поиска дополнительных заемных источников финансирования.

В процессе исследования произведен расчет наиболее оптимального соотношения заемных и собственных средств для предприятия АО «Колхоз им. Бекерева» при прочих равных условиях.

$$\mathcal{ЭФР} = (1 - 0,06) \cdot (0,48 - 0,22) \cdot \frac{955147}{1891994} = 0,13 = 13\%$$

Из данного расчета видно, что при привлечении заемных средств в размере 680 млн руб. структура капитала АО «Колхоз им. Бекерева» будет оптимальной, то есть именно такое соотношение позволит предприятию, с одной стороны, получить максимальную выгоду от использования заемных средств и, с другой стороны, обеспечит достаточную финансовую устойчивость. Коэффициент соотношения заемных и собственных средств при данной структуре капитала составит 0,51, а рентабельность собственного капитала возрастет на 13%.

Ориентируясь на максимизацию прибыли за счет привлечения заемных ресурсов, следует учитывать, что рост финансового левериджа имеет определенные пределы. Снижение уровня финансовой устойчивости предприятия в процессе повышения используемой доли заемного капитала приводит к увеличению риска его банкротства, что вынуждает кредиторов увеличивать уровень кредитной ставки с учетом включения в нее возрастающей премии за дополнительный финансовый риск. При определенном (высоком) коэффициенте финансового левериджа его дифференциал может быть сведен к нулю (при котором использование заемного капитала не дает прироста рентабельности собственного капитала). Более того, в отдельных случаях дифференциал финансового левериджа может иметь отрицательную величину, при которой рентабельность собственного капитала снизится (часть прибыли, генерируемой собственным капиталом, будет уходить на обслуживание используемого заемного капитала по высоким ставкам процента за кредит). Таким образом, увеличение коэффициента финансового левериджа (то есть эффективность привлечения дополнительного заемного капитала) целесообразно при условии, что его дифференциал больше нуля. Отрицательное значение дифференциала финансового левериджа ведет к снижению рентабельности собственного капитала – в этом случае необходимо снизить стоимость привлечения заемного капитала, а при отсутствии такой возможности — отказаться от его использования [13, с. 118].

Использование и применение показателя финансового левериджа при принятии решений о необходимости и объемах привлечения дополнительных заемных средств предприятием позволяет определить финансовую структуру капитала с позиций наиболее выгодного его использования, то есть выявить предельную границу доли использования заемного капитала для каждого конкретного предприятия.

Таким образом, из вышесказанного можно сделать следующие выводы:

- выборочный анализ финансовой отчетности предприятий рыбной отрасли показал, что использование заемных средств имеет свои недостатки и риски, такие как возможность утраты финансовой устойчивости и, как следствие, снижение платежеспособности. Сложность процедуры оформления, высокая стоимость привлечения, увеличение расходов компании на размер процента по кредиту снижает потенциал использования заемных средств;
- эффективный уровень заемных средств в структуре капитала предприятия оценивают на основе показателя эффекта финансового рычага, или финансового левереджа. Эффект финансового рычага позволяет получать обоснованные оценки эффективного уровня заемных средств в структуре капитала.

Литература

1. Фарукишина Ю.М. Оценка инвестиционной привлекательности организации // Молодой ученый. – 2014. – № 7. – С. 419–421.

2. Сотникова Л.Н., Кукуш Л.И. Сопоставление цены различных источников финансирования реальных инвестиций на предприятии // Финансовый вестник. – 2016. – № 4. – С. 16–23.

3. Игонина Л.Л., Опрышко Е.Л. Современные тенденции формирования источников финансирования инвестиционной деятельности предприятий в российской экономике // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2011. – № 25. – С. 2–10.

4. Михайлова Е.Г. Особенности оценки эффективности использования основных средств в рыбной отрасли // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2017. – Вып. 40. – С. 100–110.

5. Левская И.В. Эффективные механизмы обновления рыбопромыслового флота Камчатского края // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2017. – Вып. 40. – С. 94–99

6. Интерфакс: Сервер раскрытия корпоративной информации. – URL: <https://www.e-disclosure.ru> (дата обращения: 10.11.2017).

7. О требованиях к объектам инвестиций и инвестиционным проектам в области рыболовства, а также о порядке расчета обеспечения реализации указанных инвестиционных проектов работы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 25.05.2017 № 633. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

8. О подготовке и заключении договора о закреплении и предоставлении доли квоты добычи (вылова) водных биологических ресурсов, предоставленной на инвестиционные цели в области рыболовства для осуществления промышленного и (или) прибрежного рыболовства работы [Электронный ресурс]: постановление Правительства РФ от 25.05.2017 № 632. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

9. Абдукаримова Л.Г., Абдукаримов И.Т. Заемный капитал: роль и значение в современных условиях, показатели и методы оценки состояния, обеспеченности и эффективности использования // Актуальные вопросы экономики и управления. – 2014. – № 12. – С. 9–16.

10. Хохлова Е.В. Определение эффективного уровня финансового рычага при развитии производства предприятия // Российское предпринимательство. – 2012. – № 11. – С. 32–38.

11. Ласкина Л.Ю., Кальварский Г.В. Использование финансового леввериджа для оценки синтетического кредитного рейтинга компании // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2016. – № 13. – С. 16–25.

12. Болотова Р.Г. Формальные подходы к оценке инвестиционной привлекательности предприятий // Развитие теории и практики управления социальными и экономическими системами: материалы IV междунар. науч.-практ. конф. (25–27 апреля 2017 г.) – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – С. 18–22.

13. Масленкова О.Ф. Оценка стоимости предприятия (бизнеса): учеб. пособие. – М.: КноРус, 2015. – 287 с.

Информация об авторах Information about the authors

Болотова Регина Ганиматовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; специалист по информационным ресурсам; магистрант; regina_bolotova@mail.ru

Болотова Регина Ганиматовна – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Specialist in Information Resources; Undergraduate; regina_bolotova@mail.ru

Агунович Юлия Александровна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; и. о. заведующего кафедрой экономики; agunovich0@mail.ru

Agunovich Yuliya Aleksandrovna – Kamchatka State Technical University; 683603, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Economic Sciences; Acting Head of Economics Chair; agunovich0@mail.ru

УДК 316.334.52(571.55)

Я.В. Ганич, Е.В. Клиппенштейн, Ю.С. Морозова**ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ УДОВЛЕТВОРЕННОСТИ КАЧЕСТВОМ УСЛУГ
ЕСТЕСТВЕННЫХ МОНОПОЛИЙ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ**

В статье ставится проблема зависимости населения и хозяйствующих субъектов от деятельности естественных монополий в Камчатском крае. Ресурсоснабжающими организациями, которые в том числе признаны естественными монополиями, на Камчатке являются поставщики электроэнергии и теплоснабжения, водоснабжения и водоотведения, а также телефонии и интернет-услуг. В работе проводится сравнительный анализ оценок удовлетворенности услугами естественных монополий, полученных в результате проведения социологического исследования. Выявлены причины неоднозначности восприятия услуг естественных монополий жителями края и экономическими агентами.

Ключевые слова: естественные монополии, общественные блага, удовлетворенность качеством услуг, социологические исследования, услуги естественных монополий.

Y.V. Ganich, E.V. Klippenshtein, Y.S. Morozova**INVESTIGATING THE LEVEL OF SATISFACTION WITH SERVICE QUALITY
PROVIDED BY THE NATURAL MONOPOLIES IN KAMCHATSKY KRAI**

The article poses the problem of dependence of population and economic entities on the activities of monopolies in Kamchatsky krai. The suppliers of electricity, heat, water and water drainage, as well as of telephone and Internet services, are resource-supplying organizations and they are also accepted as Kamchatka's natural monopolies. The comparative analysis of estimations of satisfaction with natural monopolies' services, resulting from a sociological survey, is presented in the article. The causes of ambiguous attitude of the residents and economic agents to the natural monopolies' services are brought to light.

Key words: natural monopolies, public goods, satisfaction with service quality, sociological studies, natural monopolies' services.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-91-95

Функционирование предприятий невозможно без взаимодействия с предприятиями, поставляющими «общественные блага», то есть товары или услуги «общественного пользования»; с предприятиями, осуществляющими коммунальное обслуживание (электро-, тепло-, водоснабжение, водоотведение). Речь идет о естественных монополиях, функционирующих на определенном территориальном рынке. Качество и, главное, цена поставляемых ими «общественных благ» во многом определяет прибыльность производства и, как следствие, эффективность управления.

В Камчатском крае такими естественными монополиями являются:

- 1) ПАО «Камчатскэнерго», поставляющее электрическую энергию практически во все населенные пункты края и тепловую энергию, которая используется для производственных процессов, отопления объектов недвижимости и горячего водоснабжения;
- 2) КГУП «Камчатский водоканал», осуществляющее централизованное водоснабжение и водоотведение как в жилой сектор, так и в производственные помещения;
- 3) ПАО «Ростелеком», обеспечивающее телефонию и интернет-соединение всех субъектов.

Существование вышеуказанных предприятий как естественных монополий экономически и технологически целесообразно: они располагают большим количеством связанных между собой сложных инженерных объектов, которые функционируют как единый комплекс. Создание конкурирующих объектов потребует огромных первоначальных капиталовложений, поэтому формирование конкурентной среды на этих рынках экономически нецелесообразно.

Интересен анализ оценок уровня удовлетворенности качеством услуг естественных монополий в Камчатском крае жителями региона и хозяйствующими субъектами. Данный анализ был проведен на основе результатов социологических опросов 400 респондентов из числа жителей городов Петропавловск-Камчатского, Елизова и Вилучинска и представителей 674 хозяйствующих субъектов, расположенных в этих же населенных пунктах.

Мнения населения относительно оценки качества услуг субъектов естественных монополий разделились. Так, по большинству видов деятельности естественных монополий большая часть респондентов оценивает качество их услуг как удовлетворительное и реже как неудовлетворительное (табл. 1).

Таблица 1

Оценка населением качества услуг субъектов естественных монополий (доля респондентов, %)

Естественные монополии	Удовлетворительно и скорее удовлетворительно	Неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно
Водоснабжение, водоотведение	54,1	36,6
Водоочистка	45,5	37,8
Электроснабжение	55,6	37,1
Теплоснабжение	46,1	48,3
Телефонная связь	57,3	34,3

Со значительным перевесом как удовлетворительное оценивается качество водоснабжения и водоотведения (54,1% против 36,6%), электроснабжения (55,6% против 37,1%) и телефонной связи (57,3% против 34,3%). С небольшим перевесом как удовлетворительное оценивается качество водоочистки (45,5% против 37,8%). С небольшим перевесом как неудовлетворительное оценивается качество теплоснабжения (46,1% против 48,3%) (рис. 1).

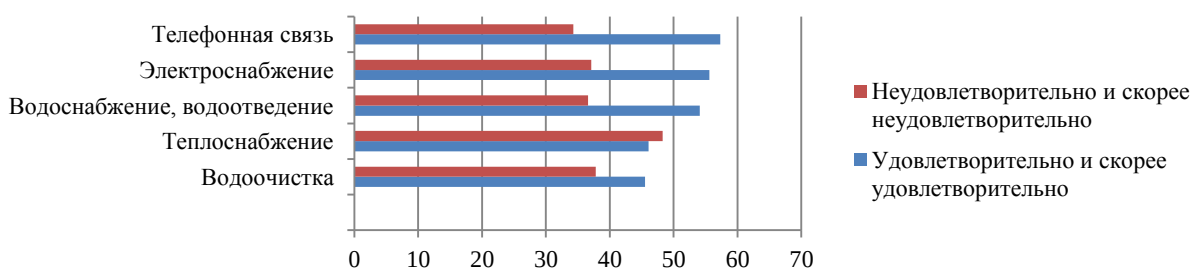


Рис. 1. Оценка населением качества услуг субъектов естественных монополий в Камчатском крае (доля респондентов, %)

Относительно 2015–2016 гг.¹ уровень удовлетворенности респондентов качеством услуг всех естественных монополий увеличился, за исключением газоснабжения (–3,2%). Наибольший рост удовлетворенности наблюдается в отношении рынка услуг телефонной связи (+17,3%) (табл. 2 и рис. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ оценок населением удовлетворенности товарами и услугами, предоставляемыми естественными монополиями на рынках Камчатского края (доля респондентов, %)

Естественные монополии	2017 г.	2016 г.	2015 г.
Водоснабжение, водоотведение	54,1	43,3	46,8
Водоочистка	45,5	44,6	44,9
Электроснабжение	55,6	64,8	54,3
Теплоснабжение	46,1	53,0	41,5
Телефонная связь	57,3	49,6	40

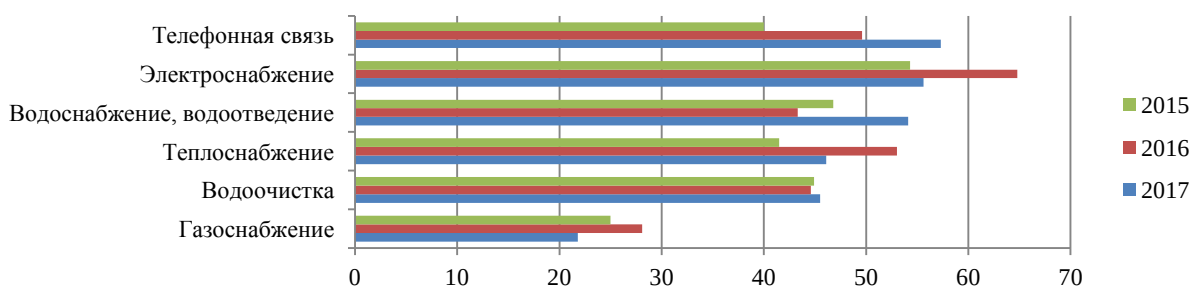


Рис. 2. Сравнительный анализ оценок населением качества услуг субъектов естественных монополий Камчатского края по уровню удовлетворенности качеством услуг – рейтинг по годам (доля респондентов, удовлетворенных и скорее удовлетворенных качеством услуг, %)

¹ В работе использованы результаты социологических исследований, проведенных авторами в период 2015–2016 гг. [1, 2].

Следует отметить, что население не имеет возможности напрямую взаимодействовать с естественными монополиями, а осуществляет это через систему жилищно-коммунального хозяйства.

Однако хозяйствующие субъекты иначе воспринимают качество услуг естественных монополий. Для предприятий понятие «качество услуги» будет формироваться, прежде всего, с точки зрения возможности ее получения, а это предполагает и сроки получения доступа к услугам, и сложность, включая количество процедур, связанных с подключением, и непосредственно стоимость подключения.

Оценка возможностей подключения к сетям электроснабжения показала, что *сроки получения доступа* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 47,3% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 28,5%; *сложность процедур подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 46,9% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 27,8%; *стоимость подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 47,7% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 25,8% (табл. 3 и рис. 3).

Таблица 3

Оценка качества услуг естественных монополий: электроснабжение (доля респондентов, %)

	Сроки получения доступа	Сложность (количество) процедур подключения	Стоимость подключения
Удовлетворительно/низкая и скорее удовлетворительно/скороe низкая	28,5	27,8	25,8
Скорее неудовлетворительно/скороe высокая и неудовлетворительно/высокая	47,3	46,9	47,7

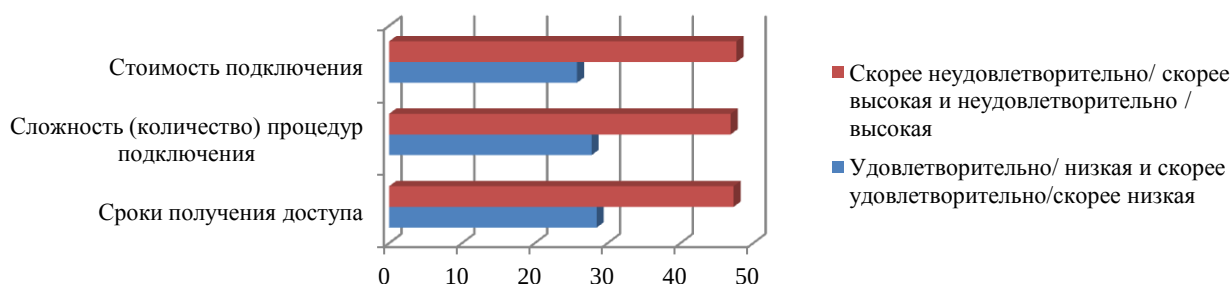


Рис. 3. Оценка качества услуг естественных монополий: электроснабжение

Оценка возможностей подключения к сетям теплоснабжения показала, что *сроки получения доступа* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 41,1% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 29,6%; *сложность процедур подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 42,5% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 27,6%; *стоимость подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 41,7% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 27,6% (табл. 4 и рис. 4).

Таблица 4

Оценка качества услуг естественных монополий: теплоснабжение (доля респондентов, %)

	Сроки получения доступа	Сложность (количество) процедур подключения	Стоимость подключения
Удовлетворительно/низкая и скорее удовлетворительно/скороe низкая	29,6	27,6	27,6
Скорее неудовлетворительно/скороe высокая и неудовлетворительно/высокая	41,1	42,5	41,7

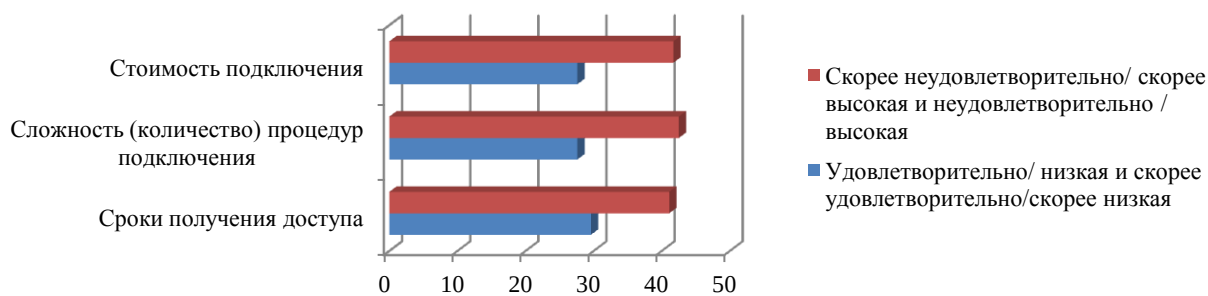


Рис. 4. Оценка качества услуг естественных монополий: теплоснабжение

Таким образом, можно сказать, что хозяйствующие субъекты однозначно не удовлетворены качеством предоставления услуг ПАО «Камчатскэнерго». Можно предположить, что затянутость и сложность процедур, связанных с подключением к электро- и теплосетям, препятствуют развитию производств в Камчатском крае, а высокая стоимость подключения к ним не позволяют в принципе открывать новые производства.

Оценка возможностей подключения водоснабжения, водоотведения показала, что *сроки получения доступа* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 39,2% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 32,8%; *сложность процедур подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 39,7% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 32,1%; *стоимость подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 41,9% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 27,6% (табл. 5 и рис. 5).

Таблица 5

Оценка качества услуг естественных монополий: водоснабжение, водоотведение (доля респондентов, %)

	Сроки получения доступа	Сложность (количество) процедур подключения	Стоимость подключения
Удовлетворительно/низкая и скорее удовлетворительно/скорее низкая	32,8	32,1	27,6
Скорее неудовлетворительно/скорее высокая и неудовлетворительно/высокая	39,2	39,7	41,9

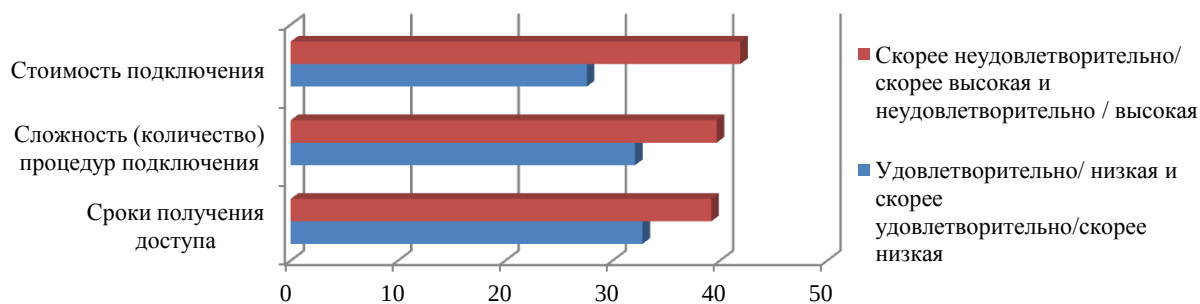


Рис. 5. Оценка качества услуг естественных монополий: водоснабжение, водоотведение

Хозяйствующие субъекты также в большей степени не удовлетворены, чем удовлетворены качеством услуг, предоставляемых КГУП «Камчатский водоканал» по водоснабжению и водоотведению. Но респонденты оценивают данные услуги как более доступные, а процесс подключения как более простой.

Оценка возможностей подключения к услугам телефонной связи показала, что *сроки получения доступа* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 32,8% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 35,8%; *сложность процедур подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 37,0% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 32,3%; *стоимость подключения* неудовлетворительно и скорее неудовлетворительно оценивают 36,4% респондентов, а удовлетворительно и скорее удовлетворительно – 33,7% (табл. 6 и рис. 6).

Таблица 6

Оценка качества услуг естественных монополий: телефонная связь и Интернет (доля респондентов, %)

	Сроки получения доступа	Сложность (количество) процедур подключения	Стоимость подключения
Удовлетворительно/низкая и скорее удовлетворительно/скорее низкая	35,8	32,3	33,7
Скорее неудовлетворительно/скорее высокая и неудовлетворительно/высокая	32,8	37,0	36,4

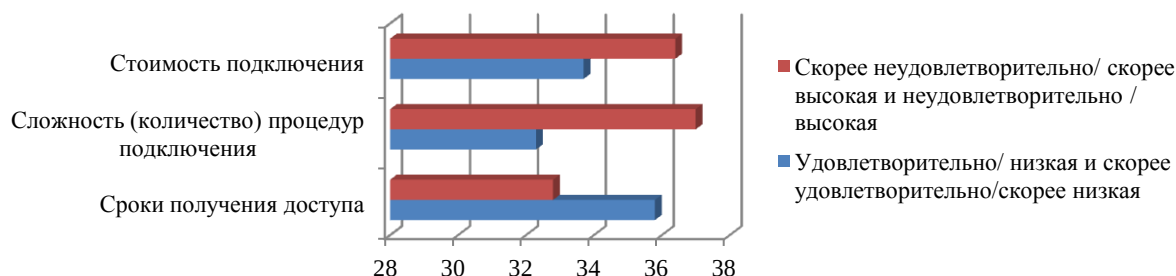


Рис. 6. Оценка качества услуг естественных монополий: телефонная связь

ПАО «Ростелеком» достаточно быстро предоставляет доступ к своим услугам, но процесс получения услуг излишне затянут.

Таким образом, наиболее негативные оценки получили возможности доступа к электро-снабжению, а наиболее позитивные – к услугам телефонной связи.

Обобщая вышеизложенное, можно предположить, что одним из основных факторов, препятствующих развитию промышленности, и тем более созданию новых производственных мощностей в Камчатском крае, является деятельность естественных монополий. Проблема удовлетворенности качеством услуг естественных монополий лежит не в плоскости качества «общественных благ», которыми они обеспечивают жителей населенных пунктов и предприятия, а в организационных решениях по взаимодействию монополий с потребителями этих «благ».

Литература

1. Удовлетворенность потребителей качеством товаров и услуг и ценовой конкуренцией на рынках Камчатского края: отчет по теме исследования. – 2015 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kamgov.ru/aginvest/razvitie_konkurentnoj_sredy/monitoring

2. Удовлетворенность потребителей качеством товаров и услуг и ценовой конкуренцией на рынках Камчатского края: отчет по теме исследования. – 2016 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.kamgov.ru/aginvest/razvitie_konkurentnoj_sredy/monitoring

Информация об авторах Information about the authors

Ганич Яна Викторовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук, доцент, заведующий кафедрой менеджмента; ganich.kam@mail.ru

Ganich Yana Viktorovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Economic Sciences, Docent, Head of Management Chair; ganich.kam@mail.ru

Клиппенштейн Елена Валериевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат социологических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента; evklipp@mail.ru

Klippenstein Elena Valerievna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Sociological Sciences, Docent, Associate Professor of Management Chair; evklipp@mail.ru

Морозова Юлия Сергеевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук, доцент, доцент кафедры менеджмента; morozova_u@mail.ru

Morozova Yuliya Sergeyevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Economic Sciences, Docent, Associate Professor of Management Chair; morozova_u@mail.ru

УДК 332.1(571.6)

И.В. Левская, А.А. Алферов**ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
РЕГИОНАЛЬНОЙ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ СИСТЕМЫ
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

В статье рассмотрены факторы формирования региональных предпринимательских систем. Исследована динамика показателей предпринимательской деятельности регионов Дальнего Востока. Выявлены ключевые проблемы развития предпринимательства на Дальнем Востоке. Обосновано влияние миграционной убыли населения на показатели устойчивости предпринимательской системы Дальнего Востока.

Ключевые слова: региональная предпринимательская система, факторы устойчивого развития региональных предпринимательских систем, проблемы развития предпринимательства, миграция.

I.V. Levskaya, A.A. Alferov**FEATURES AND PROBLEMS OF SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF REGIONAL
BUSINESS SYSTEMS IN THE FAR EAST**

This article considers the factors of forming the regional business systems. Dynamics of indicators of business activity in the regions of the Far East is studied. Key issues for enterprise development in the Russian Far East are identified. Impact of migration population loss on sustainability performance of business system in the Far East is justified.

Key words: regional entrepreneurial system, factors of sustainable development of regional business systems, problems of enterprise development, migration.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-96-106

В России четко наметилась тенденция сосредоточения центров развития предпринимательства в центральной, южной и европейской частях страны. При этом Дальний Восток, занимающий по площади более одной трети всей территории РФ, характеризуется снижением темпов роста валового регионального продукта. Целью исследования является оценка устойчивости региональной предпринимательской системы Дальнего Востока и выявление проблем и факторов, оказывающих наибольшее воздействие на развитие предпринимательства в этом регионе.

В последнее время для оценки условий эффективного развития предпринимательских систем приобретает значение анализ региональных факторов. В каждом регионе развитие предпринимательства имеет свои особенности, в зависимости от физико-географической структуры, экономической, социальной, культурной, правовой и политической, этнической составляющих, политико-административной структуры региона. В связи с этим в научной литературе выделяют понятие «региональная предпринимательская система» [1–3].

На основе анализа экономической литературы авторами сформулировано определение региональной предпринимательской системы как территориально ограниченной совокупности экономических субъектов, находящихся в отношениях и связях друг с другом и осуществляющих предпринимательскую деятельность в условиях и под воздействием факторов предпринимательской среды, характерных для данной территории.

Особенности формирования предпринимательского климата и предпринимательской среды отдельных регионов Российской Федерации обусловлены воздействием определенных факторов. Большинство авторов [4–6] к числу таких факторов относит социальные, экономические, правовые, политические, экологические, природно-климатические.

Классификация рассмотренных факторов представлена на схеме (рис. 1).

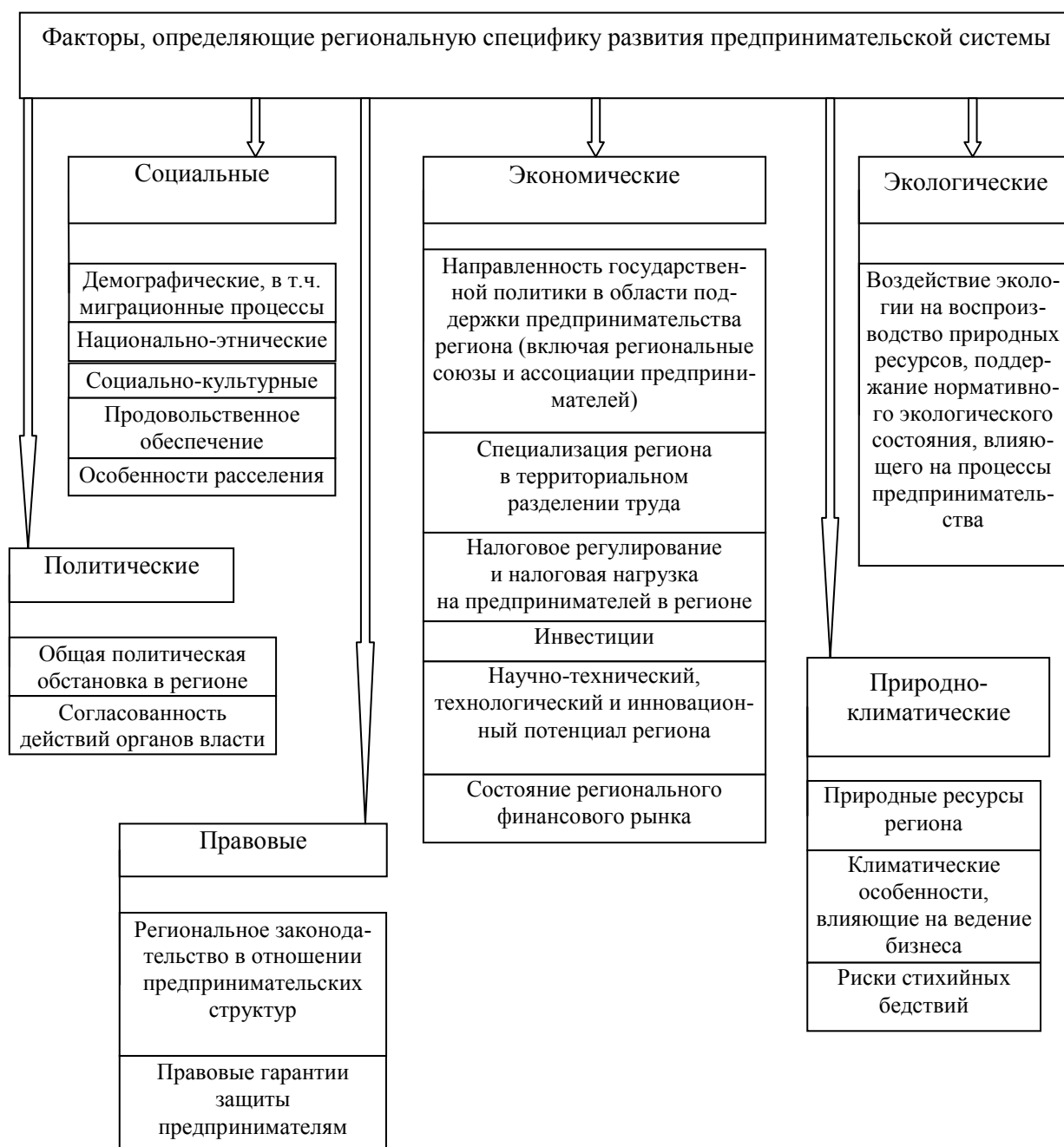


Рис. 1. Факторы, определяющие региональную специфику развития ПС

1. *Социальные факторы.* Эта группа факторов включает:

- демографические, связанные с естественным приростом населения, уровнем рождаемости и смертности, наличием беженцев, переселенцев, уровнем миграции, национальным составом мигрантов, половозрастным составом населения региона, плотностью населения;
- национально-этнические обусловлены условиями жизни и выживания коренного населения, степенью социальной обеспеченности, исторически сложившимся укладом жизни на определенной территории;
- социально-культурные связаны с развитостью социальной инфраструктуры, рекреационным потенциалом территории, социально-бытовыми условиями жизни населения, возможностями повышения квалификации и переподготовки кадров в регионе;
- характер расселения определяется масштабами городов на данной территории, развитостью транспортных сетей и инфраструктуры.

2. *Экономические факторы.* Воздействуют на развитие предпринимательской системы через механизм государственной поддержки предпринимательства в регионе, создание комфортных условий и стимулирование предпринимательской деятельности региональными органами власти экономическими методами, в том числе путем предоставления налоговых льгот и введения специальных налоговых режимов; закрепление за регионом статуса режима особой экономической зоны.

Немаловажным экономическим фактором являются инвестиции в капитал предпринимательских структур. Различные субъекты Российской Федерации существенно различаются по уровню инвестиций и темпам их роста, что связано как с инвестиционной активностью самих предпринимательских структур, так и с региональным инвестиционным климатом. Кроме того, существенно дифференцированы региональные предпринимательские системы по объемам инвестирования за счет средств государственного бюджета.

Уровень и перспективы развития региональных предпринимательских систем во многом зависят от состояния региональных финансовых рынков. Возможности привлечения финансовых ресурсов субъектами предпринимательства определяются развитостью локальной банковской системы, степенью использования предпринимательскими структурами финансовых инструментов привлечения средств, таких как векселя, акции и облигации.

К числу экономических можно отнести и факторы, связанные с научно-техническим развитием и степенью развитости технологий в управленческих, организационных и производственных процессах, а также уровень использования инноваций на данной территории.

3. *Политические факторы* связаны с общей политической обстановкой в регионе, степенью согласованности действий между органами законодательной, исполнительной и судебной власти.

4. *Правовые факторы* связаны с направленностью регионального законодательства на стимулирование предпринимательской деятельности и предоставление гарантий защиты предпринимательским структурам.

5. *Экологические факторы* отражают уровень воздействия экологической обстановки на состояние природных ресурсов, уровень экологического риска и соответствие показателей экологической обстановки нормативным значениям.

6. *Природно-климатические факторы.* Связаны с наличием природных ресурсов на данной территории, возможностью их использования для ведения бизнеса, особенностями климатических условий и их влиянием на ведение предпринимательской деятельности, а также риском разрушительных природных явлений и стихийных бедствий.

Следует отметить, что действие различных факторов по-разному влияет на состояние регионального предпринимательского климата. Отдельные факторы в каждом регионе относительно стабильны. Например: наличие природных ресурсов, экологическая обстановка или климатические условия. Но такие факторы, как объем инвестиций, наличие финансовых и трудовых ресурсов являются наиболее динамичными. Воздействие этих факторов вызывает существенные отклонения от стабильного состояния процессов ведения предпринимательской деятельности. Отсюда возникает понятие устойчивости региональной предпринимательской системы (ПС).

Экономические системы любого типа подвержены изменениям в результате колебаний их элементов вследствие воздействия определенных факторов. Степень чувствительности или реакция экономической системы на изменение отдельных факторов характеризует ее устойчивость.

Под устойчивостью предпринимательской системы в течение некоторого промежутка времени понимается ее способность в этом промежутке времени осуществлять основные и дополнительные виды деятельности, присущие компонентам данной ПС, с целью ее нормального (штатного) функционирования в условиях неблагоприятной экономической конъюнктуры, а также в условиях воздействия на нее внешних негативных факторов.

Соответственно, региональная ПС, в которой происходят резкие колебания количества субъектов предпринимательства, показателей, характеризующих объемы и результаты деятельности, уровня инвестиций в основной капитал и других показателей, авторами квалифицируется как неустойчивая.

Рассмотрим особенности развития и факторы формирования предпринимательской системы в регионах Дальнего Востока.

Дальний Восток, самый отдаленный по географическому расположению и самый молодой с точки зрения исторического развития регион Российской Федерации, воплощает в себе огромный потенциал экономического развития. Создание территорий опережающего развития (ТОР) и свободного порта Владивосток должны обеспечить привлекательные условия для инвестиро-

вания и развития предпринимательской деятельности в Дальневосточном федеральном округе. Регион занимает более 30% площади РФ и обладает практически неисчерпаемым объемом природных ресурсов. Здесь открываются и разрабатываются месторождения полезных ископаемых, в том числе нефти, газа, угля, железной руды, меди и золота. При этом удельный вес в ДВФО таких запасов, как уголь, составляет почти 70%, запасы меди и золота – более 75% общероссийских запасов. Доля региона в общем объеме лесных ресурсов РФ составляет более 25%. По объему добычи водных биоресурсов в РФ доля Дальнего Востока составляет более 70%. По имеющимся площадям сельскохозяйственного назначения Дальний Восток занимает второе место среди российских регионов. Уникальная природа Дальнего Востока наделила этот регион широчайшим рекреационным потенциалом. Такие ресурсные возможности являются основным фактором формирования предпринимательского климата и привлечения инвестиций в регион.

Несмотря на то, что Дальний Восток занимает почти одну третью часть всей территории России и обладает богатейшими запасами природных ресурсов, его социально-экономические показатели существенно ниже, чем в других регионах.

Доля валового регионального продукта (ВРП) Дальнего Востока составляет всего 5,46% от общего объема валового внутреннего продукта (ВВП) и за последние пять лет практически не изменялась.

Важнейшей особенностью региона является низкая плотность населения, и ежегодно численность населения, проживающего на территории Дальнего Востока, сокращается. Начиная с 1991 г., когда стали массово закрываться предприятия Дальнего Востока, начался отток населения. Численность проживающих на данной территории за двадцатипятилетний период сократилась с 8,06 млн человек до 6,2 млн человек. Несмотря на миграционную убыль населения, которая является сдерживающим фактором в формировании предпринимательской среды, бизнес на Дальнем Востоке продолжает развиваться.

Количество субъектов предпринимательства в ДВФО ежегодно увеличивается. За период с 2012 по 2015 гг. количество предприятий и организаций увеличилось на 7,8%. На начало 2016 г. на Дальнем Востоке функционировали 200 163 предприятия [7].

В табл. 1 представлена динамика изменения количества зарегистрированных организаций по субъектам Дальнего Востока.

Таблица 1

Количество зарегистрированных организаций в 2012–2016 гг. [7]

Субъект РФ	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Дальневосточный федеральный округ, всего	18 060	17 578	17 202	18 081	16 482
Республика Саха (Якутия)	2 154	2 157	2 078	1 977	1 893
Камчатский край	989	862	814	840	696
Приморский край	6 252	6 602	6 666	7 687	6 367
Хабаровский край	4 843	4 577	4 293	4 133	4 395
Амурская область	1 728	1 454	1 465	1 581	1 456
Магаданская область	404	362	290	248	277
Сахалинская область	1 313	1 240	1 264	1 311	1 087
Еврейская автономная область	292	276	279	268	232
Чукотский автономный округ	85	48	53	36	79

Представленные данные свидетельствуют о неравномерности предпринимательской активности. В целом за период с 2012 по 2016 гг. количество регистрируемых предприятий за год существенно сократилось. В разрезе отдельных субъектов наибольшее количество регистрируемых предприятий отмечено в Приморском крае.

Как негативный факт следует отметить рост числа ликвидируемых предприятий (табл. 2).

Таблица 2

Количество ликвидированных организаций на Дальнем Востоке в 2012–2016 гг. [7]

Субъект РФ	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Дальневосточный федеральный округ, всего	15 089	13 331	12 984	12 132	18 296
Республика Саха (Якутия)	1 519	1 399	1 778	1 427	1 774
Камчатский край	826	572	955	588	1 305

Окончание табл. 2

Субъект РФ	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Приморский край	4 520	5 763	4 816	4 673	6 594
Хабаровский край	4 354	2 906	2 655	2 867	5 174
Амурская область	1 519	847	1 050	1 030	1 412
Магаданская область	1 114	485	288	210	470
Сахалинская область	994	932	965	1 035	1 164
Еврейская автономная область	158	307	385	237	297
Чукотский автономный округ	85	120	92	65	106

Данные таблицы свидетельствуют о тенденции роста числа закрываемых предприятий практически во всех субъектах ДВФО. Кроме того, в 2016 г. количество ликвидируемых предприятий превысило количество регистрируемых.

Оборот предприятий Дальнего Востока в фактических ценах ежегодно увеличивается, как это видно на графике (рис. 2).

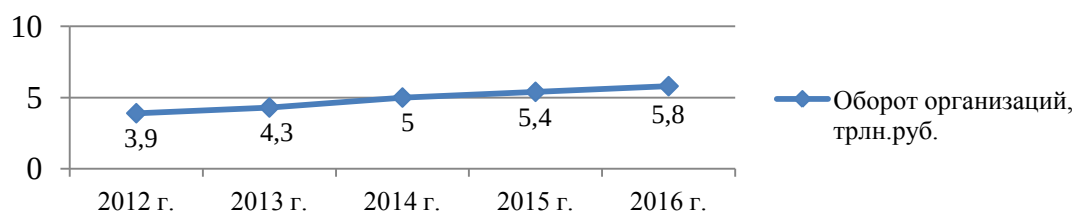


Рис. 2. Динамика оборота предприятий и организаций Дальнего Востока за 2012–2016 гг. [7]

Темпы роста оборота предприятий в фактически действующих ценах примерно соответствуют уровню инфляции в соответствующих периодах. Наибольший темп роста достигнут в 2014 г. по сравнению с 2013 г. – 116%. Но это объясняется резким скачком цен в связи со снижением курса рубля.

Далее рассмотрим динамику финансовых результатов деятельности предприятий Дальнего Востока (табл. 3).

Таблица 3

Динамика сальдированных финансовых результатов деятельности предприятий Дальнего Востока за 2012–2016 гг. (млн руб.) [7]

Субъект РФ	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
Дальневосточный федеральный округ, всего	337 819	226 981	321 295	329 304	473 093
Республика Саха (Якутия)	54 899	35 106	38 085	36 898	174 013
Камчатский край	5 820	993	335	10 961	28 681
Приморский край	25 923	7 994	22 019	8 859	58 013
Хабаровский край	1 863	-15 338	-18 310	-21 689	1 844
Амурская область	8 798	2 273	5 280	14 468	14 383
Магаданская область	13 700	5 808	2 306	12 580	35 223
Сахалинская область	195 169	149 105	227 372	192 238	87 367
Еврейская автономная область	-116	-680	-1 861	-3 614	1 779
Чукотский автономный округ	14 461	7 411	11 682	18 446	31 325

В целом деятельность субъектов предпринимательства Дальнего Востока характеризуется положительными финансовыми результатами. Ежегодно прибыль от предпринимательской деятельности увеличивается. Однако в разрезе отдельных субъектов ДВФО финансовые результаты колеблются по годам, а в Хабаровском крае и Еврейской автономной области до 2016 г. предпринимательская деятельность в целом является убыточной.

По уровню инвестиционной активности ДВФО занимает четвертое место в России по показателю объема инвестиций в ВРП. Однако динамика этого показателя является отрицательной. Так, доля инвестиций в основной капитал предприятий Дальнего Востока в объеме ВРП снизилась с 35,9% в 2012 г. до 25,5% в 2015 г.

В то же время динамика объема инвестиций в основной капитал по абсолютному значению в последние годы характеризуется подъемом (рис. 3).

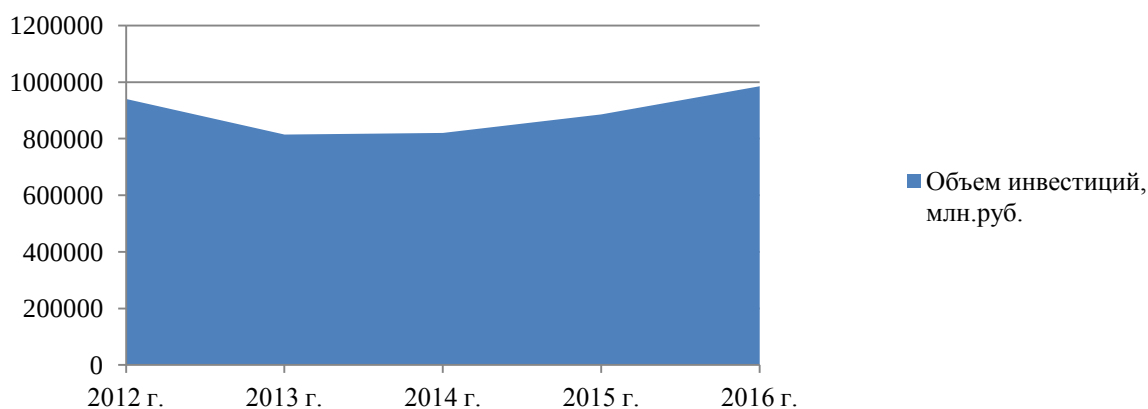


Рис. 3. Динамика инвестиций в основной капитал предприятий Дальнего Востока за 2012–2016 гг. [7]

На рис. 4 представлена структура инвестиций по субъектам ДВФО за 2012 г.

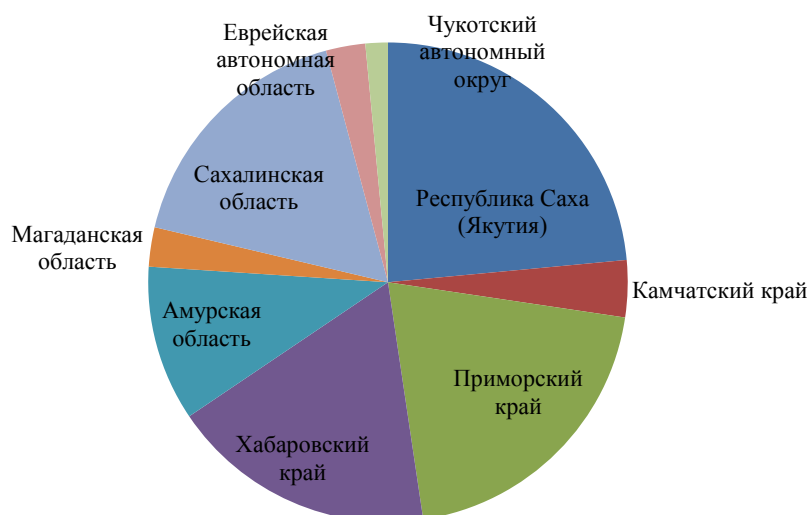


Рис. 4. Структура инвестиций в основной капитал предприятий по субъектам Дальнего Востока в 2012 г. [7]

В структуре инвестиций в разрезе отдельных субъектов ДВФО наибольшую долю занимает Якутия. Чуть меньший объем инвестиций направлен в экономику Приморского, Хабаровского края и Сахалинской области. В 2016 г. структура инвестиций существенно изменилась (рис. 5).



Рис. 5. Структура инвестиций в основной капитал предприятий субъектам Дальнего Востока в 2016 г. [7]

В 2016 г. наибольший объем инвестиций сосредоточен в Якутии и Сахалинской области в связи с тем, что наибольший интерес для инвесторов представляют добывающие отрасли. Дальний Восток становится, по сути, сырьевым придатком России.

Анализ основных показателей предпринимательской деятельности позволяет сделать вывод о неустойчивости региональной ПС Дальнего Востока.

Формированию благоприятного инвестиционного климата и устойчивому развитию предпринимательской деятельности препятствует целый ряд проблем, с которыми сталкиваются предприниматели во всех регионах России. Но есть и особые проблемы, характерные для территорий Дальнего Востока [8].

Во-первых, низкий уровень государственной поддержки инвестиций. Прямое финансирование инвестиционных проектов в рамках целевых государственных программ в основном направлено тем предприятиям, где имеется крупная доля государственного участия. А это, как правило, предприятия нефте-, газо- и золотодобычи. В то же время рыбная отрасль, которая характеризуется тотальным износом рыбопромыслового флота, находится на грани выживания.

Создание ТОРов на Дальнем Востоке предполагает привлечение инвестиций в регион. Но пока финансовая поддержка отобранных инвестиционных проектов со стороны государства носит «точечный характер» и не способствует формированию благоприятной предпринимательской среды и развитию соответствующих территорий в целом.

Еще одна проблема – отсутствие налоговых механизмов стимулирования инвестиций. По основному налогу, уплачиваемому субъектами предпринимательства, – налогу на прибыль, Налоговым кодексом РФ (НК РФ) не предусмотрено налоговых льгот. Возможно лишь использование ускоренной амортизации при приобретении основных средств, что позволяет получить налоговую экономию за первые годы их эксплуатации. Но этот механизм является весьма спорным, ведь в результате существенно колеблются издержки и занижается прибыль от предпринимательской деятельности. При осуществлении инвестиционной и инновационной деятельности НК РФ дает возможность получить инвестиционный налоговый кредит в виде отсрочки уплаты налога на прибыль, региональных и местных налогов на срок от года до пяти лет. Однако условия и обстоятельства получения такого кредита настолько ограничены, что эта льгота практически недоступна для субъектов предпринимательства.

В качестве стимула для развития предпринимательской деятельности государство с 2015 г. дает возможность использовать налоговые каникулы. В данном случае предусмотрена возможность для вновь зарегистрированных субъектов малого и среднего бизнеса первые два года деятельности не платить налог с доходов. Но для действующего бизнеса такая льгота недоступна, что является совершенно необоснованным.

Третья проблема – бюрократические барьеры. В России сложно развивать бизнес, особенно если необходим новый земельный участок или предполагается строительство нового объекта. В этом случае предприниматели сталкиваются со сложностью процедур оформления множества документов. Рассмотрение документации в разных инстанциях занимает длительное время, и не всегда удается получить в аренду землю или разрешение на строительство. Кроме того, сложности возникают и при подтверждении соответствия требованиям пожарной безопасности, санитарным нормам и прочим требованиям.

Следующая проблема – низкая доступность инвестиционных ресурсов. Как правило, реализация инвестиционных проектов требует привлечения заемных средств. Банковские ресурсы, во-первых, являются дорогостоящими. Во-вторых, открывая новый бизнес, предприниматели часто сталкиваются с отказом в выдаче кредита в связи с отсутствием кредитной истории. Кроме того, у предпринимателей возникают проблемы с залоговым обеспечением. Так, например, при оформлении кредита на приобретение рыбопромыслового судна, старые суда не могут выступать в качестве залога ввиду того, что их балансовая стоимость практически равна нулю.

Одной из наиболее значимых проблем развития бизнеса на Дальнем Востоке предприниматели называют неразвитость инфраструктуры. Особенно остро стоит проблема развития транспортно-логистической системы. С отдельными поселками и районами на Дальнем Востоке возможен единственный способ сообщения – авиасообщение. В некоторых удаленных населенных пунктах отсутствует Интернет и банковские филиалы. Транспортная удаленность, низкое качество дорожных сообщений, высокие тарифы на грузоперевозки утяжеляют предпринимательские издержки и препятствуют развитию бизнеса.

Еще одна проблема развития предпринимательской деятельности – отток населения из всех субъектов ДВФО. Как мы уже указывали, численность населения Дальнего Востока до 1991 г. составляла 8,06 млн человек, а в настоящее время около 6,2 млн человек.

Ежегодное сокращение численности населения Дальнего Востока влечет за собой ряд негативных последствий.

Во-первых, сокращается численность экономически активного населения. В 2009 г. эта часть населения Дальнего Востока составляла 3,6 млн чел., в 2012 г. сократилась до 3,5 млн чел., а с 2014 г. составляет 3,4 млн чел. Это способствует снижению потенциала использования трудовых ресурсов и снижению числа занятых в экономике. В результате сокращается количество рабочих мест и снижаются объемы выпуска продукции, выполнения работ и оказания услуг.

Рис. 6 демонстрирует эту тенденцию за последние годы.

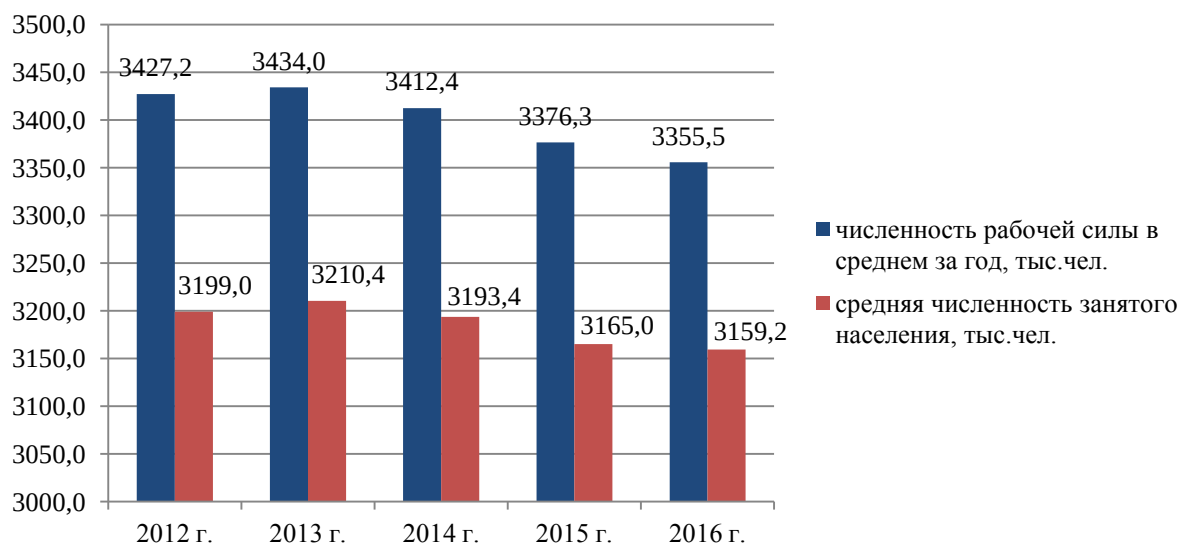


Рис. 6. Динамика изменения среднегодовой численности рабочей силы и занятого населения в 2012–2016 гг. [7]

Как видно на рис. 7, за период с 2012 г. среднегодовая численность занятых снизилась с 3199 тыс. чел. до 3159 чел. в 2016 г.

Во-вторых, регион покидает в основном молодежь, которая стремится получить более престижное образование в вузах центральной и европейской части страны. Но назад, как правило, молодые люди не возвращаются. В итоге регион теряет наиболее активную трудоспособную часть населения. При этом растет число пенсионеров, которые наименьшим образом способствуют развитию предпринимательской системы региона.

В-третьих, в результате оттока населения регион теряет квалифицированные кадры. Чаше всего уезжают наиболее востребованные на рынке труда граждане, уже имеющие образование и опыт работы в надежде устроиться в регионах с более высоким социальным уровнем жизни.

Четвертая проблема связана с сокращением потребительского спроса на внутреннем рынке региона. Отток населения вызывает падение спроса прежде всего на образовательные услуги, услуги общественного питания, потребление товаров первой необходимости и товаров длительного пользования.

В-пятых, растет уровень международной миграции. Приток иностранной рабочей силы, с одной стороны, способен восполнить недостающие трудовые ресурсы. Рост активности трудовой миграции способствует улучшению рынков труда, притоку денежных средств мигрантов, расширению торговли и обмену инвестициями между странами, что оказывает положительное влияние на потребление и экономический рост [9, 10]. Например, в странах Латинской Америки и Карибского бассейна денежные переводы трудовых мигрантов являются значимым источником пополнения местных бюджетов [11]. В Азиатско-Тихоокеанском регионе, для которого характерны разные формы миграции, создается более половины мирового валового внутреннего продукта [12]. С другой стороны, это дополнительная нагрузка к расходам субъектов предпринимательства, связанная с решением жилищных вопросов, оформлением необходимых доку-

ментов, обеспечением проезда к месту работы. Кроме того, иностранная рабочая сила – это, чаще всего, не имеющие в соответствующей сфере опыта работы кадры с низким уровнем квалификации и без образования. Избыточный уровень миграции, когда не обеспечивается полная занятость прибывших иностранных граждан, способствует росту социальной напряженности в регионе, росту числа преступлений, совершаемых иностранными гражданами.

Миграция, по мнению авторов, является наиболее нестабильным фактором снижения устойчивости региональной ПС Дальнего Востока. Авторами исследовано влияние миграционного оттока на состояние устойчивости предпринимательской системы региона.

В качестве показателя, отражающего как количественную, так и качественную составляющую воздействия фактора миграционного оттока на устойчивость региональной ПС, принята численность экономически активного населения (численность рабочей силы). В качестве критериев устойчивости предпринимательской системы региона авторами приняты следующие показатели: количество зарегистрированных и количество ликвидированных предприятий. Для оценки степени чувствительности данных показателей к влиянию фактора миграционного оттока составлена выборка за десятилетний период – с 2007 по 2016 гг. (табл. 4), и с помощью программы Microsoft Excel рассчитаны коэффициенты корреляции ($R_{1,2}$ и $R_{1,3}$).

Таблица 4

Расчет коэффициентов корреляции между среднегодовой численностью рабочей силы и количеством зарегистрированных /ликвидированных предприятий

Показатели	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.
1. Среднегодовая численность рабочей силы, тыс. чел.	3 463,7	3 517,4	3 483,1	3 437,2	3 459,0	3 427,2	3 434,0	3 412,4	3 376,3	3 355,5
2. Количество зарегистрированных предприятий	19 808	20 354	17 236	17 900	17 485	18 060	17 578	17 202	18 081	16 482
3. Количество ликвидированных предприятий	16 462	6 580	6 782	8 124	17 945	15 089	13 331	12 984	12 132	18 296
$R_{1,2}$	0,64									
$R_{1,3}$	-0,53									

Коэффициенты $R_{1,2}$ и $R_{1,3}$ характеризуют связь между среднегодовой численностью рабочей силы и количеством зарегистрированных/ликвидированных предприятий за год. Значения коэффициентов корреляции свидетельствуют о наличии связи средней силы между миграционной убылью населения и равновесным состоянием предпринимательской системы региона. На графике рис. 7 линии трендов отражают характер взаимосвязи данных показателей.

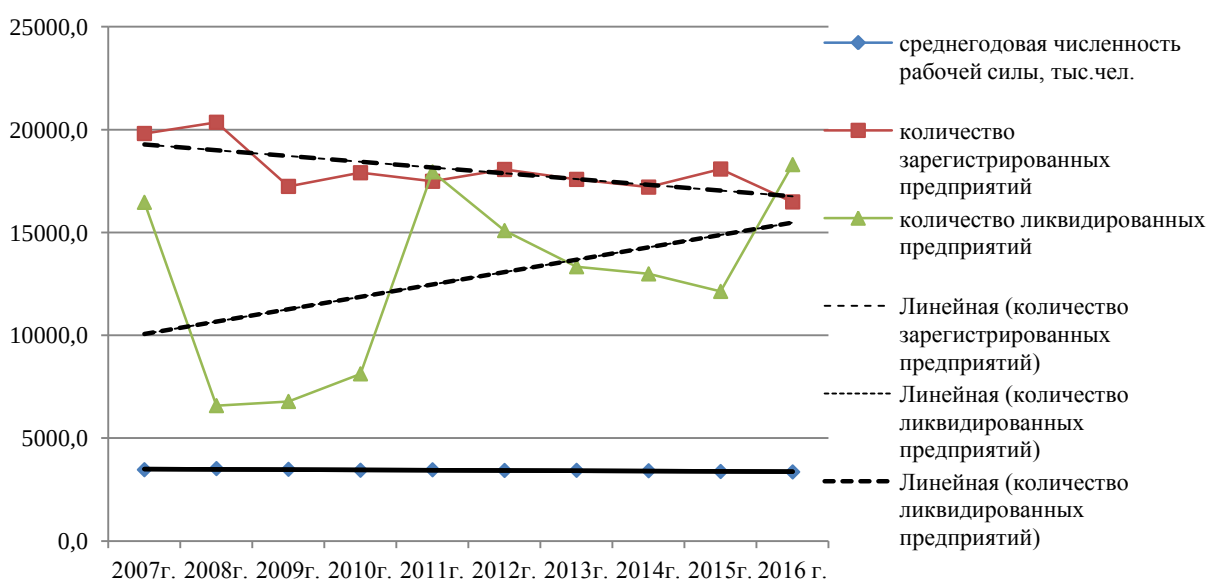


Рис. 7. Тенденция изменения среднегодовой численности рабочей силы, количества зарегистрированных и ликвидированных предприятий в 2007–2016 гг.

С ростом миграционной убыли и, соответственно, сокращением численности экономически активного населения уменьшается количество зарегистрированных и увеличивается количество ликвидированных предприятий. Эта негативная тенденция свидетельствует о снижении уровня предпринимательской активности и нарушении равновесного состояния региональной ПС.

Таким образом, для обеспечения равновесного состояния и развития предпринимательства на Дальнем Востоке необходимо создать условия для положительного притока трудовой миграции. Решить эту проблему можно за счет международной миграции при условии ее прогнозирования с учетом общей потребности в трудовых ресурсах, требований к уровню квалификации и влияния на показатели устойчивости региональной предпринимательской системы.

Подводя итог данного исследования, авторы пришли к следующим выводам. Оценка динамики показателей развития предпринимательства на Дальнем Востоке свидетельствует о неустойчивом состоянии региональной предпринимательской системы. Выявлена взаимосвязь между ежегодным оттоком населения и количеством создаваемых и ликвидируемых субъектов предпринимательства в регионах Дальнего Востока. Миграционная убыль населения сегодня становится угрозой не только для развития бизнеса, но и ключевой проблемой социально-экономического развития ДВФО. Устойчивый экономический рост возможен лишь при полной обеспеченности предпринимательских структур трудовыми ресурсами. Необходимо комплексно решать проблему создания комфортных социально-бытовых условий жизни, обеспечения занятости молодежи и формирования мотивирующих факторов работы в отдельных субъектах Дальнего Востока. Восполнение растущей потребности в рабочих кадрах возможно за счет международной трудовой миграции, прогнозируемой на основе количественных и качественных оценок устойчивости региональных предпринимательских систем.

Литература

1. Ющенко А.Л. Проблемы и пути развития региональных систем предпринимательства в России в настоящее время // Современные научные исследования и инновации. – 2014. – № 6, ч. 2 [Электронный ресурс]. – URL: <http://web.snauka.ru/issues/2014/06/32310> (дата обращения: 02.06.2017).
2. Машегов П. Н., Соболева Т. С. Региональная система предпринимательства: структура и ключевые элементы [Электронный ресурс] // Среднерусский вестник общественных наук. – 2012. – № 2. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/regionalnaya-sistema-predprinimatelstva-struktura-i-klyuchevye-elementy> (дата обращения: 23.08.2017).
3. Бородин А. И., Киселева Н. Н. Региональные экономические системы и их устойчивость [Электронный ресурс] // Вестник Удмуртского университета. Серия «Экономика и право». – 2011. – № 4. – URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/regionalnye-ekonomicheskie-sistemy-i-ih-ustoychivost> (дата обращения: 23.08.2017).
4. Бусыгин А.В. Предпринимательство. Основной курс: учебник для вузов. – М: Инфа-М, 1998. – С. 20.
5. Предпринимательство: учебник / М.Г. Лапуста, А.Г. Поршнев, Ю.Л. Старостин, Л.Г. Скамай. – 4-е издание, испр. и доп. – М.: Инфа-М, 2005. – С. 49.
6. Предпринимательство: учебник / под ред. Горфинкель В.Я., Поляк Г.Б. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Юнити-Дана, 2010. – 687 с.
7. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения: 26.10.2017).
8. Латкин А.П., Казакова В.А., Евсеева Т.В. Российский Дальний Восток: предпосылки и условия привлечения иностранных инвестиций. – Владивосток: ВГУЭС, 2015. – 240 с.
9. Piore M. Birds of passage. Migrant labour and industrial societies. – New York: Cambridge University Press, 1979.
10. Ravenstein E.G. The Laws of Migration // Journal of the Statistical Society of London. – 1885. Vol. 48, № 2. – P. 167–235.
11. The International Organization for Migration [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iom.int/americas-and-caribbean> (дата обращения: 04.08.2017).
12. The International Organization for Migration [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.iom.int/asia-and-pacific> (дата обращения: 04.08.2017).

Информация об авторах
Information about the authors

Левская Ирина Владимировна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; доцент кафедры экономики; Shainaira@rambler.ru

Levskaya Ирина Владимировна – Kamchatka State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Candidate of Economic Sciences; Associate Professor of Economics Chair; Shainaira@rambler.ru

Алфёров Александр Александрович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; Aalferov@list.ru

Alferov Александр Александрович – State Technical University; 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky; Postgraduate; Aalferov@list.ru

УДК 339.92: 639.2/.3[(471+571)+(5+265-192.2)]

Г.А. Токарева

**ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА РОССИИ
СО СТРАНАМИ АЗИАТСКО-ТИХООКЕАНСКОГО РЕГИОНА В РЫБНОЙ ОТРАСЛИ**

В исследовании рассматриваются условия, принципы и пути организации сотрудничества Российской Федерации и стран Азиатско-Тихоокеанского региона в рыбной отрасли. Проанализированы факторы внешней среды, влияющие на процесс сотрудничества, выделены приоритетные направления сотрудничества и предложены пути совершенствования взаимовыгодных экономических контактов России с ключевыми партнерами в АТР. Основное внимание уделено возможности продуктивного социально-экономического взаимодействия Дальневосточного региона РФ с рядом экономически развитых стран АТР в профильном судостроении и рыбообрабатывающей отрасли. Рассмотрены перспективы совершенствования транспортно-логистической системы региона. Предложен ряд управленческих решений по регулированию процессов, связанных с функционированием рыбной отрасли.

Ключевые слова: сотрудничество, Азиатско-Тихоокеанский регион, транспортно-логистическая система, судостроение, рыбодобывающая и рыбообрабатывающая отрасли.

G.A. Tokareva

**PROBLEMS AND PROSPECTS OF RUSSIA'S COOPERATION
WITH COUNTRIES OF ASIA-PACIFIC REGION IN THE FISHERY INDUSTRY**

The study examines conditions, principles and ways of organizing cooperation between the Russian Federation and the countries of the Asia-Pacific region in the fishing industry. The factors of the external environment affecting the process of cooperation are analyzed, priority areas for cooperation are outlined and ways of improving mutually beneficial economic contacts between Russia and key partners in the Asia-Pacific region are suggested. The main attention is given to the possibility of productive social and economic interaction of the Far Eastern region of the Russian Federation with a number of economically developed countries of the Asia-Pacific region in the profile shipbuilding and fish processing industry. Prospects for improving the transport and logistics system of the region are considered. A number of managerial decisions to regulate the processes in the fishing industry are proposed.

Key words: cooperation, Asia-Pacific region, transport and logistics system, shipbuilding, fishing and fish processing industries.

DOI: 10.17217/2079-0333-2017-42-107-113

Азиатско-Тихоокеанский регион в результате ряда перемен на мировой геополитической арене стал зоной притяжения экономических интересов многих стран. Безусловно, повысился интерес к Азиатско-Тихоокеанскому сотрудничеству и со стороны России – одного из самых влиятельных и крупных партнеров в экономическом пространстве АТР. «Глобальный финансово-экономический и производственный кризис 2008–2009 гг., – пишет П.П. Яковлев, – привнес дополнительную динамику хозяйственным процессам, развивавшимся на азиатско-тихоокеанском экономическом пространстве, ускорил его превращение в крупнейший центр мировой экономики и торговли» [1]. Автор подкрепляет данное утверждение убедительной статистикой, приводимой ниже в таблице.

Попытка США экономически и политически доминировать сразу в двух геополитических зонах – трансатлантической и транстихоокеанской – вызвала закономерное противодействие быстро развивающихся крупных держав – России и Китая.

Российский Дальний Восток на геополитической карте мира является связующим звеном между Востоком и Западом, и, несмотря на то, что АТР объединяет 58 стран и регионов, речь в данном исследовании пойдет все же о возможностях сотрудничества между странами, tradi-

ционно поддерживающими взаимовыгодные контакты с регионами ДВФО. Это Китай, Япония и Южная Корея. В исследовании использованы аналитический, сопоставительный, статистический методы.

Топ-30 стран по размеру ВВП в 2015 г. (текущие цены, млрд долл.)

№	Страна	ВВП	№	Страна	ВВП
1	<i>США</i>	18 037	18	Турция	718
2	<i>КНР</i>	11 008	19	Швейцария	671
3	<i>Япония</i>	4 383	20	Саудовская Аравия	646
4	Германия	3 364	21	Аргентина	583
5	Великобритания	2 858	22	Швеция	496
6	Франция	2 419	23	Нигерия	481
7	<i>Индия</i>	2 095	24	Польша	477
8	Италия	1 822	25	Бельгия	455
9	Бразилия	1 775	26	Иран	425
10	<i>Канада</i>	1 551	27	<i>Таиланд</i>	395
11	<i>Южная Корея</i>	1 378	28	Норвегия	387
12	<i>Австралия</i>	1 339	29	Австрия	377
13	<i>Россия</i>	1 331	30	ОАЭ	370
14	Испания	1 199	Мировой ВВП		74 153
15	<i>Мексика</i>	1 144	ВВП стран топ-30		63 796
16	<i>Индонезия</i>	862	Доля АТР-11 в мировом ВВП		58,7%
17	Нидерланды	750	Доля АТР-11 в ВВП топ-30		68,2%

Источник: [2] (страны АТР выделены курсивом).

В создавшихся условиях закономерна экономическая и политическая активность России, которая стремится выстроить отношения со своими партнерами в АТР на взаимовыгодной основе, одновременно формируя альтернативную экономическую реальность по отношению к американской модели.

Следует отметить, что ставка Российской Федерации на активное сотрудничество со странами Азиатско-Тихоокеанского региона, по сути, призвана компенсировать ряд негативных тенденций в российской социально-экономической практике, возникших в результате распространения кризисных явлений на отдаленных от центра российских территориях. Политика Российского государства по развитию взаимовыгодного сотрудничества со странами АТР представляется достаточно продуманной. Предложения по развитию сотрудничества в АТР касаются таких областей, как транспорт и логистика, сельское хозяйство, пищевая промышленность, рыболовство, химическая и нефтехимическая промышленность, добыча и переработка полезных ископаемых, производство строительных материалов, снижение рисков от экологических и техногенных катастроф, здравоохранение, туризм. Фактически отмечены все перспективные точки роста в регионе. Однако по-прежнему остро стоит вопрос импортозамещения в сфере судостроения, производства рыбообработывающего оборудования и некоторых других, актуальных для Дальнего Востока сферах. Транспортно-логистическая система региона – также важнейшее направление реализации взаимовыгодных контактов в зоне АТР. Это направление связано, в первую очередь, с промышленным рыболовством, с транспортировкой энергоносителей, а также с возможностью пассажирских перевозок.

Важнейшей отраслью экономики, позволяющей развивать взаимовыгодное сотрудничество в зоне АТР, является рыбная отрасль. Развитие рыбодобывающей и рыбообработывающей промышленности на Дальнем Востоке, где добывается 30% рыбных запасов АТР, – стратегическая задача государства. Основными проблемами в этой сфере являются:

1. Высокая степень износа рыбопромыслового флота РФ, приписанного к портам региона.
2. Несоответствие нормативной базы, регулирующей межгосударственные торговые отношения производимой в рыбообработывающей отрасли продукции, ряду международных стандартов.
3. Несовершенство транспортно-логистической структуры.
4. Слабая оснащенность отрасли и региона рефрижераторной техникой для хранения и транспортировки рыбной продукции.
5. Недостаточная инвестиционная привлекательность отрасли в целом.

Рыбопромысловый флот является основой материально-технической базы рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации. На его долю приходится более 70% основных производственных фондов отрасли, что обеспечивает более 90% общего вылова ВБР.

В судостроительной отрасли в связи с инфляционными процессами, по свидетельству специалистов, «увеличение стоимости судов значительно опережает рост их промышленной производительности» [3, с. 103]. Степень износа основных фондов в сфере рыболовства достаточно высока, а коэффициент обновления основных фондов показывает крайне неровную динамику (сведения на рис. 1 приводятся по Камчатскому краю).

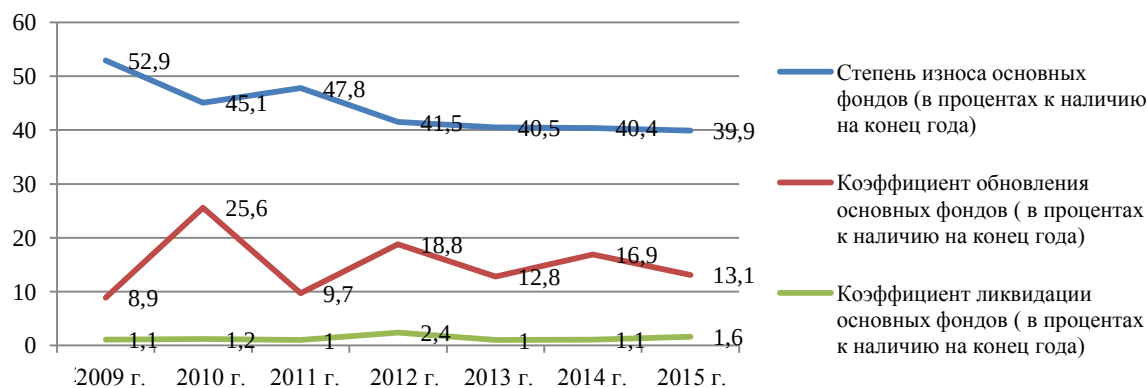


Рис 1. Динамика обновления основных фондов в рыболовной отрасли [4]

При этом многие специалисты [4–6] указывают на необходимость обновления, прежде всего, корпуса среднетоннажных судов, более экономичных в обслуживании и более востребованных при относительно небольших объемах выловленной продукции в ряде тихоокеанских акваторий. Совершенно очевидно, что обновление российского рыбодобывающего флота потенциально связано со взаимовыгодным сотрудничеством с судостроительными организациями стран АТР, которые готовы предоставить производственные площади, комплектующие для строительства судов российским коллегам на основе взаимовыгодных соглашений.

Судостроительные заводы Дальневосточного региона испытывают трудности в укомплектовании цехов производственными мощностями иностранного производства (например, Хабаровский ССЗ), в то время как есть возможность расширять сотрудничество, например, с фирмой KORWELL (Корея), занимающейся поставкой необходимого оборудования.

Рыбодобывающая, рыбоперерабатывающая и судостроительные отрасли Дальневосточного региона получили существенный стимул для развития в рамках государственной финансовой поддержки так называемых свободных портов (Владивосток, Петропавловск-Камчатский, Хабаровск, Советская Гавань, Певек и др.)

Резиденты свободных портов могут совершенствовать свою инвестиционную политику (в том числе привлекать и иностранные инвестиции), используя такие инструменты государственного регулирования, как таможенные и налоговые льготы, проектные возможности системы «инвестиции в обмен на квоты», «инвестиции под киль» и т. п. Существенным достижением для развития дальневосточного судостроения стало соглашение с корейской STX Corporation, направленное на развитие рыбопромыслового флота Дальнего Востока (сентябрь 2017 г.). Особую ценность данное соглашение приобретает в связи с намерением корейской стороны разместить значительную часть своих новых производственных мощностей на российской территории. Аналогичная схема взаимовыгодного сотрудничества была предложена российской стороной японской корпорации Kawasaki Heavy Industries. Подобное сотрудничество будет способствовать развитию собственных технологий в отрасли и обеспечит появление существенного количества рабочих мест в регионе.

Привлечение средств резидентов инвестиционного проекта «Свободный порт» позволит в рамках модернизации морского порта Петропавловска-Камчатского усовершенствовать логистическую инфраструктуру региона и за счет этого поддержать развитие рыбоперерабатывающей отрасли края. В частности, одной из функций модернизированного морского порта города станет строительство объектов портовой инфраструктуры. Целесообразно также в морских портах,

имеющих статус свободного порта, предусмотреть наличие дополнительных рефрижераторов для длительного хранения рыбной продукции, реализуемой через систему аукционов.

Таким образом, усилия всех сотрудничающих сторон направлены на решение тех задач, которые являются максимально актуальными для совершенствования экономики всего АТР: всемерное развитие системы рыбоперерабатывающих предприятий в прибрежной зоне субъектов РФ, участников Охотоморского кластера, при активной поддержке корейских, японских и китайских предприятий, производящих необходимое оборудование; увеличение количества российских рыбодобывающих судов на основе межгосударственных заказов; осуществление взаимовыгодной инвестиционной политики.

Продуктивное сотрудничество в рыбодобывающей и рыбообрабатывающей отрасли невозможно без постоянного обмена информацией, без регулярно организуемых международных выставок и совместных форумов, на которых обсуждаются проблемы отрасли. Если рыбная продукция, представленная на выставках (например, выставка SIFSE 2017, Шанхай), может составить конкуренцию Российской Федерации на рынке рыбной продукции, то инновационные технологии, предлагаемые китайскими партнерами, вызывают закономерный интерес рыбопромышленников в условиях санкционных ограничений, наложенных Западом. Наиболее актуальным для российской стороны, с нашей точки зрения, является закупка такого оборудования, как оборудование для охлаждения, быстрой и глубокой заморозки, оборудование для филетирования, взвешивания, фасовки и упаковки, оборудование для термической обработки, грейдеры, микроволновые печи.

Следует отметить, что в рыбной отрасли до 40% инвестиций уходят на реализацию задач по восстановлению рыбных запасов, в частности на строительство или дооборудование специализированных заводов и ферм по воспроизводству ВБР, закупку новых технологий, обучение персонала. Соответственно, следует обратить особое внимание на такую выставочную продукцию китайских партнеров, как системы автоматизации и инструменты для индустрии разведения рыб и ракообразных, оборудование обогрева и температурного контроля, оборудование для строительства искусственных прудов, насосы, компрессоры, системы дегазации и дезинфекции воды, системы кислородного обогащения и др. Большинство из данных видов оборудования не производится на территории Российской Федерации.

Таким образом, выставочные мероприятия помогают прояснять ситуацию с возможными зонами сотрудничества в АТР в названных областях. При этом российским рыбопромышленникам следует осуществлять поиск тех ниш, в которых отечественная рыбодобыча является максимально производительной, а прибрежные акватории РФ предоставляют зарубежным партнерам уникальную продукцию (например, добыча и экспорт камчатского краба или морского ежа).

Дальнейшее сотрудничество в этом направлении должно быть увязано с объемами рыбодобычи субъектов Федерации в рамках ДВФО и развитием инфраструктуры рыбной отрасли в целом. В частности, при распределении квот на рыбодобычу должен быть учтен процент квот, планируемых к обмену на зарубежные инвестиции. Для эффективной добычи рыбы и моллюсков необходимо параллельно восстанавливать численность научного флота с функцией промысловой разведки, что поможет систематизировать усилия по регулированию рыбопромысловой деятельности. В этой области также возможно продуктивное сотрудничество со странами АТР, ведущими научные исследования в смежных акваториях.

Доступность информации в отрасли связана и с корректностью правового сопровождения различных процессов. Речь идет, прежде всего, о возможности межнационального регулирования системы законов, нормативов, стандартов, призванной обеспечить межнациональное и межблоковое сотрудничество. На необходимость дополнительного правового регулирования в рыбной отрасли указывают и экономисты-исследователи [5, 6]. Особые нарекания вызывают непродуманные критерии эффективности функционирования пунктов пропуска рыбной продукции через границу, нормативные документы, разделяющие рыбный бизнес по принципу удаленности промысла от берега; неудовлетворительное состояние сертификации рыбной продукции по международным стандартам и ряд других регулирующих документов.

До сих пор, отмечают специалисты, не созданы условия для ускоренного оформления рыбопромысловых и транспортных судов в российских портах, велико негативное влияние контролирующих органов на простои судов под выгрузкой по сравнению с иностранными государствами. Все это снижает мотивацию рыбопромышленников отгружать рыбу на берег и препятствует привлечению инвестиций в переработку [6, с. 122].

Еще одна возможная и необходимая зона сотрудничества в АТР – транспортно-логистическая система региона.

Налаживание выгодных внешнеэкономических торговых связей в регионе определяется в значительной мере степенью развитости транспортной инфраструктуры. Экономисты обозначают ряд проблем развития транспортной сети ДВФО: неравномерное распределение объектов транспортной инфраструктуры в регионе; преобладание транзитных перевозок над внутрирегиональными; высочайшая конкуренция в международном сегменте; низкая емкость отдельных сегментов транспортного рынка [7, с. 259]. Добавим проблемы с наземной транспортной доступностью таких регионов, как Сахалинская область и Камчатский край. Статистические данные указывают на недостаточные объемы перевалки грузов в Дальневосточном бассейне; и меньший объем морских грузоперевозок на Дальнем Востоке, несомненно, связан с неразвитостью транспортной инфраструктуры, недостаточными погрузочными мощностями морских портов региона (рис. 2).



Рис. 2. Распределение объема перевалки грузов по морским бассейнам России, 2 месяца 2017 г. [8]

При этом темпы роста международного рынка транспортных услуг создают очень плотную конкурентную среду в транспортной сфере на Дальнем Востоке. Задача государства – обратить недостатки собственной транспортной системы в ее преимущества на основе взаимовыгодного сотрудничества со странами АТР. На сегодняшний день транспортная сеть российского Дальнего Востока активно использует возможности межнационального трансфера в той же рыбной отрасли. Приведем лишь несколько примеров.

Морской порт Зарубино (Приморский край) находится на юге Приморья в 210 км от порта Владивосток на стыке границ трех государств: России, Китая и Северной Кореи и в нескольких десятках километров от автомобильного пункта пропуска (АПП) Краскино, железнодорожного пункта пропуска (ЖДПП) Махалино, которые являются важным звеном в торгово-экономическом сотрудничестве между Приморским краем и провинцией Цзилинь (КНР). Порт оказывается системообразующим компонентом Российского международного транспортного коридора «Приморье-2», имеет выходы на Транссибирскую магистраль через линию Барановский – Сухановка и федеральную трассу Раздольное – Хасан, автомагистраль Владивосток – Хабаровск, автодороги в юго-восточном направлении – к границам Китая и Кореи.

Через пропускной пункт Краскино проходит контейнерная линия Акита (Япония) – порт Посьет (Приморье) – Янцзы (Цзилинь, КНР), а также недавно открытая транзитная грузопассажирская линия Сокчо (Республика Корея) – Зарубино (Приморский край) – Хуньчунь (Цзилинь). Планируемый объем перевозок на этом направлении составит 120 тыс. человек и 12 тыс. двадцатифутовых контейнеров в год [9].

Крупнейшим логистическим центром на территории Приморья является, безусловно, г. Владивосток. Если говорить о водном транспорте, то получение Владивостоком статуса свободного порта усиливает его позиции в транспортно-логистической системе региона многократно. «Географически, – отмечает В.Ю. Слесарева, – территория СПВ является центром международных транспортных коридоров «Приморье-1», «Приморье-2» и планируемого маршрута «Приморье-3», которые соединяют ключевые пункты южного Приморья и приграничный Китай, что дает очевидные стратегические преимущества для России» [7, с. 251]. Без сомнения, Владивосток станет (и отчасти уже является) важным транспортным узлом комплексного типа для Транссиба, Северного морского пути и Нового Шелкового пути. Так, грузооборот морского порта г. Владивосток за последний год возрос почти в 10 раз – таких показателей не дает ни один из крупных российских морских портов. Владивосток в 2017 г., наряду с Новороссийском и Санкт-Петербургом, лидировал по объему контейнерооборота [8].

В Петропавловске-Камчатском (Камчатский край) разработан проект по созданию порта-хаба, который должен решить главную логистическую проблему при доставке российской рыбы в страны АТР и Европу. Проект «Терминал “Сероглазка”» предполагает создание крупного морского рефрижераторного терминала на восточном побережье Камчатки, который обеспечит дос-

туп камчатских производителей к мировым товарным рынкам. В 2017 г., по свидетельству губернатора края В. Илюхина, компания совместно со своим партнером, лидером в области морских контейнерных перевозок в мире – фирмой Maersk Line, уже осуществила первый тестовый судозаход напрямую из Петропавловска-Камчатского в корейский порт Пусан, минуя порт Владивосток [10].

Транспортно-логистическая система региона должна ориентироваться на комплексный принцип функционирования ее крупнейших узлов, таких, как Владивосток, по модели, например, южнокорейского Пусана, через который только в 2010 г. было перевезено 14 млн 190 тыс. контейнеров. Еще один принцип развития системы – диверсифицированность транспортных маршрутов, их взаимозаменяемость, что особенно актуально в условиях геополитической турбулентности. Опыт безальтернативных коммуникаций страна получила в ситуации с транспортировкой газа через территорию Украины. Многовариантность маршрутов позволит купировать часть рисков, связанных с возможным негативным влиянием внешних факторов.

Проведенный аспектный анализ проблемы сотрудничества в АТР позволил сделать ряд выводов, суммировать некоторые дополнительные факты и внести ряд предложений по совершенствованию процессов управления отраслью в условиях взаимовыгодного сотрудничества со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

Выводы и предложения

1. С целью наращивания производственной кооперации в рамках отраслевых цепочек добавленной стоимости важно активнее развивать сотрудничество с судостроительными компаниями стран АТР, в частности с Южной Кореей и Китаем, что обеспечит российский рыбодобывающий флот среднетоннажными судами, в которых особенно нуждаются такие субъекты РФ, как Камчатский край и Сахалинская область.

2. В рамках организационно-информационной деятельности целесообразно создание новых и развитие продуктивно функционирующих отраслевых бизнес-платформ на базе экспозиционных и научных мероприятий, что позволит осуществлять странам АТР стратегическое планирование по закупкам необходимого оборудования для рыбоперерабатывающих и рыболовных предприятий.

3. Необходима интенсификация процесса регулирования правовых отношений между странами АТР, в частности в сфере международного экономического права. Особую важность следует придать усилению транспарентности процессов обмена информацией в рамках межнационального и межблокового сотрудничества.

4. В системе распределения квот на рыбодобычу в регионах, имеющих портовые точки со статусом «свободный порт», должен быть учтен процент квот, планируемых к обмену на зарубежные инвестиции (так называемые инвестквоты).

5. В целях контроля за выловом ВБР, а также с целью прогнозирования возможных объемов рыбодобычи в регионе необходимо восстановить численность научного флота с функцией промысловой разведки. Осуществлять поиск путей для совместного с зарубежными партнерами исследования акваторий Тихого океана и его морских зон.

6. В рамках развития аукционной и биржевой торговли ВБР запланировать в модернизирующихся инфраструктурах свободных портов строительство дополнительных складов-рефрижераторов для долгосрочного хранения выловленной рыбной продукции.

7. В транспортно-логистической системе региона следует предусмотреть вариативность ключевых маршрутов и возможность их частичного или полного дублирования в случае изменения геополитической ситуации.

Литература

1. Яковлев П.П. Азиатско-Тихоокеанский регион и будущее глобальной экономики [Электронный ресурс]. – URL: www.perspektivy.info/.../aziatsko-tihookeanskij_region_i_budushheje_globalnoj_eko.. (дата обращения: 14.09.2017).
2. The World Bank. Gross domestic product 2015. – URL: databank.org/data/download (date of access: 11.03.2017).

3. Михайлова Е.Г. Особенности оценки эффективности использования основных средств в рыбной отрасли // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2017. – Вып. 40. – С. 100–110.
4. Левская И.В. Эффективные механизмы обновления рыбопромыслового флота Камчатского края // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2017. – Вып. 40. – С. 94–99.
5. Флегонтова Т.А. Место России в интеграционной архитектуре АТР: возможности для межблокового взаимодействия // Азиатско-Тихоокеанский регион: новый центр мировой политики и экономики? – Мировое развитие. – Вып. 17. – М.: ИМЭМО РАН, 2017. – С. 103–109.
6. Попова С.А. Реализация инвестиционной стратегии рыбохозяйственного комплекса Камчатского края // Вестник Камчатского государственного технического университета [Bulletin of the Kamchatka State Technical University]. – 2016. – Вып. 35. – С. 118–124.
7. Слесарева В.Ю. Проблема развития транспортно-логистической системы Приморского края: применение опыта республики Корея // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2017. – № 3-2. – С. 258–263.
8. Мировой рынок судостроения начнет восстанавливаться в 2017 году [Электронный ресурс]. – URL: <http://sudostroenie.info/novosti/17653.html> (дата обращения: 02.10.2017).
9. Филиппова Е. Приморье в интеграционных процессах, происходящих в АТР [Электронный ресурс]. – URL: <http://vladnews.ru/846/politika/primore-v-integracionnyh-processah-proishodyashhih-v-atr> (дата обращения: 09.10.2017).
10. Рыбопромышленный комплекс Камчатского края [Электронный ресурс]. – URL: http://gossmi.ru/page/gos1_748.htm (дата обращения: 28.11.2015).

Информация об авторе
Information about the author

Токарева Галина Альбертовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор филологических наук доцент, профессор кафедры истории и философии; Петропавловск-Камчатский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; 683002, Россия, Петропавловск-Камчатский; профессор кафедры экономических и социально-гуманитарных наук; tga41@yandex.ru

Tokareva Galina Albertovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Philological Sciences, Associate Professor, Professor of History and Philosophy Chair; Petropavlovsk-Kamchatsky Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; 683002, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Professor of Economic, Social and Human Sciences Chair; tga41@yandex.ru

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

03.02.00 – Общая биология

05.11.00 – Приборостроение, метрология и информационно-измерительные приборы и системы

05.13.00 – Информатика, вычислительная техника и управление

05.18.00 – Технология продовольственных продуктов

08.00.00 – Экономические науки.

В рамках общих направлений предпочтение отдается следующим профилям:

– научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;

– аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;

– пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;

– социально-экономическое развитие регионов.

Редакция оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю журнала

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна соответствовать указанным выше направлениям, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике. Материалы исследований, присланные в журнал, не должны содержать заимствований из работ, принадлежащих другим ученым. Ссылки на исследования других специалистов даются в порядке, определенном традициями научного сообщества.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале. Журнал публикует статьи на русском языке.

Направление рукописей

Рукописи статей в электронном виде направляются в редакцию журнала по адресу: vestnik@kamchatgtu.ru. Название файла должно содержать фамилию автора статьи.

К рукописи статьи в электронном виде (скан-копии) должны быть приложены:

– анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией (Приложение 1);

– согласие автора о передаче права на публикацию рукописи и распространение в российских и международных электронных базах данных (Приложение 2);

– акт экспертизы / экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации;

– разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации (для внешних авторов).

Рецензирование рукописей

Статьи, присланные в журнал, проходят предварительное (общий допуск) и профильное (официальная рецензия) рецензирование. Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам.

Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

Копии рецензий представляются в Министерство науки и образования РФ при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса.

Опубликование рукописей

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Преимущественное право на публикацию имеют сотрудники КамчатГТУ, аспиранты, завершающие обучение в аспирантуре, и лица, выходящие на защиту диссертации в ближайшее время.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Печатная версия журнала высылается по всем обязательным адресам рассылки.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

Приложение 1

Анкета-заявка

Полные Ф.И.О.	На русском и английском языках
Название статьи	На русском и английском языках
Ученая степень	На русском и английском языках
Ученое звание	На русском и английском языках
Должность (с указанием структурного подразделения)	На русском и английском языках
Место работы	На русском и английском языках
Адрес места работы (обязательно указать индекс)	На русском и английском языках
Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.)	На русском и английском языках
Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)	
Адрес электронной почты (e-mail)	

Приложение 2

Согласие автора

о передаче права на публикацию рукописи в научном журнале
«Вестник Камчатского государственного технического университета»
и распространение в российских и международных электронных базах данных

Я, нижеподписавшийся, _____
(Ф., И., О. автора)
автор рукописи _____

(название рукописи)

передаю на безвозмездной основе редакции научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» неисключительное право на опубликование этой рукописи статьи (далее – Произведение) в печатной и электронной версиях научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета», а также на распространение Произведения путем размещения его электронной копии в базе данных «Научная электронная библиотека» («НЭБ»), представленной в виде информационного ресурса сети Интернет elibrary.ru. Территория, на которой допускается использование вышеуказанных прав на Произведение, не ограничена.

Я подтверждаю, что указанное Произведение нигде ранее не было опубликовано.

Я подтверждаю, что данная публикация не нарушает авторские права других лиц или организаций.

С правилами представления статей в редакцию научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» согласен / согласна.

наименование организации	должность	дата	подпись	расшифровка подписи
-----------------------------	-----------	------	---------	------------------------

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Объем

Объем рукописи статьи не менее 5 страниц в печатном формате журнала и не более 24 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы, информацию об авторах.

Рекомендуемая структура

Статья должна быть структурирована в соответствии с основными исследовательскими позициями (цель, методы, результаты исследования, выводы, список литературы). Структура статьи может незначительно варьироваться с учетом специфики содержания статей по конкретному направлению. В статьях технической, технологической и биологической направленности рекомендовано озаглавливать структурные разделы.

Правила набора

Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11, абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал – 1,0. Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм.

НАЧАЛО СТАТЬИ

Через один межстрочный интервал последовательно приводятся следующие сведения:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
на русском языке указываются инициалы, фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирными буквами, шрифт 11);
- название статьи прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- текст краткой аннотации (≈150 слов), выровненный по ширине полосы (шрифт 10); **аннотация** должна содержать краткое изложение проблемы, указание на технологию или методы исследования, результаты исследования с акцентом на их новизну;
- ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
на английском языке указываются инициалы, фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирными буквами, шрифт 11);
- название статьи прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- текст краткой аннотации (≈150 слов), выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- ключевые слова (не более 10 слов), выровненные по ширине полосы (шрифт 10).

Образец оформления начала статьи

УДК 519.6:550.38

О.В. Мандрикова, И.С. Соловьёв

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные локальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

Ключевые слова: вейвлет-преобразование, магнитные бури, геомагнитные данные.

CHARACTERISTIC DIURNAL CONSTITUENT AND LOCAL FEATURES IN GEOMAGNETIC SIGNAL EXTRACTION METHOD

The article proposes a new wavelet-based method, which allows to distinguish characteristic constituent and local features during magnetic storms in geomagnetic signal in an automatic mode. The local features carry substantial information about the intensity and the dynamic of the development of the geomagnetic perturbations; it allows us to detect sudden commencement because it could be an indicator of onset of the geomagnetic storm. The distinguished characteristic diurnal constituent of the geomagnetic signal describes the field variations in quiet time and its essential changes in periods of increasing geomagnetic activity. The method has been successfully tested on the model signals and the Earth's magnetic field data obtained at the observatory «Paratunka» (village Paratunka, Kamchatka region, Far East of Russia).

Key words: wavelet transform, magnetic storm, geomagnetic data.

ТЕКСТ СТАТЬИ

Основной размер шрифта текста статьи – 11. Таблицы, подрисуночные подписи – 9.

Рисунки. Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже 9 кеглем и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Образец оформления рисунков

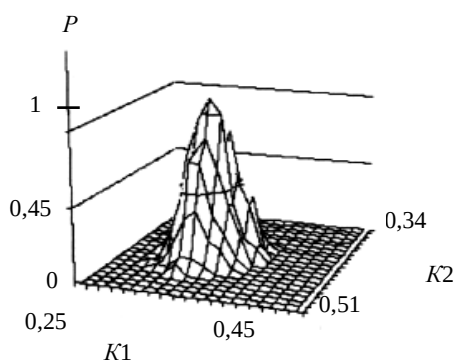


Рис. 3. Функция $P(K1, K2)$ вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

Очевидно, что вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция $p(K1, K2)$ близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве $K1, K2$ в каждой его точке необходимо вычислить значение P – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции $p(K1, K2)$ к сумме значений $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$.

Определив таким образом функцию $P(K1, K2)$ и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например, $P > 0,95$), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров $K1, K2$. Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$ в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих $K1$ и $K2$ как функции u_j .

Формулы. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы, на которые есть ссылки в тексте, нумеруются, и ссылки на них приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Образец оформления формул

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик $K1_j = f(K2_j)$ учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям $y_j^H(x)$.

Таблицы. Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

Образец оформления таблиц

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, преобладали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов
во флоре Авачинской губы в различные периоды

Группы видов	1970 г.		1991 г.		1999 г.	
	Количество видов	%	Количество видов	%	Количество видов	%
Массовые	54	32,7	35	22,15	24	23,3
Частые	46	27,9	36	22,8	6	5,8
Редкие	38	23,0	35	22,15	33	32,1
Единичные	27	16,4	52	32,9	40	38,8
Всего	165	100	158	100	103	100

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

Ссылки. Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Примеры: [1–7] или [1, с. 20] – при ссылке на конкретный фрагмент документа или при использовании прямой цитаты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Список используемых источников приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи и составляется в порядке упоминания источника в статье. Оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Книга одного, двух, трех авторов:

Гришаева Л.И., Цурикова Л.В. Введение в теорию межкультурной коммуникации: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. – М.: Academia, 2006. – 123 с. (Высшее профессиональное образование. Языкознание).

Книга, имеющая более трех авторов:

Методы анализа и обработки сложных геофизических сигналов: моногр. / О.В. Мандрикова, В.В. Геппенер, Д.М. Клионский, А.В. Экало. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 258 с.

Сборники трудов:

Россия и мир: гуманитар. проблемы: межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций. – 2004. – Вып. 8. – С. 145.

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. – 350 с.

Материалы конференций:

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 230 с.

Статьи из журналов, сборников, материалов конференций:

Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 1. – С. 80–86.

Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.

Авторефераты, диссертации:

Горова О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона: дис. ... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Официальные документы:

О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

Патенты:

Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Архивные документы:

Гребенчиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. – Ф. 41. – Ед. хр. 45. – Л. 1–10.

Электронные ресурсы:

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. – 2007. – № 1. – URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

Паринов С.И., Ляпунов В.М., Пузырев Р.Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. – 2003. – Т. 6, вып. 1. – URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.11.2006).

Авилова Л.И. Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс]: состояние проблемы и перспективы исследований // Вести. РФФИ. – 1997. – № 2. – URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Информация обо всех авторах статьи приводится последовательно на русском и английском языках по схеме: фамилия, имя, отчество автора; название организации, индекс, страна, город; степень, звание, должность; электронный адрес (шрифт 10) и размещается в конце статьи.

Образец оформления информации об авторах

Информация об авторах Information about the authors

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

Токарева Галина Альбертовна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор филологических наук; доцент; профессор кафедры истории и философии; Петропавловск-Камчатский филиал Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ; 683002, Россия, Петропавловск-Камчатский; профессор кафедры экономических и социально-гуманитарных наук; tga41@yandex.ru

Tokareva Galina Albertovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Philological Sciences; Associate Professor; Professor of History and Philosophy Chair; Petropavlovsk-Kamchatsky Branch of Russian Presidential Academy of National Economy and Public Administration; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Professor of Economic, Social and Human Sciences Chair; tga41@yandex.ru

**АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ В ЖУРНАЛЕ
«ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ» В 2017 ГОДУ (№ 39–42)**

Артёмов О.Н. Институциональное обеспечение развития предпринимательства в регионе	39	86–96
Архипова Е.А., Данилин Д.Д. Класс Ophiuroidea (тип Echinodermata) шельфа и верхней части склона юго-восточной Камчатки в 2014 году.....	42	54–61
Белов О.А. Задачи исследования электрических полей судов и характеристика методов их решения	40	12–17
Белов О.А. Оценка безопасности эксплуатации судовых энергетических установок.....	42	6–10
Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П., Белавина О.А., Шунькин Д.В. Внедрение усовершенствованного способа контроля систем протекторной защиты стальных корпусов судов камчатского флота	39	6–11
Благоданова М.В. Разработка рецептур вяленого филе камбалы с добавлением дикорастущих растений Камчатского края	40	37–44
Благоданова М.В. Разработка технологии леденцовой карамели с использованием водорослевого отвара.....	42	39–45
Болотова Р.Г., Агунович Ю.А. Аналитическое обеспечение решений о привлечении заемных средств (на примере предприятий рыбной отрасли).....	42	84–90
Бровкин А.Е., Потапов В.В. Очистка природных вод от цветности и мутности с применением наночисточных мембран	41	6–14
Быков Д.Е., Макарова Н.В., Демидова А.В., Еремеева Н.Б. Комбинированный подход к разработке биоразлагаемой съедобной пленки на основе яблочного пюре	41	33–39
Вотинов М.В., Ершов М.А. Исследование влияния инфракрасного излучения на процесс тепловой обработки рыбы	40	18–24
Гаврилов С. В. Начало рыбохозяйственного образования на Камчатке. К 75-летию Камчатского государственного технического университета	40	6–11
Ганич Я.В., Клиппенштейн Е.В., Морозова Ю.С. Исследование уровня удовлетворенности качеством услуг естественных монополий в Камчатском крае.....	42	91–95
Городовская С.Б., Сушкевич А.С. Гаметогенез молоди кеты в периоды ранней морской и осенней миграции в Охотском море и некоторые гистоморфологические изменения в яичниках в 2014 году	39	46–54
Карнаухенко Ю.В. К вопросу о физическом моделировании процесса сушки мяса рапаны (<i>Rapana venosa</i>)	40	45–50
Карпенко В.И., Виноградская А.В. Характеристика некоторых морфо-биологических показателей обыкновенного волосозуба (<i>Trichodon trichodon</i>) в Охотском море в 2014 году....	42	62–70
Клочкова Т.А., Ким Р.В., Ким Г.Х. Развитие заднежаберного моллюска <i>Placida babai</i> (Gastropoda, Opisthobranchia) в искусственных условиях	39	55–64

Корниенко Г.Г., Дудкин С.И., Сергеева С.Г., Ружинская Л.П., Цема Н.И., Бугаев Л.А., Войкина А.В.		
Физиолого-биохимическая характеристика рыб Азово-Черноморского бассейна в условиях современной антропогенной нагрузки.....	40	58–66
Крохалев В.А.		
Моделирование рецептурной формулы пищевой концентратной смеси на основе гречневой крупы, не требующей варки, полученной с применением инфракрасного энергоподвода.....	42	46–53
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).....	41	49–61
Куракин В.И., Казанцева С.М., Шеломенцев В.В.		
Оценка возможностей реализации стратегии инновационного развития России	41	93–99
Кустова И.А., Макарова Н.В., Стулин В.В.		
Многокритериальная оптимизация процесса экстракции выжимок винограда с максимальным антиоксидантным действием	41	40–48
Левская И.В.		
Эффективные механизмы обновления рыбопромыслового флота Камчатского края	40	94–99
Левская И.В., Алферов А.А.		
Особенности и проблемы устойчивого развития региональной предпринимательской системы Дальнего Востока.....	42	96–106
Лозовой А.П., Карпенко В.И.		
Особенности строения чешуи молоди кижуча в нижнем течении реки Коль (западная Камчатка) в 2011 году.....	42	71–76
Максим Е.А., Юрина Н.А., Юрин Д.А., Мачнева Н.Л.		
Способ выращивания молоди осетровых рыб с использованием пробиотиков	40	67–76
Мандрикова О.В., Полозов Ю.А., Фетисова Н.В.		
Анализ ионосферных параметров в программной системе «Auroga».....	41	15–25
Мандрикова О.В., Соловьев И.С.		
Интерактивная система анализа геомагнитных данных	42	11–18
Михайлова Е.Г.		
Особенности оценки эффективности использования основных средств в рыбной отрасли	40	100–110
Михайлова Е.Г.		
Проблемы оценки эффективности основных фондов в рыбохозяйственном комплексе.....	41	100–109
Мурашева М.Ю., Токранов А.М.		
Размерно-возрастная структура бурого морского петушка <i>Alectrias alectrolophus</i> (Stichaeidae) Авачинской губы (восточная Камчатка)	40	77–85
Опрышко Б.А., Швецов В.А., Лях А.П., Белавина О.А., Бессонов А.А.		
Разработка и внедрение оголовка для самоизливающейся наблюдательной скважины месторождений подземных вод	40	25–29
Панина Е.Г., Степанов В.Г., Санамян Н.П., Санамян К.Э.		
Морские ежи и голотурии острова Матуа (Курильские острова).....	41	62–71
Пасько О.В., Тарасова Е.Ю.		
Проектирование ферментированного молочно-злакового продукта для организации питания студентов с использованием QFD-методологии	39	37–45
Погорелов А.Р., Вовженяк И.С., Лозовская С.А.		
Природно-рекреационный потенциал Камчатского края	41	110–116

Погорелов А.Р., Лозовская С.А.		
Социально-экономические факторы и здоровье населения Камчатского края: медико-географические аспекты	39	97–105
Пустовойт С.П.		
Генетическое разнообразие четного и нечетного поколений горбуши <i>Oncorhynchus gorbusha</i> (Walbaum, 1792) реки Ола (Охотское море).....	42	77–83
Пюкке Г. А.		
Метод использования широкополосных электрических сигналов при диагностировании электрических цепей, содержащих реактивные компоненты.....	42	19–28
Пюкке Г.А.		
Тестирование параметров многокомпонентных электрических цепей на основе синтеза диагностируемой структуры	39	12–24
Рудич С.Б.		
Актуализация понятия «Региональная инновационная система»	41	117–130
Санамян К.Э., Санамян Н.П., Панина Е.Г.		
Первые сведения о фауне губок (тип Porifera) прибрежных вод острова Матуа (средние Курильские острова).....	41	72–82
Седова Н.А., Григорьев С.С.		
Определитель личинок креветок семейства Crangonidae (Decapoda, Caridea), проходящих неукороченное развитие в прикамчатских водах	39	65–73
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.....	41	83–92
Сивоконь В.П., Ворошилов И.М., Ханеня Б.И.		
Наблюдения нагретого излучения на Камчатке	40	30–36
Токарева Г.А.		
Проблемы и перспективы сотрудничества России со странами Азиатско-Тихоокеанского региона в рыбной отрасли.....	42	107–113
Токранов А.М.		
Особенности распределения и размерный состав широколобного морского окуня <i>Sebastes glaucus</i> (Sebastidae) в прикамчатских водах Охотского моря	40	86–93
Хусаинова О.В., Карпенко В.И.		
Морфологические особенности камчатских миног рода <i>Lethenteron</i> и их видовая идентификация.....	39	74–85
Чижикова О.Г., Нижельская К.В.		
Перспективы использования пророщенного зерна ржи для мясных рубленых полуфабрикатов геродиетического назначения.....	40	51–57
Шулюпин А.Н., Чермошенцева А.А.		
Некоторые особенности критического истечения пароводяной смеси	39	25–31
Шуныкин Д.В., Швецов В.А., Белавина О.А., Пахомова В.В.		
Зависимость результатов пробирного анализа кварцевых золотосодержащих руд от содержания восстановителя в шихте.....	39	32–36
Шуныкин 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.....	41	26–32
Шуныкин Д.В., Швецов В.А., Пахомова В.В., Белавина О.А.		
К вопросу об использовании результатов научных исследований в лабораториях Министерства природных ресурсов РФ.....	42	29–38
Шушпанов С.А.		
Разграничение объектов бухгалтерского учета по статическим и динамическим характеристикам в процессе кругооборота капитала: системный подход.....	39	106–115

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 29.12.2017 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 14,06. Уч.-изд. л. 14,42. Усл. печ. л. 14,65
Тираж 500 экз. Заказ № 21

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет»