

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



**Научный
журнал**

Основан в 2002 г.

16+

**ВЫПУСК
36**

2016

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский

ISSN 2079-0333

**ВЕСТНИК
Камчатского
государственного
технического
университета**



**Научный
журнал**

Основан в 2002 г.

Bulletin of Kamchatka State Technical University

Журнал 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

36

2016

Петропавловск-Камчатский

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Левков С.А. (главный редактор)	доктор социологических наук, ректор 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 проблем рационального использования водорослей Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра
Карпенко В.И.	доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Клочкова Н.Г.	доктор биологических наук, профессор кафедры экологии и природопользования Камчатского государственного технического университета
Короченцев В.И.	доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой приборостроения Дальневосточного федерального университета
Лобков Е.Г.	доктор биологических наук, профессор кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры Камчатского государственного технического университета
Мандрикова О.В.	доктор технических наук, доцент, профессор кафедры информационно-телекоммуникационных систем и технологий Белгородского государственного национального исследовательского университета
Приходько Ю.В.	доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой продуктов питания из растительного сырья и технологии живых систем Дальневосточного федерального университета
Проценко И.Г.	доктор технических наук, профессор, профессор кафедры информационных систем Камчатского государственного технического университета
Пюкке Г.А.	доктор технических наук, доцент, профессор кафедры систем управления Камчатского государственного технического университета
Растамханова Л.Н.	доктор экономических наук, доцент, генеральный директор ООО «Управляющая компания «Региональная академия системных технологий и амплификационного мышления»
Швецов В.А.	доктор химических наук, доцент, профессор кафедры электро-и радиооборудования судов Камчатского государственного технического университета
Шевцов Б.М.	доктор физико-математических наук, профессор, директор Института космофизических исследований и распространения радиоволн Дальневосточного отделения Российской академии наук

EDITORIAL BOARD

Levkov S.A. (Editor-in-chief)	Doctor of Sociological Sciences, Rector of Kamchatka State Technical University
Tokareva G.A. (Scientific Editor)	Doctor of Philological Sciences, Associate Professor, 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 JSC Scientific Research Institute of Economics and Organization of Maintenance Supply, member of CEO
D'yakov U. P.	Doctor of Biological Sciences, Senior Researcher of Marine Biological Resources Chair of Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography
Kadnikova I.A.	Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Leading Researcher of Seaweed Management Problems Laboratory of Pacific Research Fishery Centre
Karpenko V.I.	Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair of Kamchatka State Technical University
Klochkova N.G.	Doctor of Biological Sciences, 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
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, Associate Professor, Professor of Information and Telecommunication Systems and Technologies Chair of Belgorod State National Research University
Prihod'ko J.V.	Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Plant-Based Foodstuffs and Technology of Living Systems Chair of Far Eastern Federal University
Protsenko I.G.	Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Information Systems Chair of Kamchatka State Technical University
Pyukke G.A.	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Control Systems Chair of Kamchatka State Technical University
Rastamkhanova L.N.	Doctor of Economic Sciences, Associate Professor, General Director of LLC «Management company «Regional Academy of System Technologies and Amplification Thinking»
Shvetsov V.A.	Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, 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 Radiowaves Propagation of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Science

Содержание

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Белафина О.А., Швецов В.А.

Исследование операции перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания	6
---	---

Белозёрров П.А., Швецов В.А., Петренко О.Е., Коростылёв Д.В.,

Белафина О.В., Кириосенко В.В.

Обоснование выбора переносного милливольтметра для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов.....	12
--	----

Пюкке Г.А.

Формула Эйлера над телом кватернионов	19
---	----

Алешков А.В., Каленик Т.К., Моткина Е.В.

Инновации в пищевой индустрии: системное обобщение	28
--	----

Афанасьева К.М., Луенко Н.К.

Характеристика рыбных продуктов с ветчинной структурой	39
--	----

Благодарова М.В.

Исследование влияния ЭДТА динатриевой соли на качество и сроки годности палтуса холодного копчения	44
---	----

Гришин А.С., Помоз А.С., Бредихина О.В., Парошин А.А.

Сравнительная оценка рецептур консервов из икры и молок сома различного состава путем решения стандартной оптимизационной задачи	51
---	----

Нугманов А.Х.-Х., Алексанян И.Ю.

Феноменологическая модель процесса переноса пищевых калорий в продуктах питания	57
---	----

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Корреляционные зависимости содержания загрязняющих веществ в донных отложениях на примере Авачинской губы	63
--	----

Лопатина Н.А., Клочкова Н.Г.

Род <i>Lukinia</i> (Rhodophyta: Gigartinales) в морях российского Дальнего Востока	74
--	----

Седова Н.А., Мурашева М.Ю., Григорьев С.С.

Характеристика некоторых малочисленных и редко встречаемых видов мизид (Crustacea, Mysidacea) из прикамчатских и смежных вод	79
---	----

Степанов В.Г., Панина Е.Г., Шаповров Р.А.

Видовой состав голотурий дальневосточных морей России, VIII: объем таксонов, общий характер распределения	88
--	----

РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Казанцева С.М., Шеломенцев В.В.

Проблемы развития регионального бизнеса	97
---	----

Матузова И.В.

Принципы анализа предпринимательской активности	101
---	-----

Шилова Н.Н., Киселица Е.П. Люфт С.А.

Оценка влияния промышленного кластера на экономику региона.....	108
---	-----

С.А. Шушпанов

О соответствии хозяйственных операций стадиям кругооборота оборотного капитала	115
--	-----

Правила направления, рецензирования и опубликования рукописей статей	123
--	-----

Правила оформления рукописей статей	125
---	-----

Contents

SECTION I. TECHNICAL SCIENCES

Belavina O.A., Shvetsov V.A. Researching bulk sample mixing of gold-containing ores by sifting method	6
Belozerov P.A., Shvetsov V.A., Petrenko O.E., Korostylev D.V., Belavina O.V., Kirnosenko V.V. Rationale for choosing a portable millivoltmeter for measuring protective potential of steel hulls of ships and vessels	12
Pyukke G.A. Euler's formula on the body of quaternion	19
Aleshkov A.V., Kalenik T.K., Motkina E.V. Food industry innovations: systematic synthesis	28
Afanasyeva K.M., Luyenko N.K. Characteristics of fish products with ham structure	39
Blagonravova M.V. Researching the influence of EDTA-Na ₂ on quality and use-by date of cold-smoked halibut	44
Grishin A.S., Pomoz A.S., Bredikhina O.V., Paroshin A.A. Comparative rating of canned food recipes from catfish roe and milt with different composition by means of standard optimization task solution	51
Nugmanov A. H.-H., Aleksanyan I. Yu. Phenomenological models of transporting food calories in foods	57

SECTION II. BIOLOGICAL SCIENCES

Kasperovich E.V., Shvetsov V.A., Petrenko O.E., Archibisov D.A., Lyakisnev M.S. Correlation dependences of the pollutant content in bottom deposits on the example of Guba Avachinskaya	63
Lopatina N.A., Klochkova N.G. The genus <i>Lukinia</i> (Rhodophyta: Gigartinales) in the Far-Eastern seas of Russia	74
Sedova N.A., Murasheva M.Yu., Grigoriev S.S. Characteristics of some scarce and seldom caught species of mysids (Crustacea, Mysidacea) in near Kamchatka and adjacent waters	79
Stepanov V.G., Panina E.G., Shaporev R.A. Species composition of the sea cucumbers (Holothuroidea) in the Far-Eastern seas of Russia, VIII: the amount of taxons, general character of placement	88

SECTION III. SOCIO-ECONOMIC AND PUBLIC SCIENCES

Kazantceva S.M., Shelomentsev V.V. Problems of regional business development	97
Matuzova I.V. Principles for the analysis of business activity	101
Shilova N.N., Kiselica E.P., Luft S.A. Evaluation of the influence of the industrial cluster on regional economy	108
Shushpanov S.A. About conformity of business transactions to stages of working capital circuit	115
Regulations for manuscripts direction, reviewing and publication	123
Manuscripts guidelines	125

РАЗДЕЛ I. ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 553.411.08

О.А. Белавина, В.А. Швецов

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

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОПЕРАЦИИ ПЕРЕМЕШИВАНИЯ ГРУППОВЫХ ПРОБ
ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ РУД СПОСОБОМ ПРОСЕИВАНИЯ**

В статье приведены результаты исследования операции перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания. Показано, что для перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания следует использовать сита с размерами отверстий в диапазоне значений 1–2 мм. В качестве критериев гомогенности материала групповых проб золотосодержащих руд можно использовать органолептические характеристики проб. Предложенная методика перемешивания групповых проб повышает экспрессность операции перемешивания групповых проб и обеспечивает требуемую точность результатов определения золота пробирным и атомно-эмиссионным методами.

Ключевые слова: групповые пробы золотосодержащих руд, перемешивание проб способом просеивания, однородность материала групповых проб, точность результатов анализа.

O.A. Belavina, V.A. Shvetsov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatky, 683003)
Researching bulk sample mixing of gold-containing ores by sifting method

The article presents the results of the study on mixing bulk sample of gold-containing ores by sifting method. It is shown that a sieve with 1–2 mm openings should be used for mixing bulk samples of gold-containing ores by sifting method. Organoleptic properties of bulk samples can be used as criteria for homogeneity of the bulk sample material of gold-containing ores. The proposed method to mix bulk samples increases the expressivity of the mixing operation and provides the accuracy of the results to reveal gold by assay and atomic emission methods.

Key words: bulk samples of gold-containing ores, mixing by sifting method, mixing of bulk samples by sifting method, homogeneity of the material of bulk samples, accuracy of the analysis results.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-6-11

Введение

В работах [1–3] в качестве эффективного средства контроля качества результатов пробирного и атомно-эмиссионного методов анализа предложено использовать групповые пробы. При этом становится актуальным вопрос о способе перемешивания таких проб при их подготовке к анализу. В работе [4] приведен обзор механических устройств для перемешивания порошкообразных материалов и рекомендуется использовать механическое перемешивание вместо ручного. В работе [5] сравнивается эффективность операций перемешивания опробуемых материалов как ручным, так и механическим способами. При этом автор [5] рекомендует использовать для перемешивания проб механический барабанный смеситель, снабженный сеткой с отверстиями 0,21 мм. Однако использование этого устройства в практике (в Центральной лаборатории ОАО «Камчатгеология») показало, что данный способ перемешивания не пригоден для рутинного анализа вследствие его низкой экспрессности, так как на очистку устройства от остатков материала перемешанной пробы уходит много времени (10–15 мин). Поэтому в НД [6] для перемешивания проб рекомендуется использовать следующие способы ручного перемешивания: способ перекачивания на листе кальки или на клеенке и способ кольца-конуса. При использовании способа перекачивания, получившего наибольшее распространение в производственных аналитиче-

ских лабораториях, устраняется операция очистки оборудования от остатков материала перемешанной пробы, что повышает экспрессность пробоподготовки. Однако как показали исследования, выполненные авторами [7, 8], область применения этого способа имеет ограничения, а именно: способ перекачивания целесообразно применять для перемешивания проб с содержанием «редких» частиц [8] в количестве 0,5% и более. При содержаниях «редких» частиц <0,5% данный способ не обеспечивает качественного перемешивания. Кроме того, операция перемешивания способом перекачивания материала пробы на листе кальки или на клеенке является монотонной и поэтому утомительной работой. В работах [9, 10] для перемешивания порошкообразных материалов рекомендуется использовать способ четырехкратного просеивания их через сито. В этом случае операцию перемешивания порошкообразных материалов можно механизировать с помощью устройств [11] для механического рассева порошкообразных материалов (например, лабораторного ситового анализатора модели 71⁶ ГР или лабораторного рассеивателя типа УМЗ-1). Следует отметить, что при соблюдении установленных в нормативных документах (НД) [6] требований к степени измельчения материала проб (размер частиц пробы –0,071 мм) размер отверстий сита должен находиться в интервале значений 0,14–0,21 мм, что соответствует рекомендациям [5]. Однако при использовании сит с такими размерами отверстий возникает следующая проблема: отверстия сит забиваются материалом пробы, и просеивание приходится проводить с помощью мягкой кисти [6], что снижает экспрессность операции и повышает ее трудоемкость. Сита после приготовления групповой пробы также очищают с помощью мягкой кисти в вытяжном шкафу. По мнению авторов, существующие рекомендации [5, 6, 9, 10] по выбору размера отверстий сита для смешения порошкообразных материалов недостаточно обоснованы, поэтому необходимо проведение дополнительных исследований, позволяющих установить оптимальный размер отверстий сит, используемых для перемешивания порошкообразных материалов.

Цель настоящей работы – исследовать операцию перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания и определить оптимальный размер отверстий сита.

Оборудование, материалы и методы исследования

Для приготовления групповых проб использовали рядовые (рабочие) пробы кварц-сульфидной золотосодержащей руды, измельченные до крупности частиц –0,071 мм и пробы кварцевой золотосодержащей руды, измельченные до крупности частиц –0,2 мм на отечественном оборудовании (дробилка геологическая щековая ДГЩ 100×60, валковая дробилка ДВ 200×125, измельчитель вибрационный ИВ-4).

Групповые пробы с массой примерно 500 г готовили следующим образом: отбирали навески по 10 г из 49 проб разного цвета, измельченных до крупности зерна –0,071 мм и одну навеску материала проб кварцевой руды массой 4,9 г, измельченного до крупности зерна –0,2 мм. Материал последней навески содержит следующие фракции крупности: +0,071–0,08 мм – 20%; +0,08–0,1 мм – 40%; +0,1–0,2 мм – 40%. Навески взвешивали на весах лабораторных ВЛТК-500г-М с точностью ±0,1 г. Перемешивание отобранных навесок выполняли способом просеивания с использованием стандартных [12] (стальных) сит с размером отверстий 0,21; 0,4; 1,0; 1,25; 2,0; 2,5; 5,0; 10,0; 20,0; 40,0; 70,0 мм [12]. При этом материал навески, измельченной до крупности зерна –0,2 мм, высыпали в сито в последнюю очередь. На сите с размером отверстий 0,21 мм просеивание пробы выполняли с помощью мягкой кисти. При использовании сита с размером отверстий 0,4 мм с целью уменьшения комкования (аутогезии) материала использовали металлические шайбы [13] в количестве 10 шт.

Необходимое количество просеиваний определяли с помощью результатов контроля качества операции перемешивания проб. Качество перемешивания проб определяли после каждого просеивания по методике, разработанной авторами [8] (методика предполагает использование тактильных ощущений оператора для определения равномерности распределения в пробе частиц фракции крупности +0,08–0,2 мм), и по однородности цвета материала пробы [14] (проверяли однородность цвета материала пробы с помощью лупы, при наблюдении пробы с расстояния 25 см на гладкой поверхности пробы, сформированной прижатием ложки, не должно быть видимых включений разного цвета).

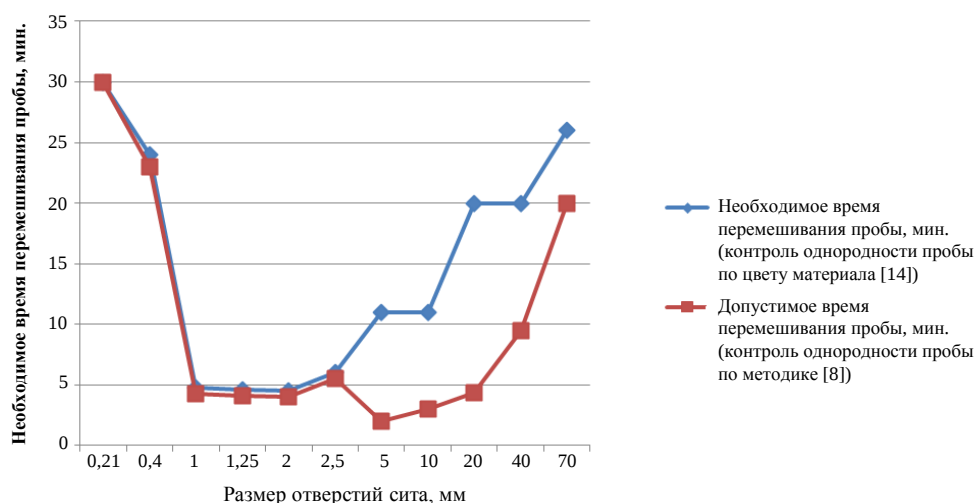
Эксперименты и их обсуждение

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие эксперименты, результаты которых приведены в табл. 1 и на рисунке.

Таблица 1

Условия перемешивания групповых проб способом просеивания

Характеристики условий перемешивания	Эксперимент №											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размер ячейки сита, мм	0,21	0,4	0,4	1,0	1,25	2,0	2,5	5,0	10,0	20,0	40,0	70,0
Продолжительность однократного просеивания, мин (с)	10	5	4	2	2	1,5	1,5	1	0,5 (30)	0,33 (20)	0,25 (15)	0,25 (15)
Доля поверхности сита, покрытая комками, %	30	25	10	10	10	10	10	нет	нет	нет	нет	нет
Время распада комков, с	300	120	120	15	15	10	10	0	0	0	0	0
Использование дополнительной очистки сита с помощью кисти	да	да	нет	нет	нет	нет	да	нет	нет	нет	нет	нет
Использование дополнительной очистки сита с помощью шайб	нет	нет	да	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
Количество просеиваний, необходимое для равномерного распределения частиц фракции крупности +0,071–0,2 мм	4	5	5	6	6	6	6	2	4	7	12	12
Количество просеиваний, необходимое для достижения однородности цвета пробы	4	5	5	6	6	6	6	10	14	18	22	22



Графики зависимости времени перемешивания групповых проб от размера отверстий сита

Сравнение результатов экспериментов, выполненных при разных условиях, показало:

1. Выполнение операции просеивания материала пробы через сито с размером отверстий 0,21 и 0,4 мм сопровождается выделением пыли, комкованием (аутогезией) материала пробы, забиванием отверстий сита материалом, необходимостью использования дополнительных средств очистки сита, что обуславливает низкую экспрессность операции перемешивания групповых проб.

2. Перемешивание групповых проб способом просеивания их через сито с размером отверстий 1,0; 1,25 и 2,0 мм сопровождается комкованием (аутогезией) только в самом начале просеивания, поэтому вспомогательные средства очистки сита применять нет необходимости, что повышает экспрессность операции перемешивания групповых проб.

3. Перемешивание групповой пробы способом просеивания через сито с размером отверстий 2,5 мм сопровождается комкованием (аутогезией) в начале процесса просеивания, а в конце просеивания – налипанием (адгезией) материала на сетку сита, выполненную из более толстых проволок, поэтому необходимо очищать сито с помощью мягкой кисти, что снижает экспрессность операции перемешивания групповых проб.

4. Использование для просеивания пробы сита с размером отверстий 5,0 и 10,0 мм комкования материала пробы не вызывает, вспомогательные средства применять нет необходимости. По количеству просеиваний и времени пребывания материала в сите способ аналогичен способу пересыпания [10].

5. Перемешивание групповых проб способом просеивания через сита с размером отверстий 20,0; 40,0 и 70,0 мм обеспечивает удовлетворительное качество перемешивания только при большом (18–22) количестве просеиваний, такая работа становится монотонной и утомляет оператора.

6. Удовлетворительное качество перемешивания, контролируемое по методике [8] и по однородности цвета [14], в экспериментах № 1–7 достигается одновременно. В экспериментах № 8–12 для достижения равномерности распределения в пробе частиц крупности +0,08–0,2 мм необходимо выполнить от 2 до 12 просеиваний, а для достижения однородности материала пробы по цвету – от 10 до 22 просеиваний.

7. При исследовании методики [8] коэффициент вариации количества обнаруженных «редких» частиц в пробе составил 6–20%, а согласно ГОСТ 141-80 (с. 9, табл. 4) проба считается весьма однородной, если коэффициент вариации 13% и менее, и однородной, если коэффициент вариации 13–20%.

Результаты выполненных экспериментов позволяют сделать следующие рекомендации:

1) для перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания следует использовать сита с размерами отверстий в диапазоне значений 1–2 мм;

2) однородность материала групповой пробы золотосодержащих руд целесообразно оценивать по однородности ее цвета;

3) если контроль однородности пробы по ее цвету использовать невозможно, то пробу просеивают через сито 10 раз.

Для подтверждения обоснованности данных рекомендаций был выполнен следующий эксперимент. Анализировали пробирным [15] методом 7 партий проб золотосодержащих руд первой группы (кварцевых, кварц-сульфидных, кварц-карбонатных, кварц-каолинит-хлоритовых), отобранных на различных месторождениях Камчатского края. Согласно НД [16] выполнили оперативный контроль внутрилабораторной прецизионности результатов анализа. Результаты данного вида контроля приведены в табл. 2. Затем из каждой рядовой пробы, содержащей золото в количестве не менее 0,2 г/т [16], отбирали аналитическую навеску массой 25–100 г с учетом результатов исследований [15]. Навески классифицировали по диапазонам измерений золота согласно НД [16], затем объединили их в групповые пробы, соответствующие установленным [16] диапазонам измерений золота. Для каждой партии проб золотосодержащих руд рассчитали содержание золота в групповых пробах. Масса групповой пробы зависела от количества рядовых проб, входящих в конкретный диапазон измерений золота, и находилась в интервале значений 200–500 г. Групповые пробы перемешивали 6–10 раз с помощью лабораторного сита с размером отверстий 1,0 мм, после чего анализировали их пробирным методом. Результаты анализа групповых проб приведены в табл. 2 и указывают на эффективность использования групповых проб, так как сокращается количество контрольных анализов в 2–5 раз, а достоверность результатов контроля не снижается.

Таблица 2

Показатели оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов пробирного анализа золотосодержащих руд

№ партии проб	Количество проб в партии	Нормативное количество контрольных проб (количество проб для которых $d_r^* < 0,5D_r^{**}$)	Диапазон измерений Au, г/т	Количество рядовых проб в групповой пробе	Содержание Au в групповой пробе, г/т		Относительное расхождение между расчетным и экспериментальным содержаниями Au, %	
					расчетное, C_p	эксперимент, C_s	фактическое d_r^*	допустимое $0,5D_r^{**}$
1	46	8 (0)	0,2–0,49	5	0,31	0,32	3,2	34,95
			0,5–1,9	21	1,15	1,24	8,0	31,45
			2,0–4,9	12	3,23	3,56	9,7	20,95
			5,0–9,9	5	6,48	7,08	8,8	14,0

Окончание табл. 2

№ партии проб	Количество проб в партии	Нормативное количество контрольных проб (количество проб для которых $d_r^* < 0,5D_r^{**}$)	Диапазон измерений Au, г/т	Количество рядовых проб в групповой пробе	Содержание Au в групповой пробе, г/т		Относительное расхождение между расчетным и экспериментальным содержаниями Au, %	
					расчетное, C_p	эксперимент, C_s	фактическое d_r^*	допустимое $0,5D_r^{**}$
2	48	8 (0)	0,2–0,49	7	0,25	0,20	22,2	34,95
			0,5–1,9	15	0,88	0,80	9,5	31,45
			2,0–4,9	4	3,20	3,36	4,9	20,95
			5,0–9,9	2	6,60	6,40	3,1	14,0
3	61	13 (0)	0,2–0,49	13	0,30	0,24	22,2	34,95
			0,5–1,9	26	1,17	1,00	15,7	31,45
			2,0–4,9	8	3,79	3,12	19,4	20,95
			5,0–9,9	8	6,98	6,32	9,9	14,0
4	103	20 (0)	0,2–0,49	14	0,29	0,32	9,8	34,95
			0,5–1,9	11	1,05	1,06	0,9	31,45
			2,0–4,9	8	3,04	3,00	1,3	20,95
			5,0–9,9	2	7,05	7,32	3,8	14,0
5	109	20 (0)	0,2–0,49	38	0,26	0,31	17,5	34,95
			0,5–1,9	33	1,37	1,28	6,8	31,45
			2,0–4,9	3	2,44	2,28	6,8	20,95
			5,0–9,9	2	8,65	9,12	5,3	14,0
6	117	20 (0)	0,2–0,49	33	0,26	0,26	0	34,95
			0,5–1,9	26	0,84	0,80	4,9	31,45
			2,0–4,9	6	3,39	3,36	0,9	20,95
			5,0–9,9	7	7,03	7,04	0,1	14,0
7	118	20 (0)	0,2–0,49	22	0,37	0,30	20,9	34,95
			0,5–1,9	46	0,85	1,00	16,2	31,45
			2,0–4,9	20	3,33	3,64	8,9	20,95
			5,0–9,9	8	6,86	6,48	5,7	14,0

Примечание. Относительное расхождение между расчетным и экспериментальным содержаниями Au (%):

фактическое – $d_r^* = 2 \cdot |C_p - C_s| \cdot 100 / (C_p + C_s)$;

допустимое – $0,5D_r^{**}$; D_r^{**} – норматив оперативного контроля прецизионности результатов пробирного анализа проб золотосодержащих руд в зависимости от диапазона измерений Au [17, с. 69].

Заключение

Результаты исследования операции перемешивания групповых проб золотосодержащих руд способом просеивания подтверждают целесообразность использования предлагаемых авторами рекомендаций по приготовлению групповых проб, используемых для пробирного и атомно-эмиссионного методов анализа [2, 3, 17]. Результаты анализа групповых проб указывают на эффективность их использования в рутинном анализе, так как сокращается количество контрольных анализов в 2–5 раз, а достоверность результатов контроля не снижается.

Литература

1. Швецов В.А. Химическое опробование золоторудных месторождений. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2008. – 220 с.
2. Совершенствование оперативного контроля внутрилабораторной прецизионности результатов пробирного анализа геологических проб золотосодержащих руд / В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Н.В. Адельшина, О.А. Белавина // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. – 2009. – Т. 75, № 12. – С. 63–65.
3. 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. – Т. 78, № 12. – С. 73–74.
4. Кузнецов Ю.Н., Стахеев Ю.И. Механизация и автоматизация операций эмиссионного спектрального анализа порошков (обзор) // Заводская лаборатория. – 1969. – Т. 35, № 4. – С. 438.

5. Романов Н.Р. Сравнение эффективности операций перемешивания опробуемых материалов // Заводская лаборатория. – 1965. – Т. 31, № 10. – С. 1231–1234.
6. ОСТ 41-08-249-85 Управление качеством аналитической работы. Подготовка проб и организация выполнения количественного анализа в лабораториях Мингео СССР. Общие требования. – М.: ВИМС, 1985. – 32 с.
7. К вопросу о перемешивании лабораторных проб золотосодержащих руд первой группы способом перекачивания / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 17. – С. 16–21.
8. Разработка новых методик контроля качества операции перемешивания тонкоизмельченных проб минерального сырья / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, Д.В. Шунькин // Вестник КамчатГТУ. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – Вып. 18. – С. 19–23.
9. ГОСТ 23148-98. Порошки, применяемые в порошковой металлургии. Отбор проб [Электронный ресурс]. – URL: http://tehnorma.ru/gosttext/gost/gost_3642.htm (дата обращения 09.04.2013).
10. Смешивание веществ. Перекачивание. Пересыпание. Просеивание [Электронный ресурс]. – URL: [xumich.ucoz.ru>publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35](http://xumich.ucoz.ru/publ/domashnjaja...smeshivanie...8-1...35) (дата обращения 09.04.2013).
11. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. Справочник / под ред. И.Ф. Барышникова. 2-е изд. – М.: Металлургия, 1978. – С. 108.
12. ГОСТ Р 51568-99 (ИСО 3310-1-90) Сита лабораторные. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: [docs.cntd.ru>document/1200026135](http://docs.cntd.ru/document/1200026135) (дата обращения 14.03.2016).
13. ГОСТ 11371-78. Шайбы. Технические условия [Электронный ресурс]. – URL: [docs.cntd.ru>document/1200003915](http://docs.cntd.ru/document/1200003915) (дата обращения 14.03.2016).
14. Однородность смешивания [Электронный ресурс]. – URL: [static.ofar.ulstu.ru>6747/ 4 гл. тритураций.htm](http://static.ofar.ulstu.ru/6747/4%20гл.%20тритураций.htm). (дата обращения 09.04.2013).
15. Швецов В.А., Пахомова В.В. СТП13-008-09. Определение золота и серебра в золотосеребряных рудах и продуктах их переработки пробирным методом. – Петропавловск-Камчатский: ОАО «Камчатгеология», 2009. – 17 с.
16. ОСТ 41-08-214-04. Управление качеством аналитической работы. Внутренний лабораторный контроль точности (правильности и прецизионности) результатов количественного химического анализа. – М.: ВИМС, 2004. – 92 с.
17. Смеситель порошкообразных материалов: пат. 141243 Российская Федерация, U1 МПК В01F 11/00 (2006.01). / О.А. Белавина, В.А. Швецов, В.В. Пахомова, В.А. Пахомов / заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). – № 2013143250/05; заявл. 24.09.2013. опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15.

Информация об авторах Information about 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

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

Shvetsov Vladimir Alekseevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Chemical Sciences; Associate Professor; Professor of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair; oni@kamchatgtu.ru

УДК 620.197-791.2:629.5.023

П.А. Белозёров¹, В.А. Швецов¹, О.Е. Петренко¹, Д.В. Коростылёв¹,
О.В. Белавина¹, В.В. Киросенко²

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

²ОАО «Камчатскэнерго», Петропавловск-Камчатский, 683030
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ПЕРЕНОСНОГО МИЛЛИВОЛЬТМЕТРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ЗАЩИТНОГО ПОТЕНЦИАЛА СТАЛЬНЫХ КОРПУСОВ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ

Согласно ГОСТ 9.056-75 при эксплуатации систем защиты судна (корабля) от коррозии необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна. Однако экипажи судов и кораблей эту работу не выполняют. Одной из причин невыполнения экипажами своих должностных обязанностей является отсутствие точных указаний по выбору типа переносного мультиметра. Цель исследования – обосновать выбор переносного мультиметра (мультиметра), пригодного для выполнения измерений защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов в контрольных точках. Для достижения этой цели необходимо было выявить зависимость результатов измерений защитного потенциала от типа мультиметров. Поставленная цель была достигнута с помощью планируемых экспериментов и методов математической статистики. Установлено, что измерения потенциала корпуса судна (корабля) можно выполнять с помощью любого дешевого бытового мультиметра. Прецизионность результатов измерений при этом соответствует требованиям ГОСТ 9.056-75. Таким образом, показано, что затраты на измерение потенциала стальных корпусов кораблей и судов можно значительно снизить. Это позволит экипажам судов и кораблей осуществлять оперативный контроль систем защиты стальных корпусов кораблей и судов от коррозии. Результаты этого контроля в свою очередь позволят своевременно направлять суда и корабли в док, что приведет к снижению стоимости судоремонтных работ и сроков их выполнения.

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

P.A. Belozarov¹, V.A. Shvetsov¹, O.E. Petrenko¹, D.V. Korostylev¹, O.V. Belavina¹, V.V. Kirnosenko²
(¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²“Kamchatskenergo”, Plc, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683030) **Rationale for choosing a portable millivoltmeter for measuring protective potential of steel hulls of ships and vessels**

According to State Standard Specification 9.056-75, regular measuring of hull potential is necessary when protection systems of vessels are in operation. However, crews of ships and vessels do not fulfill this job. One of the reasons of not performing their responsibilities is the absence of precise instructions on the choice of a portable millivoltmeter. The aim of this investigation is to justify the choice of a portable millivoltmeter (multimeter) suitable for fulfilling measurements of the protective potential of steel hulls in test points. To achieve this aim it is necessary to find out the dependence of the results of protective potential measurements on the type of a millivoltmeter. The stated aim has been achieved with the help of experiments and methods of mathematical statistics. The results of the investigation show that measurements of hull potential can be done with any domestic multimeter. The precision of the results of the investigation conforms to the requirements of State Standard Specification 9.056-75. Thus, the expenditures for measuring potential of steel hulls can be reduced. It enables crews of ships and vessels to fulfill operational control over the systems of corrosion protection of steel hulls. The results of this control will in turn enable to direct ships and vessels to the dock and it will reduce the costs and due dates of ship-repair works.

Key words: corrosion of steel hull, multimeter, millivoltmeter, electrical-chemical protection of the hull from corrosion, measuring of protective potential of hull, reference electrode, methodology of measuring the protective potential of ships and vessels.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-12-18

Коррозия стальных корпусов кораблей и судов – одна из главных причин износа судов, снижения их прочности и безопасности [1, 2]. Предупреждение преждевременного износа корпуса судна (корабля) является повседневной задачей экипажа [3, 4]. Для защиты от коррозии на кораблях и судах используют системы электрохимической защиты (катодные и протекторные), которые должны обеспечить необходимый (от $-0,75$ до $-1,05$ В) защитный потенциал корпуса [5, 6].

Согласно нормативным документам (НД) [6, 7] при эксплуатации систем электрохимической защиты необходимо периодически измерять потенциал корпуса судна с помощью переносного милливольтметра и переносного хлорсеребряного электрода сравнения. Согласно НД [6] в качестве переносного милливольтметра следует использовать следующие электроизмерительные приборы отечественного производства: Ц-434, Ц-4312, Ц-4313, Ц-4340, Ц4315, Ц-4353, М-1109. Однако использование этих приборов на рыбопромысловых судах Камчатского края практически невозможно, так как они отсутствуют в свободной продаже и их стоимость с учетом доставки значительно выше, чем у аналогичных приборов, находящихся в свободной продаже.

Согласно НД [7] системы протекторной защиты должны содержать «переносной милливольтметр для измерения потенциала корпуса защищаемого объекта с входным сопротивлением не менее 20 кОм на Вольт, класса точности не ниже 2,5 по ГОСТ 10374-82 и ГОСТ 8711-78». Так как НД [7] не регламентирует жестко тип милливольтметра, то следует оценить возможность использования доступных и дешевых мультиметров производства КНР для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов. Использование дешевых мультиметров, находящихся в свободной продаже, позволит экипажам рыбопромысловых судов осуществлять контроль эффективности эксплуатации систем протекторной защиты. Однако использование таких приборов на судах необходимо обосновать [8].

Цель исследования – обоснование выбора переносного милливольтметра для измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов.

Для достижения поставленной цели был выполнен следующий эксперимент. В течение одного дня замеряли защитный потенциал пассажирского судна «Василий Завойко» в районе кормы, в точке № 5. Измерения проводили по методике [9] поочередно при помощи четырех типов бытовых мультиметров (UT203, MAS830L, M832, DT830B) и переносного электрода сравнения. В качестве электрода сравнения использовался сначала хлорсеребряный электрод (ХСЭ) марки ЭСО-01, а затем графитовый электрод. Все переносные мультиметры были приобретены в магазинах электротоваров. С помощью каждого мультиметра выполнили по 30 измерений потенциала корпуса судна при использовании графитового и хлорсеребряного электродов. Измерения потенциала корпуса проводили при стояночном режиме судна в Авачинской губе, хорошей погоде и минимальном волнении моря. Для каждой из полученных четырех выборок (серий) измерений рассчитали среднее значение результатов измерений, выборочную дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации [10]. Результаты эксперимента и статистических расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты измерений защитного потенциала корпуса пассажирского судна «Василий Завойко» в контрольной точке № 5, выполненные с помощью различных мультиметров и электродов сравнения

18.12.14	Значения потенциала, мВ, полученные при использовании мультиметра №							
№ измерения	Типы мультиметров							
	1	2	3	4	1	2	3	4
	(UT203)	(MAS830L)	(M832)	(DT830B)	(UT203)	(MAS830L)	(M832)	(DT830B)
	Использовался хлорсеребряный электрод				Использовался графитовый электрод			
1	610	602	603	600	482	471	473	469
2	610	601	603	600	482	471	473	469
3	610	602	604	600	482	471	474	469
4	611	602	604	601	482	471	474	469
5	610	602	604	601	482	472	474	469
6	610	602	604	600	482	472	474	470
7	609	602	603	600	482	471	473	470
8	610	602	603	600	482	472	474	469
9	610	602	603	600	482	472	474	469
10	610	602	603	600	482	472	474	469
11	610	602	604	600	482	472	474	469
12	610	602	603	601	482	472	474	470

Окончание табл. 1

18.12.14	Значения потенциала, мВ, полученные при использовании мультиметра №							
№ измерения	Типы мультиметров							
	1 (UT203)	2 (MAS830L)	3 (M832)	4 (DT830B)	1 (UT203)	2 (MAS830L)	3 (M832)	4 (DT830B)
	Использовался хлорсеребряный электрод				Использовался графитовый электрод			
13	610	602	603	600	482	472	474	470
14	610	602	604	600	482	472	474	470
15	610	602	603	600	482	473	473	469
16	610	601	603	600	482	473	473	469
17	610	602	603	600	482	472	474	469
18	609	602	602	600	482	472	474	469
19	610	602	603	601	482	472	474	469
20	610	602	603	601	482	472	474	469
21	610	602	603	600	482	472	474	470
22	610	602	603	600	482	472	474	470
23	611	602	603	600	483	472	474	470
24	610	602	603	600	483	472	473	470
25	610	602	603	601	482	472	474	470
26	610	602	604	601	482	472	474	470
27	610	602	603	601	482	472	474	469
28	610	601	603	601	482	472	474	469
29	610	602	603	601	482	472	474	469
30	610	602	603	601	482	472	474	470
Среднее C_c	610	601,91	603,27	600,34	482	471,81	473,83	469,42
Станд. откл. S	0,37	0,36	0,48	0,49	0,25	0,68	0,5	0,5
Дисперсия S^2	0,14	0,13	0,23	0,24	0,06	0,46	0,25	0,25
К. вариации V	0,06	0,06	0,08	0,08	0,05	0,14	0,1	0,1

Затем для всех серий экспериментов проверили по методике [8] гипотезу о соответствии результатов измерения потенциала корпуса судна нормальному закону.

Для этого вычислили значение установленного НД [8] критерия d по формуле:

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

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

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

Получили следующие значения критерия d для результатов измерений, полученных с помощью хлорсеребряного электрода:

$$d_1 = 0,8773 < 0,8826; \quad d_2 = 0,8756 < 0,8826; \quad d_3 = 0,8812 < 0,8826; \quad d_4 = 0,8661 < 0,8826.$$

Для результатов измерений, полученных с помощью графитового электрода, соответствующее значение критерия d равны:

$$d_1 = 0,8745 < 0,8826; \quad d_2 = 0,8726 < 0,8826; \quad d_3 = 0,8784 < 0,8826; \quad d_4 = 0,8563 < 0,8826.$$

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

Затем в соответствии с требованиями НД [8] проверили результаты измерений на соответствие нормальному закону распределения, используя второй критерий, согласно которому считают, что результаты измерений соответствуют нормальному закону распределения, если не более m разностей $(C_i - C_c)$ превысили значение $Z_{p/2} \cdot S$ (где S – среднеквадратическое отклонение, $Z_{p/2}$ – верхний квантиль распределения нормированной функции Лапласа, соответствующий вероятности $P(2)$).

Значения вероятности P определяли в соответствии с выбранным уровнем значимости $q_2, \%$ и числом результатов измерений n согласно НД [8]. Так как для всех серий результатов измерений, полученных с помощью разных мультиметров $n = 30$, то $m = 2$, а $P = 98\%$ для уровня значимости $q_2 = 1\%$. Следовательно, для каждой выборки результатов измерений разность $(C_i - C_c)$ не должна превышать значение $Z_{p/2} \cdot S$ более двух раз, при этом $Z_{p/2} = 2,33$.

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

Таблица 2

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

№ измерения	Расчетные характеристики результатов измерений, полученные при использовании мультиметра №							
	1 (UT203)		2 (MAS830L)		3 (M832)		4 (DT830B)	
	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_1$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_2$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_3$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_4$
1	0	0,86	0,09	0,83	-0,27	1,11	-0,34	1,14
2	0		-0,91		-0,27		-0,34	
3	0		0,09		0,73		-0,34	
4	1		0,09		0,73		0,66	
5	0		0,09		0,73		0,66	
6	0		0,09		0,73		-0,34	
7	-1		0,09		-0,27		-0,34	
8	0		0,09		-0,27		-0,34	
9	0		0,09		-0,27		-0,34	
10	0		0,09		-0,27		-0,34	
11	0		0,09		0,73		-0,34	
12	0		0,09		-0,27		0,66	
13	0		0,09		-0,27		-0,34	
14	0		0,09		0,73		-0,34	
15	0		0,09		-0,27		-0,42	
16	0		-0,91		-0,27		-0,34	
17	0		0,09		-0,27		-0,34	
18	-1		0,16		0,06		-0,34	
19	0		0,09		-0,27		0,66	
20	0		0,09		-0,27		0,66	
21	0		0,09		-0,27		-0,34	
22	0		0,09		-0,27		-0,34	
23	1		0,09		-0,27		-0,34	
24	0		0,09		-0,27		-0,34	
25	0		0,09		-0,27		0,66	
26	0		0,09		0,73		0,66	
27	0		0,09		-0,27		0,66	
28	0		-0,91		-0,27		0,66	
29	0		0,09		-0,27		0,66	
30	0		0,09		-0,27		0,66	

Таблица 3

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

№ измерения	Расчетные характеристики результатов измерений, полученные при использовании мультиметра №							
	1 (UT203)		2 (MAS830L)		3 (M832)		4 (DT830B)	
	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_1$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_2$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_3$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_4$
1	0	0,58	-0,81	1,58	-0,27	1,16	-0,42	1,16
2	0		-0,81		-0,27		-0,42	
3	0		-0,81		0,17		-0,42	
4	1		-0,81		0,17		-0,42	
5	0		0,19		0,17		-0,42	
6	0		0,19		0,17		0,18	
7	0		-0,81		-0,83		0,18	
8	0		0,19		0,17		-0,42	
9	0		0,19		0,17		-0,42	
10	0		0,19		0,17		-0,42	
11	0		0,19		0,17		-0,42	
12	0		0,19		0,17		0,18	

Окончание табл. 3

№ измерения	Расчетные характеристики результатов измерений, полученные при использовании мультиметра №							
	1 (UT203)		2 (MAS830L)		3 (M832)		4 (DT830B)	
	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_1$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_2$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_3$	$C_i - C_c$	$Z_{p/2} \cdot S_4$
13	0	0,58	0,19	1,58	0,17	1,16	0,18	1,16
14	0		0,19		0,17		0,18	
15	0		0,19		-0,83		-0,42	
16	0		1,19		-0,83		-0,42	
17	0		0,19		0,17		-0,42	
18	0		0,19		0,17		-0,42	
19	0		0,19		0,17		-0,42	
20	0		0,19		0,17		-0,42	
21	0		0,19		0,17		0,18	
22	0		0,19		0,17		0,18	
23	1		0,19		0,17		-0,42	
24	1		0,19		0,17		-0,42	
25	0		0,19		0,17		0,18	
26	0		0,19		0,17		0,18	
27	0		0,19		0,17		-0,42	
28	0		0,19		0,17		-0,42	
29	0		0,19		0,17		-0,42	
30	0		0,19		0,17		0,18	

Из результатов, приведенных в табл. 2 и табл. 3, следует, что разность ($C_i - C_c$) во всех сериях измерений не превышает допустимого [8] значения. Таким образом, повторно показано, что результаты измерений соответствуют нормальному закону распределения.

В соответствии с НД [8] из результатов измерений необходимо исключить промахи. Для выявления промахов использовали критерий Граббса [8], предполагая, что наибольший $C_{\max}$ или наименьший $C_{\min}$ результат измерений вызван грубыми погрешностями.

Результаты обработки значений потенциала корпуса судна, полученные с помощью разных типов мультиметров, приведены в табл. 4 и табл. 5.

Таблица 4

Значения критерия Граббса для результатов измерений, полученных с помощью хлорсеребряного электрода

Расчетные значения критерия Граббса G_1 и G_2 для результатов измерений, полученных с помощью мультиметра №								G_T табличное допустимое значение для уровня значимости 1%
1 (UT203)		2 (MAS830L)		3 (M832)		4 (DT830B)		
$G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 = \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 = \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	
3,15	2,42	2,53	2,35	2,46	2,71	2,32	1,43	3,326

Таблица 5

Значения критерия Граббса для результатов измерений, полученных с помощью графитового электрода

Расчетные значения критерия Граббса G_1 и G_2 для результатов измерений, полученных с помощью мультиметра №								G_T табличное допустимое значение для уровня зна- чимости 1%
1 (UT203)		2 (MAS830L)		3 (M832)		4 (DT830B)		
$G_1 =$ $= \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 =$ $= \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 =$ $= \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 =$ $= \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 =$ $= \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 =$ $= \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	$G_1 =$ $= \frac{ C_{\max} - C_c }{S}$	$G_2 =$ $= \frac{ C_c - C_{\min} }{S}$	
2,73	1,13	1,84	1,23	2,79	2,24	2,64	2,1	

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

Затем результаты измерений потенциала корпуса, полученные с помощью различных мультиметров (приведены в табл. 2 и табл. 3), подвергли дополнительной статистической обработке [11]. При сравнении дисперсий по критерию Кохрена установили их однородность, так как:

$$G_{1\max} = S_{\max}^2 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2) = 0,24 / (0,13 + 0,24 + 0,14 + 0,23) = 0,32 < 0,47$$

$$G_{2\max} = S_{\max}^2 / (S_1^2 + S_2^2 + S_3^2 + S_4^2) = 0,46 / (0,06 + 0,25 + 0,25 + 0,46) = 0,45 < 0,47.$$

Таким образом, показали, что прецизионность результатов измерений потенциала корпуса судна в контрольной точке не зависит от типа мультиметра.

Чтобы проверить значимость систематических расхождений между средними значениями результатов измерений, полученными разными мультиметрами, сравнили их по критерию Стьюдента.

Получили следующие значения t критерия:

а) для хлорсеребряного электрода $t_{1,2} = 15,53$; $t_{1,3} = 11,17$; $t_{1,4} = 12,08$; $t_{2,3} = 2,11$; $t_{2,4} = 2,58$; $t_{3,4} = 2,14$.

б) для графитового электрода $t_{1,2} = 14,14$; $t_{1,3} = 14,72$; $t_{1,4} = 22,76$; $t_{2,3} = 2,37$; $t_{2,4} = 2,19$; $t_{3,4} = 2,3$ (при табличных значениях $t(0,05; 58) = 2$ и $t(0,01; 58) = 2,68$).

Из результатов расчетов следует, что между средними значениями результатов измерений потенциала корпуса, полученных с помощью различных мультиметров, могут существовать значимые систематические расхождения. Следовательно, мультиметры необходимо поверять так же, как и судовые щитовые приборы.

Результаты выполненных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. Измерения потенциала корпуса судна можно выполнить с помощью дешевых бытовых мультиметров, имеющих в свободной продаже.
2. Мультиметры необходимо периодически поверять так же, как и судовые щитовые электроизмерительные приборы.

Литература

1. Марткович А.М. Борьба с коррозией корпуса судна. – М.: Морской транспорт, 1955. – 170 с.
2. Зобочев Ю.Е., Солинская Э.В. Защита судов от коррозии и обрастания. – М.: Транспорт, 1984. – 174 с.
3. Максимаджи А.И., Беленький Л.М., Бринер А.С. Оценка технического состояния корпусов морских судов. – Л.: Судостроение, 1982. – 156 с.
4. Коробцов И.М. Техническое обслуживание и ремонт флота. – М.: Транспорт, 1975. – 195 с.
5. Улиг Г.Т., Ревя П.У. Коррозия и борьба с ней. – Л.: Химия, 1989. – 454 с.
6. Руководство по защите корпусов надводных кораблей ВМФ от коррозии и обрастания. – М: Военное издательство, 2002. – 350 с.
7. ГОСТ 9.056–75. Стальные корпуса кораблей и судов. Общие требования к электрохимической защите при долговременном стояночном режиме [Электронный ресурс]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200015017>.
8. ГОСТ Р 8.736–2011. Государственная система обеспечения единства измерений. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения. Издание официальное. – М.: Стандартинформ, 2013. – 24 с.
9. Совершенствование методики измерения защитного потенциала стальных корпусов кораблей и судов / П.А. Белозеров, В.А. Швецов, А.А. Луценко, О.А. Белавина // Вестник АГТУ. Серия Морская техника и технология. – 2014. – № 4. – С. 7–12.
10. Алгоритмы оперативного и статического контроля качества работы аналитической лаборатории / А.Н. Смагунова, Е.И. Шмелева, В.А. Швецов. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.
11. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 346 с.

Информация об авторах Information about authors

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

Belozerov Pavel Aleksandrovich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Postgraduate; oni@kamchatgtu.ru

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

Shvetsov Vladimir Alekseevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Chemical Sciences; Associate Professor, Professor of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair; oni@kamchatgtu.ru

Петренко Олег Евгеньевич – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер-гидролог отдела информационно-аналитической работы и планирования; poe_kam@mail.ru

Petrenko Oleg Evgenevich – Federal State Budgetary Organization «Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision»; 683031, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Engineer-hydrologist of Information and Analytical Work and Planning Department; poe_kam@mail.ru

Коростылев Дмитрий Викторович – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; курсант; dmitriikorostelev1991@mail.ru

Korostylev Dmitrij Viktorovich – Kamchatka State Technical University; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683003; Student; dmitriikorostelev1991@mail.ru

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

Кириносенко Владимир Владимирович – Филиал ОАО «Камчатскэнерго» Центральные электрические сети; 683030, Россия, Петропавловск-Камчатский; начальник отдела технологического присоединения к электрическим сетям; oni@kamchatgtu.ru

Kirnosenko Vladimir Vladimirovich – Branch of «Kamchatskenergo» Central Electrical Networks, Plc.; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683030; Head of Technological Connection to Electrical Networks Department; oni@kamchatgtu.ru

УДК 681.5

Г.А. Пюкке

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

ФОРМУЛА ЭЙЛЕРА НАД ТЕЛОМ КВАТЕРНИОНОВ

Рассмотрено доказательство и выполнены преобразования для получения аналитической формы написания формулы Эйлера на основе множества гиперкомплексных чисел с тремя мнимыми единицами, что открывает новые возможности и расширяет круг инженерных задач, решаемых в различных областях современной технической науки.

Ключевые слова: кватернион, формула Эйлера, векторное произведение, скалярная величина, коммутативность, ассоциативность, тело, алгебра.

G.A. Pyukke (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Euler's formula on the body of quaternion**

The proof is considered and transformations to obtain the analytical form of the spelling of Euler's formula are executed on the basis of a set of hypercomplex numbers with three imaginary units. It opens new opportunities and expands a circle of engineering problems decided in different areas of a modern engineering science.

Key words: quaternion, Euler's formula, vector product, scalar size, commutativity, associativity, body, algebra..

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-19-27

Введение

Значение широко известной в математике формулы Эйлера для теоретических исследований в области различных технических приложений трудно переоценить. Можно назвать множество разделов технической науки, где эта формула уже давно применяется. Достаточно вспомнить, например, «Символьный метод», используемый при анализе и синтезе электрических цепей и являющийся теоретической основой при решении технических задач. Также можно говорить о целом разделе прикладной математики «Операционное исчисление» и целого ряда других задач, связанных с алгебраизацией дифференциальных уравнений. Затрагивается вопрос об общих методиках, а значит значение таких разделов для инженерных технических расчетов достаточно велико.

Все эти исследования, выполненные для технических приложений, широко известны и давно применяются, но все они касаются использования обыкновенных комплексных чисел. Возникает естественный вопрос: «Какие новые возможности открываются при использовании в подобных технических расчетах множества гиперкомплексных чисел, и в частности кватернионов?». Ответить на этот вопрос можно, предварительно получив саму формулу Эйлера для кватернионов.

Утверждения, приведенные в статье, опираются на общеизвестные фундаментальные теоремы, аксиомы и определения современной алгебры, необходимые для раскрытия поставленного вопроса по существу. В частности, основа решения задачи базируется на известной теореме Фробениуса. Немецкий математик Ф.Г. Фробениус показал, что при некоторых естественных предположениях всякое тело или поле, расширяющее поле вещественных чисел R либо совпадает с исходным полем R либо изоморфно полю комплексных чисел C , либо изоморфно телу кватернионов H . Тело кватернионов является единственной конечномерной ассоциативной, но не коммутативной алгеброй без делителей нуля [1]. Исторически сложилось так, что по мере расширения понятия числа, при выполнении математических операций человечество постепенно переходило сначала от натуральных чисел к целым числам, потом от целых чисел к рациональным и иррациональным, объединенным в действительные числа. И каждый раз такое расширение происходило при попытке выполнения обратных операций при вычислениях. Такое расширение произошло и при переходе от понятия действительных чисел к множеству мнимых чисел.

Введение мнимых чисел в алгебре связано с решением квадратных уравнений, когда математика столкнулась с проблемой извлечения корней четной степени из отрицательных чисел. Оказалось, что в поле действительных чисел таких чисел нет.

Чтобы устранить это противоречие, необходимо было расширить понятие о числе и перейти к более общему – множеству комплексных чисел. Например, считать, что уравнение $x^2 + 1 = 0$ все же имеет корень, но этот корень есть число особого рода – мнимое, отличное от обычных вещественных чисел. Однако, добавляя к множеству вещественных чисел мнимое число i , мы обязаны объяснить, как выполняется умножение вещественных чисел на i , сложение их с i , как перемножаются и складываются мнимые числа, и выполнимы ли в этом новом расширенном множестве аксиомы коммутативности, ассоциативности, дистрибутивности. И пока мы не определим эти действия для «расширенного» множества чисел, мы не имеем достаточных оснований считать мнимую единицу i числом.

Впервые мнимые числа появляются в середине XVI века. В дальнейшем мнимые числа снова и снова появляются при вычислениях, и лишь постепенно, по мере того, как обнаруживается польза от их употребления, они получают всеобщее признание.

Очень образно о мнимых числах отозвался Лейбниц: «Мнимые числа – это прекрасное и чудесное убежище божественного духа, почти что сочетание бытия с небытием».

Добавляя к множеству вещественных чисел число i , необходимо определить все произведения $a \cdot i$ вещественного числа a на i и все суммы $a + b i$, которые также необходимо считать числами особого рода и включить в множество чисел дополнительно к вещественным числам и числу i . Полученное при этом множество чисел вида $a + b i$ и соответствует множеству обыкновенных комплексных чисел.

Благодаря Эйлеру в XVIII веке устанавливается фундаментальное значение мнимых чисел в теории функций. В 1748 г. Эйлер выводит свое знаменитое соотношение $e^{ix} = \cos x + i \sin x$, вскрывающее внутреннюю связь тех видов функциональной зависимости, которые содержат мнимую единицу.

В XIX в. появилось логически ясное понимание сущности комплексных чисел, и связано оно, прежде всего, с работами Гаусса, давшего геометрическую интерпретацию и обоснование теории комплексных чисел. Гаусс показал, что в области комплексных чисел остаются в силе все правила алгебры, кроме понятий «больше», «меньше», которые не могут быть сохранены в старой формулировке, так как комплексные числа по самой своей природе не допускают того расположения в ряд (упорядочения) по их величине, которое свойственно действительным числам. Это свойство можно характеризовать как нарушение монотонности, так как само понятие монотонности теряет смысл без упорядоченности.

По мере развития теории комплексных чисел естественно возникал ряд вопросов по дальнейшему расширению понятия числа. В частности, математиков интересовал вопрос, нельзя ли построить другие высшие комплексные числа, с большим числом новых единиц, а не только одной i и целесообразно определить действия над ними. То есть исторически решалась задача перехода к общей теории гиперкомплексных чисел, в рамках которой позднее было показано, что количество « n » комплексных единиц для таких систем гиперкомплексных чисел может быть равно лишь 1 или 3, или 7. При этом в случае $n = 3$ система обязательно будет не коммутативной, а в случае $n = 7$ еще и не ассоциативной. При $n = 1$ система соответствует обыкновенным комплексным числам. В частности, при $n = 3$ приходим к системе кватернионов [1].

Этот термин введен в науку ирландским математиком XIX в. В.Р. Гамильтоном. Соответственно, все общие рассуждения, применимые к обыкновенным комплексным числам, теперь должны быть проверены на системе кватернионов, чтобы можно было считать их числами. Как видно из названия, кватернионы – это четырехчленные числа. За первую из четырех единиц, из которых составляются кватернионы, принимают обыкновенную вещественную единицу. Три другие единицы обозначают i, j, k . Так что кватернион имеет вид: $q = d + ia + jb + kc$, где a, b, c, d – действительные параметры. Первую составляющую d , на которую умножается обыкновенная единица, называют скалярной составляющей кватерниона. Совокупность трех остальных членов ia, jb, kc называют его векторной частью.

Сложение кватернионов можно интерпретировать геометрически, а именно, отрезок, соответствующий векторной части кватерниона q , можно разложить по ортам i, j, k на оси координат. Вектор будет иметь проекции a, b, c . Этому вектору приписывают вес, равный скалярной части, то есть d . Вектор $q' = d' + ia' + jb' + kc'$, и этому вектору приписываем вес d' . После этого сло-

жение векторов q и q' выполняется по правилу параллелограмма. Полученной равнодействующей приписывается вес, равный сумме весов обоих слагаемых. Как видно, полученный вектор представляет собой кватернион [2]:

$$q + q' = (d + d') + i(a + a') + j(b + b') + k(c + c').$$

Умножение кватернионов тоже выполнимо по правилам, устанавливающим значения произведений единиц. Первое условие состоит в том, чтобы с первой единицей 1 производились вычисления, как с действительным числом 1, то есть

$$1^2 = 1;$$

$$i \cdot 1 = 1 \cdot i = i;$$

$$j \cdot 1 = 1 \cdot j = j;$$

$$k \cdot 1 = 1 \cdot k = k.$$

Относительно квадратов единиц i, j, k должно выполняться условие:

$$i^2 = j^2 = k^2 = -1.$$

Относительно произведения единиц ортов i, j, k должно выполняться условие:

$$\begin{aligned} j \times k &= i; \\ k \times i &= j; \\ i \times j &= k; \\ k \times j &= -i; \\ i \times k &= -j; \\ j \times i &= -k. \end{aligned} \tag{1}$$

То есть для единиц аксиома коммутативности не имеет места. В противном случае нарушается однозначность деления.

Для получения результата составим произведение двух кватернионов:

$$q' = p \cdot q = (d + ia + jb + kc)(\omega + ix + jy + kz).$$

Выполняя перемножение почленно, с учетом векторного произведения (1), получим

$$q' = p \cdot q = d\omega - ax - by - cz + i(a\omega + dx + bz - cy) + j(b\omega + dy + cx - az) + k(c\omega + dz + ay - bx).$$

Полученный результат представляет собой кватернион.

Произведение двух кватернионов можно выразить через скалярное и векторное произведение векторов. Рассмотрим два кватерниона:

$$p = d + ia + jb + kc = d + \lambda;$$

$$q = \omega + ix + jy + kz = \omega + \mu,$$

где $\lambda = ia + jb + kc$; $\mu = ix + jy + kz$ – векторные составляющие кватернионов. $p \cdot q = d\omega - (\lambda \cdot \mu) + i a\omega + i dx + i bz - i cy + j b\omega + j dy + j cx - j az + k c\omega + k dz + k ay - k bx = d\omega - (\lambda \cdot \mu) + d(i x + j y + k z) + \omega(ia + jb + kc) + i bz - i cy + j cx - j az + k ay - k bx = d\omega - (\lambda \cdot \mu) + d\mu + \omega\lambda + i(bz - cy) - j(az - cx) + k(ay - bx) = d\omega - (\lambda \cdot \mu) + d\mu + \omega\lambda + \lambda \times \mu.$

То есть доказано следующее соотношение:

$$p \cdot q = d\omega - (\lambda \cdot \mu) + d\mu + \omega\lambda + \lambda \times \mu.$$

Однако при перемене последовательности перемножения $q \cdot p$ члены bz ; $-cy$; az ; $-cx$; ay ; $-bx$ будут менять свои знаки на противоположные, подтверждая невыполнение аксиомы коммутативности. Но аксиомы ассоциативности и дистрибутивности выполняются, то есть $(ij)k = i(jk)$ и $p \cdot (q + q_1) = p \cdot q + p \cdot q_1$.

Для доказательства деления кватернионов достаточно показать, что всякому кватерниону $p = d + ia + jb + kc$ отвечает другой, определенный кватернион q , удовлетворяющий условию $p \cdot q = 1$. Для доказательства обозначим $q = \frac{1}{p}$. Для нахождения q полагаем $p \cdot q = 1 + i0 + j0 + k0$.

Но так как $p = d + ia + jb + kc$, $q = \omega + ix + jy + kz$, то $p \cdot q = d\omega - ax - by - cz + i(a\omega + dx + bz - cy) + j(b\omega + dy + cx - az) + k(c\omega + dz + ay - bx) = 1 + i0 + j0 + k0$.

Приравнявая составляющие при одинаковых единицах 1, i , j , k , получим систему уравнений с четырьмя неизвестными ω , y , x , z кватерниона q :

$$\begin{aligned} d\omega - ax - by - cz &= 1, \\ a\omega + dx + bz - cy &= 0, \\ b\omega + dy + cx - az &= 0, \\ c\omega + dz + ay - bx &= 0. \end{aligned}$$

Определитель полученной системы является кососимметричным определителем, так как его элементы, симметричные главной диагонали, отличаются только знаком, а все элементы главной диагонали равны между собой. Теория определителей дает формулу для вычисления такого определителя:

$$\begin{vmatrix} d & -a & -b & -c \\ a & d & -c & b \\ b & c & d & -a \\ c & -b & a & d \end{vmatrix} = (a^2 + b^2 + c^2 + d^2)^2.$$

Из приведенного соотношения вытекает [3], что определитель всегда отличен от нуля, если a , b , c , d не равны нулю одновременно. То есть обратный кватернион q всегда существует $q = \frac{1}{p}$.

Соответственно, модуль кватерниона T можно выразить следующим образом:

$$T = \sqrt{a^2 + b^2 + c^2 + d^2},$$

тогда

$$x = -\frac{a}{T^2}; y = -\frac{b}{T^2}; z = -\frac{c}{T^2}; \omega = -\frac{d}{T^2}.$$

Соответственно,

$$q = \frac{1}{p} = \frac{1}{d + ia + jb + kc} = \frac{d - ia - jb - kc}{(d + ia + jb + kc)(d - ia - jb - kc)} = \frac{d - ia - jb - kc}{a^2 + b^2 + c^2 + d^2}.$$

Аналогично вводится понятие сопряженного с p кватерниона $\bar{p}$:

$$\bar{p} = d - ia - jb - kc,$$

или $p \cdot \bar{p} = T^2 = a^2 + b^2 + c^2 + d^2$. $\bar{p} \cdot p = T^2$ — то есть в этом случае сомножители коммутативны. Решение задачи деления в общем виде выглядит так:

Если $p \cdot q = q'$, то, умножая обе части этого равенства слева на $\frac{1}{p}$, получим:

$$\frac{1}{p} p \cdot q = \frac{1}{p} q' \quad \text{или} \quad q = \frac{1}{p} q' = \frac{\bar{p}}{T^2} q',$$

так как выполняется ассоциативность $\frac{1}{p} (p \cdot q) = (\frac{1}{p} p) \cdot q = q$.

Коммутативность при этом не выполняется, и уравнение $q \cdot p = q'$ отличается от первого тем, что имеет, в общем, другое решение [2]:

$$q = q' \frac{1}{p} = q' \frac{\bar{p}}{T^2}.$$

Известное соотношение, доказанное Эйлером для обыкновенных комплексных чисел, можно распространить на множество кватернионов, а полученное аналитическое выражение применять в различных областях технических дисциплин.

Рассмотрим экспоненциальную функцию от кватерниона:

$$e^{q\phi} = e^{(q_0 + iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi},$$

где ϕ – переменная. Так как q_0 – скалярная составляющая кватерниона и действительное число, то оно коммутируется с базисной единицей и остальными мнимыми единицами. Экспоненту можно представить так:

$$e^{(q_0 + iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi} = e^{q_0\phi} \cdot e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi}.$$

Рассматривая алгебраическое представление экспоненты от кватерниона, определим коэффициенты $A_0(\phi)$, $A_1(\phi)$, $A_2(\phi)$, $A_3(\phi)$:

$$e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi} = A_0(\phi) + iA_1(\phi) + jA_2(\phi) + kA_3(\phi). \quad (2)$$

Далее необходимо взять производную по ϕ и получить следующее равенство:

$$(iq_1 + jq_2 + kq_3) e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi} = A_0'(\phi) + iA_1'(\phi) + jA_2'(\phi) + kA_3'(\phi).$$

Или, подставляя вместо $e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\phi}$ ее значение

$$A_0(\phi) + iA_1(\phi) + jA_2(\phi) + kA_3(\phi),$$

получим:

$$(iq_1 + jq_2 + kq_3)[A_0(\phi) + iA_1(\phi) + jA_2(\phi) + kA_3(\phi)] = A_0'(\phi) + iA_1'(\phi) + jA_2'(\phi) + kA_3'(\phi).$$

Раскрывая скобки, получим:

$$\begin{aligned} & iq_1A_0(\phi) + i^2q_1A_1(\phi) + ijq_1A_2(\phi) + ikq_1A_3(\phi) + jq_2A_0(\phi) + jiq_2A_1(\phi) + j^2q_2A_2(\phi) + jkq_2A_3(\phi) + \\ & + kq_3A_0(\phi) + kiq_3A_1(\phi) + kjq_3A_2(\phi) + k^2q_3A_3(\phi) = A_0'(\phi) + iA_1'(\phi) + jA_2'(\phi) + kA_3'(\phi). \\ & iq_1A_0(\phi) - q_1A_1(\phi) + kq_1A_2(\phi) - jq_1A_3(\phi) + jq_2A_0(\phi) - kq_2A_1(\phi) - q_2A_2(\phi) + i q_2A_3(\phi) + k q_3A_0(\phi) + \\ & + jq_3A_1(\phi) - iq_3A_2(\phi) - q_3A_3(\phi) = A_0'(\phi) + iA_1'(\phi) + jA_2'(\phi) + kA_3'(\phi). \\ & - q_1A_1(\phi) - q_2A_2(\phi) - q_3A_3(\phi) + iq_1A_0(\phi) + i q_2A_3(\phi) - iq_3A_2(\phi) - jq_1A_3(\phi) + jq_2A_0(\phi) + \\ & + jq_3A_1(\phi) + kq_1A_2(\phi) - kq_2A_1(\phi) + k q_3A_0(\phi) = A_0'(\phi) + iA_1'(\phi) + jA_2'(\phi) + kA_3'(\phi). \end{aligned}$$

Приравнивая коэффициенты при одноименных единицах, получим:

$$\begin{aligned} A_0'(\phi) &= -q_1A_1(\phi) - q_2A_2(\phi) - q_3A_3(\phi), \\ A_1'(\phi) &= q_1A_0(\phi) + q_2A_3(\phi) - q_3A_2(\phi), \\ A_2'(\phi) &= -q_1A_3(\phi) + q_2A_0(\phi) + q_3A_1(\phi), \\ A_3'(\phi) &= q_1A_2(\phi) - q_2A_1(\phi) + q_3A_0(\phi). \end{aligned} \quad (*)$$

Продифференцируем систему (*) по φ :

$$\begin{aligned} A_0''(\varphi) &= -q_1 A_1'(\varphi) - q_2 A_2'(\varphi) - q_3 A_3'(\varphi), \\ A_1''(\varphi) &= q_1 A_0'(\varphi) + q_2 A_3'(\varphi) - q_3 A_2'(\varphi), \\ A_2''(\varphi) &= -q_1 A_3'(\varphi) + q_2 A_0'(\varphi) + q_3 A_1'(\varphi), \\ A_3''(\varphi) &= q_1 A_2'(\varphi) - q_2 A_1'(\varphi) + q_3 A_0'(\varphi). \end{aligned} \quad (**)$$

Подставим в систему (**) выражения для $A_1'(\varphi)$; $A_2'(\varphi)$; $A_3'(\varphi)$ из (*), получим:

$$\begin{aligned} A_0''(\varphi) &= -q_1[q_1 A_0(\varphi) + q_2 A_3(\varphi) - q_3 A_2(\varphi)] - q_2[-q_1 A_3(\varphi) + q_2 A_0(\varphi) + q_3 A_1(\varphi)] - q_3[q_1 A_2(\varphi) - \\ &- q_2 A_1(\varphi) + q_3 A_0(\varphi)] = -q_1^2 A_0(\varphi) - q_1 q_2 A_3(\varphi) + q_1 q_3 A_2(\varphi) - q_2^2 A_0(\varphi) + q_1 q_2 A_3(\varphi) - q_2 q_3 A_1(\varphi) - \\ &- q_3^2 A_0(\varphi) + q_2 q_3 A_1(\varphi) - q_1 q_3 A_2(\varphi) = (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_0(\varphi) - \text{первое уравнение.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Далее для второго уравнения имеем: } A_1''(\varphi) &= q_1[-q_1 A_1(\varphi) - q_2 A_2(\varphi) - q_3 A_3(\varphi)] + q_2[q_1 A_2(\varphi) - \\ &- q_2 A_1(\varphi) + q_3 A_0(\varphi)] - q_3[-q_1 A_3(\varphi) + q_2 A_0(\varphi) + q_3 A_1(\varphi)] = -q_1^2 A_1(\varphi) - q_1 q_2 A_2(\varphi) + q_1 q_3 A_3(\varphi) - \\ &- q_2^2 A_1(\varphi) + q_1 q_2 A_2(\varphi) - q_2 q_3 A_0(\varphi) - q_3^2 A_1(\varphi) + q_2 q_3 A_0(\varphi) - q_1 q_3 A_3(\varphi) = (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_1(\varphi) \\ &- \text{второе уравнение.} \end{aligned}$$

Далее для третьего уравнения имеем:

$$\begin{aligned} A_2''(\varphi) &= q_2[-q_1 A_1(\varphi) - q_2 A_2(\varphi) - q_3 A_3(\varphi)] - q_1[q_1 A_0(\varphi) - q_2 A_1(\varphi) + q_1 A_2(\varphi)] + q_3[q_1 A_0(\varphi) + \\ &+ q_2 A_3(\varphi) - q_3 A_2(\varphi)] = -q_1^2 A_2(\varphi) + q_1 q_2 A_1(\varphi) - q_1 q_3 A_0(\varphi) - q_2^2 A_2(\varphi) - q_1 q_2 A_1(\varphi) - q_2 q_3 A_3(\varphi) - \\ &- q_3^2 A_2(\varphi) + q_2 q_3 A_3(\varphi) + q_1 q_3 A_0(\varphi) = (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_2(\varphi) - \text{третье уравнение.} \end{aligned}$$

Далее для четвертого уравнения имеем:

$$\begin{aligned} A_3''(\varphi) &= q_3[-q_1 A_1(\varphi) - q_2 A_2(\varphi) - q_3 A_3(\varphi)] - q_2[q_1 A_0(\varphi) + q_2 A_3(\varphi) - q_3 A_2(\varphi)] + q_1[-q_1 A_3(\varphi) + \\ &+ q_2 A_0(\varphi) + q_3 A_1(\varphi)] = -q_1 q_3 A_1(\varphi) - q_2 q_3 A_2(\varphi) - q_3^2 A_3(\varphi) - q_1 q_2 A_0(\varphi) - q_2^2 A_3(\varphi) + q_2 q_3 A_2(\varphi) + \\ &+ q_1 q_2 A_0(\varphi) - q_1^2 A_3(\varphi) + q_1 q_3 A_1(\varphi) = (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_3(\varphi) - \text{четвертое уравнение.} \end{aligned}$$

Получили систему:

$$\begin{aligned} A_0''(\varphi) &= (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_0(\varphi), \\ A_1''(\varphi) &= (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_1(\varphi), \\ A_2''(\varphi) &= (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_2(\varphi), \\ A_3''(\varphi) &= (-q_1^2 - q_2^2 - q_3^2) A_3(\varphi) \end{aligned}$$

или

$$\frac{d^2 A_0(\varphi)}{d\varphi^2} + (q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) A_0(\varphi) = 0,$$

$$\frac{d^2 A_1(\varphi)}{d\varphi^2} + (q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) A_1(\varphi) = 0,$$

$$\frac{d^2 A_2(\varphi)}{d\varphi^2} + (q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) A_2(\varphi) = 0,$$

$$\frac{d^2 A_3(\varphi)}{d\varphi^2} + (q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) A_3(\varphi) = 0.$$

Решая систему однородных дифференциальных уравнений, получим:

$$k^2 + (q_1^2 + q_2^2 + q_3^2) = 0; k_1 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} i; k_2 = -\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} i;$$

$$A_0(\varphi) = C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Начальные условия: $\varphi = 0$; $A_0(\varphi) = A_0(0) = \cos 0 = 1$; $\frac{dA_0(\varphi)}{d\varphi} = 0$.

$$\frac{dA_0(\varphi)}{d\varphi} = -\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_1 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = 0.$$

$$C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = 1;$$

$$0 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2,$$

$$1 = C_1; C_2 = 0.$$

Отсюда:

$$A_0(\varphi) = \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Далее:

$$A_1(\varphi) = C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

$$\text{Начальные условия: } \varphi = 0; A_1(\varphi) = A_1(0) = \sin 0 = 0; \frac{dA_1(\varphi)}{d\varphi} = q_1,$$

$$C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = 0,$$

$$\frac{dA_1(\varphi)}{d\varphi} = -\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_1 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = q_1.$$

$$C_1 \cos 0 = 0; C_1 = 0,$$

$$q_1 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos 0; \quad C_2 = \frac{q_1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}}.$$

Отсюда:

$$A_1(\varphi) = \frac{q_1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Далее:

$$A_2(\varphi) = C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

$$\text{Начальные условия: } \varphi = 0; A_2(\varphi) = A_2(0) = \sin 0 = 0; \frac{dA_2(\varphi)}{d\varphi} = q_2,$$

$$C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = 0,$$

$$\frac{dA_2(\varphi)}{d\varphi} = -\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_1 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = q_2,$$

$$C_1 \cos 0 = 0; C_1 = 0,$$

$$q_2 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos 0; \quad C_2 = \frac{q_2}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}}.$$

Отсюда:

$$A_2(\varphi) = \frac{q_2}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Далее:

$$A_3(\varphi) = C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Начальные условия: $\varphi = 0$; $A_3(\varphi) = A_3(0) = \sin 0 = 0$; $\frac{dA_3(\varphi)}{d\varphi} = q_3$,

$$C_1 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + C_2 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = 0,$$

$$\frac{dA_3(\varphi)}{d\varphi} = -\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_1 \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = q_3,$$

$$C_1 \cos 0 = 0; C_1 = 0,$$

$$q_3 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} C_2 \cos 0; \quad C_2 = \frac{q_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}}.$$

Отсюда:

$$A_3(\varphi) = \frac{q_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Итак, решив уравнения при соответствующих начальных условиях, имеем:

$$A_0(\varphi) = \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi,$$

$$A_1(\varphi) = \frac{q_1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi,$$

$$A_2(\varphi) = \frac{q_2}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi,$$

$$A_3(\varphi) = \frac{q_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Подставив найденные решения в соотношение (2), получим аналог формулы Эйлера для кватернионов:

$$e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\varphi} = \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + i \frac{q_1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + j \frac{q_2}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}},$$

$$\sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + k \frac{q_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi =$$

$$= \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \left[i \frac{q_1}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} + j \frac{q_2}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} + k \frac{q_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \right] \cdot$$

$$\sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi = \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \frac{iq_1 + jq_2 + kq_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Таким образом, аналог формулы Эйлера для кватернионов запишется в виде:

$$e^{(iq_1 + jq_2 + kq_3)\varphi} = \cos \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi + \frac{iq_1 + jq_2 + kq_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sin \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2} \varphi.$$

Следовательно, если кватернион рассматривается в качестве аргумента элементарной функции, то он может быть представлен как условное комплексное число:

$$q = Q_0 + I Q_1 = q_0 + \frac{iq_1 + jq_2 + kq_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}} \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2},$$

где $I = \frac{iq_1 + jq_2 + kq_3}{\sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}}$; $Q_1 = \sqrt{q_1^2 + q_2^2 + q_3^2}$.

Полученная аналитическая форма написания формулы Эйлера на основе множества гиперкомплексных чисел с тремя мнимыми единицами открывает новые возможности и расширяет круг инженерных задач, решаемых в различных областях современной технической науки.

Литература

1. Конвей Дж., Смит Д.А. О кватернионах и октавах, об их геометрии, арифметике и симметриях. – М.: МЦНМО, 2009. – 184 с.
2. Клейн Ф. Элементарная математика с точки зрения высшей. – М.: Наука, 1987. – 432 с.
3. Яглом И.М. Комплексные числа и их применение в геометрии. – М.: Наука, 1963. – 192 с.

Информация об авторе Information about author

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

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

УДК 664

А.В. Алешков¹, Т.К. Каленик², Е.В. Моткина²¹Хабаровский государственный университет экономики и права, Хабаровск, 680000;²Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, 690950

e-mail: aleshkov@inbox.ru

ИННОВАЦИИ В ПИЩЕВОЙ ИНДУСТРИИ: СИСТЕМНОЕ ОБОБЩЕНИЕ

Статья включает систематизированное обобщение материалов по современным тенденциям и инновациям в пищевой промышленности. Приведена классификация инноваций в пищевой промышленности, рассмотрены наиболее важные из них, в том числе включающие результаты собственных исследований авторов. Особое внимание акцентировано на проблеме производства органической пищевой продукции из объектов аквакультуры, в первую очередь нерыбных гидробионтов. Предложено распространить действие нормативной документации в области органической продукции на объекты аквакультуры, рыбоводства и рыболовства.

Ключевые слова: пищевая индустрия, инновации, функциональные продукты, органические продукты, аквакультура, гидробионты.

A.V. Aleshkov¹, T.K. Kalenik², E.V. Motkina² (¹Khabarovsk State University of Economics and Law, Khabarovsk, 680000, ²Far Eastern Federal University, Vladivostok, 690950) **Food industry innovations: systematic synthesis**

The article presents the systematic synthesis of the material on modern trends and innovations in the food industry. The classification of innovations in the food industry is given, the most important of them including the results of authors' own researches are considered. The problem of the organic aquaculture production, primarily non-fish aquatic organisms is focused. It is proposed to extend the regulatory documents in the field of organic production including the aquaculture facilities, fish farming and fishing.

Key words: food industry, innovation, functional foods, organic products, aquaculture, non-fish aquatic organisms.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-28-38

Введение

Повышение эффективности функционирования предприятий пищевой промышленности является стратегической задачей для любого развитого государства. В то же время в России традиционные ресурсы для ее решения практически исчерпаны, и сегодня деятельность многих производителей осуществляется в условиях финансовой нестабильности, низкой технической оснащенности, высокого износа оборудования, относительно слабого менеджмента и жесткой конкуренции [1]. Преодоление подобных барьеров возможно только с помощью активного внедрения инноваций на всех стадиях жизненного цикла.

В странах с высоким уровнем жизни научно-технический процесс интегрирован во все сферы деятельности. Пищевая промышленность при этом не только не является исключением, но и характеризуется наиболее успешными и максимально завершенными инновациями на фоне прочих отраслей народного хозяйства [2]. Как отмечается в Стратегии развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года, совершенствование отечественной пищевой индустрии осуществляется путем внедрения инновационных биотехнологий, повышения глубины переработки сырья, вовлечения в хозяйственный оборот новых видов сырья и вторичных ресурсов, расширения ассортимента специализированных продуктов с заданными качественными характеристиками [3].

Целью настоящего обзора является описание основных тенденций, достижений и инноваций в пищевой индустрии в последние годы, полученное путем анализа авторефератов диссертаций, научных журналов, материалов конференций и электронных публикаций.

Классификация инноваций в пищевой индустрии

В соответствии с ГОСТ Р 56261-2014 инновация представляет собой внедрение нового или значительно улучшенного продукта, а также технологического процесса, маркетингового или организационного метода [4]. В этой связи О.А. Жекова выделяет четыре типа инноваций в пищевой индустрии: продуктовые, технологические, маркетинговые и организационные [5]. С нашей точки зрения это не совсем верно: непосредственно с разработкой и совершенствованием пищевой продукции связаны инновации продуктовые и технологические, а инновации маркетинговые и организационные являются внедренческими и сбытовыми, и относятся, преимущественно, к отрасли розничной торговли.

Так, *маркетинговые инновации* предполагают исследования рынков сбыта и поиск новых потребителей, поиск и создание информации о возможной конкурентной среде и потребительских свойствах товаров конкурирующих фирм (бенчмаркинг), использование новых методов продаж и презентации продуктов, их представления и продвижения на рынки сбыта, формирование новых ценовых стратегий.

Организационные инновации – это инновации, связанные с реализацией нового метода ведения бизнеса, организацией рабочих мест или организацией внешних связей. Примером таких инноваций являются категорийный менеджмент [6], современные системы управления качеством и безопасностью на пищевых производствах (FSSC 22000).

В этой связи предложена следующая классификация инноваций в пищевой индустрии (рис. 1).

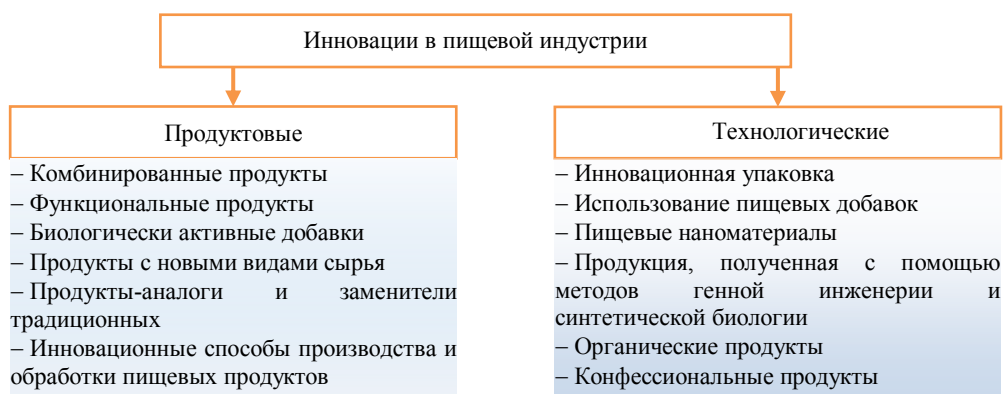


Рис.1. Классификация инноваций в пищевой индустрии

В то же время нельзя не отметить, что грань между продуктовыми и технологическими инновациями достаточно размыта, например, генетически модифицированные продукты отнести можно как к первой, так и ко второй категории. В данном обзоре при определении категории нами предложен следующий принцип: если в процессе внедрения инновации создается новый продукт или существенно меняется рецептура – инновация продуктовая, если продукт остается под традиционным наименованием, а в технологию его создания вносится модернизация – инновация технологическая.

Некоторые из инноваций уже хорошо освоены и широко представлены на рынке (растительные продукты, содержащие ГМО, органические продукты, новые виды упаковки, биологически активные и пищевые добавки), иные только входят в сферу потребления (пищевые нанотехнологии, молекулярная кухня, биоразлагающаяся упаковка), а третьи пока еще не покинули пределы испытательных лабораторий (генно-инженерно-модифицированные продукты из животного сырья, продукция синтетической биологии и т. д.).

В табл. 1 представлены примерные объемы мировых и отечественных рынков продовольственных инноваций [7–11].

Таблица 1

Объемы продовольственных инноваций

Инновация	Примерный объем рынка, млрд долл. США	
	в мире	в РФ
Органические продукты	72	0,14
ГМО растительного происхождения (пищевое сырье)	50	нет данных
Функциональные продукты	50	1,5
БАД	30	0,7
Пищевые добавки	30	3
Пищевая nanoиндустрия	3	нет данных

Продуктовые инновации

К продуктовым инновациям относятся производство комбинированных, функциональных и обогащенных продуктов, аналогов и заменителей продуктов, использование новых видов сырья, биологически активных добавок (БАД), инновационных способов обработки сырья.

Разработка комбинированных (поликомпонентных) продуктов питания является самостоятельным направлением в пищевой индустрии, обусловленным созданием продуктов сложной рецептуры для отдельных групп населения (спортсменов, детей и подростков, студентов, беременных и кормящих женщин, рабочих и т. д.) [12]. Наиболее важными аспектами производства комбинированных продуктов являются:

- использование новых видов растительных белковых ингредиентов: это не только соевые мука, текстураты, концентраты, изоляты, гидролизаты, но и белки других бобовых культур (люпина, нута, чечевицы, гороха, люцерны), гидробионтов, а также белки микробного происхождения;
- использование продуктов, получаемых в ходе комплексной переработки мясного сырья (мясо птицы механической обвалки, эмульсия свиной шкурки, изоляты животного белка);
- использование пищевых добавок, вспомогательных средств и ароматизаторов;
- применение генной инженерии, нано- и биотехнологий;
- применение методов моделирования, позволяющих виртуально описывать характеристики продукта и реакцию на него со стороны потенциальных потребителей до запуска в производство (*QFD*-анализ, расчет комплексного показателя качества и другие квалитетрические методики) [13, 14];
- использование незаменимых нутриентов для обогащения пищевых продуктов и придания им функциональной направленности.

Частным случаем комбинированных продуктов питания являются *продукты функциональные*, решающие проблемы несбалансированности пищевого рациона [15]. Их производство концептуально обосновано в Японии с 80-х годов прошлого столетия.

Функциональные продукты предназначены для систематического употребления всеми возрастными группами здорового населения, так как достоверно снижают риск алиментарных заболеваний, предотвращают дефицит питательных веществ, сохраняют и улучшают здоровье благодаря наличию в их составе функциональных пищевых ингредиентов. К последним относятся живые микроорганизмы, вещества животного, растительного, микробного или минерального происхождения или идентичные натуральным, входящие в состав пищевого продукта в количестве не менее 15% от суточной потребности в расчете на одну порцию [16]. Классификация функциональных ингредиентов приведена в ГОСТ Р 54059.

Функциональный пищевой продукт, получаемый добавлением функциональных ингредиентов к традиционным пищевым продуктам в количестве, обеспечивающем предотвращение или восполнение имеющегося в организме человека дефицита питательных веществ или собственной микрофлоры, определяется как *обогащенный пищевой продукт* [17].

Большой вклад в развитие теории и практики функциональных продуктов внесли отечественные ученые А.А. Покровский, И.А. Рогов, В.М. Позняковский, В.И. Криштафович, А.И. Окара, Т.К. Каленик и др. Большинство защищенных в последние десять лет диссертаций на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.18.15 посвящены именно созданию и разработке функциональных продуктов. При участии авторов статьи на кафедре товароведения ХГУЭП были разработаны новые функциональные продукты – мясосодержащие полуфабрикаты «Котлеты «Хабаровские с лактулозой» (патент № 2398481 [18]), «Котлеты «Элитные», обогащенные манчжурским орехом и лактулозой (патент № 2529154 [19]).

В то же время функциональное питание является всего лишь одной из концепций, поддерживаемых нутрициологией на современном этапе развития социума, и не является доминирующим в России.

С точки зрения коррекции питания БАД представляют даже больший интерес, нежели функциональные продукты, так как быстро восполняют дефицит микронутриентов без изменения рациона, подбираются индивидуально для конкретного потребителя, используются в домашних условиях, эргономичны при хранении, транспортировании и контроле. БАД являются пищевыми продуктами – источниками биологически активных веществ (БАВ) и применяются исключительно как дополнение к рациону.

БАД нельзя считать современной инновацией. Еще у наших предков существовала традиция круглогодичного употребления профилактических снадобий, отваров и настоев, приготовленных

из трав, корней, ягод, продуктов пчеловодства. Сегодня в Правилах здорового питания россиян на период до 2020 года развитие производства БАД определено одной из задач государственной политики [20].

Первое место по производству БАД в мире принадлежит США (35%), на втором – страны Евросоюза (33%), на третьем – Япония (18%) [21]. Россия по уровню производства и потребления БАД значительно отстает от стран-лидеров, в нашей стране их регулярно потребляют 7–15% населения (в Японии до 90%).

В нормативном плане эта инновация хорошо проработана, в частности для стран – участниц Евразийского экономического союза установлены перечни биологически активных веществ, компонентов пищи и продуктов, использование которых разрешается или, наоборот, не допускается при производстве БАД [22]. Полный перечень БАД, разрешенных к обороту на территории РФ, доступен на официальном сайте Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. Сегодня в перечне около 16 тыс. БАД, и он ежедневно обновляется. Отсутствие какого-либо БАД в этом списке говорит о ее потенциальной опасности для здоровья и жизни.

Многие научные работы направлены на *расширение использования сырьевой базы*. Сегодня можно встретить продукты с ингредиентами, ранее никогда в их состав не входившими. Например, это продукты пчеловодства в котлетах, пивная дробина в хлебе, бобовые в кисломолочных продуктах, медузы, кукумари и прочие гидробионты (рис. 2).

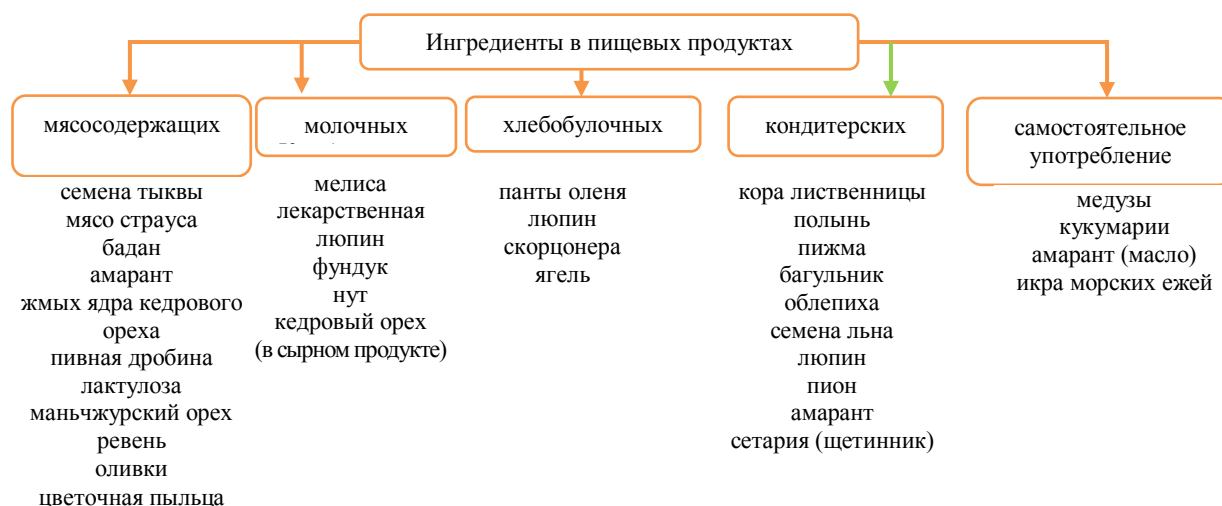


Рис. 2. Инновационные ингредиенты в традиционных продуктах питания

По всем этим ингредиентам в нашей стране защищены диссертации. Не рассматриваются всерьез в качестве сырьевой базы пока только продукты питания из насекомых, несмотря на их широкое распространение в соседних странах АТР.

Продукты-аналоги, имитации и заменители. Самый типичный пример – соевое мясо, аналог натурального, для которого характерна уникальная волокноподобная структура (текстура), напоминающая таковую у мяса. Такие продукты – соевые текстураты – получают из соевой муки, концентратов или изолятов различными способами, например, термопластической экструзией.

Икра лососевых и осетровых рыб является деликатесом, зачастую с ограниченным оборотом, так как многие виды осетровых входят в Красную книгу, а ловля лососевых – лицензируемый вид деятельности. Эти факторы способствовали разработке биотехнологии продукции, обладающей сходными органолептическими характеристиками, но значительно более доступной массовому потребителю. Современные технологии аналогов красной и черной икры включают добавление большого числа пищевых добавок: гелеобразователей (каррагинанов, альгинатов), красителей, стабилизаторов.

Еще один известный каждому аналог – крабовые палочки, изготавливаемые преимущественно из фарша минтая (сурими). В Федеральном институте промышленной собственности зарегистрирован также патент на имитацию орехов [23].

Технологические инновации

Инновации технологические включают производство генетически модифицированных, органических и конфессиональных продуктов, использование пищевых добавок, наноматериалов и инновационной упаковки.

Словосочетание «генно-инженерно-модифицированный организм» (ГМО) еще двадцать лет назад мало о чем могло сказать отечественному потребителю. Однако сегодня эта инновация уже не кажется сомнительной. Большинство стран мира не только допускают к реализации, но и самостоятельно производят трансгенные продукты и лекарственные средства. Несмотря на достаточно большое количество противников ГМО, результаты тысяч исследований, проведенных по всему миру и опубликованных в научной литературе, доказывают безопасность данной технологии.

Создание трансгенных продуктов питания позволяет интенсифицировать их производство из растений, устойчивых к гербицидам, насекомым-вредителям, вирусам, неблагоприятным климатическим условиям. ГМО растительного происхождения могут иметь заданный химический состав, гипоаллергенные свойства, являться фиксаторами азота. Впрочем, известны и трансгенные растения, выведенные исключительно с декоративной целью (синие розы *Blue Moon*).

Дальнейшее развитие генная инженерия пищевых продуктов продолжит, по всей видимости, в направлении выращивания трансгенных животных, рыб и насекомых (шелкопряд). Основными направлениями генетических улучшений при этом являются ускоренный набор массы и повышенный надой молока, снижение рисков инфекционных заболеваний, повышение качества шерсти у овец. Значительно улучшены сопротивляемость к болезням (например, вирусу H5N1) и уровень выживания цыплят. Генетически модифицированные лосось и тилапия характеризуются ускоренным ростом, а трансгенный карп в два-три раза превышает размерами своего нативного собрата.

Наша страна практически полностью готова к самостоятельному производству ГМО и дальнейшему развитию технологий в этой области, о чем свидетельствует развитая нормативная база, сеть аккредитованных лабораторий и четко поставленные задачи в области биотехнологий и генной инженерии. С 2017 г. на территории России отменяется мораторий на выращивание ГМО [24]. Возможно, это послужит стимулом к развитию пищевой генной инженерии в России, так как завершенные достижения в этой области достаточно скромны и представлены двумя линиями картофеля (Елизавета 2904/1 kgs, Луговской 1210 amk), созданными на базе центра «Биоинженерия» Российской академии наук.

В то же время отечественными учеными внесен большой вклад в методологию оценки качества и безопасности ГМО. Наиболее значимые исследования в нашей стране проведены коллективом Всероссийского научно-исследовательского института питания РАМН во главе с академиком РАМН В.А. Тутельяном. Результаты этих экспериментов обобщены в монографии «Генетически модифицированные источники пищи: оценка безопасности и контроль» в 2007 г. Вклад в оценку безопасности ГМО внесли также дальневосточные ученые Т.К. Каленик [25], А.И. Окара. Впервые на Дальнем Востоке (2006 г.) проведен мониторинг оборота пищевой продукции, содержащей ГМО, а два года спустя защищена кандидатская диссертация – одна из многих, посвященных данной проблеме [26].

В ближайшее время ожидается появление пищевых продуктов, полученных с помощью методов *синтетической биологии* – наиболее экстремальной формы генной инженерии. В отличие от последней, перемещающей между разными организмами один или несколько генов, синтетическая биология составляет или переписывает генетический код на компьютере, обрабатывая большое количество последовательностей ДНК [27]. С помощью синтетической биологии впервые был получен жизнеспособный микроорганизм с полностью искусственным геномом из минимально возможного набора генов (*Mycoplasma laboratorium* или Синтия, 2003), что практически сопоставимо с созданием живого из неживой материи [28].

В числе продуктов, созданных с помощью синтетической биологии, – преимущественно микроорганизмы (кишечная палочка, хлебопекарные дрожжи, микроводоросли), производящие топливо (биодизель и изобутанол), органические химические вещества, биопластики, ароматизаторы (ванилин), косметические и гигиенические средства, а также препараты фармацевтического назначения (инсулин и другие гормоны) и пробиотики.

С. Delebecque с помощью синтетически разработанных микроорганизмов создал аналог кофе Лювак. Традиционная технология этого продукта включает поедание кофейных зерен зверьком *Paradoxurus hermaphroditus*, в желудке которого происходят ферментные превращения, направленные на обогащение вкусоароматическими веществами. Необходимость специальных

ферм, ухода за животными, дополнительной очистки кофейных зерен делает этот сорт кофе одним из самых дорогих в мире. Применение методов синтетической биологии многократно позволяет снизить его стоимость, сделав доступным для широких слоев населения [29].

В краткосрочной перспективе ожидается появление многоклеточных организмов, в первую очередь, растений, сконструированных на основе методов синтетической биологии для производства биотоплива или декоративных целей. Например, в результате добавления синтезированных генов морского микроорганизма *Vibrio fischeri* в геном резуховидки (*Arabidopsis*, растение семейства капустных) была приобретена способность свечения в темноте (впрочем, десятилетием ранее подобный эффект был достигнут у растения табак методами классической генной инженерии) [30].

Отечественная наука пока не делает шагов в направлении синтетической биологии, на что указывает отсутствие соответствующих публикаций. Вероятно, связано это не столько с кризисом технических возможностей, сколько с позицией государства и общества в отношении генной инженерии.

Перспективы использования *наночастиц* (размерами от 1 до 100 нм) в пищевой промышленности весьма привлекательны, однако на сегодняшний день это направление не так широко представлено в нашей стране. Предполагается, что использование нанотехнологий должно способствовать дальнейшему повышению качества и безопасности пищевых продуктов.

Анализ зарубежных и отечественных публикаций позволил выделить и сформулировать основные направления использования нанотехнологий в пищевой индустрии:

- *производство упаковочных материалов с антибактериальным действием* (нанопокрывание для пивных бутылок из полиэтилентерефталата);
- *наночастицы* для выделения отдельных ферментов, сахаров (ксилозы), натуральных красителей (антоцианов) из растворов, удаления биогенных аминов из напитков, деминерализации вин, соков, молочной сыворотки, очистки пива от микроорганизмов и получение водки с высокими органолептическими показателями;
- *повышение стабильности витаминов и ароматизаторов* путем помещения их в полость молекул циклодекстринов; ароматизатор при этом может вытесняться другими компонентами среды во рту человека, то есть вкус и аромат еды будут открываться в самый нужный момент; аналогичным образом можно получить комплексы гидрофобных витаминов групп А, D, Е и К, высокая усвояемость которых может быть обеспечена без употребления жиров;
- *повышение усвояемости биологически активных веществ с помощью* глобулярных белков;
- *измельчение традиционных продуктов до наноразмеров* с целью многократного повышения активности входящих в их состав биологически активных веществ (зеленый чай, прополис);
- *маркировка товаров* наносенсорами; упаковка продукции с истекшим сроком годности, а также с превышением концентрации определенных химических веществ, свойственных процессу порчи (кислот, азота летучих оснований, аминов, меркаптанов), микроорганизмов и т. д. самостоятельно будет сигнализировать об этом;
- *стимулирование роста сельскохозяйственных растений* с помощью растительных нанобиокомпозиций и др.

Среди отечественных ученых большое влияние на разработку пищевых и сельскохозяйственных нанотехнологий оказали А.А. Брацихин, В.Г. Дарханова, О.П. Лаврентьева, Л.И. Мачихина, Ю.И. Михайлов, О.А. Полунина, А.Ю. Темирев и др.

В то же время мировое научное сообщество далеко неоднозначно оценивает возможность использования нанотехнологий при создании пищевых продуктов. Поэтому технические регламенты Евразийского экономического союза в отношении отдельных товаров требуют указывать сведения об использовании нанотехнологий или наноматериалов в информации для потребителей.

Следующая инновация имеет естественное происхождение и в определенном смысле является противоположностью предыдущим. Еще полтора столетия назад «*органическим*» мог называться любой пищевой продукт, сегодня – только произведенный без применения пестицидов, химических удобрений, стимуляторов роста и откорма, антибиотиков и ветеринарных препаратов, гормонов, генно-инженерно-модифицированных организмов (ГМО), не подвергнутый обработке ионизирующим излучением [31]. Предпосылки для развития этого сегмента тесно связаны с реальными или ожидаемыми потребительскими свойствами органических продуктов. В этой связи можно выделить следующие мотивы для их производства:

- *безопасность* – обеспечивается минимальным содержанием пестицидов и ряда других ксенобиотиков, исключением «сомнительных», с точки зрения потребителя, методов генной ин-

женерии, нанотехнологий и радиоактивного облучения [32]. С другой стороны, как показано S. Kaуа и H. Tosun, запрет на применение фунгицидов ведет к росту содержания в органических продуктах микотоксинов за счет использования органических удобрений (навоза, перегноя) – идеальной среды для развития плесени [33];

- здоровье – более высокая биологическая ценность, отмеченная, в частности A. Zalecka, в отношении полифенолов для растительной продукции и полиненасыщенных жирных кислот в отношении молочных и мясных продуктов [34]. Здоровье остается наиболее важной мотивацией к покупке органической продукции, несмотря на отсутствие систематических исследований и достоверных сведений в данной области [35]. Кроме того, показано отсутствие связи между употреблением органических продуктов и онкологическими заболеваниями [36];

- уникальность вкуса – более высокие вкусовые качества органических продуктов, о которых можно прочитать преимущественно в рекламной информации, объясняются, вероятнее всего, эффектом плацебо. Научные исследования, проведенные в соответствии с правилами дегустаций, не выявляют каких-либо вкусовых отличий у традиционных и органических продуктов;

- рентабельность – органические продукты можно реализовать значительно дороже традиционных аналогов. Так, в России разница в стоимости органических колбас и изготовленных по национальным стандартам может достигать 500%, что невозможно объяснить только издержками производства;

- эстетика – возможность для потребителя следовать определенному тренду, чувствовать себя ближе к природе, к традициям. Это психологический мотив, преобладающий в рекламе органических продуктов.

Технологии органического земледелия внедрены в 160 странах, крупнейшими из которых являются США, Европейский союз, Япония и Австралия. В ряде европейских стран до 14% блюд предприятий общественного питания и школьных столовых и до 2,5% пищевой продукции, реализуемой через розничную торговую сеть, производятся с использованием органических технологий [37].

В нашем исследовании было предложено распространить действие отечественных нормативных документов в области органической продукции за счет объектов аквакультуры (рыбоводства), добыча которых только в Российской Федерации оценивается в 1,4 млн т ежегодно. Большая часть из них, при условии принятия соответствующей законодательной базы и соблюдения установленных требований, может быть позиционирована как органические.

Предпосылки для этого есть. Так, мировой рынок продукции органической аквакультуры, выращиваемой на площади более 400 тыс. га, оценивается более чем в 50 млрд долл. Особое развитие органическая аквакультура получила во Франции, Германии и Великобритании, а также в Греции, Ирландии, Венгрии, Бангладеш, Вьетнаме. Даже в соседнем Китае объемы органической аквакультуры измеряются 85 тыс. тонн (2012 г.) и демонстрируют 50-кратный рост за последние 10 лет. При этом отмечается, что объектами органической аквакультуры может быть значительно большее количество видов, чем в случае сельского хозяйства, а вследствие сильного различия этих объектов требования к ним не должны быть идентичны.

Ряд стран создали национальные стандарты и системы сертификации для органической аквакультуры. В Европе и США ряд международных систем добровольной сертификации (Naturland, BioSuisse, Debio, Qualite France) предлагает подтвердить соответствие такой продукции норме путем нанесения на маркировку соответствующих знаков. В рамках международной организации IFOAM (International Federation of Organic Agriculture Movements) создана группа Аквакультура, объединяющая более 800 производителей органической аквакультуры, органов по сертификации, исследователей и других заинтересованных сторон из 114 стран мира, включая Российскую Федерацию. В 2007 г. понятие аквакультуры было впервые включено в европейские нормы по производству органических продуктов. В российской нормативной базе понятие органической аквакультуры отсутствует, следовательно, затруднена и сертификация подобных объектов.

Развитие органической аквакультуры в нашей стране представляется достаточно актуальным вследствие наличия соответствующих ресурсов. По всей видимости, в ближайшее время в федеральном законе «О производстве органической продукции и внесении изменений в законодательные акты Российской Федерации» будут прописаны требования к аквакультуре и конкретизированы в виде национального стандарта «Правила производства органической продукции». В проектах этих документов указано, что органическая аквакультура должна быть получена от молодняка из органического маточного стада, а методы ведения хозяйства должны

отвечать эволюционным, физиологичным и поведенческим потребностям объектов аквакультуры на фоне минимального воздействия на окружающую среду. Любые страдания объектов аквакультуры, включая период убоя, должны быть сведены к минимуму. Предъявляются также и высокие требования к персоналу.

Наибольший интерес в Российской Федерации представляет производство органических продуктов, в том числе глубокой переработки, из органически выращенных нерыбных гидробионтов. Сегодня общий их вылов в российских водах превышает 119 тыс. тонн и может быть в разы увеличен за счет малоиспользуемых сегодня видов (например, криля).

Считаем, что более глубокое применение органическая аквакультура может найти в производстве биологически активных добавок (БАД) к пище. Как известно, Россия по уровню производства и потребления БАД значительно отстает от Японии, США и Евросоюза, а емкость отечественного рынка БАД составляет менее 0,2% мирового объема [38]. В свою очередь, это показывает, что у рынка БАД в России есть возможности для многократного роста, и БАДы из гидробионтов, позиционируемые как «органические», найдут свою нишу.

В составе БАД из гидробионтов могут присутствовать незаменимые аминокислоты, ω -3 жирные кислоты, макро- и микроэлементы, хондропротекторы глюкозамин и хондроитинсульфат, аналоги пищевых волокон хитозан и полисахариды водорослей, а также ряд других биологически активных веществ, в том числе встречающихся исключительно в объектах водного мира.

Конфессиональные продукты также набирают популярность на отечественном рынке. При этом в зависимости от вероисповедания целевых потребителей различают продукцию постную (христианство), халяльную (ислам), кошерную (иудаизм). В основе конфессиональной пищи лежит использование исключительно одобренных религией ингредиентов и специальных способов обработки. С медицинской точки зрения такая еда более полезна для организма, что расширило рынок конфессиональных продуктов за счет потребителей, к религии отношения не имеющих.

Сегмент *инновационной упаковки* развит сегодня весьма достойно. Наиболее интересными направлениями в развитии упаковки пищевых продуктов при этом являются следующие:

- съедобная упаковка (серия упаковки для различных продуктов This Too Shall Pass от шведской дизайн-студии Tomorrow Machine, съедобная упаковка WikiCell Designs для мороженого и др.);
- саморазогревающаяся/самоохлаждающаяся упаковка (пакеты *ScaldoPack* и др.);
- биоразлагаемая упаковка (эколин, полигидроксиполаноаты PHA, полимолочная кислота PLA, полибутилентерефталат PBS, поликапролактон PCL, алифатические-ароматические сополиэфиры AAC);
- упаковка на основе нанотехнологий;
- упаковка на основе мембранных технологий, например, с клапаном, который позволяет избежать накопления газов, выпуская их наружу и предотвращая проникновение кислорода внутрь, что обеспечивает оптимальную защиту продукта для кофе, дрожжевого теста, квашеной капусты, соевых продуктов, сыров, грибов, блюд для микроволновой печи, а также при пастеризации продуктов питания.

Инновационные способы обработки пищевых продуктов направлены на повышение сохранности, на придание уникального имиджа и упрощение приготовления. Среди них можно выделить следующие:

- обработка высоким давлением (до 600 Мпа) для консервирования мясных, фруктовых и овощных продуктов;
- обработка ударными волнами для размягчения мышечной ткани мясных продуктов (тендеризация);
- технология Cook&Chill – продукты (преимущественно блюда) доводят до готовности на 80% и охлаждают или замораживают, после чего направляют на предприятия общественного питания или в ритейл;
- продукция «молекулярной кухни», использующей знания физико-химических механизмов, преобразующих ингредиенты во время кулинарной обработки пищи. Молекулярная кухня включает продукты вспененные (эспумы из любого сырья – мяса, овощей, фруктов), центрифугированные (разделенные на составные части при помощи центрифуги), обработанные жидким азотом и сухим льдом (муссы из зеленого чая), приготовленные под вакуумом или в роторном

испарителе, склеенные при помощи фермента транскляминазы, желированные, продукты с концентрированными вкусоароматическими веществами. Эта инновация преимущественно относится к продуктовым;

– сублимационная (лиофильная) сушка и т. д.

Внесение *пищевых добавок*, а также использование вспомогательных технологических веществ и ароматизаторов связано с необходимостью продления сроков годности, снижения товарных потерь, достижения желаемых органолептических показателей.

Некоторые из пищевых добавок имеют многовековую историю (соль, селитра для посола мясных изделий, уксус, сернистая кислота, краситель красный рисовый, каррагинан, глутамат натрия). Однако в настоящее время ассортимент пищевых добавок существенно расширился. Только в нашей стране к обороту и использованию в продуктах питания разрешены более 500 наименований [39], что обусловлено логистической географией, потребностью в эксклюзивном вкусе и эстетике, невысокой стоимости и эргономичности, созданием инновационных и совершенствованием традиционных продуктов питания.

Заключение

Таким образом, инновационный процесс в пищевой индустрии представляет собой социально значимое многоаспектное явление, одновременно развивающееся в большом количестве направлений. Поэтому сегодня деятельность по созданию и исследованию инноваций является отдельным прикладным элементом пищевой индустрии, нашедшим отражение в том числе и в подготовке кадров высшей квалификации. Не случайно число успешно защищенных диссертаций на соискание ученой степени кандидата и доктора технических наук в этом направлении составляет не менее тысячи за каждые пять лет.

Литература

1. *Пименов С.В.* Инновационное обеспечение развития предприятий пищевой промышленности: автореф. дис. ... д-ра экон. наук. – СПб., 2012. – 24 с.
2. *Бизюкова В.* Инновации в пищевой промышленности: основные практики внедрения и влияние среды [Электронный ресурс]. – URL: <https://web.warwick.ac.uk/russia/Bizyukova.doc>.
3. Стратегия развития пищевой и перерабатывающей промышленности Российской Федерации на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. Расп. Правительства РФ от 17 апреля 2012 г. № 559-р. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
4. ГОСТ Р 56261-2014 Инновационный менеджмент. Инновации. Основные положения [Электронный ресурс]. – URL: www.vsegost.com.
5. *Жекова О.А.* Особенности инновационного процесса в отраслях пищевых производств // Пищевая промышленность. – 2005. – № 12. – С. 26–27.
6. *Киселев В.М., Николаева М.А.* Категорийный менеджмент: учеб. пособие. – М.: Норма: НИЦ ИНФРА-М, 2013. – 208 с.
7. *Алешков А.В., Каленик Т.К.* Перспективы органической аквакультуры и рыболовства в России // Вестник ХГАЭП. – 2015. – № 1. – С. 88–93.
8. *Алешков А.В.* Функциональные продукты питания – ключевое направление в пищевой индустрии // Вестник ХГАЭП. – 2012. – № 1. – С. 75–88.
9. *Алешков А.В.* Пищевые добавки в наших продуктах // Вестник ХГАЭП. – 2014. – № 2 (70). – С. 52–63.
10. *Алешков А.В.* Биологически активные добавки в системе современного питания // Вестник ХГАЭП. – 2013. – № 2 (64). – С. 70–79.
11. *Алешков А.В.* Нанотехнологии в пищевой промышленности: возможности и риски // Вестник ХГАЭП. – 2011. – № 3 (54). – С. 135–148.
12. *Колесникова Н.В., Миронов К.М.* Научные принципы конструирования комбинированных продуктов питания: курс лекций. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2009. – 80 с.
13. *Алешков А.В., Алешкова М.А.* О перспективах QFD-анализа при разработке инновационной продукции // Baikal Research Journal. – 2015. – Т. 6, № 1. – С. 10–17.
14. *Алешков А.В., Алешкова М.А.* Роль квалиметрии в разработке инновационной продукции // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. – 2014. – № 6 (29). – С. 110–118.

15. *Окара А.И.* Новая генерация пищевых продуктов в условиях инновационной деятельности: тенденции развития и проблемы продвижения на рынок // Вестник ХГАЭП. – 2012. – № 1. – С. 88–96.
16. ГОСТ Р 52349 Продукты пищевые. Продукты пищевые функциональные. Термины и определения [Электронный ресурс]. – URL: <http://vsegost.com/Catalog/21/2161.shtml/>
17. Дополнения и изменения № 22 к СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» // СанПиН 2.3.2.2804-1 0 [Электронный ресурс]: утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 27 декабря 2010 г. № 177. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
18. *Алешков А.В., Окара А.И.* Полуфабрикат мясной рубленый: патент № 2398481. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Приор. от 01.07.2009 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 10.10.2010 г.
19. *Окара А.И. Алешков А.В., Земляк К.Г.* Полуфабрикат мясо-растительный рубленый обогащенный: патент № 2529154. – М.: Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам. Приор. от 18.03.2013 г. Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений РФ 31.07.2014 г.
20. Правила здорового питания россиян на период до 2020 года [Электронный ресурс]: утв. Распор. Правительства Российской Федерации от 25 октября 2010 г. № 1873-р. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
21. Supplement Business Report // Nutrition Business Journal. 2012, Sep. 6 [Электронный ресурс]. – URL: <http://newhope360.com/research/supplement-business-report>.
22. Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к товарам, подлежащим санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) [Электронный ресурс]: утв. Реш. Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г. № 299. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
23. *Макферсон Э., Акаше А., Ахад А.* Способ изготовления имитации орехов (варианты): патент RU 2328872 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.findpatent.ru/patent/232/2328872.html>.
24. О внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 23 сентября 2013 г. № 839 [Электронный ресурс]: постановление Правительства Российской Федерации от 16 июня 2014 г. № 548. – URL: <http://www.pravo.gov.ru>.
25. *Каленик Т.К., Федянина Л.Н., Танашкина Т.В.* Товароведение и экспертиза пищевой продукции, полученной из генетически модифицированных источников. Качество и безопасность: учеб. пособие. – Владивосток: Изд-во Тихоокеанского гос. эконом. ун-та, 2006. – 215 с.
26. *Алешков А.В., Окара А.И.* Генетически модифицированные организмы в пищевых продуктах: моногр. – Хабаровск. РИЦ ХГАЭП, 2010 – 188 с.
27. *Kitney R., Freemont P.* Synthetic biology – the state of play // FEBS Letters №586. 2012. – P. 2029–2036.
28. *Fong S.S.* Computational approaches to metabolic engineering utilizing systems biology and synthetic biology // Computational and Structural Biotechnology Journal. – 2014. – № 11. – P. 28–34.
29. *Zimberoff L.* How a New Startup Is Refining the Flavor of Coffee via Microbial Fermentation [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.eater.com/drinks>.
30. Synthetic biology, inspired by synthetic chemistry / *Malinova V., Nallanic M., Meiera W.P., Sinner E.K.* // FEBS Letters № 586. – 2012. – P. 2146–2156.
31. СанПиН 2.3.2.1078-01 «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов» [Электронный ресурс]: утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 6 ноября 2001 г. С изм. и доп. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».
32. *Blair R.* Organic Production and Food Quality: A Down to Earth Analysis: Book. – 2012. – 296 p.
33. *Kaya S.B., Tosun H.* Occurrence of total aflatoxin, ochratoxina and fumonisin in some organic foods // Journal of Pure and Applied Microbiology. – 2013, December. – Volume 7, Iss. 4. – P. 2925–2932.
34. The influence of organic production on food quality - research findings, gaps and future challenges (Article) / *Zalecka A., Bügel S., Paoletti F., Kahl J., Bonanno A., Dostalova A., Rahmann G.* // Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2014, October. – Vol. 94, Iss. 13. – P. 2600–2604.

35. *Goetzke, B., Nitzko S., Spiller A.* Consumption of organic and functional food. A matter of well-being and health? // Dept. of Agricultural Economics and Rural Development-Marketing of Food, Agricultural Products, Georg-August University of Goettingen, Platz der Göttinger Sieben 5, 37073 Goettingen, Germany.

36. Organic food consumption and the incidence of cancer in a large prospective study of women in the United Kingdom / *Bradbury, K.E., Balkwill A., Spencer E.A., Roddam A.W., Reeves G.K., Green, J., Key T.J., Pirie K., Banks E., Beral V., English R., Green J., Patnick J., Peto R., Reeves G., Vessey M., Wallis M., Abbiss H., Abbott S., Armstrong M., Balkwill A., Benson, V., Yang O., Young H.* // British Journal of Cancer. – 2014, April. – Vol. 110, Iss. 9. – P. 2321–2326.

37. *Tikkanen I.* Procurement and consumption of local and organic food in the catering of a rural town // British Food Journal. – 2014, February. – Vol. 116, Iss. 3. – P. 419–430.

38. Фармацевтический рынок России [Электронный ресурс]. – 2015. – № 7. – С. 22–27. – URL: www.dsm.ru.

39. СанПиН 2.3.2.1293-03 Гигиенические требования по применению пищевых добавок [Электронный ресурс]: утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 18 апреля 2003 г. № 59. Доступ из справ.-правовой системы «Гарант».

Информация об авторах **Information about authors**

Алешков Алексей Викторович – Хабаровский государственный университет экономики и права; 680000, Россия, Хабаровск; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры товароведения; aleshkov@inbox.ru

Aleshkov Aleksey Viktorovich – Khabarovsk State University of Economics and Law; 680000, Russia, Khabarovsk; Candidate of Technical Sciences; Associate Professor; Assistant Professor of Commodity Research Chair; aleshkov@inbox.ru

Каленик Татьяна Кузьминична – Дальневосточный федеральный университет; 690950, Россия, Владивосток; доктор биологических наук; профессор; заведующая кафедрой биотехнологии и функционального питания; kalenik.tk@dvfu.ru

Kalenik Tatiana Kuzminichna – Far Eastern Federal University; 690950, Russia, Vladivostok; Doctor of Biological Sciences; Professor; Head of Biotechnology and Functional Foods Chair; kalenik.tk@dvfu.ru

Моткина Елена Викторовна – Дальневосточный федеральный университет; 690950, Россия, Владивосток; кандидат медицинских наук; доцент; доцент кафедры биотехнологии и функционального питания; motkina.ev@dvfu.ru

Motkina Elena Viktorovna – Far Eastern Federal University; 690950, Russia, Vladivostok; Candidate of Medical Sciences; Associate Professor; Assistant Professor of Biotechnology and Functional Foods Chair; motkina.ev@dvfu.ru

УДК 664.95

К.М. Афанасьева, Н.К. Луенко

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

ХАРАКТЕРИСТИКА РЫБНЫХ ПРОДУКТОВ С ВЕТЧИННОЙ СТРУКТУРОЙ

Описана характеристика рыбных продуктов с ветчинной структурой. Показаны разработанные рецептуры рыбных продуктов с ветчинной структурой. Представлены функционально-технологические свойства, химический состав готовых изделий и дана их органолептическая оценка.

Ключевые слова: рыбные продукты, ветчинная структура, рецептуры, химический состав, органолептическая оценка.

K.M. Afanasyeva, N.K. Luyenko (Kamchatka State Technical University, 683003) **Characteristics of fish products with ham structure**

The article describes the characteristics of fish products with ham structure. The developed recipes of fish products with ham structure are shown. The functional and technological properties, the chemical composition of finished products are presented. The organoleptic evaluation is given.

Key words: fish foods, ham structure, recipes, chemical composition, organoleptic evaluation.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-39-43

Введение

В связи с повышением цен на мясное сырье, а также низким потреблением рыбных продуктов в настоящее время актуальна проблема производства продуктов из гидробионтов. Одной из основных задач рыбной отрасли Камчатского края является обеспечение населения качественными и безопасными продуктами. Примером таких изделий являются формованные рыбные продукты с ветчинной структурой.

Интерес к производству рыбных продуктов с ветчинной структурой обусловлен решением проблем рационального использования сырья, а также получением продукции высокой пищевой и энергетической ценности. Объекты морского промысла богаты витаминами, полноценными белками, липидами, ненасыщенными жирными кислотами, минеральными веществами, в мышечной ткани практически отсутствуют углеводы. Рыбные продукты часто употребляют в качестве диетических, лечебно-профилактических, а также в детском и школьном питании [1].

Традиционно рыбные формованные продукты производят из тонкоизмельченного сырья. В предлагаемой технологии предусмотрено использование крупнокускового сырья для создания рыбных формованных продуктов с ветчинной структурой.

Материалы и методы

Предметом исследования являлись рыбные продукты с ветчинной структурой, разработанные в соответствии с рецептурами, приведенными в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры рыбных продуктов с ветчинной структурой

Компонент рецептуры	Рецептура (образец)			
	1	2	3	4
Минтай (фарш), г	250	–	200	–
Треска (фарш), г	–	250	–	200
Горбуша (куски), г	150	150	200	200
Палтус белокорый (куски), г	100	100	100	100
Соль, % к массе сырья	2	2	2	2

Готовые изделия оценивали по физическим, химическим и органолептическим показателям. Для определения физико-механических свойств рыбных продуктов с ветчинной структурой исследовали предельное напряжение сдвига (ПНС) и водоудерживающую способность. Предельное напряжение сдвига определяли на структурометре СТ-1М по усилию нагружения конуса при его внедрении на определенную глубину в пищевой продукт, времени релаксации напряжений, возникших при деформировании продукта, с учетом угла при вершине конуса [2].

Водоудерживающую способность готовых продуктов определяли по площади «влажного» пятна по ГОСТ 7636 [3].

Подбор рецептур продукции проводили весовым методом.

Для оценки химических показателей готового продукта определяли массовую долю белка, липидов, воды и минеральных веществ по ГОСТ 7636 [3].

Метод определения массовой доли белковых веществ основан на окислении органического вещества при сжигании его в серной кислоте в присутствии катализаторов сульфата меди и сульфата калия, отгонке образующегося аммиака паром, улавливании его раствором серной кислоты и определении содержания азота титрованием.

Массовую долю липидов определяли экстракцией жира органическим растворителем из сухой навески в аппарате Сокслета и определении его массы взвешиванием.

Определение массовой доли минеральных веществ проводили озолением навески в муфельной печи и определением изменения массы образца взвешиванием.

Определение массовой доли воды проводили высушиванием в сушильном шкафу и определением изменения массы его взвешиванием.

Характеристика рыбных продуктов с ветчинной структурой

В данной работе проводилось исследование показателей рыбных продуктов (колбас) с ветчинной структурой, приготовленных в соответствии с разработанной технологией. После подготовки сырья филе минтая и трески пропускали через волчок с диаметром отверстий решетки не более 4 мм и готовый фарш немедленно направляли на дальнейшую обработку. Мясо палтуса и горбуши измельчали на куски размером 1–1,5 см. Затем тонкоизмельченный фарш и крупнокусковое сырье солили отдельно, добавляя поваренную соль в количестве 1,5% к массе сырья. Все ингредиенты по рецептуре тщательно перемешивали в фаршемешалке в течение 10–15 мин, после чего набивали в искусственные оболочки диаметром 10 см. Сформованный полуфабрикат сразу направляли на подпрессовывание в течение 4–6 ч при температуре 0–4°C. В процессе прессования структура уплотняется и становится монолитной, а готовый продукт получается более сочным. После подпрессовывания образец запекали в духовом шкафу при температуре 90–95°C в течение 2–4 ч до достижения температуры в толще батона 70–72°C. После термообработки готовые изделия быстро охлаждали водой в течение 10–15 мин до достижения температуры в центре батона 0–15°C.

Для готовых изделий определяли функционально-технологические свойства. Зависимость функционально-технологических свойств рыбных продуктов с ветчинной структурой от рецептуры представлена на рис. 1 и 2.

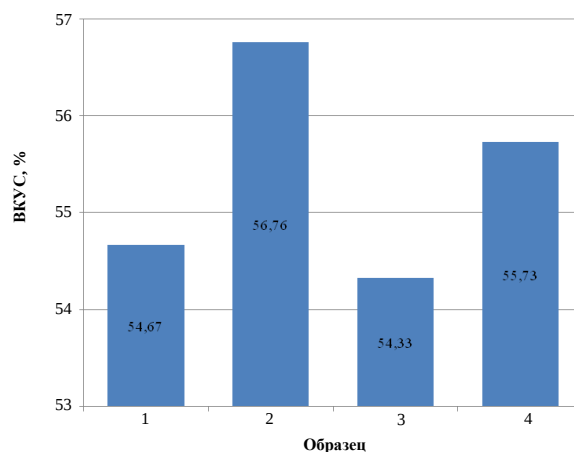


Рис. 1. Водоудерживающая способность образцов рыбных продуктов с ветчинной структурой

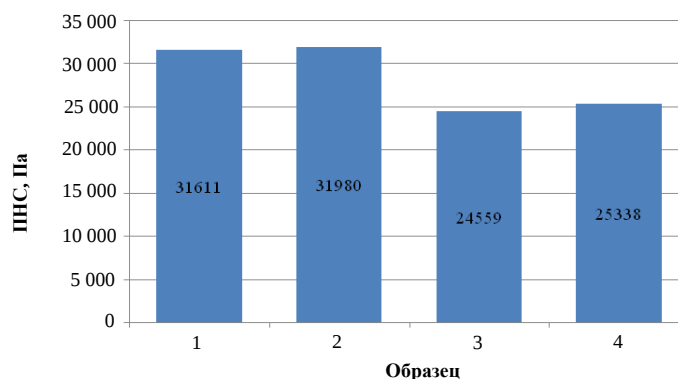


Рис. 2. Предельное напряжение сдвига рыбных продуктов с ветчинной структурой

Исследования показали (рис. 1), что наибольшей водоудерживающей способностью обладают продукты с ветчинной структурой, изготовленные по рецептурам 2 и 4. Это объясняется составом изделий: основным компонентом образцов 2 и 4 является фарш трески, который позволяет регулировать структуру готовых изделий; для образцов 1 и 3 таким компонентом является фарш минтая.

Треска характеризуется низким содержанием жира и слабой эластичностью, мышечная ткань минтая по свойствам и химическим показателям напоминают треску. Возможно, преимущество фарша трески заключается в том, что треска содержит липидов меньше (0,6%), чем минтай (0,9%), а также липиды трески и минтая отличаются по жирнокислотному составу [4].

Экспериментальные данные (рис. 2) свидетельствуют об увеличении показателя ПНС у образцов 1 и 2, что связано с преобладанием в рецептурах (50%) тонкоизмельченного фарша из минтая и, соответственно, из трески, который выступает в качестве связующего компонента, в то время как в образцах 3 и 4 фарша на 10% меньше.

В ходе исследований был изучен общий химический состав рыбных продуктов с ветчинной структурой (табл. 2).

Таблица 2

Общий химический состав рыбных продуктов с ветчинной структурой

Показатель	Рецептура (образец)			
	1	2	3	4
Массовая доля липидов, %	1,2	1,1	4,2	3,9
Массовая доля белков, %	18,1	18,4	19,4	19,6
Массовая доля золы, %	0,7	0,7	0,9	0,9
Массовая доля воды, %	69,3	69,9	66,2	66,4

Полученные данные подтверждают, что химический состав готового продукта зависит от рецептуры рыбных изделий с ветчинной структурой (табл. 1).

Установлено, что образцы 3 и 4 обладают большей жирностью, так как в их состав входит мышечная ткань горбуши, отличающаяся наибольшей жирностью (7,0%) среди компонентов, представленных в рецептуре (минтай, треска, палтус белокорый). В данных образцах количество горбуши на 10% выше, чем в продуктах, изготовленных по рецептурам 1 и 2. Мышечная ткань трески, которая преобладает в образцах 1 и 2, менее жирная (0,6%), чем минтай (0,9%), а содержание горбуши и палтуса белокорого меньше.

Таким образом, готовые продукты, в состав которых не входит горбуша, можно отнести к нежирным и рекомендовать использовать для диетического питания.

Экспериментальные данные также свидетельствуют о том, что образцы 3 и 4 характеризуются более высоким содержанием белка – 19,4% и 19,6% соответственно. Аналитические исследования, проведенные ранее [5], указывают, что горбуша и палтус белокорый богаты белком. Массовая доля белка несколько выше в готовых изделиях, изготовленных по рецептурам 3 и 4, содержащих мышечной ткани горбуши на 10% больше.

Рыбные продукты с ветчинной структурой обладают нежной сочной консистенцией в связи с тем, что массовая доля воды в готовых изделиях составляет 66,2–69,9%, минеральных веществ готовые изделия содержат 0,7–0,9% [4, 6].

Были проведены органолептические исследования готовой продукции, результаты которых представлены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительные органолептические показатели образцов рыбных продуктов с ветчинной структурой

Показатель	Рецептура (образец)			
	1	2	3	4
Форма	Овальная, концы батона закругленные			
Поверхность	Без трещин			
Цвет поверхности	Кремовый с вкраплениями светло-розового		Светло-розовый с вкраплениями кремового	
Консистенция	Сочная, уплотненная, легко разжевываемая			
Вкус и запах	Соответствующие готовой рыбной кол- басе, без посторонних привкуса и запаха, приятный рыбный	Соответствующие готовой рыбной кол- басе, без посторонних привкуса и запаха, приятный рыбный	Соответствующие готовой рыбной кол- басе, без посторонних привкуса и запаха, приятный рыбный	Соответствующие готовой рыбной кол- басе, без посторонних привкуса и запаха, приятный рыбный
	ВКУС	ВКУС	ВКУС	ВКУС

Графически результаты органолептической оценки представлены в виде профилограмм на рис. 3.

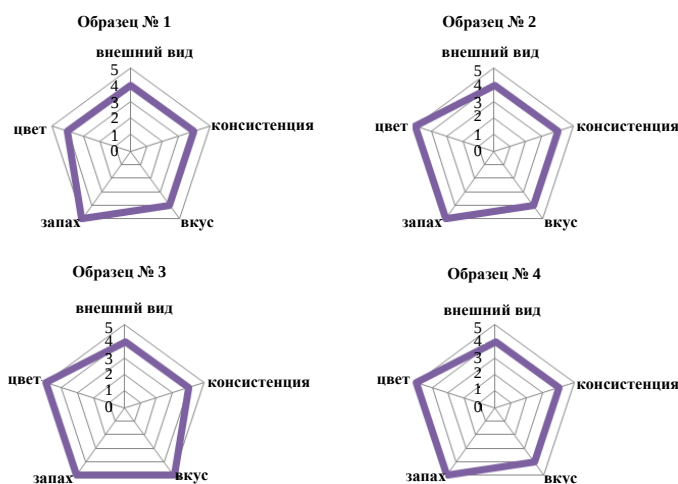


Рис. 3. Профилограммы качества рыбных продуктов с ветчинной структурой

Определение органолептических показателей проводили на дегустационном совещании, в результате были построены профилограммы вкуса (рис. 3), при этом принята следующая балльная шкала: 1 – свойство не ощущается; 2 – свойство едва ощущается; 3 – свойство слабо ощущается; 4 – свойство умеренно ощущается; 5 – свойство сильно выражено.

На дегустационном совещании было отмечено, что все образцы обладают приятным вкусом и ароматом. На поперечном разрезе рыбных изделий с ветчинной структурой было видно, что консистенция уплотненная, цвет светло-розовый, местами кремовый. Многие дегустаторы нашли, что у образцов 2 и 4 консистенция менее сочная. Некоторые отметили у образца 1 более выраженный вкус «ветчинности».

Таким образом, все образцы рыбных продуктов с ветчинной структурой являются качественными по органолептическим показателям, что позволяет расширить ассортимент этих изделий.

Заключение

При изготовлении рыбных продуктов с ветчинной структурой использовали кусковое сырье (горбуша, палтус белокорый), в качестве связующего компонента применяли фарш минтая или трески, что нетрадиционно для производства данного вида изделий. Готовые продукты обладали приятным вкусом и ароматом, имели монолитную структуру, сочную и нежную консистенцию без внесения дополнительных структурорегулирующих добавок благодаря технологическим приемам.

Создание рыбных продуктов с ветчинной структурой позволяет решить актуальную задачу рыбной отрасли Камчатского края обеспечить население качественными продуктами. Рыбные продукты, изготовленные по разработанной технологии, богаты белками, жирами, минеральными веществами.

Литература

1. *Богданов В.Д., Олейникова К.М.* Характеристика крупнокусковых колбасных изделий из гидробионтов // Науч. тр. Дальрыбвтуза: в 2 ч. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2009. – Вып. 21. Ч. 1. – С. 280–289.
2. *Ефимов А.А., Олейникова К.М., Салтанова Н.С.* Технология продуктов заданного химического состава и структуры: метод. указания. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2012. – 33 с.
3. ГОСТ 7636. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. – М.: Стандартинформ, 2010. – 86 с.
4. *Тутельян В.А.* Химический состав и калорийности российских продуктов питания: справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
5. *Луенко Н.К.* Сравнительная характеристика мясного и рыбного сырья, используемого при производстве ветчинных изделий // Вестник КамчатГТУ. – 2015. – № 32. – С. 30–33.
6. *Розанцев Э.Г.* Биохимия мяса и мясных продуктов. – М.: ДеЛи принт, 2006. – 236 с.

Информация об авторах Information about authors

Афанасьева Ксения Михайловна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат технических наук; заведующая отделом аспирантуры и докторантуры; oleinikovaks@yandex.ru

Afanasyeva Kseniya Mikhailovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Technical Sciences; Head of Postgraduate and Doctoral Studies Department; oleinikovaks@yandex.ru

Луенко Наталья Константиновна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; магистрант; natasha_kostya@mail.ru

Luyenko Natalya Konstantinovna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Undergraduate; natasha_kostya@mail.ru

УДК 664.951.32

М.В. Благоднравова

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЭДТА ДИНАТРИЕВОЙ СОЛИ НА КАЧЕСТВО И СРОКИ ГОДНОСТИ ПАЛТУСА ХОЛОДНОГО КОПЧЕНИЯ

В статье приводятся результаты исследований влияния внесения ЭДТА динатриевой соли при производстве палтуса холодного копчения на органолептические и физико-химические показатели продукции, а также на энергетическую ценность и сроки годности. Доказано, что палтус холодного копчения, произведенный с обработкой ЭДТА динатриевой солью, имеет высокие органолептические и физико-химические показатели, длительный срок годности и высокую энергетическую ценность.

Ключевые слова: рыбы холодного копчения, палтус, сроки годности, окисление, кислотное число, антиокислительный эффект, азот летучих оснований.

M.V. Blagonravova (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Researching the influence of EDTA-Na₂ on quality and use-by date of cold-smoked halibut**

The article presents the results of the study on the influence of entering EDTA-Na₂ on physical-chemical parameters of products during the manufacture of cold-smoked halibut as well as on its energy value and use-by dates. It is proved that cold-smoked halibut produced with addition of EDTA-Na₂, has high organoleptic and physical-chemical parameters, long use-by date and high energy value.

Key words: cold-smoked fish, halibut, use-by dates, oxidation, acid number, antioxidizing effect, nitrogen of the flying bases.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-44-50

Введение

Холодное копчение является одним из наиболее распространенных видов обработки синекорого палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*). При этом способе предварительно посоленная рыба обрабатывается органическими компонентами, образующимися при неполном сгорании (пиролизе) древесины. Обработывающей средой может быть древесный дым (дымовое копчение) или коптильный препарат (бездымовое копчение). В результате продукт приобретает специфические цвет, вкус и запах, а при холодном копчении – антиокислительные и антимикробные свойства, что делает его пригодным в пищу без дополнительной кулинарной обработки [1–8]. Копчение позволяет улучшить товарные свойства мяса рыбы, получить стойкую в хранении продукцию или гастрономически привлекательный полуфабрикат для пресервного, консервного или кулинарного производства.

Для палтуса холодного копчения характерна низкая стойкость при хранении за счет микробной порчи и окисления липидов, что связано с высокой жирностью этой рыбы. Для увеличения срока годности используется замораживание, которое приводит к тому, что рыба при нарезке крошится и тем самым ухудшается ее внешний вид. Одним из путей сохранения качества копченого продукта является использование упаковки под вакуумом, которая нашла широкое применение не только за рубежом, но также и в нашей стране. Одним из способов предотвращения процессов окисления в рыбных продуктах является использование пищевых добавок [9–11]. Поэтому актуальной является разработка технологии производства палтуса холодного копчения, обеспечивающей высокое качество при хранении за счет внесения пищевых добавок, обладающих антиокислительным действием с сохранением высоких органолептических показателей продукции. Поставленная цель вызывает необходимость решения таких задач, как выбор пищевой добавки,

исследование физико-химических изменений, происходящих в мясе палтуса, разработка технологии производства палтуса холодного копчения с использованием пищевой добавки.

В качестве пищевой добавки, проявляющей антиокислительную активность, нами предложено применить динатриевую соль ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты). Различными исследованиями доказана высокая ингибирующая активность солей этилендиаминтетрауксусной кислоты в отношении жиров рыб [12–14].

Исследование влияния ЭДТА динатриевой соли на процессы окисления липидов соленого палтуса

Для исследования влияния ЭДТА динатриевой соли на процессы окисления липидов соленого палтуса с целью направления в дальнейшем соленого полуфабриката на производство продукции холодного копчения использовался палтус-сырец, по качеству соответствующий требованиям ТУ 9240-061-33620410-05 «Рыбы камбаловые и тресковые-сырец» [15]. Палтус, разделанный на филе, солили сухим посолом. В процессе посола в посольную смесь дополнительно вводили ЭДТА динатриевую соль в количестве 0,01% от массы рыбы. Контрольный образец солили без использования добавок. Соленые образцы хранили при температуре от минус 4 до минус 8°C.

Для установления соответствия соленого палтуса требованиям нормативной документации по содержанию соли в мясе рыбы в исследуемых образцах определяли содержание соли аргентометрическим методом. Установлено, что массовая доля соли в мясе соленой рыбы составляет 5,9%, что полностью соответствует требованиям нормативной документации (5–9%).

В образцах также определяли органолептические показатели профильным методом, а также с целью изучения изменений липидов в процессе хранения один раз в месяц в образцах определяли перекисное и кислотное числа. Результаты исследований представлены на рис. 1 и 2 (более высокому баллу соответствует более высокое качество) и в табл. 1.

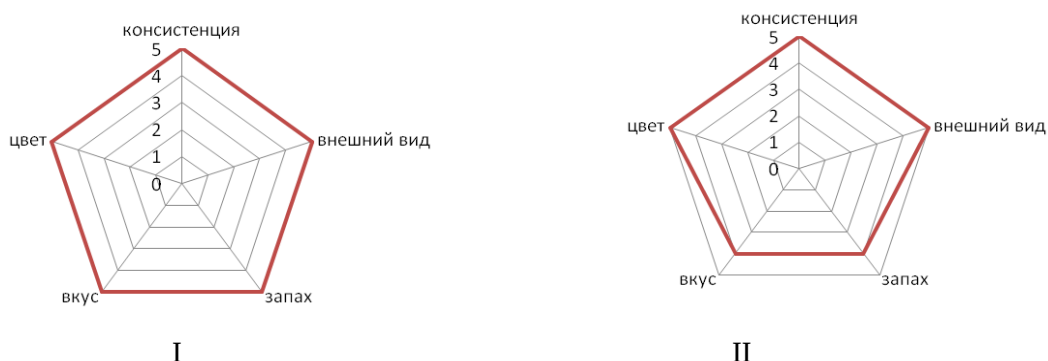


Рис. 1. Профилограммы органолептических показателей соленого палтуса через 1 месяц хранения: I – образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли, II – контрольный образец

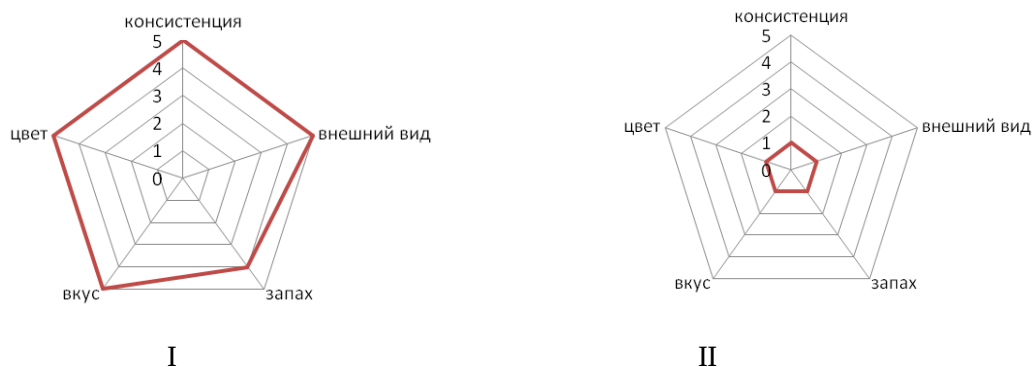


Рис. 2. Профилограммы органолептических показателей соленого палтуса через 2 месяца хранения: I – образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли, II – контрольный образец

Таблица 1

**Зависимость изменения кислотного и перекисного чисел
от продолжительности хранения соленого палтуса**

Наименование образца	Исследуемый показатель	Продолжительность хранения, сут		
		0	30	60
Образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли	Кислотное число, мг КОН на 1 г липидов	0,4	0,7	0,8
	Перекисное число, %J ₂ на 1 г липидов	0,01	0,02	0,6
Контрольный образец	Кислотное число, мг КОН на 1 г липидов	0,4	8,5	9,27
	Перекисное число, %J ₂ на 1 г липидов	0,01	1,8	2

Как видно из результатов исследований, оба образца получили высокую оценку внешнего вида, запаха, вкуса и цвета поверхности через месяц хранения (рис. 1). После двух месяцев хранения образец с внесением добавки имел приятный вкус без посторонних привкусов, свойственные соленой рыбе запах и цвет. Контрольный образец за это же время изменил свои вкусовые качества в худшую сторону и приобрел затхлый запах и мажущую консистенцию (рис. 2).

Проведенные органолептические исследования согласуются с результатами физико-химических исследований (табл. 1). За два месяца хранения в обоих образцах кислотное и перекисное числа выросли, при этом наибольшие значения кислотного и перекисного чисел были достигнуты в контрольном образце через два месяца хранения: увеличение кислотного числа составило 8,87 мг КОН на 1 г липидов, а перекисного числа – 1,99% J₂ на 1 г липидов. В образце, обработанном ЭДТА динатриевой солью, значения кислотного и перекисного чисел за два месяца хранения увеличились незначительно: значение кислотного числа увеличилось на 0,4 мг КОН на 1 г липидов, а перекисного на 0,59% J₂ на 1 г липидов, что говорит о замедлении процессов окисления липидов в образце, обработанном солью ЭДТА. Можно сделать однозначный вывод, что внесение ЭДТА динатриевой соли в количестве 0,01% от массы рыбы достаточно эффективно оказывает ингибирующее воздействие на окислительные процессы.

Таким образом, на основании проведенных исследований установлено, что при внесении ЭДТА динатриевой соли процессы окисления липидов в мясе соленого палтуса замедляются, что позволяет сохранять высокое качество соленого полуфабриката на всем протяжении хранения. Полученный по данной технологии соленый полуфабрикат имеет белый цвет, запах, свойственный данному виду рыбы, имеет однородную структуру. Его можно употреблять при изготовлении копченых продуктов.

**Изучение влияния внесения пищевой добавки на органолептические свойства
и энергетическую ценность палтуса холодного копчения**

Для потребителя, кроме безопасности, наиболее важными показателями являются органолептические свойства и пищевая ценность продукта. Поэтому очень важно установить, каким образом внесение пищевой добавки влияет на эти показатели. С целью изучения влияния внесения



I, II

Рис. 3. Профилограммы органолептических показателей образцов палтуса холодного копчения:

I – образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли; II – контрольный образец

внесения ЭДТА динатриевой соли на органолептические показатели и пищевую ценность палтуса холодного копчения были приготовлены два образца копченого палтуса: 1 – по разработанной технологии (с обработкой ЭДТА динатриевой солью в процессе посола, разделкой на ломтики, фасованием в пленочные пакеты под вакуумом и последующим хранением при температуре минус 4 – минус 8°C), 2 – по традиционной, без обработки ЭДТА динатриевой солью (контрольный образец). В этих образцах определяли органолептические показатели профильным методом, а также содержание белка, липидов, воды и минеральных веществ. Результаты исследований приведены на рис. 3 и в табл. 2.

Как видно из результатов исследований, оба образца имеют превосходные органолептические показатели. Поверхность рыбы чистая, консистенция обоих образцов нежная и сочная, вкус и запах, свойственные данному виду рыбы, без порочащих запахов и привкусов. Таким образом,

Таблица 2

Химический состав мяса палтуса холодного копчения

Наименование показателя	Наименование образца	
	Образец, обработанный ЭДТА динатриевой солью	Контрольный образец
Содержание воды, %	70,2	71,6
Содержание липидов, %	8,2	11,6
Содержание белка, %	19,6	14,8
Содержание минеральных веществ, %	2,0	2,0

Как видно из результатов исследований химического состава мяса палтуса холодного копчения, приготовленного с обработкой солью ЭДТА и по традиционным технологиям (табл. 2), оба образца характеризуются высоким содержанием белка и стабильным содержанием липидов.

На следующем этапе исследований проводили расчет энергетической ценности с учетом коэффициентов усвояемости пищевых веществ. Расчет проводили по формуле

$$П_u = B \cdot K_1 + Ж \cdot K_2 + У \cdot K_3, \quad (1)$$

где $П_u$ – энергетическая ценность, ккал; K_1, K_2, K_3 – калорический коэффициент, соответственно, для белка, жира, углеводов; $B, Ж, У$ – содержание белка, жира, углеводов, г/100 г.

Известно, что от соотношения количества воды и белка в мясе рыбы зависят его вкус и консистенция [6].

С целью определения количества белка, приходящегося на 100 г воды, рассчитывали белково-водный коэффициент (БВК) по формуле

$$БВК = \frac{B \cdot 100}{B}, \quad (2)$$

где B – содержание белка, %; B – содержание воды в мясе рыбы, %.

Значения энергетической ценности и белково-водных коэффициентов образцов приведены в табл. 3.

Таблица 3

Значения энергетической ценности и белково-водных коэффициентов палтуса холодного копчения

Показатель	Наименование образца	
	Образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли	Контрольный образец
Белково-водный коэффициент	27,92	20,67
Энергетическая ценность, ккал	160	172

Как видно, белково-водный коэффициент в обоих образцах оказался стабильно высоким. Это говорит о том, что мясо палтуса должно иметь приятный вкус и нежную консистенцию, что согласуется с результатами органолептической оценки. Также установлено, что энергетическая ценность обоих образцов высокая.

Таким образом, доказано, что палтус холодного копчения, приготовленный с добавлением в посольную смесь ЭДТА динатриевой соли, имеет высокие органолептические показатели и энергетическую ценность.

Обоснование сроков годности палтуса холодного копчения

Очень важно установить сроки годности палтуса холодного копчения, приготовленного с использованием ЭДТА динатриевой соли. Для обоснования сроков годности палтуса холодного копчения применялись органолептические методы исследования качества, физико-химические методы определения интенсивности протеолиза, гидролиза и окисления липидов. Исследовались образцы, приготовленные с обработкой ЭДТА динатриевой солью в процессе посола, с разделкой на ломтики и последующим фасованием в пленочные пакеты под вакуумом

(образец № 1) и по традиционной технологии (образец № 2) – контрольный образец. Образцы хранились при температуре минус 4 – минус 8°C в течение 70 сут. Содержание соли в образце № 1 составило 7,4%, в образце № 2 – 6,9%, что соответствует требованиям стандарта на рыбу холодного копчения (6–9%). Результаты исследований органолептических показателей представлены на рис. 4 и 5.

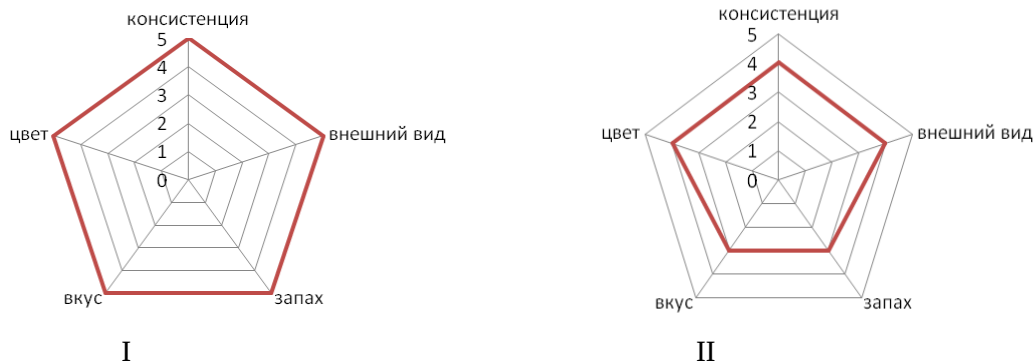


Рис. 4. Профилограммы органолептических показателей образцов палтуса холодного копчения через 60 сут хранения: I – образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли; II – контрольный образец

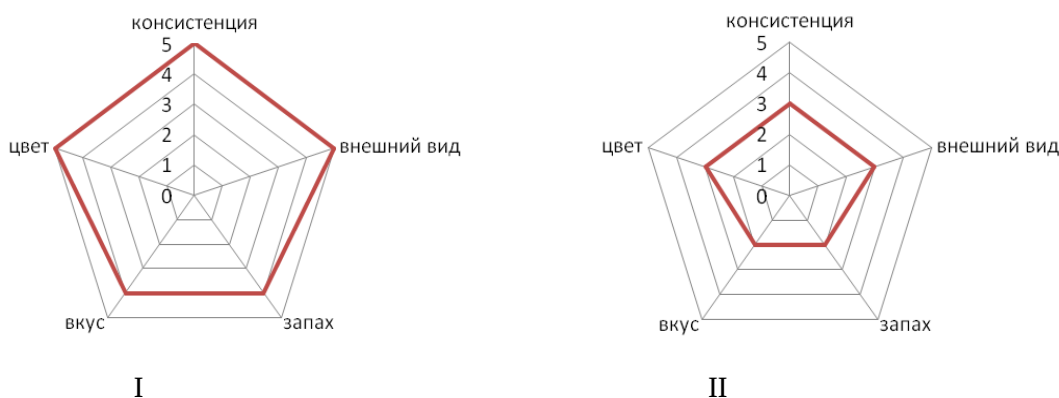


Рис. 5. Профилограммы органолептических показателей образцов палтуса холодного копчения через 70 сут хранения: I – образец с добавлением ЭДТА динатриевой соли; II – контрольный образец

Как видно из результатов исследований (рис. 4), через два месяца хранения образец, приготовленный с внесением при посоле ЭДТА динатриевой соли, по-прежнему имел отличные органолептические показатели. Поверхность рыбы чистая, консистенция нежная и сочная, вкус и запах, свойственные палтусу, без порочащих запахов и привкусов. В то же время в контрольном образце произошли значительные органолептические изменения. Появился запах окислившегося жира, кисловатый привкус окисления.

Через 70 сут хранения в образце № 1 также появились признаки окисления (рис. 5). В контрольном образце через 70 сут органолептические показатели не соответствовали стандарту на копченую продукцию, рыба испортилась, стала непригодной к употреблению. Консистенция стала дряблой, мажущей, запах – неприятным, поверхность окислилась. Окисление также произошло в мясо рыбы.

Таким образом, экспериментально установлено, что внесение ЭДТА динатриевой соли в посольную смесь позволяет сохранять высокие органолептические показатели палтуса холодного копчения в течение как минимум двух месяцев. В то же время образец, приготовленный по традиционной технологии, не выдерживал такой продолжительности хранения.

В процессе хранения рыбы липиды претерпевают существенные изменения, заключающиеся, главным образом, в их гидролизе под действием липолитических ферментов и в частичном окислении. Показателями, характеризующими гидролитические и окислительные изменения липидов, являются кислотное и перекисное числа. Также в процессе хранения рыбной продукции

в тканях рыбы протекает протеолиз, интенсивность которого выражается изменением содержания в мясе азота летучих оснований. В табл. 4 представлены изменения физико-химических показателей палтуса холодного копчения.

Таблица 4

Зависимость изменения физико-химических показателей палтуса холодного копчения от продолжительности хранения

Наименование показателя	№ образца	Продолжительность хранения, сут		
		0	60	70
Кислотное число, мг КОН на 1 г липидов	1	0,8	10,2	19,5
	2	0,8	39,7	43,5
Перекисное число, %J ₂ на 1 г липидов	1	0,02	0,04	0,44
	2	0,02	0,4	0,58
Массовая доля азота летучих оснований, %	1	0,01	0,05	0,09
	2	0,01	0,09	0,16

Как видно из данных табл. 4, в процессе хранения в течение 70 сут в обоих образцах происходит увеличение значений кислотного и перекисного чисел, а также рост массовой доли азота летучих оснований, причем в первые два месяца рост происходит более плавно. В то же время в образце, обработанном солью ЭДТА, липиды и белковые вещества подвергаются значительно меньшим изменениям, что, очевидно, связано с антиокислительным действием ЭДТА динатриевой соли.

На основании проведенных экспериментов, с учетом данных органолептических и физико-химических исследований, срок годности готовой продукции установлен в 40 сут при температуре минус 4 – минус 8°C, что, безусловно, является значительным сроком годности для палтуса холодного копчения и подтверждает эффективность внесенной добавки. Для более точного установления срока годности необходимо проведение микробиологических исследований, что является задачей дальнейшей работы.

Заключение

На основании результатов исследований накопления азота летучих оснований, изменения кислотного и перекисного чисел, а также характеристики внешнего вида, цвета и запаха установлено, что срок годности палтуса холодного копчения (ломтики), обработанного ЭДТА динатриевой солью в процессе посола, фасованного в пленочные пакеты под вакуумом, с содержанием соли в мясе рыбы 5–8%, при температуре минус 4 – минус 8°C, составляет 40 сут, что больше на 10 сут, чем позволяет традиционная технология (30 сут). Таким образом, использование ЭДТА динатриевой соли в количестве 0,01% от массы рыбы позволяет продлить сроки годности палтуса холодного копчения по сравнению с традиционным способом посола.

Доказано, что палтус холодного копчения, произведенный с обработкой ЭДТА динатриевой солью, имеет высокие органолептические показатели и высокую энергетическую ценность.

Литература

1. Технология продуктов из гидробионтов / С.А. Артюхова, В.Д. Богданов, В.М. Дацун и др. – М.: Колос, 2001. – 504 с.
2. Богданов В.Д., Карпенко В.И., Норинов Е.Г. Водные биологические ресурсы Камчатки: Биология, способы добычи, переработка. – Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2005. – 264 с.
3. Кизеветтер И.В. Технологическая и химическая характеристика промысловых рыб тихоокеанского бассейна. – Владивосток: Дальиздат, 1971. – 298 с.
4. Леванидов И.П., Ионас Г.П., Слуцкая Т.Н. Технология соленых, копченых и вяленых рыбных продуктов – М.: Агропромиздат, 1987. – 160 с.
5. Мезенова О.Я., Ким И.Н., Бредихин С.А. Производство копченых пищевых продуктов. – М.: Колос, 2001. – 208 с.
6. Справочник по химическому составу и технологическим свойствам морских и океанических рыб. – М.: Изд-во ВНИРО, 1998. – 233 с.
7. Технология комплексной переработки гидробионтов: учеб. пособие / Т.М. Сафронова, В.Д. Богданов, Т.М. Бойцова и др.; под ред. Т.М. Сафроновой. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2004. – 365 с.

8. Технология рыбы и рыбных продуктов: учеб. для вузов / В.В. Баранов, И.Э. Бражная, В.А. Гроховский и др.; под ред. А.М. Ершова. – СПб.: ГИОРД, 2006. – 944 с.
9. Громова В.А. Новое в технологии // Рыба и морепродукты. – 2003. – № 2. – С. 44.
10. Копыленко Л.Р., Громова В.А. Пищевые добавки для рыбных продуктов // Повышение качества рыбной продукции – стратегия развития рыбопереработки в XXI веке: материалы III Междунар. конф. – Калининград, 2001. – С.73–74.
11. Пищевые растительные добавки – активаторы окислительно-восстановительных процессов при производстве рыбных продуктов / И.А. Палагина, М.Ф. Руденко, Е.Ю. Лебедева, О.В. Чернышова // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2011. – Т. 319, № 1. – С. 112–113.
12. Борисочкина Л.И. Антиокислители, консерванты, стабилизаторы, красители, вкусовые и ароматические вещества в рыбной промышленности. – М.: Пищевая промышленность, 1976. – 184 с.
13. Пищевая химия / А.П. Нечаев, С.Е. Траубенберг, А.А. Кочеткова и др.; под ред. А.П. Нечаева. – СПб.: ГИОРД, 2007. – 640 с.
14. Сарафанова Л.А. Пищевые добавки. Энциклопедия. – СПб.: ГИОРД, 2004. – 808 с.
15. ТУ 9240-061-33620410-05 «Рыбы камбаловые и тресковые-сырец». – Владивосток: Восток-Тест, 2005. – 11 с.

Информация об авторе
Information about author

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

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

УДК 664.955

А.С. Гришин¹, А.С. Помоз^{2,1}, О.В. Бредихина², А.А. Парошин³¹*Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, Рыбное, 141821*²*Московский государственный университет технологий и управления
им. К.Г. Разумовского (ПКУ), Москва, 109004;*³*Дальневосточный федеральный университет, Владивосток, 690950
e-mail: canssa@mail.ru*

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА РЕЦЕПТУР КОНСЕРВОВ ИЗ ИКРЫ И МОЛОК СОМА РАЗЛИЧНОГО СОСТАВА ПУТЕМ РЕШЕНИЯ СТАНДАРТНОЙ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ

Представлены результаты сравнительной оценки консервов различного рецептурного состава из икры и молок сома. Методом априорного ранжирования определены наиболее значимые качественные характеристики, позволяющие провести сравнение. Сопоставление рецептур консервов проводилось через нормирование значений показателей качества и путем решения стандартной оптимизационной задачи. Установлено, что новый вид консервов «Патэ из икры и молок сома» имеет максимальное значение оптимальности.

Ключевые слова: сом, икра, молоки, консервы, показатели качества, сравнение.

A.S. Grishin¹, A.S. Pomoz^{2,1}, O.V. Bredikhina², A.A. Paroshin³ (¹Dmitrov Fisheries Technological Institute, Rybnoe, 141821; ²Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy, Moscow, 109004; ³Far Eastern Federal University, 690950) **Comparative rating of canned food recipes from catfish roe and milt with different composition by means of standard optimization task solution**

The article presents the results of comparative rating of canned foods with different composition made from catfish roe and milt. The most significant qualitative indexes for comparison were defined by means of the apriori ranking. The comparison of the canned food recipes was implemented by means of the quality indexes normalization and standard optimization task solution. It has been found out that a new type of canned food "Catfish roe-and-milt paste" has a maximum value of optimality.

Key words: catfish, roe, milt, canned foods, quality indexes, comparison.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-51-56

Современная экономическая обстановка в сфере производства пищевой продукции в контексте импортозамещения испытывает определенные сложности, связанные с дефицитом традиционных источников сырья животного происхождения, в том числе водных биологических ресурсов. Рост цен на традиционные объекты морского промысла как основного сырья для производства рыбопродукции, представленной на российском рынке, диктует поиск новых альтернативных сырьевых источников [1, 2]. Перспективным в этом отношении сырьем можно считать пресноводных рыб и рыб прудовой аквакультуры.

Сом обыкновенный (*Silurus glanis*) является крупной пресноводной бесчешуйчатой рыбой семейства сомовых. Обширный ареал обитания на территории РФ, развитие искусственного воспроизводства, объемы допустимых уловов, а также высокие потребительские свойства рыбы позволяют использовать сома в промышленной переработке для получения разнообразной продукции [3].

При производстве товарной переработанной продукции из филе и куса сома образуются вторичные продукты разделки, в том числе икра и молоки, которые в настоящее время имеют ограниченное применение в пищевой промышленности.

Одним из рациональных решений использования этого перспективного сырья (икры и молок сома) является разработка технологии консервов, так как стерилизация позволяет минимизировать биологические, экономические и другие риски в процессе оборота продукции, увеличить сохранность биологически ценного сырья животного происхождения в сравнении с другими способами консервирования.

На основании исследования модельных пищевых систем, включающих икру и молоки сома при их индивидуальном и совместном сочетании, нами ранее была разработана технология консервов по типу паштета («патэ») [4].

Для оценки потребительских свойств разрабатываемых пищевых продуктов принято использовать методы математической обработки данных, которые позволяют реально смоделировать, оценить, уточнить, спрогнозировать и повысить достоверность результатов исследований по обоснованию и разработке технологий нового ассортимента продукции [5].

Целью настоящей работы являлась сравнительная оценка рецептур нового вида консервов «Патэ из икры и молок сома» и модельных пищевых систем с разным соотношением компонентов путем решения стандартной оптимизационной задачи.

Материал и методика

Материалом исследований являлись модельные образцы консервов из гонад (икра, молоки) сома различного рецептурного состава и разработанная рецептура для консервов «Патэ из икры и молок сома» (табл. 1, образец № 5). Рецептуры образцов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Рецептуры образцов консервов из гонад сома

Компонент	Содержание в образце, %					
	1	2	3	4	5	6
Икра (в ястыках)	98,5	–	65,5	33,25	32,25	32,0
Молоки	–	98,5	33,0	16,75	16,25	16,0
Вода	–	–	–	44,5	44,75	44,75
Растительное масло	–	–	–	4,0	4,25	4,25
Смесь пищевых добавок стабилизирующего действия (крахмал, гуаровая камедь, пищевое волокно)	–	–	–	–	1,0	1,5
Поваренная соль	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Отбор проб проводили по ГОСТ 31339-2006. Определение массовой доли воды, белковых веществ, липидов и минеральных веществ – по ГОСТ 7636-85, углеводов – расчетным методом.

Для определения органолептических показателей качества использовали метод балльных шкал [6]. Исследовались следующие показатели качества: внешний вид, вкус, запах, цвет, консистенция/текстура. На рабочих дегустациях использовали следующие словесные характеристики качества продукции: отличное – 5 баллов, хорошее – 4 балла, среднее – 3 балла, неудовлетворительное – 2 балла, очень плохое – 1 балл. После дегустаций выводили средний балл поставленных дегустаторами оценок.

Для определения наиболее значимых качественных характеристик, позволяющих сравнить новую рецептуру консервов с модельными, в процессе разработки и оптимизации рецептурного состава был использован метод априорного ранжирования [5]. Сравнительную оценку рецептур консервов проводили с помощью решения стандартной оптимизационной задачи на основании значимых показателей качества [7].

Результаты

Для определения наиболее значимых качественных характеристик образцов консервов из икры и молок сома был использован метод априорного ранжирования, который позволяет минимизировать детерминированное описание.

Результаты проведенного экспертного опроса специалистов и соответствующие итоговые результаты расчетов приведены в табл. 2. При этом экспертам заранее были разъяснены цель разработки ассортимента консервов и сформулированы соответствующие задачи.

Коэффициент конкордации (W) характеризует степень согласованности мнений экспертов, привлеченных к исследованию. Полученное при выборе наиболее важных характеристик значение коэффициента конкордации, равное 0,86, свидетельствует о высокой степени согласованности мнений.

Оценка значимости коэффициента конкордации была осуществлена по критерию согласованности Пирсона (χ^2 -распределению), равному 48,16, который превышает критическое значение $\chi^2_{(0,05;7)} = 14,1$.

Таблица 2

Матрица рангов

Эксперт	Описание и ранги характеристик							
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	Y8
	Органолептическая оценка качества	Содержание белка	Сырьевой источник	Структурно-механические свойства полуфабриката	Себестоимость по сырью	Безопасность	Соотношение белки/липиды	Сроки и условия хранения
1	1	2	6	5	3	7	4	8
2	1	2	7	8	4	5	3	6
3	1	3	6	5	2	7	4	8
4	1	2	5	6	3	7	4	8
5	1	3	5	6	2	7	4	8
6	1	3	6	5	2	7	4	8
7	2	4	3	8	1	5	6	7
8	1	2	4	6	3	7	5	8
S_i	9	21	42	49	20	52	34	61
L	1,1	2,6	5,3	6,1	2,5	6,5	4,3	7,6
Δ_i	-27	-15	6	13	-16	16	-2	25
Δ_i^2	729	225	36	169	256	256	4	625

Таким образом, коэффициент конкордации – величина не случайная, а потому полученные результаты по оценке качественных свойств консервов по степени их значимости для потребителей имеют смысл и могут использоваться в дальнейших исследованиях.

На основании полученных данных построена диаграмма рангов, представленная на рисунке.

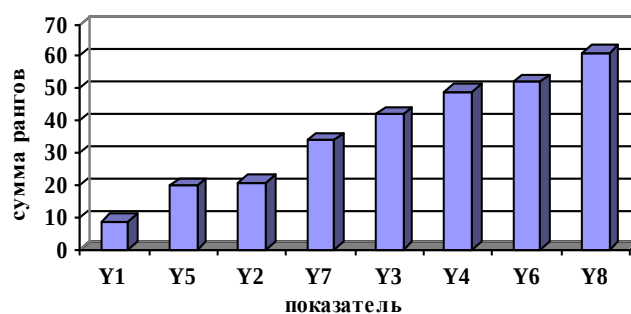


Диаграмма рангов:

Y1 – органолептическая оценка качества; Y2 – содержание белка; Y3 – сырьевой источник;
Y4 – структурно-механические свойства полуфабриката; Y5 – себестоимость по сырью;
Y6 – безопасность; Y7 – соотношение белки/липиды; Y8 – сроки и условия хранения

Согласно диаграмме, наиболее значимыми показателями качества для сравнительной оценки рецептур данного наименования консервов явно является группа показателей Y1, Y5, Y2 – органолептическая оценка, себестоимость и содержание белка (как показатель пищевой ценности), соответственно.

С помощью К-критерия Линка – Уоллеса проведена проверка различий между собой средних рангов факторов, включенных в группы, то есть образуют ли они в действительности единую группу. К-критерий Линка – Уоллеса для данной группы показателей равен 0,726, что меньше критического значения $K_{(0,05;8;3)} = 1,18$ и, следовательно, удовлетворяет условиям однородности.

Проведена проверка показателя Y7 (соотношение липидов к белку) на вхождение в данную группу наиболее значимых показателей и соответствия значимости при сравнительной оценке. К-критерий Линка – Уоллеса для данной группы показателей (Y1; Y5; Y2; Y7), равный 1,22, превышает критическое значение $K_{(0,05;8;4)} = 0,96$ и, следовательно, не удовлетворяет условиям однородности.

Таким образом, для сравнительной оценки различных рецептурных составов образцов консервов были использованы следующие наиболее значимые показатели: органолептическая оцен-

ка качества (Y_1), в баллах; себестоимость по сырью (Y_5), руб./кг; содержание белка в готовых образцах (Y_2), %. При этом характеристиками Y_6 (безопасность) и Y_8 (сроки и условия хранения) эксперты пренебрегли (поставили минимальную значимость), что говорит о правильности поставленной задачи. Консервированные продукты являются продуктами длительного хранения в относительно нерегулируемых условиях хранения.

Для сравнительной оценки рецептур консервов между собой был использован метод решения стандартной оптимизационной задачи на основании значимых показателей качества.

Исходные значения показателей оценки рецептур представлены в табл. 3.

Таблица 3

Исходные значения показателей оценки рецептурного состава ($P \geq 0,95$)

Образец	Органолептическая оценка качества, баллы	Себестоимость (по сырью), руб./кг	Содержание белка, %
	Y_1	Y_5	Y_2
1	2,0	69,11	18,82
2	1,0	98,66	12,91
3	2,0	79,34	16,93
4	3,0	38,94	8,61
5	5,0	42,85	8,40
6	4,5	43,54	8,29

Значения показателей качества имеют следующие ограничения: $1,0 \leq Y_1 \leq 5,0$ (минимальное и максимальное количество баллов, которое может получить продукт по принятой балльной шкале, используемой при описании органолептических показателей качества), при этом $Y_1 \rightarrow 5,0$ (желательно, чтобы принимал значение ближе к верхней границе диапазона); $38,94 \leq Y_5 \leq 98,66$ (ограничение нижнего и верхнего пределов себестоимости полуфабриката по сырью (руб./кг), обоснованных рыночными и производственными условиями), при этом $Y_5 \rightarrow 38,94$ (желательно, чтобы принимал значение ближе к нижней границе диапазона), и $8,29 \leq Y_2 \leq 18,82$ (минимальное и максимальное содержание белка в образцах консервов), при этом $Y_2 \rightarrow 18,82$ (желательно, чтобы принимал значение ближе к верхней границе диапазона).

Далее проведено нормирование полученных значений Y_1 , Y_5 и Y_2 каждой рецептуры с использованием следующих формул:

$$Y_i' = \frac{Y_i}{Y_{i_{\max}}}, \text{ для } Y_i \rightarrow \max; \quad (1)$$

$$Y_i' = \frac{Y_{i_{\min}}}{Y_i}, \text{ для } Y_i \rightarrow \min, \quad (2)$$

где Y_i' – нормализованное значение i -го показателя; Y_i – фактическое значение i -го показателя; $Y_{i_{\max}}, Y_{i_{\min}}$ – максимальное и минимальное фактическое значение показателя из диапазона принятых значений.

Для выявления наиболее эффективной рецептуры рассчитано среднее геометрическое (D) нормализованных показателей качества и выбрано максимальное значение (3). Так как, по мнению экспертов, вклад показателя «Органолептическая оценка качества» (Y_1) вдвое весомее (см. рис.), то выбран коэффициент значимости (степень) данного показателя, равный 2:

$$D = \sqrt[4]{(Y_1')^2 \cdot Y_5' \cdot Y_2'}, D \rightarrow \max \quad (3)$$

Результаты соответствующих вычислений приведены в табл. 4.

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что образец консервов № 5, взятый за основу нового вида консервов «Патэ из икры и молок сома», имеет максимальное значение критерия оптимальности 0,81. Образец № 6 имеет более низкое значение (0,75), что свидетельствует об ухудшении качества при добавлении большего количества пищевых добавок в систему при

одинаковом соотношении гонад сома и водно-липидной фракции (снижаются органолептические показатели качества, продукт становится более плотной консистенции).

Таблица 4

**Нормированные значения показателей качества (Y_i')
и среднее геометрическое (D) ($P \geq 0,95$)**

Образец	Y_1'	Y_5'	Y_2'	D
1	0,4	0,56	1	0,55
2	0,2	0,39	0,69	0,32
3	0,4	0,49	0,90	0,52
4	0,6	1	0,46	0,64
5	1	0,91	0,47	0,81
6	0,9	0,89	0,44	0,75

Образец № 2, состоящий из молок сома, имеет минимальное значение критерия оптимальности (0,32), при этом нормированное значение по органолептической оценке является наихудшим из-за вяжущего вкуса; также себестоимость полуфабриката оказалась максимальной, что не приемлемо в современных условиях производства.

Образцы консервов № 1, 3 состоящие из икры сома и икры и молок сома в соотношении 2 : 1, характеризуются жесткой консистенцией.

Образец № 4, содержащий икру и молоки сома, а также водно-жировую фазу, без комплекса структурирующих пищевых добавок ($D = 0,64$), имеет минимальную себестоимость, но при этом после стерилизации в смеси наблюдается расслаивание на твердую кашеобразную часть и жидкую.

Таким образом, значение критерия оптимальности рецептуры нового вида консервов «Патэ из икры и молок сома» (№ 5) является максимальным и подтверждает возможность решить проблему низкой себестоимости при высоких органолептических показателях качества с сохранением пищевой ценности.

Заключение

Методом априорного ранжирования определены наиболее значимые качественные характеристики, позволяющие провести сравнение модельных образцов консервов различного рецептурного состава и разработанной рецептуры для ассортимента «Патэ из икры и молок сома». К таким характеристикам относятся органолептическая оценка, себестоимость по сырью и содержание белка (как показатель пищевой ценности). Сопоставление рецептов через нормирование значений показателей качества и путем решения стандартной оптимизационной задачи показало, что новый вид консервов «Патэ из икры и молок сома» имеет максимальное значение критерия оптимальности (0,81), что обосновывает конкурентоспособность разработанного ассортимента продукции с сохранением пищевой ценности и высоких органолептических показателей качества при низкой себестоимости.

Литература

1. В Приморье цены на рыбу достигли исторического максимума [Электронный ресурс]. – URL: http://www.zrpress.ru/business/primorje_19.08.2014_67930_v-primorje-tseny-na-rybu-dostigli-istoricheskogo-maksimuma.html.
2. Рыбное импортозамещение: итоги года в условиях антисанкций [Электронный ресурс]. – URL: <http://lorkmir.ru/rybnoe-importozameshenie-itogi-goda-v-ysloviiah-antisankcii/>.
3. Материалы, обосновывающие объемы общих допустимых уловов водных биологических ресурсов во внутренних морских водах, территориальном море, на континентальном шельфе, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, а также в Азовском и Каспийском морях, на 2015 год (с оценкой воздействия на окружающую среду). В 4 ч. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.kaspiirh.ru/lib/u/file/2013/materiali_odu_more_na_2015_god.pdf
4. Гришин А.С., Помоз А.С. Использование икры и молок сома в технологии консервов // Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология. – 2015 – № 4. – С. 67–74.
5. Дерканосова Н.М., Журавлев А.А., Сорокина И.А. Моделирование и оптимизация технологических процессов пищевых производств. Практикум: учеб. пособие. – Воронеж: ВГТА, 2011. – 196 с.

6. Сенсорный анализ продуктов из гидробионтов: учеб. пособие / Г.Н. Ким, И.Н. Ким, Т.М. Сафронова, Е.В. Мегада. – М.: Колос, 2008. – 552 с.

7. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. – 816 с.

Информация об авторах **Information about authors**

Гришин Александр Сергеевич – Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, 141821, Россия, пос. Рыбное; кандидат технических наук; доцент; доцент кафедры технологии продуктов питания и товароведения; canssa@mail.ru

Grishin Aleksandr Sergeevich – Dmitrov Fisheries Technological Institute; 141821, Russia, Rybnoe; Candidate of Technical Sciences; Associate Professor; Assistant Professor of Food Technologies and Commodity Research Chair; canssa@mail.ru

Помоз Алексей Сергеевич – Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского; 109004, Россия, Москва; кандидат технических наук; доцент кафедры биоэкологии и ихтиологии; plepik@mail.ru

Pomoz Aleksey Sergeevich – Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy; 109004, Russia, Moscow; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of Bioecology and Ichthyology Chair; plepik@mail.ru

Бредихина Ольга Валентиновна – Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского; 109004, Россия, Москва; доктор технических наук; доцент; заведующая кафедрой технологии продуктов питания; bredihinaov@rambler.ru

Bredikhina Olga Valentinovna – Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy; 109004, Russia, Moscow; Doctor of Technical Sciences; Associate Professor; Head of Food Technologies Chair; bredihinaov@rambler.ru

Парошин Алексей Анатольевич – Дальневосточный федеральный университет; 690950, Россия, Владивосток; кандидат физико-математических наук; доцент кафедры информатики, математического и компьютерного моделирования; info@progrishin.ru

Paroshin Aleksey Anatolevich – Far Eastern Federal University; 690950, Russia, Vladivostok; Candidate of Physical and Mathematical Sciences; Assistant Professor of Computer Science, Mathematical and Computer Modeling Chair; info@progrishin.ru

УДК [641.1:641.52]:[536.24:532/533.001.572]

А.Х.-Х. Нугманов, И.Ю. Алексанян

*Астраханский государственный технический университет,
Астрахань, 414056
e-mail: albert909@yandex.ru*

ФЕНОМЕНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПЕРЕНОСА ПИЩЕВЫХ КАЛОРИЙ В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ

В статье представлены результаты исследований по изучению характера изменения энергетической ценности (калорийности) в пищевых продуктах на этапе кулинарных преобразований вследствие влияния на ход процесса тепломассообмена. Калорийность является энергетической характеристикой, что дает возможность использовать как базу теорию тепломассопереноса для общей постановки задачи и ее решения с целью описания переноса пищевой энергии вследствие перехода ее из одной фазы в другую и внутри фазы в результате молекулярной и конвективной диффузий и теплопереноса. В работе также приведены уравнения, описывающие процессы тепло- и массопереноса в модифицированном виде. В статье предложены и систематизированы основы теории переноса пищевых калорий; анализируется механизм описываемого процесса и характер взаимодействия между отдельными влияющими на его протекание факторами.

Ключевые слова: продукты питания, энергетическая ценность, калорийность, дифференциальные уравнения тепломассопереноса, теория тепломассообмена, плотность потока, перенос тепла, критерий Био, критерий Фурье, критерий Рейнольдса.

A. H.-H. Nugmanov, I. Yu. Aleksanyan (Astrakhan State Technical University, Astrakhan, 414056) **Phenomenological models of transporting food calories in foods**

The article presents the results of the study on the character to change energy value (calorie content) in foodstuffs at the stage of culinary innovations owing to the influence on the course of heat and mass transfer process. Calorie content is the energy characteristic. It makes possible to use it as a base of the heat and mass transfer theory for the general formulation of the problem and its solution, in order to describe the transfer of food energy, due to its transition from one phase to another, and in phase, as a result of molecular and convective diffusion and heat transfer. Equations describing the processes of heat and mass transfer in a modified form are also given. The basic theory of food calories transfer is offered and systematized. The mechanism of the described process and the characteristics of the interaction between the individual influencing factors on its occurrence are analyzed.

Key words: foodstuffs, energy value, calorie content, differential equations of heat and mass transfer, theory of heat and mass transfer, flux density, heat transfer, Bio criterion, Fourier criterion, Reynolds criterion.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-57-62

Энергетической ценностью (калорийностью) называют часть энергии, поступающей в организм человека из потребляемой им пищи. Для получения численного значения энергетической ценности пищевые материалы подвергают сжиганию в калориметре и фиксируют выделяемое тепло в окружающую его водяную баню.

Измерениям также подвергается расход энергии человека в процессе его жизнедеятельности, к примеру, в калориметрической камере. У испытуемого, помещенного в камеру и испытывающего различные физические нагрузки, измеряют выделяемое тепло и переводят в энергетическую ценность, что в дальнейшем позволяет определить минимум необходимой энергии для обеспечения нормальной жизнедеятельности любого человека. Проанализированы справочные данные по содержанию пищевых калорий в различных продуктах и проведено сравнение с аналогичными значениями, полученными опытным путем.

Поскольку калорийность определяет энергию, усваиваемую организмом в процессе пищеварения, то это понятие нельзя полностью отождествлять с энтальпией материалов, так как энтальпией обладает любой материал, в том числе непищевые продукты [1]. Пищевые волокна (балластные вещества) с точки зрения энергетической ценности пищи калорийностью не обла-

дают, но им также свойственна энтальпия. Показатель энергетической ценности измеряется [Дж/кг], так же как и показатель энтальпии. Имеется корреляционная зависимость между этими показателями. Используя известные методические подходы теории тепло- и массообмена, возможно сформулировать общую математическую постановку задачи и решить ее с помощью классических уравнений тепло- и массопереноса [2].

Прокомментируем еще одну важную характеристику пищевой продукции, связанную с калорийностью, – степень ее готовности. Степень готовности продукта, подвергаемого тепловой обработке, определяется преимущественно по уровню температуры в центре изделия или органолептически. Показатель температуры не является универсальным показателем готовности, то есть уровня технологической обработки, несмотря на отсутствие сложности при ее измерении. Это особенно актуально, когда необходимо определить достижение необходимой степени усвоения больших объемов сырья, обладающих равномерной по всему объему энергетической и пищевой ценностью. К примеру, достижение необходимой температуры можно ускорить при использовании объемных способов энергоподвода (СВЧ, инфракрасный, индукционный подвод энергии) с появлением внутреннего источника тепла, что не полностью ведет к ускоренному переносу пищевых калорий. К тому же температурный показатель не актуален для процессов вяления, копчения, посола, маринования, приготовления кондитерских изделий с необходимостью пропитки коржей и т. п. Органолептический метод является выражением субъективной оценки эксперта, а следовательно, неточным с точки зрения физико-химического контроля готовой продукции.

Все это подтверждает целесообразность моделирования процесса переноса пищевых калорий. Оценить калорийность в объеме обрабатываемых изделий, особенно при больших партиях продукции, весьма затруднительно, и оценка приводит к большим трудозатратам и значительному увеличению продолжительности этой процедуры.

Следует отметить, что перенос калорий происходит вследствие перехода вещества и энергии из одной фазы в другую и внутри фазы в результате молекулярной и конвективной диффузий и теплопереноса. Такая аналогия основана на общих закономерностях необратимых процессов перераспределения интенсивных параметров состояния (концентрации, температуры, давления и др.) между различными частями какой-либо системы при стремлении ее к термодинамическому равновесию [2, 3]. При малых отклонениях системы от него эти закономерности описываются линейными соотношениями между потоками физических величин и термодинамическими силами, или градиентами параметров, вызывающими указанные отклонения [1, 4]. В частности, при переносе калорий диффузионный поток частиц данного типа, помимо градиентов концентраций частиц каждого типа, может при соответствующих условиях определяться градиентами калорийного состава, определяемыми другими интенсивными параметрами (градиентами температур – термодиффузия, градиентами общих давлений – бародиффузия, градиентами плотностей и т. п.) и внешними силами. В общем виде связь между потоками и силами описывается феноменологическими уравнениями термодинамики необратимых процессов.

Энергетическая ценность пищи, как уже было отмечено, определяется количеством энергии, получаемой организмом от пищевых компонентов, то есть ее калорийностью, которая в кулинарных процессах (совместных процессах внутреннего тепло- и массопереноса) передается как с перемещаемой массой вещества, так и с тепловой энергией. Иными словами, пищевые калории переносятся с калорийными компонентами пищевых смесей, и это часто сопровождается переносом тепла. Массовая доля в общей массе вещества, обладающая пищевой ценностью или имеющая способность к усвоению организмом человека, априори неизвестна. Кроме того, влияние теплосодержания вещества на степень усвоения пищевых усваиваемых калорий, которая, являясь энергетической ценностью, взаимосвязана с пищевой ценностью, на настоящий момент не оценена и, соответственно, не обоснована, поэтому использование в чистом виде системы дифференциальных уравнений тепломассопереноса для описания и моделирования процесса переноса пищевых калорий некорректно.

Таким образом, использовать методологический аппарат теории тепломассопереноса при передаче пищевых калорий возможно только в модифицированном виде, на основе экспериментальных и справочных данных. На основании вышеизложенного предполагаем, что движущей силой процесса передачи пищевых калорий является разница или градиент калорийного состава. Используя основные положения теории тепломассопереноса [5–8], зная определение калорийности, заменяем ряд коэффициентов в уравнениях теплопередачи, теплопроводности и теплопереноса:

1. Используя дифференциальные уравнения массообмена [5–8], аналогично запишем уравнение для плотности потока пищевых калорий q^3 [Вт/м²]:

$$q^3 = K_{\text{пр}} \frac{\partial \mathcal{E}^V}{\partial x}, \quad (1)$$

где $K_{\text{пр}}$ – скорость распространения поля калорийности [м²/с].

$$K_{\text{пр}} = \left[\frac{\text{Вт} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{м}}{\text{м}^2 \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^4}{\text{с} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right].$$

2. Используя дифференциальное уравнение массопереноса [5–8], аналогично запишем уравнение для проводимости пищевых калорий:

$$\frac{\partial \mathcal{E}^V}{\partial \tau} = K_{\text{пр}} \frac{\partial^2 \mathcal{E}^V}{\partial x^2}, \quad (2)$$

где $K_{\text{пр}}$ – также является скоростью распространения поля калорийности [м²/с].

$$K_{\text{пр}} = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^3 \cdot \text{м}^2}{\text{м}^3 \cdot \text{с} \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{м}^2}{\text{с}} \right].$$

3. Используя уравнение массоотдачи [5–8], при переносе пищевых калорий от границы в окружающую среду (граничные условия), вычислим плотность потока пищевых калорий q^3 [Вт/м²]:

$$q^3 = \alpha^3 (\mathcal{E}_{\text{о.с}}^V - \mathcal{E}_{\text{пов}}), \quad (3)$$

где α^3 – скорость распространения калорийности, характеризующая интенсивность обмена между калорийностью поверхности объекта $\mathcal{E}_{\text{пов}}$ и окружающей средой $\mathcal{E}_{\text{о.с}}^V$.

$$\alpha^3 = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{м}^3}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{м}}{\text{с}} \right].$$

4. В результате преобразований первого и третьего уравнений по методам теории физического подобия и деления правой части полученного уравнения на левую часть, с учетом, что теория физического подобия допускает отбрасывать знаки дифференциалов и конечных разностей [1], получим модифицированный аналог критерия Био Bi^3 :

$$K_{\text{пр}} = \frac{\partial \mathcal{E}^V}{\partial x} = \alpha (\mathcal{E}_{\text{о.с}}^V - \mathcal{E}_{\text{пов}}),$$

тогда:

$$\frac{\alpha^3 \mathcal{E}^V x}{K_{\text{пр}} \mathcal{E}^V} = 1,$$

отсюда определим критерий Био Bi^3 :

$$Bi^3 = \frac{\alpha^3 x}{K_{\text{пр}}}. \quad (4)$$

5. В результате преобразования второго уравнения методом теории физического подобия и деления левой части уравнения на правую часть, также учитывая допущения, принятые в теории физического подобия, получим модифицированный аналог критерия Фурье Fo^ϑ :

$$\frac{\partial \vartheta^V}{\partial \tau} = K_{\text{пр}} \frac{\partial^2 \vartheta^V}{\partial x^2},$$

тогда:

$$\frac{\vartheta^V x^2}{\tau K_{\text{пр}} \vartheta^V} = 1,$$

отсюда определим критерий Фурье Fo^ϑ :

$$Fo^\vartheta = \frac{\tau K_{\text{пр}}}{x^2}. \quad (5)$$

6. Используя дифференциальное уравнение теплопереноса [5–8], представим уравнение проводимости пищевых калорий в виде:

$$\rho \frac{\partial \vartheta^V}{\partial \tau} = K_\vartheta \frac{\partial^2 \vartheta^V}{\partial x^2}, \quad (6)$$

где K_ϑ – коэффициент проводимости пищевых калорий [кг/(м · с)], ρ – плотность вещества [кг/(м³)], ϑ^V – пищевая ценность [Дж/кг]:

$$K_\vartheta = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг} \cdot \text{м}^2}{\text{м}^3 \cdot \text{с} \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right], \text{ следует отметить, что } K_\vartheta = \frac{K_{\text{пр}}}{\rho}.$$

7. Используя уравнение теплоотдачи [5–8] и выведенное уравнение массоотдачи (формула 3), при переносе пищевых калорий от границы в окружающую среду (граничные условия), плотность потока пищевых калорий q^ϑ [Вт/м²] равна:

$$q^\vartheta = \alpha_{\text{отд}}^\vartheta (\vartheta_{\text{о.с}}^V - \vartheta_{\text{пов}}), \quad (7)$$

где $\alpha_{\text{отд}}^\vartheta$ – коэффициент отдачи пищевых калорий [кг/(с · м²)] между калорийностью поверхности объекта $\vartheta_{\text{пов}}$ и окружающей средой $\vartheta_{\text{о.с}}^V$.

$$\alpha_{\text{отд}}^\vartheta = \left[\frac{\text{Дж} \cdot \text{кг}}{\text{м}^2 \cdot \text{с} \cdot \text{Дж}} \right] = \left[\frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \right].$$

8. Физический смысл коэффициента отдачи пищевых калорий $\alpha_{\text{отд}}^\vartheta$ сводится к двум следующим соотношениям:

8.1. соотношение осмотического давления ρ^ϑ и скорости распространения полей калорийности v^ϑ

$$\alpha_{\text{отд}}^\vartheta = \left[\frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \right] \cdot \left[\frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right] = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right] \cdot \left[\frac{\text{с}}{\text{м}^3} \right] = \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right] \cdot \left[\frac{\text{с}}{\text{м}} \right] = \left[\frac{\rho^\vartheta}{v^\vartheta} \right];$$

8.2. соотношение плотности потока пищевых калорий q^ϑ и скорости распространения полей калорийности v^ϑ

$$\alpha_{\text{отд}}^\vartheta = \left[\frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \right] \cdot \left[\frac{\text{с}}{\text{м}} \right] = \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{с}}{\text{м}^3} \right] \cdot \left[\frac{\text{м} \cdot \text{с}}{\text{м} \cdot \text{с}} \right] = \left[\frac{\text{Н} \cdot \text{м}}{\text{с}} \right] \cdot \left[\frac{\text{с}^2}{\text{м}^4} \right] = \left[\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2} \right] \cdot \left[\frac{\text{с}^2}{\text{м}^2} \right] = \left[\frac{q^\vartheta}{(v^\vartheta)^z} \right].$$

Полученная математическая модель изменения энергетической ценности в тепловых и массообменных процессах, на базе теории тепломассопереноса, требует экспериментального подтверждения.

С учетом того, что интенсивность перемещения полей пищевых калорий зависит от гидродинамики тепло- и массообменных процессов, возникает необходимость введения в критериальное уравнение критерия Рейнольдса.

Полученное критериальное уравнение представлено в общем виде:

$$Bi^{\vartheta} = a \cdot \text{Ч} Fo_{\vartheta}^x \cdot \text{Re}_{\text{мод}}^y, \quad (8)$$

где Bi^{ϑ} – модифицированный критерий Био; Fo^{ϑ} – модифицированный критерий Фурье; $\text{Re}_{\text{мод}}$ – модифицированный критерий Рейнольдса, a , x , y – эмпирические коэффициенты.

Для инженерных расчетов, так же как для реализации математической модели, при расчете $K_{\text{пр}}$ заменяем на значения, представленные в формуле ниже:

$$\frac{\Delta \Theta^y}{\Delta \tau} = K_{\text{пр}} \frac{\Delta \Theta^y}{\Delta x^2}, \quad (9)$$

где Δx – это характерный размер продукта (в случае шарообразной формы объекта обработки Δx равен радиусу объекта – перенос калорий происходит от периферии объекта к центру); $\Delta \tau$ – время обработки продукта до кулинарной готовности; $\Delta \Theta^y$ – равно разности калорийности на поверхности объекта и в центре, то есть за время приготовления продукта это разница между изначальной калорийностью продукта и конечной.

Коэффициент α^{ϑ} определяется из критериальной зависимости при использовании граничных условий второго рода, в случае применения калорийной дисперсионной среды, в случае отсутствия калорийности у дисперсионной среды (например, вода) используются граничные условия первого рода.

Для простоты дальнейшего нахождения эмпирических коэффициентов, значения которых остаются постоянными в пределах области подобных явлений, прологарифмируем критериальное уравнение и переведем степенное уравнение в линейное. Коэффициенты и характеристики являются функциями, описывающими область от глубины по слою продукта бесконечной пластины (или по диаметру при шарообразной форме продукта), показателей влажности и температуры материала.

В заключение отметим, что кинетика переноса пищевых калорий и анализ взаимодействия между варьируемыми факторами, влияющими на этот процесс, на настоящий момент не имеет физической и математической оценки, поэтому разработка моделей и математического анализа оценки кинетики и динамики переноса пищевых калорий (усваиваемых организмом человека) актуальна.

Литература

1. Лыков А.В., Михайлов Я.А. Теория переноса энергии и вещества: моногр. – Минск: Изд-во АН БССР, 1959. – 332 с.
2. Алексанян И.Ю. Методика определения массо- и влагообменных характеристик различных пищевых продуктов // Материалы Междунар. науч.-техн. конф., посвященной 70-летию АГТУ. – Астрахань: АГТУ, 2000. – Т. 2. – С. 322–324.
3. Алексанян И.Ю. Развитие научных основ процессов высокоинтенсивной сушки продуктов животного и растительного происхождения: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – М., 2001. – 52 с.
4. Лыков А.В. Теория сушки. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1968. – 472 с.
5. Дульнев Г.Н., Тихонов С.В. Основы теории тепломассообмена: учеб. пособие. – СПб.: СПбГУИТМО, 2010. – 93 с.
6. Лыков А.В. Тепломассообмен: (Справочник). – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

7. Телегин А.С., Швыдкий В.С., Ярошенко Ю.Г. Тепломассоперенос: учеб. для вузов. – М.: Металлургия, 1995. – 400 с.

8. Цветков Ф.Ф., Григорьев Б.А. Тепломассообмен: учеб. пособие. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательский дом МЭИ, 2011. – 592 с.

Информация об авторах
Information about authors

Нугманов Альберт Хамед-Харисович – Астраханский государственный технический университет; 414056, Россия, Астрахань; кандидат технических наук; доцент кафедры технологических машин и оборудования; albert909@yandex.ru

Nugmanov Albert Hamed-Harisovich – Astrakhan State Technical University; 414056, Russia, Astrakhan; Candidate of Technical Sciences; Assistant Professor of Technological Machines and Equipment Chair; albert909@yandex.ru

Алексанян Игорь Юрьевич – Астраханский государственный технический университет; 414056, Россия, Астрахань; доктор технических наук; профессор; заведующий кафедрой технологических машин и оборудования; albert909@yandex.ru

Aleksanyan Igor Yuryevich – Astrakhan State Technical University; 414056, Russia, Astrakhan; Doctor of Technical Sciences; Professor; Head of Technological Machines and Equipment Chair; albert909@yandex.ru

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 582.272.46(265.52)

Е.В. Касперович¹, В.А. Швецов², О.Е. Петренко¹,
Д.А. Арчибисов^{1,2}, М.С. Лякишев¹

¹Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море,
Петропавловск-Камчатский, 683031;

²Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kasperovichev@mail.ru

КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НА ПРИМЕРЕ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ

В статье рассматривается проблема мониторинга донных отложений водных объектов, подверженных хроническому загрязнению на примере Авачинской губы (Камчатский край). В качестве альтернативного метода определения загрязненности донных отложений предложен корреляционно-регрессионный анализ содержания загрязняющих веществ. Рассматривается применимость полученных результатов для целей оценки загрязненности донных отложений Авачинской губы.

Ключевые слова: Авачинская губа, донные отложения, тяжелые металлы, нефтепродукты, корреляционно-регрессионный анализ.

E.V. Kasperovich¹, V.A. Shvetsov², O.E. Petrenko², D.A. Archibisov^{1,2}, M.S. Lyakishev¹ (¹Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683031, ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003) **Correlation dependences of the pollutant content in bottom deposits on the example of Guba Avachinskaya**

The article deals with the monitoring problem of bottom deposits in water bodies liable to chronic pollution on the example of Guba Avachinskaya (Kamchatsky Krai). As an alternative method to define the content of polluting substances in the bottom deposits, the correlation and regression analysis is offered. The article presents the application of the results received to estimate the pollution of bottom deposits of Guba Avachinskaya.

Key words: Guba Avachinskaya, bottom deposits, heavy metals, petrochemicals, correlation and regression analysis.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-63-73

Как известно, исследование донных отложений морей требует значительных финансовых затрат на отбор и анализ проб. Высокая стоимость анализа проб донных отложений приводит к тому, что часто при мониторинге морских водных объектов не учитывается состояние донных отложений. В соответствии с Руководящим документом [1]: «любая информация о состоянии водных объектов без учета загрязненности их донных отложений может быть ошибочной». Поэтому для повышения эффективности мониторинга необходимо существенно снизить стоимость опробования донных отложений. Нами предложено снизить количество необходимых химических анализов путем выявления корреляционных зависимостей между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях морского водного объекта. Для установления этих зависимостей может быть использован метод корреляционно-регрессионного анализа [3, 4]. Наличие корреляционных связей между содержаниями компонентов донных отложений отмечалось ранее в работах [5, 6], но авторы не предложили построить уравнения регрессии, которые можно было бы использовать для оценки уровня загрязнения дна водного объекта. Таким образом, в том числе на основе анализа [2, 5, 6], нами выдвинуты гипотезы:

а) о существовании корреляционных зависимостей между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях бухты Авачинская губа,

б) о возможности использования регрессионных моделей для прогнозирования состава донных отложений.

Цель работы – разработка метода оптимизации мониторинга водных объектов, подверженных хроническому антропогенному загрязнению, на основе выявления корреляционных зависимостей между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях.

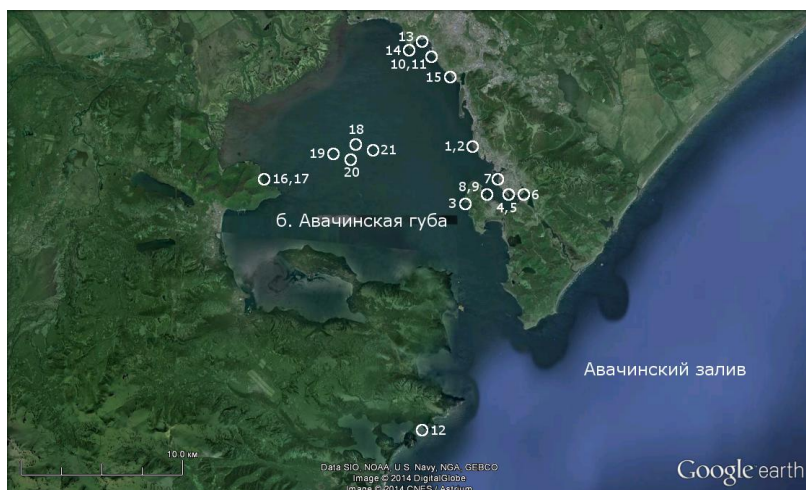


Рис. 1. Точки отбора проб донных отложений

Для достижения поставленной цели были выполнены следующие работы (в рамках природоохранного мероприятия [7]):

1. Отобрана 21 проба донных отложений в местах бункеровки флота нефтепродуктами. Отбор проб проводили в соответствии с требованиями нормативного документа [8]. Точки отбора проб донных отложений изображены на рис. 1.

2. Пробы были доставлены в аналитическую лабораторию

ОАО «Камчатгеология» в изотермических сумках «Camping World 30 L Snowbag» или компрессорном автохолодильнике «WAECO CoolFreeze CF-110» в течение не более 28 ч после отбора.

3. Был проведен химический анализ проб донных отложений. Получены результаты анализа для следующих компонентов: Cu, Zn, Pb, Ni, Cd, нефтепродукты и фенолы.

Установленные содержания загрязняющих веществ были подвергнуты статистическому анализу [9], результаты которого представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты статистического анализа содержаний компонентов донных отложений

Компоненты донных отложений	Статистические параметры				
	Минимум, мг/кг	Максимум, мг/кг	Среднее значение, мг/кг	Стандартное отклонение, мг/кг	Дисперсия, (мг/кг) ²
Cu	20	243	97,76	74,74	5586,79
Zn	52	447	166,67	112,99	12767,33
Pb	1	344	55,62	90,97	8275,18
Ni	3,5	64	34,69	16,04	257,16
Cd	0,1	2,37	0,753	0,562	0,316
Нефтепродукты	100	14430	3280,29	3641,68	13261863
Фенолы	0,5	1,5	0,548	0,218	0,048

В программной среде MS Excel был проведен корреляционный анализ [3, 4] для всех перечисленных компонентов, кроме фенолов. Содержания фенола в пробах не использовались в корреляционном анализе, так как они находились на пределе обнаружения (<0,5 мг/кг). В результате корреляционного анализа были установлены значения коэффициента парной корреляции, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

Значения коэффициента парной корреляции Пирсона

Компоненты	Значения коэффициента корреляции компонента с нефтепродуктами	Значения коэффициента корреляции компонента с тяжелыми металлами			
		Cu	Zn	Pb	Ni
Cu	0,770*	—	—	—	—
Zn	0,778*	0,933*	—	—	—
Pb	0,686*	0,881*	0,915*	—	—
Ni	−0,316	−0,226	−0,336	−0,267	—
Cd	0,689*	0,503*	0,411	0,341	−0,054

Далее была оценена значимость полученных коэффициентов. Для этого значения из табл. 2 сравнивали с критическим значением [2]. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и степенях свободы $f = 19$ критическое значение составляет 0,433. В тех случаях, когда критическое значение меньше абсолютного значения найденного коэффициента корреляции, принять нуль-гипотезу об отсутствии линейной связи между анализируемыми компонентами нельзя [2]. Значимые значения коэффициента корреляции обозначены в табл. 2 звездочкой.

Установленные авторами линейные зависимости между компонентами донных отложений описываются уравнениями линейной регрессии вида $Y = a + bX$ [2]. Для нахождения уравнений регрессии требуется определить значения коэффициентов регрессии a и b . С этой целью был проведен регрессионный анализ в среде MS Excel [3, 4]. Выходные данные регрессионного анализа приведены в табл. 3.

Таблица 3

Выходные данные регрессионного анализа в MS Excel

Параметры регрессии нефтепродукты/Cu								
Множественный R	0,77							
R-квадрат	0,59							
Нормированный R-квадрат	0,57							
Стандартная ошибка	2379,43							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	157665082,3	157665082,3	27,85	$4,3 \cdot 10^{-5}$			
Остаток	19	107572191,9	5661694,31					
Итого	20	265237274,3						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-392,04	868,26	-0,45	0,66	-2209,34	1425,26	-2209,34	1425,26
Cu	37,56*	7,12	5,28	$4,3 \cdot 10^{-5}$	22,67	52,46	22,67	52,46
Параметры регрессии нефтепродукты/Zn								
Множественный R	0,78							
R-квадрат	0,61							
Нормированный R-квадрат	0,59							
Стандартная ошибка	2343,9							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	160853517,8	160853517,8	29,28	$3,2 \cdot 10^{-5}$			
Остаток	19	104383756,5	5493881,92					
Итого	20	265237274,3						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-902,82	926,96	-0,97	0,34	-2842,98	1037,34	-2842,98	1037,34
Zn	25,1*	4,64	5,41	$3,2 \cdot 10^{-5}$	15,39	34,81	15,39	34,81
Параметры регрессии нефтепродукты/Pb								
Множественный R	0,69							
R-квадрат	0,47							
Нормированный R-квадрат	0,44							
Стандартная ошибка	2716,03							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	125077362,8	125077362,8	16,96	$5,86 \cdot 10^{-4}$			
Остаток	19	140159911,5	7376837,45					
Итого	20	265237274,3						

Продолжение табл. 3

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	1751,15*	699,42	2,5	0,02	287,25	3215,05	287,25	3215,05
Pb	27,49*	6,68	4,12	$5,86 \cdot 10^{-4}$	13,52	41,46	13,52	41,46
Параметры регрессии нефтепродукты/Cd								
Множественный R	0,69							
R-квадрат	0,48							
Нормированный R-квадрат	0,45							
Стандартная ошибка	2706,83							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	126025361,7	126025361,7	17,2	$5,47 \cdot 10^{-4}$			
Остаток	19	139211912,6	7326942,77					
Итого	20	265237274,3						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-80,64	1002,81	-0,08	0,94	-2179,54	2018,27	-2179,54	2018,27
Cd	4464,22*	1076,41	4,15	$5,47 \cdot 10^{-4}$	2211,27	6717,18	2211,27	6717,18
Параметры регрессии Си/нефтепродукты								
Множественный R	0,77							
R-квадрат	0,59							
Нормированный R-квадрат	0,57							
Стандартная ошибка	48,84							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	66419,15	66419,15	27,85	$4,3 \cdot 10^{-5}$			
Остаток	19	45316,65	2385,09					
Итого	20	111735,8						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	45,85*	14,5	3,16	$5,14 \cdot 10^{-3}$	15,5	76,21	15,5	76,21
Нефтепродукты	0,02*	$2,3 \cdot 10^{-3}$	5,28	$4,3 \cdot 10^{-5}$	$9,55 \cdot 10^{-3}$	0,02	$9,55 \cdot 10^{-3}$	0,02
Параметры регрессии Cu/Zn								
Множественный R	0,93							
R-квадрат	0,87							
Нормированный R-квадрат	0,87							
Стандартная ошибка	27,41							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	97462,58	97462,58	129,74	$6,22 \cdot 10^{-10}$			
Остаток	19	14273,23	751,22					
Итого	20	111735,81						

Продолжение табл. 3

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-5,21	10,84	-0,48	0,64	-27,89	17,48	-27,89	17,48
Zn	0,62*	0,05	11,39	$6,22 \cdot 10^{-10}$	0,5	0,73	0,5	0,73
Параметры регрессии Cu/Pb								
Множественный R	0,88							
R-квадрат	0,78							
Нормированный R-квадрат	0,77							
Стандартная ошибка	36,23							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	86795,5	86795,5	66,12	$1,31 \cdot 10^{-7}$			
Остаток	19	24940,31	1312,65					
Итого	20	111735,81						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	57,48*	9,33	6,16	$6,39 \cdot 10^{-6}$	37,95	77,01	37,95	77,01
Pb	0,72*	0,09	8,13	$1,31 \cdot 10^{-7}$	0,54	0,91	0,54	0,91
Параметры регрессии Cu/Cd								
Множественный R	0,5							
R-квадрат	0,25							
Нормированный R-квадрат	0,21							
Стандартная ошибка	66,27							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	28295,88	28295,88	6,44	0,02			
Остаток	19	83439,93	4391,58					
Итого	20	111735,81						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	47,4	24,55	1,93	0,07	-3,98	98,79	-3,98	98,79
Cd	66,89*	26,35	2,54	0,02	11,74	122,05	11,74	122,05
Параметры регрессии Zn/нефтепродукты								
Множественный R	0,78							
R-квадрат	0,61							
Нормированный R-квадрат	0,59							
Стандартная ошибка	72,73							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	154855,34	154855,34	29,28	$3,2 \cdot 10^{-5}$			
Остаток	19	100491,32	5289,02					
Итого	20	255346,67						

Продолжение табл. 3

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	87,41*	21,6	4,05	$6,88 \cdot 10^{-4}$	42,2	132,61	42,2	132,61
Нефтепродукты	0,02*	$4,47 \cdot 10^{-3}$	5,41	$3,2 \cdot 10^{-3}$	0,01	0,03	0,01	0,03
Параметры регрессии Zn/Cu								
Множественный R	0,93							
R-квадрат	0,87							
Нормированный R-квадрат	0,87							
Стандартная ошибка	41,43							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	222728,46	222728,46	129,74	$6,22 \cdot 10^{-10}$			
Остаток	19	32618,2	1716,75					
Итого	20	255346,67						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	28,64	15,12	1,89	0,07	-3	60,29	-3	60,29
Cu	1,41*	0,12	11,39	$6,22 \cdot 10^{-10}$	1,15	1,67	1,15	1,67
Параметры регрессии Zn/Pb								
Множественный R	0,92							
R-квадрат	0,84							
Нормированный R-квадрат	0,83							
Стандартная ошибка	46,52							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	214222,95	214222,95	98,98	$5,72 \cdot 10^{-9}$			
Остаток	19	41123,72	2164,41					
Итого	20	255346,67						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	103,38*	11,98	8,63	$5,35 \cdot 10^{-8}$	78,31	128,46	78,31	128,46
Pb	1,14*	0,11	9,95	$5,72 \cdot 10^{-9}$	0,9	1,38	0,9	1,38
Параметры регрессии Pb/нефтепродукты								
Множественный R	0,69							
R-квадрат	0,47							
Нормированный R-квадрат	0,44							
Стандартная ошибка	67,85							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	78046,14	78046,14	16,96	$5,86 \cdot 10^{-4}$			
Остаток	19	87457,4	4603,02					
Итого	20	165503,54						

Продолжение табл. 3

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-0,65	20,15	-0,03	0,97	-42,81	41,52	-42,81	41,52
Нефтепродукты	0,02*	$4,17 \cdot 10^{-3}$	4,12	$5,86 \cdot 10^{-4}$	$8,43 \cdot 10^{-3}$	0,03	$8,43 \cdot 10^{-3}$	0,03
Параметры регрессии Pb/Cu								
Множественный R	0,88							
R-квадрат	0,78							
Нормированный R-квадрат	0,77							
Стандартная ошибка	44,09							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	128561,85	128561,85	66,12	$1,31 \cdot 10^{-7}$			
Остаток	19	36941,69	1944,3					
Итого	20	165503,54						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-49,24*	16,09	-3,06	$6,44 \cdot 10^{-3}$	-82,92	-15,56	-82,92	-15,56
Cu	1,07*	0,13	8,13	$1,31 \cdot 10^{-7}$	0,8	1,35	0,8	1,35
Параметры регрессии Pb/Zn								
Множественный R	0,92							
R-квадрат	0,84							
Нормированный R-квадрат	0,83							
Стандартная ошибка	37,45							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	138849,1	138849,1	98,98	$5,72 \cdot 10^{-9}$			
Остаток	19	26654,44	1402,87					
Итого	20	165503,54						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	-67,28*	14,81	-4,54	$2,23 \cdot 10^{-4}$	-98,28	-36,27	-98,28	-36,27
Zn	0,74*	0,07	9,95	$5,72 \cdot 10^{-9}$	0,58	0,89	0,58	0,89
Параметры регрессии Cd/Нефтепродукты								
Множественный R	0,69							
R-квадрат	0,48							
Нормированный R-квадрат	0,45							
Стандартная ошибка	0,42							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	3	3	17,2	$5,47 \cdot 10^{-4}$			
Остаток	19	3,32	0,17					
Итого	20	6,32						

Окончание табл. 3

	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	0,4*	0,12	3,25	$4,19 \cdot 10^{-3}$	0,14	0,66	0,14	0,66
Нефтепродукты	$1,06 \cdot 10^{-4}$ *	$2,57 \cdot 10^{-5}$	4,15	$5,47 \cdot 10^{-4}$	$5,27 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$5,27 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Параметры регрессии Cd/Cu								
Множественный R	0,5							
R-квадрат	0,25							
Нормированный R-квадрат	0,21							
Стандартная ошибка	0,5							
	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Значимость F</i>			
Регрессия	1	1,6	1,6	6,44	0,02			
Остаток	19	4,72	0,25					
Итого	20	6,32						
	Коэффициенты	Стандартная ошибка	t-статистика	P-Значение	Нижние 95%	Верхние 95%	Нижние 95,0%	Верхние 95,0%
Y-пересечение	0,38*	0,18	2,1	0,05	$2 \cdot 10^{-3}$	0,76	$2 \cdot 10^{-3}$	0,76
Cu	$3,79 \cdot 10^{-3}$ *	$1,49 \cdot 10^{-3}$	2,54	0,02	$6,64 \cdot 10^{-4}$	$6,91 \cdot 10^{-3}$	$6,64 \cdot 10^{-4}$	$6,91 \cdot 10^{-3}$

Чтобы оценить значимость коэффициентов регрессии, приведенных в табл. 3, необходимо сравнить полученные для них значения t -статистики с критическим значением [2]. При уровне значимости $\alpha = 0,05$ и степенях свободы $f = 19$ критическое значение t -статистики составляет 2,093. Если значение t -статистики, приведенное в табл. 3, больше критического, то коэффициент признается значимым. В противном случае коэффициент исключается из уравнения регрессии. Значимые значения коэффициентов регрессии обозначены в табл. 3 звездочкой. По найденным коэффициентам, приведенным в табл. 3, были построены уравнения регрессии и определены для них доверительные интервалы [2]. Они приведены в табл. 4.

Таблица 4

Уравнения линейной регрессии

Определяемое содержание компонента	Уравнения регрессии	Доверительный интервал регрессии $\Delta = S \cdot t(0,05; 19)$
Нефтепродукты (НП)	НП = 37,564*[Cu];	± 4980
	НП = 25,099*[Zn];	± 4905
	НП = 1751,1 + 27,491*[Pb];	± 5684
	НП = 4464,222*[Cd]	± 5665
Cu	Cu = 45,85 + 0,016*[НП];	$\pm 102,2$
	Cu = 0,618*[Zn];	$\pm 57,4$
	Cu = 57,5 + 0,724*[Pb];	$\pm 75,8$
	Cu = 66,893*[Cd]	$\pm 138,7$
Zn	Zn = 87,4 + 0,024*[НП];	$\pm 152,2$
	Zn = 1,412*[Cu];	$\pm 86,7$
	Zn = 103,4 + 1,138*[Pb]	$\pm 97,4$
Pb	Pb = 0,017*[НП];	$\pm 142,0$
	Pb = 1,073*[Cu] – 49,2;	$\pm 92,3$
	Pb = 0,737*[Zn] – 67,3	$\pm 78,4$
Cd	Cd = 0,404 + 0,000106*[НП];	$\pm 0,875$
	Cd = 0,383 + 0,00379*[Cu]	$\pm 1,044$

Чтобы более подробно проанализировать полученные уравнения регрессии, рассмотрим их графическую интерпретацию (рис. 2).

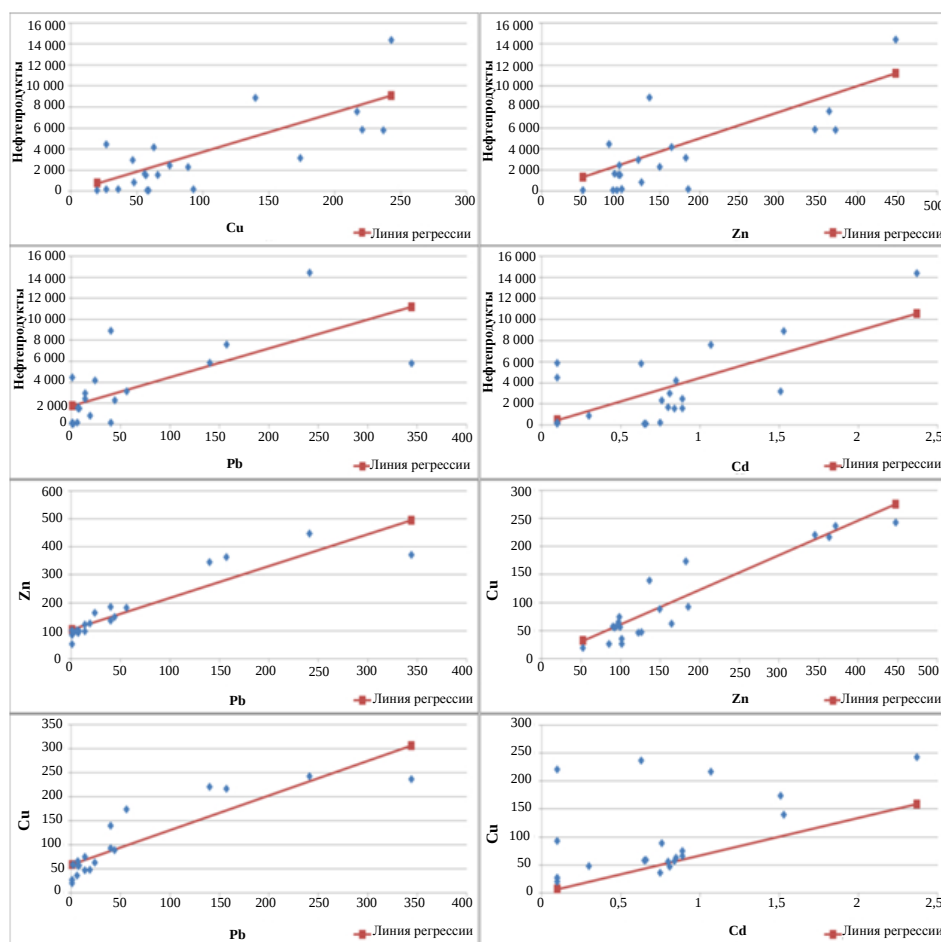


Рис. 2. Графики уравнений линейной регрессии

Из графиков, приведенных на рис. 2, видно, что содержания компонентов существенно разбросаны относительно линий регрессии. Это обуславливает высокие значения доверительных интервалов. Для снижения разброса следует выявить сомнительные содержания компонентов. В данном случае таковым является содержание свинца в количестве 344 мг/кг. Из графиков, приведенных на рис. 2, видно, что это значение существенно отклоняет линии регрессии от их наиболее вероятного положения, обусловленного большим числом наблюдаемых значений. Мы исключаем это значение из выборки и проводим повторный анализ по описанной выше схеме. Результаты повторного анализа приведены в табл. 5.

Таблица 5

Результаты повторного регрессионного анализа

Определяемое содержание компонента	Уравнения регрессии	Доверительный интервал регрессии $\Delta = S \cdot t(0,05; 19)$
Нефтепродукты (НП)	НП = 37,564*[Cu];	±4980
	НП = 25,099*[Zn];	±4905
	НП = 1246,9 + 47,704*[Pb];	±4313
	НП = 4464,222*[Cd]	±5665
Cu	Cu = 45,85 + 0,016*[НП];	±102,2
	Cu = 0,618*[Zn];	±57,4
	Cu = 49,85 + 0,994*[Pb];	±49,9
	Cu = 66,893*[Cd]	±138,7
Zn	Zn = 87,4 + 0,024*[НП];	±152,2
	Zn = 1,412*[Cu];	±86,7
	Zn = 89,8 + 1,617*[Pb]	±41,7
Pb	Pb = 0,0146*[НП];	±75,0
	Pb = 0,85*[Cu] – 36,0;	±54,5
	Pb = 0,598*[Zn] – 52,3	±25,3
Cd	Cd = 0,404 + 0,000106*[НП];	±0,875
	Cd = 0,383 + 0,00379*[Cu]	±1,044

При сравнении доверительных интервалов уравнений регрессии, приведенных в табл. 4 и 5, видно, что точность определения свинца стала примерно в три раза выше. Это подтверждает правильность выбора аномального содержания компонента донных отложений. Несмотря на это, полученные доверительные интервалы слишком широки. Этот факт не позволяет обеспечить необходимую точность определения содержаний компонентов донных отложений на уровне методов химического анализа. Однако повышенное содержание одного из рассматриваемых компонентов свидетельствует о комплексности загрязнения донных отложений Авачинской губы. В данном случае полученные уравнения могут применяться для качественного или полуколичественного определения состава донных отложений. На этом основании могут приниматься решения о проведении более детальных исследований.

Выводы

Результаты выполненной работы позволяют сделать следующие выводы:

1. Между содержаниями загрязняющих веществ в донных отложениях Авачинской губы существуют корреляционные зависимости.
2. На основании этих зависимостей построены уравнения регрессии, которые могут быть использованы для предварительной оценки содержаний загрязняющих веществ в донных отложениях Авачинской губы.

Литература

1. РД 52.24.609-2013. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. – Ростов н/Д: Росгидромет, 2013. – 43 с.
2. Смагунова А.Н., Карпукова О.М. Методы математической статистики в аналитической химии: учеб. пособие. – Ростов н/Д: Феникс, 2012. – 346 с.
3. Информатика. Базовый курс / под ред. С.В. Симоновича. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2007. – 640 с.
4. Горелова Г.В., Кацко И.А. Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel. – Ростов н/Д: Феникс, 2005. – 480 с.

5. Тяжелые металлы и углеводороды в донных осадках речной сети на севере Читинской области / Л.В. Замана, М.Т. Усманов, О.В. Глушенкова, И.И. Мариняйте // География и природные ресурсы. – 2007. – № 1. – С. 64–69.

6. Котельянец Е.А., Коновалов С.К. Распределения тяжелых металлов в донных отложениях Феодосийского залива // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2008. – Вып. 17. – С.171–175.

7. Установление источников повышенного риска и оценка воздействия на морскую акваторию Авачинской губы в районах мест бункеровки, разработка программы благоустройства мест бункеровки с целью предупреждения ЧС(Н): отчет о разработке природоохранного мероприятия / ФГУ «Камчаттехмордирекция»; координация групп по разработке: Касперович Е.В. – Петропавловск-Камчатский, 2009. – 409 с.

8. ГОСТ 17.1.5.01–80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 7 с.

9. Смагунова А.Н., Шмелева Е.И., Швецов В.А. Алгоритмы оперативного и статистического контроля качества работы аналитической лаборатории: метод. руководство. – Новосибирск: Наука, 2008. – 60 с.

Информация об авторах **Information about authors**

Касперович Екатерина Владимировна – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; директор; kasperovichev@mail.ru

Kasperovich Ekaterina Vladimirovna – Federal State Budgetary Organization «Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision»; 683031, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Director; kasperovichev@mail.ru

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

Shvetsov Vladimir Alekseevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Chemical Sciences; Associate Professor, Professor of Electrical and Radio Equipment of Ships Chair; oni@kamchatgtu.ru

Петренко Олег Евгеньевич – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; инженер-гидролог отдела информационно-аналитической работы и планирования; poe_kam@mail.ru

Petrenko Oleg Evgenovich – Federal State Budgetary Organization «Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision»; 683031, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Engineer-hydrologist of Information and Analytical Work and Planning Department; poe_kam@mail.ru

Арчибисов Дмитрий Александрович – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; заместитель директора; d.a.archibisov@mail.ru

Archibisov Dmitry Aleksandrovich – Federal State Budgetary Organization «Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision»; 683031, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Deputy Director; d.a.archibisov@mail.ru

Лякишев Михаил Сергеевич – Федеральное государственное бюджетное учреждение «Камчатская дирекция по техническому обеспечению надзора на море»; 683031, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат экономических наук; инженер по охране окружающей среды; lyakishev-kstu@mail.ru

Lyakishev Mikhail Sergeevich – Federal State Budgetary Organization «Kamchatka's Directorate for Technical Supply of Sea Supervision»; 683031, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Economic Sciences; Environmental Engineer; lyakishev-kstu@mail.ru

УДК 582.272.46(265.52)

Н.А. Лопатина^{1,2}, Н.Г. Ключкова²¹ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000;² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003

e-mail: miranda-n@yandex.ru; ninakl@mail.ru

**РОД *LUKINIA* (RHODOPHYTA: GIGARTINALES) В МОРЯХ РОССИЙСКОГО
ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА**

На основании изучения альгологических материалов, собранных в разных районах российского Дальнего Востока, описывается вид багряной водоросли *Lukinia dissecta*. Впервые приводятся фотография типового образца и иллюстрации особенностей внутреннего строения этого вида. Указаны отличия лукинии от представителей близких к ней по морфологии родов багряных водорослей *Sparlingia* и *Palmaria*.

Ключевые слова: Rhodophyta, красные водоросли, род *Lukinia*, географическая изменчивость, дальневосточные моря.

N.A. Lopatina^{1,2}, N.G. Klochkova² (¹Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000; ²Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003)
The genus *Lukinia* (Rhodophyta: Gigartinales) in the Far-Eastern seas of Russia

The species *Lukinia dissecta* (Rhodophyta) is described on the basis of the results of the study of algological materials from different areas of Russian Far-Eastern seas. For the first time illustrations of the type specimen and features of the species internal structure are given. Morphological and anatomical distinctions of *Lukinia* from related genus *Sparlingia* and *Palmaria* are pointed out.

Key words: Rhodophyta, red algae, genus *Lukinia*, geographical variability, Far-Eastern seas.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-74-78

Род *Lukinia* был описан в 1994 г. Л.П. Перестенко. Свое родовое имя он получил в честь известного дальневосточного ученого В.И. Лукина – организатора нескольких гидробиологических экспедиций Института биологии моря ДВО РАН (г. Владивосток), в ходе которых изучали состав и структуру сублиторального макробентоса в Беринговом, Охотском и Японском морях. Большинство альгологических материалов, собранных этими экспедициями, поступили на обработку в Ботанический институт РАН (г. Санкт-Петербург) и широко использовались Л.П. Перестенко для проведения ревизии красных водорослей российского Дальнего Востока. В этих сборах и были обнаружены образцы, на основе изучения которых описан обсуждаемый род [1]. Единственный его вид был назван *L. dissecta*, что значит «рассеченная».

Представителей *Lukinia* находили в разных районах Дальнего Востока и другие исследователи, но обнаруженные ими образцы оставались неопределенными или определялись неправильно. Так, автор вида Л.П. Перестенко, проводя ревизию образцов, собранных Е.А. Кардаковой-Преженцовой у о. Медного и процитированных Е.С. Зиновой в ее работе по морским водорослям Командорских островов [2], установила, что обе эти исследовательницы относили их к *Sarcophyllis edulis* J. Agardh. Нами впервые образцы *Lukinia* были найдены в сборах сотрудницы СахНИРО Т. Шпаковой, проводившей в 1984 г. альгофлористические исследования у юго-западного побережья о. Сахалин. Позже они были обнаружены в альгологических сборах с Курильских и Командорских островов.

Описания новых таксонов видового уровня принято сопровождать фотографиями типовых образцов и иллюстрациями их внутреннего строения, а также дифференцированным диагнозом, дающим представление об основных отличиях описываемого таксона от видов, наиболее близких к нему по морфолого-анатомической организации. В описании *Lukinia* автором вида эти требования не соблюдены. Его сопровождают только черно-белые рисунки генеративных структур (гонимобласт с карпоспорами и фрагмент коровой нити с интеркалярным спорангием), тогда

как внешний вид *Lukinia* и ее анатомическое строение не показаны. Отметим, что к описанию вида [1], с. 129, дана ссылка на рис. 2 табл. XXXII, который, между тем, демонстрирует внешнее строение другой красной водоросли – *Callophyllis rhynchocarpa*.

Впервые иллюстрации вида были приведены в работе Н.Г. Ключковой с соавторами [3] (с. 280, табл. 133, рис. 1–4), затем в нашей работе [4] по глубоководным водорослям Командор. Однако настоящая статья расширяет представление о морфологии вида *L. dissecta* и дает более развернутое представление о его внутреннем строении и распространении на российском Дальнем Востоке.

Материалы и методы

В настоящей работе использованы гербарные образцы Камчатского государственного технического университета и Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН, собранные в 2014 г. в Беринговом море у Командорских островов Медный и Беринга, в 2001 г. в Охотском море у о. Онекотан, и в 1984 г. в Японском море у юго-западного побережья о. Сахалин.

Для изучения внутреннего строения растений использовали микроскопы Olympus BX40 и Olympus CX31. Срезы слоевищ для водно-глицериновых и глицерино-желатиновых препаратов изготавливали из гербарных образцов с помощью лезвия безопасной бритвы. Микрофотографии поперечных срезов выполнены с использованием микрофотонасадки в программах Score-Photo и Infinity. Для иллюстрации внутреннего строения видов использованы микрофотографии срезов пластин, имеющих наиболее типичную морфологию. Внутреннее строение изучено у 17 растений; они цитируются после описания вида. Фотографии типового образца вида любезно предоставила сотрудница лаборатории альгологии Ботанического института РАН (г. Санкт-Петербург) к.б.н. Т.А. Михайлова.

Результаты и обсуждение

Род *Lukinia* в течение долгого времени оставался неописанным, скорее всего, из-за редкой встречаемости, а также своего внешнего сходства с представителями широко распространенных на российском Дальнем Востоке пальмариевых и родимениевых водорослей, принадлежащих к родам *Palmaria* и *Sparlingia*. Как и виды этих родов, *L. dissecta* представляет собой расширенную кверху пластину с узкоклиновидным оттянутым основанием (рис. 1).



Рис. 1. Внешний вид *Lukinia dissecta*: а – женский гаметофит, типовой образец вида (о. Медный, 13.07.1972 г., фото Т.А. Михайловой); б – г – бесполое растения из разных районов российского Дальнего Востока (фото авторов)

Из-за большой морфологической изменчивости представителей родов *Palmaria* и *Sparlingia* среди них всегда можно найти растения, которые в определенный период по текстуре, окраске слоевища, его форме очень близки к *L. dissecta*. Однако последняя все же характеризуется рядом морфологических и особенно хорошо выраженных анатомических признаков, четко отграничивающих ее от представителей указанных родов. Эти признаки приведены в таблице, которая составлена по результатам собственных и литературных данных [1, 3].

Отличия *Lukinia dissecta* от близких по морфологии родов красных водорослей

Род	Характеристика цикла развития	Толщина пластины, мкм	Размеры и форма клеток сердцевины, мкм	Подкорковые клетки	Споры бесполого размножения
<i>Lukinia</i>	Диплогаплобионтный, изоморфный, с пластинчатыми спорофитом и гаметофитом	235–450	5–15×20–105, нитевидные	У женских и бесполох растений гранулированные	Моноспоры
<i>Palmaria</i>	Диплогаплобионтный, гетероморфный: спорофит и мужской гаметофит пластинчатые, женский гаметофит корковидный	200–520	35–500 в поперечнике, округло-прямоугольные	Агранулированные, слабо отличаются от клеток сердцевины	Тетраспоры
<i>Sparlingia</i>	Диплогаплобионтный, изоморфный, с пластинчатыми спорофитом и гаметофитом	120–300	28–65×55–225, округло-прямоугольные	Агранулированные, слабо отличаются от клеток сердцевины	Тетраспоры

Как видно из приведенной таблицы, *L. dissecta* отличается от морфологически сходных родов *Palmaria* и *Sparlingia* строением подкорковых клеток, клеток сердцевины и спор бесполого размножения. От *Palmaria*, которая предпочитает расти в литоральной зоне шельфа, лукиния, кроме того, отличается особенностями цикла развития и встречаемостью на больших глубинах.

На основании изученного материала приводятся расширенный диагноз вида *L. dissecta* и иллюстрации его внутреннего строения (рис. 2).

Слоевище имеет вид небольших овально-клиновидных пластин с оттянутым основанием. Длина зрелых растений 7–12 см, максимальная ширина 3–4,5 см. Цвет растений и его толщина меняются в зависимости от возраста, состояния зрелости и их половой принадлежности. У многолетних диплоидных растений с о. Онекотан он темный, а сами эти растения толстокожистые до 450 мкм толщины. Командорские бесполое растения имеют толщину 250–400 мкм, зеленоватый оттенок в основании пластины. Мужские гаметофиты у этого вида более светлые и более мелкие, чем женские, и бесполое. Толщина их пластин не превышает 300–350 мкм. Поверхность пластин гладкая, без морщин и складок, края ровные. Верхушка пластин округлая, с выемкой или с достаточно узкими, более или менее глубокими лопастями. Узкоклиновидное основание растений переходит в хорошо выраженный короткий или достаточно длинный, более или менее сдвинутый ствол. Иногда его длина составляет около 1/5 общей длины слоевища. Прикрепляются растения хорошо развитой подошвой, от которой могут отходить столоны и новые пластины.

Особенностью внутреннего строения вида являются хорошо выраженные анатомические различия растений, принадлежащих к разным генетическим генерациям. Так, у бесполох образцов кора толщиной 40–80 мкм, состоит из 4–5-клеточных нитей, и клетки достигают 5×5–10 мкм (рис. 2, а). У мужских растений кора 2–3-клеточная. Клетки коры имеют те же размеры. Подкорка состоит из 1–2 рядов крупных толстостенных округло-овальных антиклинально вытянутых клеток 15–30×20–60 мкм. При этом у тетраспоровых растений клетки подкорки зернистые из-за множественных мелких гранул, заполняющих весь их объем (рис. 2, б). У мужских растений вместо гранул в клетках располагается пластинчатый хроматофор, ориентированный параллельно поверхности пластины. Сердцевина мужских и бесполох растений очень рыхлая, образована удлинёнными или булабовидными антиклинально вытянутыми прозрачными клетками, редко у этого вида встречаются светопреломляющие клетки 5–15×20–105 мкм.

Гонимобласты рассеяны по всей пластине, крупные, 0,9–1,3 мм в поперечнике, шарообразной формы, над ними в коре образуются отверстия. Созревая, они раздувают поверхность пластины только с одной стороны. Бесполое спорангии толстостенные, продуцируют моноспоры 13–25×18–30 мкм, имеющие округлую или неправильно многоугольную форму, развиваются из

внутренних клеток коры, рассеяны по всей поверхности пластины. Развитие спорангиев происходит асинхронно. Сперматии шаровидные (рис. 2, в, д), 5–6×5–6 мкм, они, как и спорангии, появляются сначала на одной, а затем на другой стороне пластины.

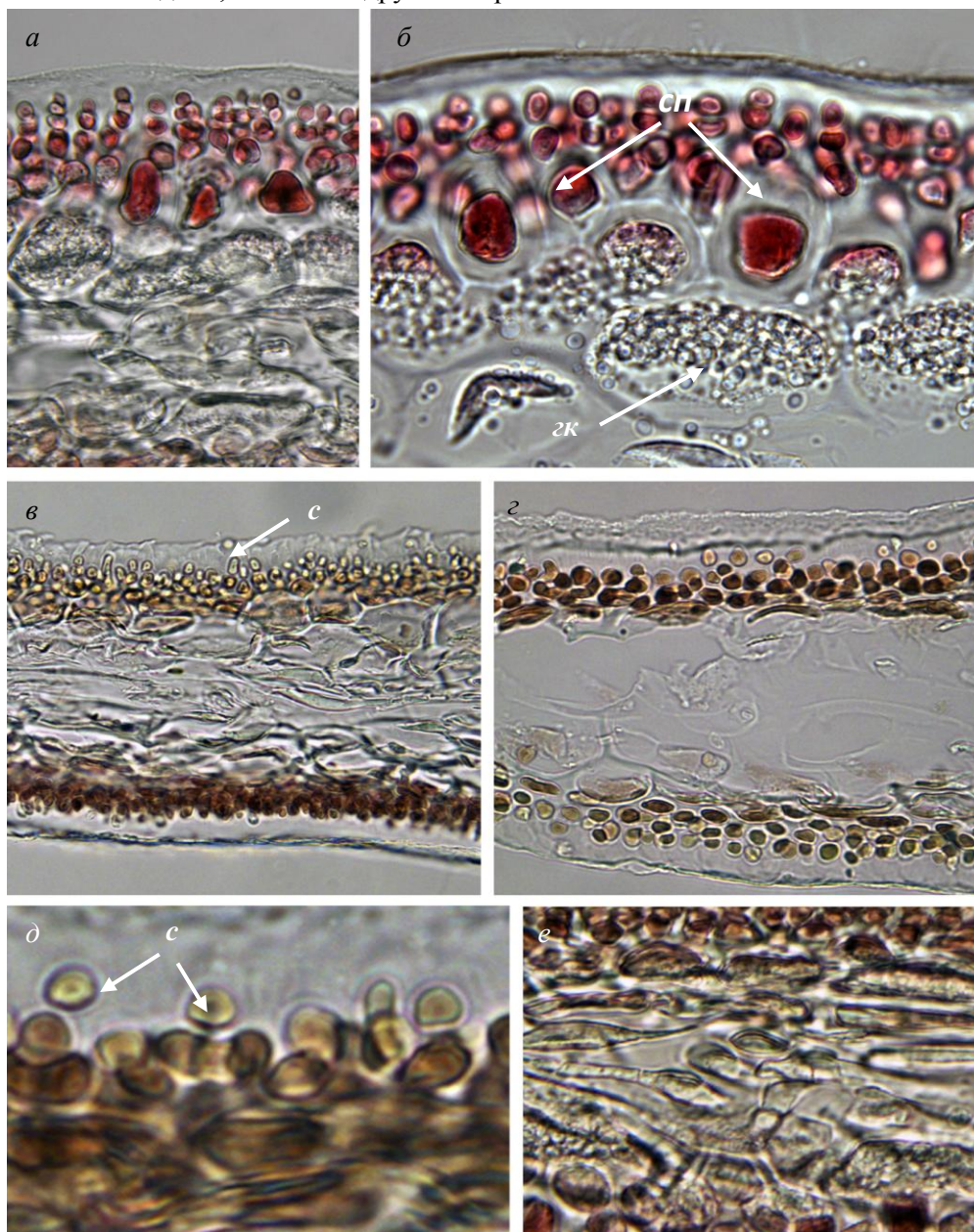


Рис. 2. Внутреннее строение *Lukinia dissecta*: а – фрагмент поперечного среза спорофита (о. Беринга); б – споры бесполого размножения (сп) и подкорковые клетки с гранулированным содержимым (гк); в – дорсовентральное строение пластины у мужского гаметофита (о. Онекотан); г – аггранулированные клетки сердцевины и подкорки у мужских гаметофитов (о. Онекотан); д – клетки коры с одиночными сперматозоидными (с) (о. Медный); е – нитчатая сердцевина на поперечном срезе пластины (о. Медный)

Ареал *L. dissecta* охватывает только российские воды Дальнего Востока. Кроме типового местообитания у Командорских островов она распространена у юго-западного Сахалина и Средних Курильских островов. У Камчатки она до сих пор не найдена, что может свидетельствовать о том, что, как и некоторые другие виды багрянков, она имеет островной ареал. Во всех районах обитания *L. dissecta* произрастает у нижней границы фитали, обычно на глубинах до 15–20 м на скалистом грунте, при этом скоплений и зарослей не образует и встречается редкими единичными экземплярами.

Изученные образцы: Командорские острова: 17.08.2014, о. Медный, м. Матвея с северной стороны, 54°49.992' N 167°28.052' E, гл. 20 м, t = 11°C, сб. Н. Санамян, 5 ♂. – 18.08.2014, о. Беринга, перешеек Островной, 54°49.025' N 166°22.552' E, гл. 16 м, t = 8°C, сб. Н. Санамян, 6 бес-

полых растений. – **Курильские острова**: 5.08.2001, о. Онекотан, охотское побережье, гл. 15 м, скала, сб. В. Огородников, 4 бесполой растения. – **Остров Сахалин**: пос. Антонова, выбросы, июль 1984, сб. Т. Шпакова, 2 бесполой растения.

До настоящего времени семейственная принадлежность *L. dissecta* не определена. Автор вида Л.П. Перестенко на основании его внутреннего строения вынуждена была оставить его таксономический статус неопределенным, поскольку в типовом материале она не увидела строение карпогонной системы после оплодотворения. В нашем материале, к сожалению, женских растений обнаружено не было. Наличие крупной клетки слияния (гонимобласта) косвенно указывает на близость лукинии к семейству солиериевых. С. Шнейдер и М. Винн [5, 6] в своих сводках по красным водорослям относят *L. dissecta* к семейству Phylrophoraceae. При этом никаких аргументов в пользу выбора данного семейства последнего они не приводят.

Авторы выражают благодарность к.б.н. Т.А. Михайловой (БИН РАН им. В.Л. Комарова) за полученные с ее помощью фотографии типового образца *L. dissecta* и к.б.н. Н.П. Санамян (КФ ТИГ ДВО РАН) за собранные и переданные нам на обработку образцы.

Литература

1. Перестенко Л.П. Красные водоросли дальневосточных морей России. – СПб: Ольга, 1994. – 331 с.
2. Зинова Е.С. Морские водоросли Командорских островов // Тр. Тихоокеан. комитета. – 1940. – Т. 5. – С. 165–243.
3. Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Т. 2. Красные водоросли. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 300 с.
4. Писарева Н.А., Клочкова Н.Г. Красные водоросли акватории Командорских островов, собранные в 2014 году // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: доклады XV междунар. науч. конф., посвященной 80-летию со дня основания Кроноцкого государственного биосферного заповедника. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. – С. 70–75.
5. Schneider C.W., Wynne M.J. A synoptic review of the classification of red algal genera a half century after Kylin's "Die Gattungen der Rhodophyceen" // Botanica Marina. – 2007. – Vol. 50. – P. 197–249.
6. Schneider C.W., Wynne M.J. Second addendum to the synoptic review of red algal genera // Botanica Marina. – 2013. – Vol. 56, №. 2. – P. 111–118.

Информация об авторах Information about authors

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

Lopatina (Pisareva) Nina Aleksandrovna – Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS; Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683000; Candidate of Biological Sciences; Research officer of Hydrobiology Laboratory; miranda-n@yandex.ru

Клочкова Нина Григорьевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; доктор биологических наук; профессор кафедры экологии и природопользования; ninakl@mail.ru

Klochkova Nina Grigorevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Doctor of Biological Sciences; Professor of Ecology and Nature Management Chair; ninakl@mail.ru

УДК 595.383.3(265.52)

Н.А. Седова¹, М.Ю. Мурашева², С.С. Григорьев³¹ Камчатский государственный технический университет, Петропавловск-Камчатский, 683003;² Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга, Петропавловск-Камчатский, 683003;³ Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,

Петропавловск-Камчатский, 683000

e-mail: sedova67@bk.ru

ХАРАКТЕРИСТИКА НЕКОТОРЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ И РЕДКО ВСТРЕЧАЕМЫХ ВИДОВ МИЗИД (CRUSTACEA, MYSIDACEA) ИЗ ПРИКАМЧАТСКИХ И СМЕЖНЫХ ВОД

Описывается морфология восьми малочисленных видов мизид из Авачинского, Анадырского заливов и восточной части Охотского моря: *Archaeomysis grebnitzkii*, *Eucopia grimaldii*, *Exacanthomysis borealis*, *Meterythrops robustus*, *Mysis oculata*, *Neomysis rayii*, *Stilomysis grandis* и *Pseudomma truncatum*. Даны описания этих видов, рисунки общего вида мизид и рисунки строения характерных органов. Приводятся краткие сведения по распространению видов.

Ключевые слова: мизиды, морфология, признаки, антеннальная чешуйка, тельсон, шипы, распространение.

N.A. Sedova¹, M.Yu. Murasheva¹, S.S. Grigoriev² (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, ²Kamchatka State University named after Vitus Bering, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, ³Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003). **Characteristics of some scarce and seldom caught species of mysids (Crustacea, Mysidacea) in near Kamchatka and adjacent waters**

The article is devoted to the morphology of eight scarce and seldom caught species of mysids from Avacha and Anadyr Gulfs and from the eastern part of the Sea of Okhotsk: *Archaeomysis grebnitzkii*, *Eucopia grimaldii*, *Exacanthomysis borealis*, *Meterythrops robustus*, *Mysis oculata*, *Neomysis rayii*, *Stilomysis grandis* и *Pseudomma truncatum*. Drawings of the general form of the mysids and their characteristic structure are given. Brief information on distribution of these species is presented.

Key words: mysids, morphology, features, antennal scale, telson, spines, distribution.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-79-87

Мизиды (отряд Mysidacea) – небольшие высшие ракообразные, обычная длина тела которых 5–25 мм, ведут как планктонный, так и бентосный образ жизни. Большинство мизид обитает в прибрежных водах морей. Развитие мизид в большинстве случаев прямое [1, 2].

Мизиды встречаются в морской и в пресноводной среде как на больших морских глубинах, так и на морском мелководье в прибрежных водах, а также в устьях рек, озерах и грунтовых водах [3]. Мизиды занимают большое количество мест обитания в различных биогеографических зонах земного шара. Этим объясняется их высокое морфологическое разнообразие. Хотя общее строение тела мизид весьма специфично для некоторых родов, многим видам свойственны характерные особенности строения, что позволяет их успешно идентифицировать. Мизиды играют важную роль в круговороте энергии в водных экосистемах. Особенно велико значение мизид как кормовых объектов в питании рыб.

В океане мизиды широко распространены. В настоящее время фауна мизид северо-западной части Тихого океана (российские воды) еще недостаточно хорошо изучена. В середине прошлого века был собран и обработан обширный материал из глубоководных районов Берингова моря и Курило-Камчатского желоба, позволивший в общих чертах определить видовой состав и вертикальное распределение мизид в данном районе [4]. Имеются также отдельные сведения по фауне мизид Командорского заповедника и Корякии [5–7]. Были составлены определители мизид только для морей Северного Ледовитого океана и для Японского моря [8–10]. Пространст-

венное распределение мизид изучено только для северных российских морей и северо-восточной части Тихого океана [11–13]. Опубликованы некоторые данные по качественному составу и количественным характеристикам мизид, обитающих в морских водах вблизи Камчатки [14–16]. Всего в прикамчатских и смежных водах нами обнаружено 22 вида мизид. В Авачинском и Анадырском заливах встречено 11 видов, в восточной части Охотского моря – 9 видов [14–16]. Имеется подробное морфологическое описание массовых и часто встречающихся шести видов мизид Авачинского и Анадырского заливов: *Boreomysis arctica* (Krøyer, 1861), *Dactylamblyops solivaga* (Birstein, Tchindonova, 1958), *Holmesia anomala* (Ortmann, 1908), *Meterythrops microphthalma* (Tattersall, W., 1951), *Xenacanthomysis pseudomacropsis* (Tattersall, W., 1933) (Седова и др., 2016). Малочисленными и редко встречаемыми были следующие виды: *Exacanthomysis borealis* (Banner, 1954), *Archaeomysis grebnitzkii* (Czerniavsky, 188), *Eucopia grimaldii* (Nouvel, 1942), *Meterythrops robustus* (Smith, 1879), *Mysis oculata* (Fabricius, 1780), *Neomysis rayii* (Murdoch, 1885), *Pseudomma truncatum* (S.I. Smith, 1879), *Stilomysis grandis* (Goes, 1864).

Целью данной работы является морфологическое описание восьми малочисленных и редко встречающихся видов мизид из прикамчатских и близких к ним вод с приведением данных по их распространению.

Материал и методика

Материалом для исследования послужили пробы из рейсов, выполненных по программе КамчатНИРО в 1999, 2003, 2009, 2013 и 2014 гг. над глубинами от 12 до 565 м. Всего было обработано 751 проба из 7 рейсов (табл.). Планктон ловили ихтиопланктонной конической сетью с диаметром входного отверстия 80 см. Выполняли вертикальный тотальный лов от дна до поверхности при глубине моря до 500 м. В Охотском море пробы брали в сентябре – октябре 1999 г., 2003 г. и в августе 2013 г. (рис. 1, а – в) над глубинами 12–565 м. В Авачинском заливе планктон ловили в марте – мае 2009 г. (рис. 2, а), в апреле 2013 г. (рис. 2, б) и в марте – июне 2014 г. (рис. 2, в) над глубинами 25–552 м. В Анадырском заливе пробы брали в марте – мае 2009 г. (рис. 2, г) над глубинами 18–630 м.

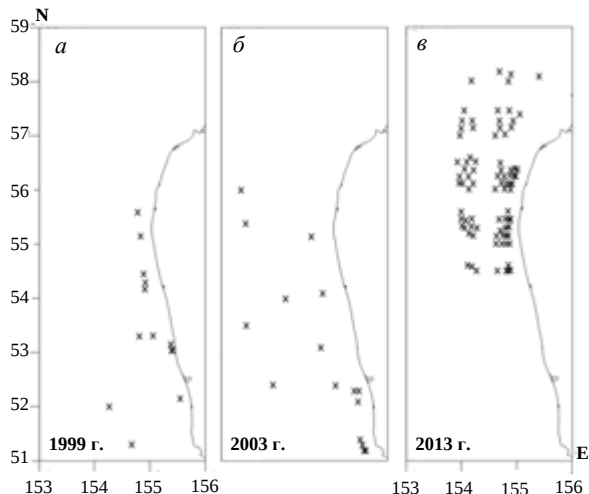


Рис. 1. Район взятия планктонных проб в восточной части Охотского моря

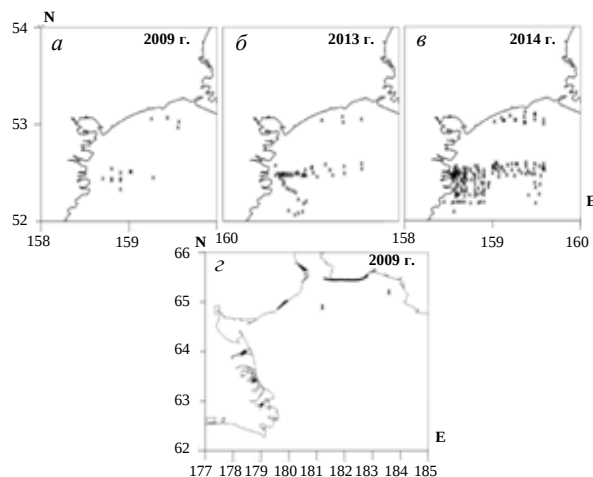


Рис. 2. Районы взятия планктонных проб в Авачинском (а – в) и Анадырском (г) заливах

Характеристика использованного материала

Район	Сроки сбора	Глубина лова, м
Восточная часть Охотского моря	Сентябрь 1999	15–300
Восточная часть Охотского моря	Сентябрь – октябрь 2003	14–299
Восточная часть Охотского моря	Август 2013	12–565
Авачинский залив	Март – май 2009	31–552
Авачинский залив	Апрель 2013	25–500
Авачинский залив	Март – июнь 2014	25–520
Анадырский залив	Март – май 2009	18–46

Обнаруженные в пробах мизиды были идентифицированы, измерены их линейные показатели, определен пол, представители каждого вида были зарисованы. Общую длину измеряли от конца рострума до конца тельсона. Измерения делали с точностью до десятых долей миллиметра. У *Meterythrops robustus* изучали также отношение глубины выемки антеннальной чешуйки к ее длине. Стадии зрелости мизид определяли по Mauchline (1980) [2].

Для видовой идентификации использовали определитель мизид Японского моря [8], определитель евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики [9], определитель для эвфаузиид и мизид Северо-западной Пацифики [17], иллюстрированный определитель свободноживущих беспозвоночных [18], ключ для мизид канадского атлантического континентального шельфа [19], руководство по определению арктического зоопланктона [20]. Рисунки и карты распределения отдельных видов выполнены М.Ю. Мурашевой.

Результаты и обсуждение

Большинство видов считаются широкобореальными [9]. Эвритермным видом является *M. oculata*. К неритическим видам относятся представители родов *Amblyops*, *Exacanthomysis*, *Holmesiella*, *Meterythrops*, *Neomysis*, *Pseudomma*, *Stilomysis*. Прибрежный вид *M. oculata* ранее не был отмечен в наших водах.

Из пойманных нами мизид три вида водятся также в морях Северного Ледовитого океана (*M. oculata*, *S. grandis*, *P. truncatum*). Общим с Северо-западной Атлантикой видом является *M. robustus*, а с Японским морем – *A. grebnitzkii*, *H. anomala*, *S. grandis*, *X. pseudomacropsis* [9].

В Авачинском заливе нами был обнаружен *E. grimaldii*, не известный ранее для данного района. По данным других авторов *E. grimaldii* обитает как в Беринговом море и северной части Тихого океана, так и в Японском море [9, 17].

Archaeomysis grebnitzkii (Czerniavsky, 1882)

Размер: самки 13,7–23,1 мм.

Описание. С каждой стороны боковых краев дорсально-дистальной выемки карапакса по одной относительно глубокой щели, часто прикрытой складкой покровов. Глаза сферические небольшие, глазной стебель хорошо развит. Антеннальная чешуйка почти прямоугольной формы, наружный край ее гладкий, без щетинок, с одним дистальным зубчиком, выступающим за вершину чешуйки. Тельсон удлинненно-трапециевидный с V-образной выемкой на вершине, его латеральные края несут 7–8 шипов. Экзоподиты самых длинных – третьих – плеоподов самцов вытягиваются до середины пятого сегмента абдомена – базальной части тельсона [8]. Марсупиумы самок из двух пар оостегитов. Дистальные 2/3–3/4 наружного края экзоподита уropодов с 10–25 шипами (рис. 3).

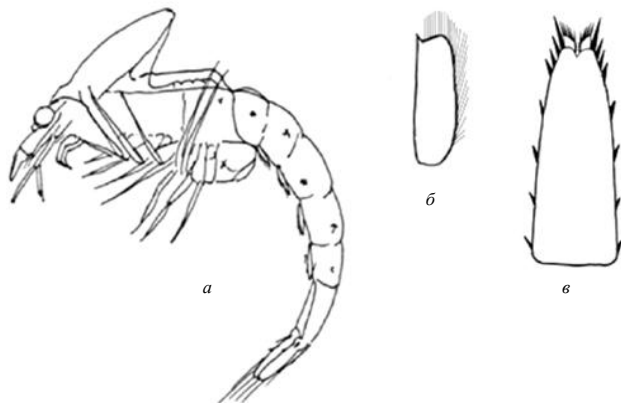


Рис. 3. Морфология *Archaeomysis grebnitzkii*:
а – общий вид самки, б – антеннальная чешуйка, в – тельсон

Распределение: широко распространенный, тихоокеанский бореальный вид. Вид был обнаружен в верхних слоях литорали до глубин 34–40 м [8].

Всего две самки данного вида были выловлены в Авачинском заливе в темное время суток над глубиной 46 м.

Eucopia grimaldii (Nouvel, 1942)

Размер: самки от 23,0 до 40,0 мм; самцы до 17,2 мм.

Описание. Передний край карапакса слабовыпуклый, образует небольшие выросты по бокам. Имеет хорошо развитые жабры. Антеннальная чешуйка широкая; внешний край голый, образует на конце зубец (не выходит за край), внутренний покрыт щетинками. Тельсон в 1,1 раза короче 6-го сегмента абдомена; предпоследний большой шип с каждой стороны тельсона, отделен от терминального большого шипа 2–4 небольшими шипами одинакового размера. Плеоподы

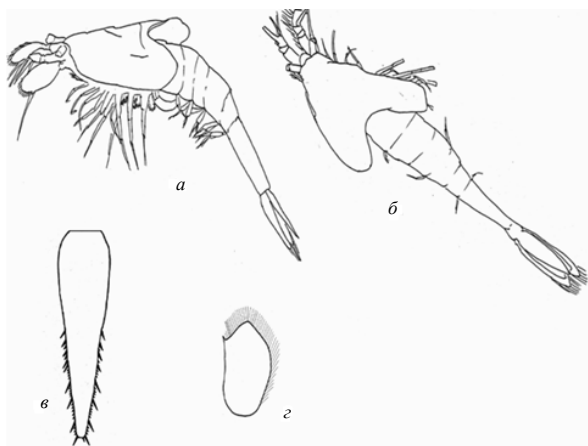


Рис. 4. Морфология *Eusopia grimaldii*:
а, б – общий вид самки, в – тельсон,
г – антеннальная чешуйка

рострум. Глаза большие, зрительная часть выходит за края глазного стебля. Антеннальная чешуйка слегка S-образно изогнута, по обеим сторонам несет щетинки. Тельсон с узко закругленной вершиной, резко суживается в дистальной трети; на дистальной половине латерального края шипы собраны в восемь групп; на вершине две пары шипов: наружные примерно равны по длине соседним латеральным и незначительно длиннее внутренних. Экзоподит 4-х плеоподов самца в 2–3 раза длиннее эндоподита. Марсупиумы самок состоят из двух пар хорошо развитых оостегитов. Число шипов на вентральной поверхности эндоподита урподов у статиста 3–6 шт. (рис. 5).

хорошо развиты. У самок семь пар оостегитов. Экзоподит урподов несет два шипа (рис. 4).

Распределение: батипелагический (глубины 500–2500 м) тихоокеанский вид [19].

Вид отмечен на двух станциях в Авачинском заливе над глубинами 106–500 м. В пробах *E. grimaldii* встречался единично в темное время суток. Соотношение самок и самцов равно 3 : 1, ювенильные особи не обнаружены.

Exacanthomysis borealis (Banner, 1954)

Размер: самки 12,4–19,0 мм; самцы от 10,2 до 18,5 мм.

Описание. Тергиты последнего сегмента торакса и всех сегментов абдомена с 2–3 поперечными складками. Карапакс образует острый

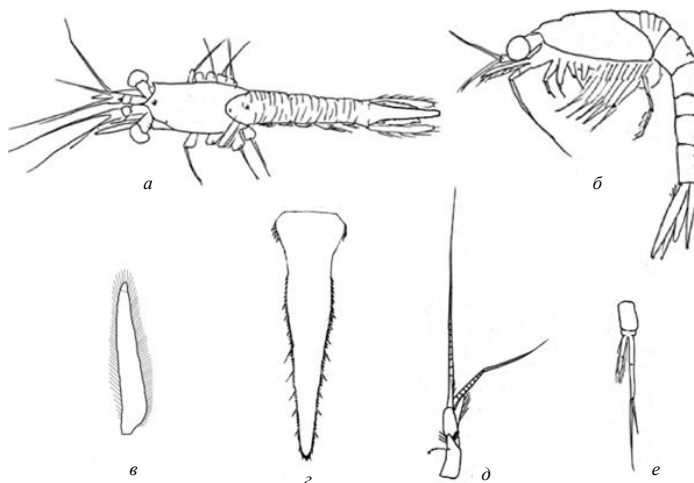


Рис. 5. Морфология *Exacanthomysis borealis*:
а, б – общий вид самки, в – антеннальная чешуйка, г – тельсон,
д – антеннула самца, е – 4-й плеопод самца

Распределение: в Западной части Тихого океана широко распространенный бореальный вид. Сублиторальный вид, населяющий глубины от 0 до 104 м [8].

Вид встречался весной в Авачинском заливе над глубинами 47–300 м. Средняя численность – $1,9 \pm 0,04$ экз./м³. Соотношение самок и самцов приблизительно 1 : 1, неполовозрелые особи не обнаружены.

Meterythropterus robustus (Smith, 1879)

Размер: самки от 12,5 до 21,0 мм; самцы от 16,3 до 24,0 мм; неполовозрелые особи от 5,5 до 9,5 мм.

Описание. Передний край карапакса широко закруглен. Глаза сферические; заходят за передний край первого сегмента стебелька антеннул; если смотреть сверху, выступают за уровень латеральных краев карапакса. Антеннальная чешуйка удлинненно-ромбовидная, имеет дистальный

зубец; внешний край несет щетинки. Дистальная, выступающая за основание мощного зубчика наружного края, доля чешуйки составляет в среднем $2/5$ части длины чешуйки. Тельсон удлинено-треугольный со слегка усеченной вершиной; латеральные края гладкие, невооруженные, вершина с двумя парами шипов и в середине с парой перистых щетинок. Эндоподит первых плеоподов самца одночлениковый, экзоподит многочлениковый. У самок три пары оостегитов (рис. 6).

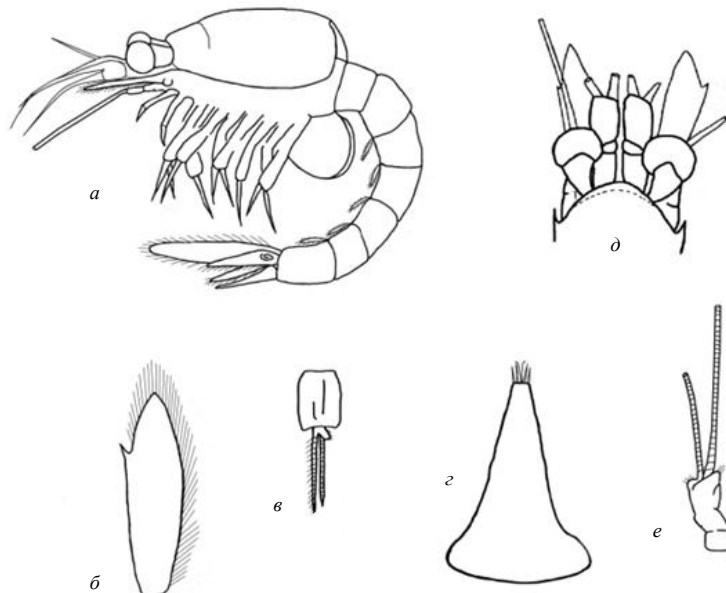


Рис. 6. Морфология *Meterythrops robustus*:
а – общий вид самки, б – антеннальная чешуйка, в – 4 плеоподы самца, г – тельсон,
д – передняя часть (вид сверху), е – антеннула самца

Распределение: амфибореально-арктический вид. Сублиторальный, верхнебатиальный вид, населяющий глубины от 17 до 620 м; в Тихом океане чаще всего встречается на глубине 100–200 м [8].

Рачки данного вида были выловлены только в августе в северо-восточной части Охотского моря. Как и у предыдущего вида, молодь (<10 мм) встречались единично. Доминировали также особи размером до 20 мм, максимальная концентрация составила $1188,8 \text{ мг/м}^3$ ($11,1 \text{ экз./м}^3$), но на большей части акватории биомасса не превышала 10 мг/м^3 . Соотношение самок и самцов приблизительно было равным.

Mysis oculata (Fabricius, 1780)

Размер: самки до 12,9 мм; неполовозрелые особи до 10,0 мм.

Описание. Карапакс с широко закругленным рострумом. Глаза большие, выступают за края тела. Антеннальная чешуйка ланцетовидная, округлая на конце. По краям несет щетинки. Тельсон продолговатый, по его краям располагаются 20–30 латеральных шипов. Выемка на тельсоне узкая, с многочисленными шипиками. Экзоподиты четвертых плеоподов самца длинные. У самок две пары оостегитов хорошо развиты и две пары рудиментарные на 5–6 эндоподитах. Внутренняя сторона эндоподита уropодов несет 7–8 шипов (рис. 7).

Распределение: циркумполярный арктический вид. Глубины от 0 до 210 м [20].

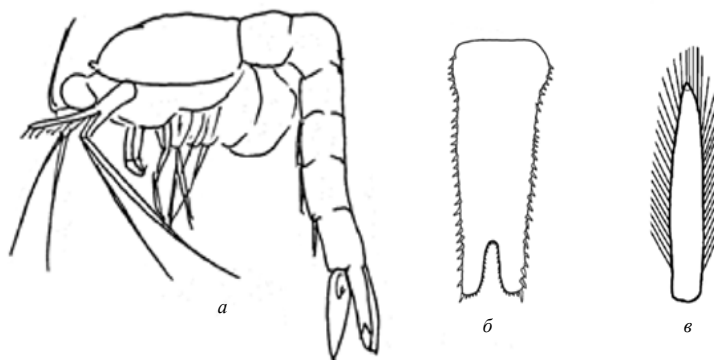


Рис. 7. Морфология *Mysis oculata*:
а – общий вид самки, б – тельсон, в – антеннальная чешуйка

Вид был отмечен весной в Беринговом море на двух станциях над глубинами 18–37 м и летом 2013 г. в Охотском море.

Neomysis rayii (Murdoch, 1885)

Размер: самки до 41,2 мм; самцы от 15,2 до 39,0 мм.

Описание. Переднелатеральные края карапакса заостренные, рострум квадратный с закругленными краями. Роговица глаз сферическая, глазные стебли достаточно длинные. Антеннальная чешуйка длинная с заостренной вершиной; по обеим сторонам несет щетинки. Тельсон треугольный с узко усеченной вершиной; на латеральном крае 21–25 коротких шипов; на вершине две пары шипов: наружные шипы в три раза больше внутренних. Все плеоподы самок и 1, 2, 3, 5-й плеоподы самцов рудиментарные. Экзоподит 4-х плеоподов самца в 1,5 раза длиннее эндоподита. Марсупиумы самок состоят из двух пар оостегитов. На вентральной стороне эндоподита уropодов 20–56 шипов (рис. 8).

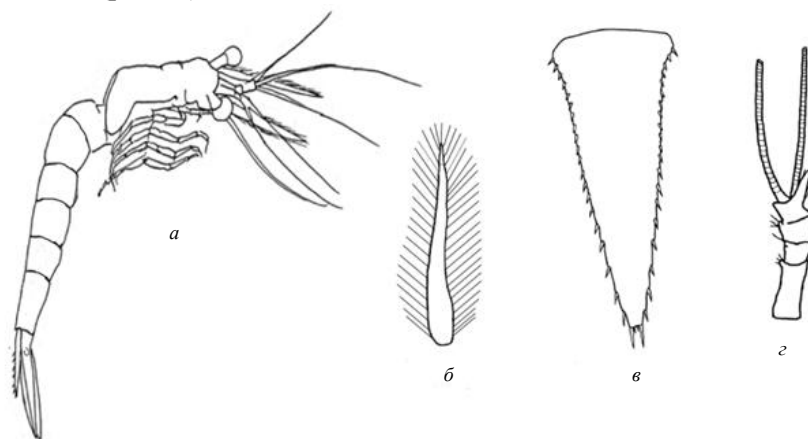


Рис. 8. Морфология *Neomysis rayii*:
а – общий вид самца, б – антеннальная чешуйка, в – тельсон;
г – антеннула самца

Распределение: тихоокеанский субтропический бореальный вид. Сублиторальный вид, обитающий на глубинах от 0 до 79 м, преимущественно 50 м [8].

В Охотском море (52°1' с. ш., 156°123' в. д.) над глубиной 40 м был пойман всего 1 самец длиной 15,2 мм.

Pseudomma truncatum (S.I. Smith, 1879)

Размер: самки до 15,0 мм; самцы до 20,0 мм.

Описание. Карапакс образует небольшое латерально-головное вздутие; рострум отсутствует. Глаза преобразованы в две неподвижные пластины, слившиеся воедино у внутреннего края. Дистальная, выступающая за основание зубчика наружного края, доля антеннальной чешуйки составляет 1/3 часть длины чешуйки. Тельсон имеет трапециевидную форму. Боковой край тельсона с

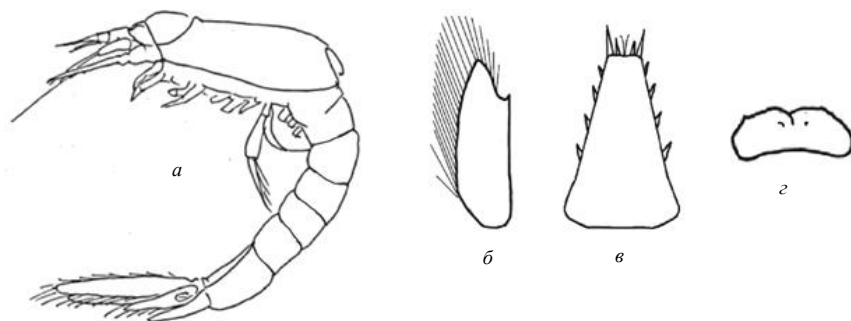


Рис. 9. Морфология *Pseudomma truncatum*:
а – общий вид самки, б – антеннальная чешуйка, в – тельсон, г – глаз

восемью небольшими шипами (реже 4–6); на вершине две пары длинных шипов и пара перистых щетинок. Плеоподы самцов хорошо развитые, плавательные; плеоподы самок рудиментарные. Марсупиумы самок состоят из трех хорошо развитых оостегитов. Экзоподит уropодов в два раза длиннее тельсона (рис. 9).

Распределение: батипелагический тихоокеанский вид. Глубины от 183 до 1375 м [17].

В Авачинском заливе весной 2013 г. над глубиной 650 м был выловлен всего 1 самец. В восточной части Охотского моря летом 2013 г. над глубиной 391 м были обнаружены две самки.

Stilomysis grandis (Goes, 1864)

Размер: самки от 11 до 39,9 мм; самцы от 14,0 до 41,2 мм.

Описание. Передняя часть карапакса круглая, но с выдающимся наружу шипом, выступающим снизу ростральной пластины. Абдомен гладкий. Роговица глаз сферическая, глазной стелькой имеет четырехугольную форму. Антеннальная чешуйка с закругленной вершиной, по обеим сторонам несет щетинки. Тельсон, с едва усеченной вершиной; латеральных шипов 37–60. Вершина тельсона с 1 парой больших шипов и парой маленьких между ними. Все плеоподы самок и 1, 2, 5-й плеоподы самцов рудиментарные; 3, 4-й – двуветвистые. Экзоподит 4-х плеоподов самца в четыре раза длиннее эндоподита; базальный сегмент незначительно длиннее всех остальных сегментов экзоподита вместе взятых с терминальной щетинкой. Марсупиумы самок состоят из трех пар оостегитов. На внутреннем крае эндоподита уropодов от статоциста и почти до вершины ряд из 23 шипов (рис. 10).

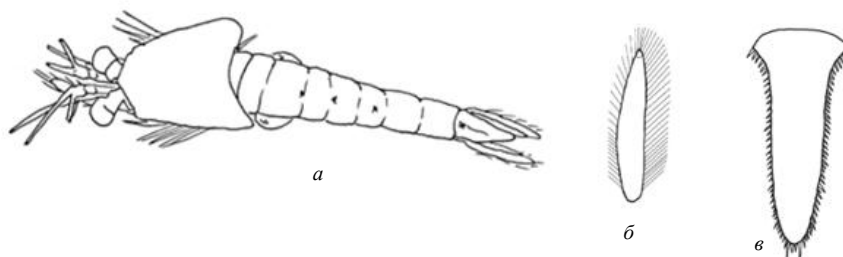


Рис. 10. Морфология *Stilomysis grandis*:
а – общий вид самки, б – антеннальная чешуйка, в – тельсон

Распределение: амфибореально-арктический вид. Сублиторальный, верхне-батиальный вид, населяет глубины от 0 до 402 м, преимущественно 25–200 м [6].

Вид отмечен единично в августе в Охотском море. В Авачинском заливе в весенне-летний период представители вида *S. grandis* встречались чаще, чем в Охотском море. Доминантной группой были особи длиной до 20 мм, максимальное количество (до 83 мг/м³) поймано в темное время суток. Соотношение самок и самцов в Авачинском заливе приблизительно равнялось 3 : 2, а в пробах из Охотского моря доминировали неполовозрелые особи.

Заключение

Из рассматриваемых мизид самки присутствовали у всех видов. Самцы встречены у шести видов (у видов *Archaeomysis grebnitzkii* и *Mysis oculata* самцы не обнаружены). Неполовозрелые особи отмечены у двух видов – *Meterythrops robustus* и *Mysis oculata*. Самки и самцы имели примерно одинаковые размеры. Длина самок от 11 до 41,2 мм. Длина самцов от 10,2 до 41,2 мм. Длина неполовозрелых особей составляла от 5,5 до 10 мм.

Рассматриваемые виды различались по форме и строению карапакса. Так, сегменты абдомена у видов *Archaeomysis grebnitzkii* и *Exacanthomysis borealis* были прикрыты складками по бокам. У вида *Eucopia grimaldii* передний край карапакса слабовыпуклый, образует небольшие выросты по бокам, а у видов *Meterythrops robustus* и *Mysis oculata* передний край карапакса или рострум широко закруглены. Вид *Eucopia grimaldii* имеет хорошо развитые жабры. У вида *Neomysis rayii* рострум квадратный с закругленными краями, а у вида *Pseudomma truncatum* рострум отсутствует. У видов *Neomysis rayii* и *Pseudomma truncatum* края карапакса заостренные или образуют небольшое латерально-головное вздутие. У вида *Stilomysis grandis* передняя часть карапакса круглая, но с выдающимся наружу шипом, выступающим снизу ростральной пластины.

Виды различаются по строению глаз. Большинство видов (*Exacanthomysis borealis*, *Meterythrops robustus*, *Mysis oculata*, *Neomysis rayii* и *Stilomysis grandis*) имеют большие сферические глаза, выступающие за края тела. У вида *Archaeomysis grebnitzkii* глаза небольшие, зритель-

ная часть выходит за края глазного стебля. У вида *Pseudomma truncatum* глаза преобразованы в две неподвижные пластины, слившиеся воедино у внутреннего края. У вида *Stilomysis grandis* глазной стебель имеет четырехугольную форму.

Антенная чешуйка различной формы, со щетинками или без них. Так, она может быть широкая (у вида *Eucopia grimaldii*), удлиненная или ланцетовидная (у видов *Meterythrops robustus*, *Mysis oculata*, *Neomysis rayii* и *Pseudomma truncatum*), S-образно изогнута или прямоугольной формы (у видов *Exacanthomysis borealis* и *Archaeomysis grebnitzkii*). Почти у всех видов антенная чешуйка по обеим ее сторонам на латеральных краях несет щетинки, за исключением вида *Archaeomysis grebnitzkii*, у которого щетинки на антеннальной чешуйке отсутствуют.

Тельсон может быть различной формы: удлиненный, продолговатый или треугольный с усеченной вершиной (у видов *Meterythrops robustus*, *Neomysis rayii* и *Stilomysis grandis*) или с закругленной вершиной (*Exacanthomysis borealis*), трапециевидной формы (*Archaeomysis grebnitzkii*, *Pseudomma truncatum*), а также продолговатый (*Mysis oculata*). Количество шипов на тельсоне может быть различно: от одной или нескольких пар (*Exacanthomysis borealis*, *Eucopia grimaldii*, *Meterythrops robustus*, *Neomysis rayii*, *Pseudomma truncatum* и *Stilomysis grandis*) до многочисленных (*Mysis oculata*, *Archaeomysis grebnitzkii*).

Плеоподы у самцов и самок могут быть хорошо развиты (виды *Exacanthomysis borealis*, *Archaeomysis grebnitzkii*, *Eucopia grimaldii*, *Meterythrops robustus*, *Mysis oculata*, *Pseudomma truncatum*) или рудиментарные, иногда двуветвистые (виды *Neomysis rayii* и *Stilomysis grandis*). Экзоподиты длинные (виды *Archaeomysis grebnitzkii*, *Exacanthomysis borealis*, *Mysis oculata*, *Pseudomma truncatum* и *Stilomysis grandis*) или относительно короткие (*Neomysis rayii*). Экзоподиты могут быть одночлениковые и многочлениковые.

Большинство рассмотренных в данной работе мизид – пелагические, сублиторальные и верхне-батиальные виды, арктические и бореальные. Некоторые имеют циркумполярное распространение. Малочисленные и редко встречаемые мизиды, несмотря на их незначительную роль в питании промысловых рыб, могут быть индикаторами состояния окружающей среды. На основании распределения этих видов можно уточнить границы зоогеографических зон дальневосточных морей.

Литература

1. Evidence of self-recruitment in demersal marine populations / S.E. Swearer, J.S. Shima, M.E. Hellberg, S.R. Thorrold, G.P. Jones, D.R. Robertson, S.G. Morgan, K.A. Selkoe, G.M. Ruiz, and R.R. Warner. – Bull. Mar. Sci. 70(1). – 2002. – Suppl.: 251–271.
2. Mauchline J. The biology of mysids. UK: Adv. – Mar. Biol. 8. – 1980. – P. 3–369.
3. Global diversity of mysids (Crustacea-Mysida) in freshwater / Porter, Megan L., Meland, Kenneth, Price, Wayne // Developments in Hydrobiology. – 2008. – 198: 213–218. doi:10.1007/978-1-4020-8259-7_23.
4. Бириштейн Я.А., Чиндонова Ю.Г. Новые мизиды (Crustacea, Mysidacea) из района Курило-Камчатского желоба // Труды Института океанологии. Т. 86. – 1970. – С. 277–291.
5. Петряшев В.В. Фауна ракообразных Leptostraca, Mysidacea, Isopoda и Decapoda (Аномура) Чукотского моря и сопредельных вод: условия существования и видовой состав // Биол. моря. – 2002. – Т. 28, № 2. – С. 85–92.
6. Петряшев В.В. Биогеографическое районирование сублиторали и верхней батиали северной части Тихого океана по фауне Mysidacea и Аномура (Crustacea) // Биол. моря. – 2005. – Т. 31, № 4. – С. 233–250.
7. Holmquist C. Taxonomy, distribution and ecology of the three species: *Neomysis intermedia* (Czerniavsky), *N. awatschensis* (Brandt) and *N. Holmes* (Crustacea, Mysidacea) // Zool. Jb. Syst. – 1973. – P. 197–222.
8. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea // Биота российских вод Японского моря. Т. 1. Ч. 1. Ракообразные (ветвистоусые, тонкопанцирные, мизиды, эвфаузиды и морские пауки) / под ред. О.Г. Кусакина. – Владивосток: Дальнаука, 2004. – С. 107–128.
9. Петряшев В.В. Отряд Мизиды – Mysidacea // Иллюстрированные определители свободнотелых беспозвоночных евразийских морей и прилежащих глубоководных частей Арктики. Т. 1. Коловратки, морские пауки и ракообразные: усоногие, тонкопанцирные, эвфаузиды, неполнохвостые, крабы, мизиды, гипериды, капеллиды. – 2005. – 181 с.

10. Crustacea (Cladocera, Leptostraca, Mysidacea, Euphausiacea) and Pycnogonida / *Petryashov V.V., Turpaeva E.P., Rivyev I.K., Shkoldina A.G., Pogodin A.G., Borisov B.M.* // Biota of the Russian Waters of Sea of Japan. – V. 1, Part 2. – Vladivostok: Dalnauka, 2007. – 161 p.
11. *Audzijonyte A.* Diversity and zoogeography of continental mysid crustaceans // W. & A. de Nottbeck Foundation Sci. – Rep. 28. – 2006. – P. 1–46.
12. *Daly K.L., Holmquist C.* A key to the Mysidacea of the Pacific Northwest // Can. J. Zool. – 1986. – V. 64 (6). – P. 1201–1210.
13. *Kim S.L., Oliver J.S.* Swarming benthic crustaceans in the Bering and Chuckchi Seas, and their relation to geographic patterns in gray whale feeding // Can. J. of Zool. – 1988. – P. 1531–1542.
14. *Седова Н.А., Мурашева М.Ю., Фролова Е.А.* Видовой состав мизид (Crustacea, Mysidacea) в прикамчатских водах // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы XIII междунар. науч. конф., посвященной 75-летию со дня рождения известного отечественного специалиста в области лесоведения, ботаники и экологии д.б.н. С.А. Дыренкова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2012. – С. 206–208.
15. *Мурашева М.Ю., Седова Н.А.* Распределение мизид в северо-западной части Тихого океана // Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии / Материалы XI Регион. конф. студентов, аспирантов вузов и научных организаций Дальнего Востока России. – Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2013. – С. 121–127.
16. *Седова Н.А., Мурашева М.Ю.* Новые данные по фауне мизид (Crustacea, Mysidacea) прикамчатских вод // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 35. – С. 107–112.
17. Identification Manual to the Mysidacea and Euphausiacea of the Northeast Pacific / *Kathman R.D., Austin W.C., Saltman J.C., Fulton J.D.* – Ottawa: Department of Fisheries and Oceans, 1986. – 420 p.
18. *Vassilenko S.V., Petryashov V.V.* Illustrated Keys to Free-Living Invertebrates of Eurasian Arctic Seas and Adjacent Deep Waters. Vol. 1. Rotifera, Pycnogonida, Cirripedia, Leptostraca, Mysidacea, Hyperiidea, Caprellidea, Euphausiacea, Natantia, Anomura, and Brachyura. – Fairbanks: Alaska Sea Grant College Program University of Alaska Fairbanks, 2009. – 192 p.
19. *Brunel Pierre.* Artificial key to the Mysidacea of the Canadian Atlantic continental shelf // Can. J. Zool. – 1960. – Vol. 38. – P. 851–855.
20. *Leung Y.M.* Taxonomic guides to Arctic zooplankton (VI): Appendicularians of the Central Arctic. Mysids of the Arctic Ocean and confluent seas. Field Guide to Arctic Zooplankton Crustaceans. – 1972. – P. 29–50.

Информация об авторах Information about authors

Седова Нина Анатольевна – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; доцент; доцент кафедры водных биоресурсов, рыболовства и аквакультуры; sedova67@bk.ru

Sedova Nina Anatolevna – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Associate Professor; Assistant Professor of Water Bioresources, Fishery and Aquaculture Chair; sedova67@bk.ru

Мурашева Мария Юрьевна – Камчатский государственный университет им. Витуса Беринга; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; аспирант; rossiavaslubit@gmail.com

Murasheva Mariya Yur'evna – Kamchatka State University named after Vitus Bering; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Postgraduate; rossiavaslubit@gmail.com

Григорьев Сергей Сергеевич – Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории гидробиологии; sgri@inbox.ru

Grigoriev Sergej Sergeevich – Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Research officer of Hydrobiology Laboratory; sgri@inbox.ru

УДК 593.96(265.5)

В.Г. Степанов¹, Е.Г. Панина¹, Р.А. Шапорев²¹*Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000;*²*Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: vgstepanov@inbox.ru***ВИДОВОЙ СОСТАВ ГОЛОТУРИЙ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЕЙ РОССИИ, VIII:
ОБЪЕМ ТАКСОНОВ, ОБЩИЙ ХАРАКТЕР РАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

В статье обобщаются данные по распространению и вертикальному распределению голотурий в дальневосточных морях России, приводится количество видов голотурий, входящих в разные таксоны, проделан многомерный анализ сходства видового состава голотурий для разных районов дальневосточного шельфа.

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

V.G. Stepanov¹, E.G. Panina¹, R.A. Shaporev² (¹Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000; ²Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000) **Species composition of the sea cucumbers (Holothuroidea) in the Far-Eastern seas of Russia, VIII: the amount of taxons, general character of placement**

The article presents the data on distribution and vertical placement of holothurians in the Far Eastern seas of Russia. The amount of holothurian species entering different taxons is given. The multidimensional analysis of the resemblance of the holothurian species list for different regions of the Far-Eastern Shield is made.

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

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-88-96

Введение

Целью данной, заключительной работы, восьмой из серии статей, содержащих результаты инвентаризации видового состава голотурий дальневосточных морей России, было обобщение данных по видовому составу и распространению голотурий в российских водах Берингова, Охотского и Японского морей, у тихоокеанского побережья Камчатки и Курильских островов.

Несмотря на довольно обширные исследования голотурий дальневосточных морей России, их видовой состав, а также таксономический статус отдельных видов требовал уточнения. Проведенный нами анализ показал, что в дальневосточных морях России обитает 95 видов голотурий, относящихся к 3 подклассам, 5 отрядам, 16 семействам и 47 родам. Для многих видов были уточнены ареалы местообитания и расширены диапазоны их вертикального распределения. Приводится количество видов дальневосточных голотурий, входящих в разные таксоны. Впервые проделан многомерный анализ сходства видового состава голотурий для разных районов дальневосточного шельфа.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили коллекции голотурий, собранные авторами в разных районах российского побережья дальневосточных морей, а также материалы, переданные им на обработку коллегами из разных НИИ: Института океанологии РАН (г. Москва), Зоологического института РАН (г. Санкт-Петербург), Института биологии моря ДВО РАН (г. Владивосток), Тихоокеанского института биоорганической химии (г. Владивосток), ТИНРО-Центра (г. Владивосток), КамчатНИРО (г. Петропавловск-Камчатский). Дополнительно был проведен анализ литературных данных, содержащих сведения по видовому составу голотурий и их распространению в дальневосточных морях России.

Для оценки распределения голотурий вся акватория дальневосточных морей была поделена на 14 географических зон (рис. 1), для которых приняты следующие сокращения: СЗБМ – северо-западная часть Берингова моря (от Берингова пролива до м. Наварин), КШ – Корякский шельф (от м. Наварин до м. Олюторский), ЮЗБМ – юго-западная часть Берингова моря (заливы Олюторский, Корфа и Карагинский), ЦБМ – центральная часть Берингова моря, КО – Командорские о-ва (о. Беринга и о. Медный), ЮВК – юго-восточное побережье Камчатки (от м. Африка до м. Лопатка), ККЖ – Курило-Камчатский желоб, СКО – северные Курильские о-ва (о-ва Шумшу, Парамушир и Атласова), СРКО – средние Курильские о-ва (о-ва Маканруши, Онекотан, Харимкотан, Шиашкотан, Экарма, Матуа, Расшуа, Ушишир, Кетой, Симушир и Уруп), ЮКО – южные Курильские о-ва (о-ва Итуруп, Кунашир, Шикотан), ВОМ – восточная часть Охотского моря (западное побережье Камчатки), ЗОМ – западная часть Охотского моря, СО – побережье Сахалина, ЯМ – континентальный шельф Японского моря.

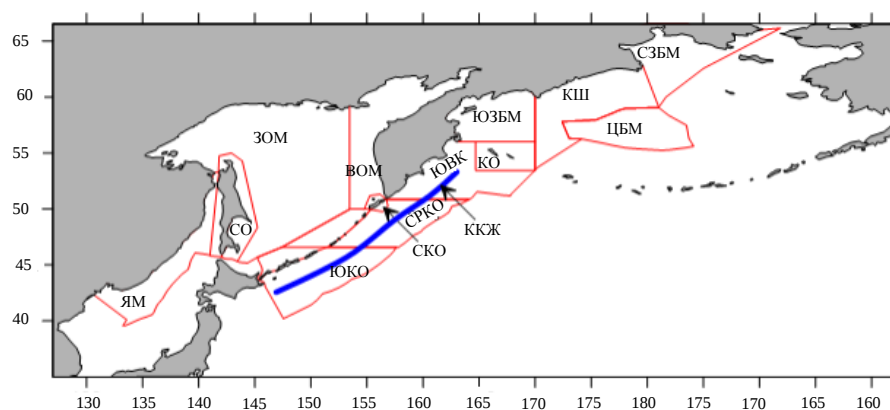


Рис. 1. Схема районирования дальневосточных морей России, принятая в данной работе. Сокращения: СЗБМ – северо-западная часть Берингова моря (от Берингова пролива до м. Наварин), КШ – Корякский шельф (от м. Наварин до м. Олюторский), ЮЗБМ – юго-западная часть Берингова моря (заливы Олюторский, Корфа и Карагинский), ЦБМ – центральная часть Берингова моря, КО – Командорские о-ва (о. Беринга и о. Медный), ЮВК – юго-восточное побережье Камчатки (от м. Африка до м. Лопатка), ККЖ – Курило-Камчатский желоб, СКО – северные Курильские о-ва (о-ва Шумшу, Парамушир и Атласова), СРКО – средние Курильские о-ва (о-ва Маканруши, Онекотан, Харимкотан, Шиашкотан, Экарма, Матуа, Расшуа, Ушишир, Кетой, Симушир и Уруп), ЮКО – южные Курильские о-ва (о-ва Итуруп, Кунашир, Шикотан), ВОМ – восточная часть Охотского моря (западное побережье Камчатки), ЗОМ – западная часть Охотского моря, СО – побережье Сахалина, ЯМ – континентальный шельф Японского моря

При проведении анализа распределения голотурий по глубинам за основу принята схема вертикальных зон океана, разработанная Институтом океанологии РАН. Согласно этой схеме границы вертикальных зон для бентали распределяются следующим образом:

- литоральная зона, литораль (до нуля глубин);
- сублиторальная зона, сублитораль (от нуля до 350–400 м);
- батиальная зона, батияль (от 350–400 до 3500 м);
- абиссальная зона, абиссаль (от 3500 до 6000 м);
- ультраабиссальная зона, ультраабиссаль, хададь (от 6000 до 11000 м).

Расчеты и построение графиков выполнены при помощи программы MS Excel 2003.

Многомерный анализ сходства видового состава для разных районов дальневосточного шельфа проделан с использованием индекса сходства Сёренсена при помощи программы R-Statistic.

Результаты и обсуждение

Анализ литературы и собственных данных показал, что в дальневосточных морях России обнаружено 95 видов голотурий, относящихся к 3 подклассам, 5 отрядам, 16 семействам и 47 родам.

В дальневосточных морях России наиболее широко представлен отряд древовиднощупальцевых голотурий (Dendrochirotrida), включающий 44 вида, что составляет 46,3% от общего количества видов (рис. 2). Наибольшее количество видов этого отряда входит в семейства Cusumariidae (24,2%) и Psolidae (9,5%). Значительную часть фауны дальневосточных голотурий

составляют виды, входящие в отряды безногих (Synaptida) – 21,1% и боконогих (Elasipodida) голоурий – 18,9%, при этом отряд Elasipodida представлен в основном видами семейства Elpidiidae. Отряд шитовиднощупальцевых голоурий (Aspidochirotida) представлен восьмью (8,4%), а отряд бочонковидных (Molpadiida) – пятью видами (5,3%).

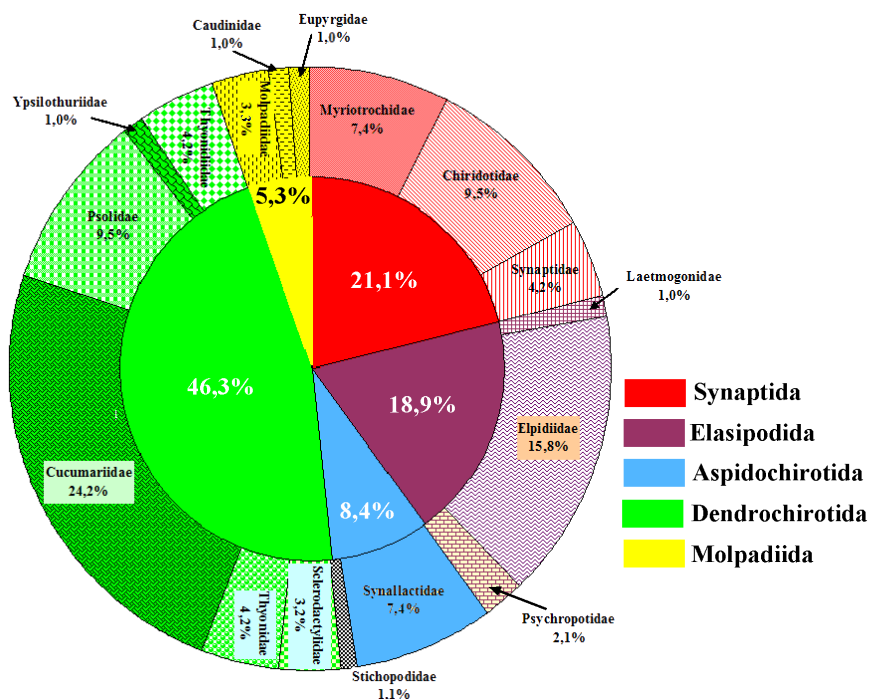


Рис. 2. Процентные соотношения количества видов дальневосточных голоурий в разных отрядах и семействах

В табл. 1 показано географическое распределение видов голоурий в дальневосточных морях России.

Таблица 1

Географическое распределение видов голоурий в дальневосточных морях России*

Виды	ЦБМ	СЗБМ	КШ	ЮЗБМ	КО	ЮБК	ККЖ	СКО	СРКО	ЮКО	ВОМ	ЗОМ	СО	ЯМ
<i>Myriotrochus longissimus</i>							+							
<i>Myriotrochus mitsukurii</i>											+			+
<i>Myriotrochus rinkii</i>		+						+			+		+	
<i>Prototrochus kurilensis</i>							+							
<i>Prototrochus minutus</i>														+
<i>Prototrochus zenkevitchi</i>							+							
<i>Siniotrochus spiculifer</i>							?							
<i>Chiridota albatrossii</i>										+			+	+
<i>Chiridota discolor</i>		+			+	+					+	+		?
<i>Chiridota ochotensis</i>											+	+	+	
<i>Chiridota orientalis</i>				+		+		+					+	
<i>Chiridota pellucida</i>		+								+		+	+	
<i>Chiridota tauiensis</i>												+		
<i>Scoliorhapis lindbergi</i>										+			+	+
<i>Scoliorhapis</i> sp.						+								
<i>Taeniogyrus inexpectatus</i>									+					
<i>Rynkatorpa duodactyla</i>	+		+							+				
<i>Anapta amurensis</i>													+	
<i>Anapta ludwigi</i>													+	
<i>Labidoplax variabilis</i>														+
<i>Pannychia moseleyi virgulifera</i>		+								+			+	
<i>Pannychia moseleyi mollis</i>											+			+
<i>Peniagone dubia</i>												+		

Продолжение табл. 1

Виды	ЦФМ	СЗБМ	КШ	ЮЗБМ	КО	ЮВК	ККЖ	СКО	СРКО	ЮКО	ВОМ	ЗОМ	СО	ЯМ
<i>Peniagone incerta</i>				+			+							
<i>Peniagone purpurea</i>							+							
<i>Psychroples rigida</i>							+							
<i>Amperima naresi</i>												+		
<i>Ellipinion papillosum</i>												+		
<i>Elpidia birsteini</i>							+							
<i>Elpidia hansenii</i>							+							
<i>Elpidia kurilensis</i>				+			+							
<i>Elpidia longicirrata</i>							+							
<i>Elpidia minutissima</i>				+										
<i>Kolga kamchatica</i>							+							
<i>Scotoplanes hansenii</i>														
<i>Scotoplanes kurilensis</i>				+			+							
<i>Scotoplanes theeli</i>										+				
<i>Benthodytes incerta</i>												+		
<i>Psychropotes longicauda</i>							+					+	+	
<i>Bathyplores moseleyi</i>												+	+	
<i>Paelopatides solea</i>			+		+									
<i>Pseudostichopus mollis</i>					+					+			+	+
<i>Pseudostichopus papillatus</i>				+										
<i>Pseudostichopus profundus</i>				+										
<i>Synallactes chuni</i>			+							+		+	+	+
<i>Synallactes nozawai</i>		+	+	+	+	+			+	+	+		+	+
<i>Apostichopus japonicus</i>										+	?	+	+	+
<i>Eupentacta fraudatrix</i>					+	+		+	+	+			+	+
<i>Eupentacta pseudoquinquesemita</i>									+					
<i>Havelockia obunca</i>													+	
<i>Allothyone longicauda</i>										+			+	+
<i>Pentamera calcigera</i>		+	+	+		+				+	+	+	+	
<i>Thyone bicornis</i>									+	+				+
<i>Phyrella fragilis</i>									+	+				+
<i>Apseudocnus albus</i>													+	+
<i>Cucumaria anivaensis</i>													+	
<i>Cucumaria conicospermium</i>									+	+				+
<i>Cucumaria diligens</i>													+	
<i>Cucumaria djakonovi</i>			+	+	+	+								
<i>Cucumaria fusiformis</i>												+		
<i>Cucumaria insperata</i>													+	
<i>Cucumaria japonica</i>										?			?	+
<i>Cucumaria levini</i>											+			
<i>Cucumaria obscura</i>													+	
<i>Cucumaria okhotskensis</i>											+			
<i>Cucumaria saveljevae</i>						+		+			+			
<i>Cucumaria vegae</i>					+	+		+	+	+	+	+	+	?
<i>Pseudocnus fallax</i>					+	+				+			+	
<i>Pseudocnus koraensis</i>										+			+	+
<i>Pseudocnus lamperti</i>					+									
<i>Pseudocnus pusillus</i>		+			+	+		+			+	+	+	+
<i>Staurocucumis abyssorum</i>			+	+	+	+								
<i>Stereoderma imbricata</i>													+	
<i>Echinopsolus</i> sp. 1						+								
<i>Echinopsolus</i> sp. 2									+					
<i>Leptopentacta sachalinica</i>									+	+			+	+
<i>Ocnus glacialis</i>		+	+	+						+	+	+	+	+
<i>Psolidium djakonovi</i>			+											
<i>Psolidium</i> sp.									+	+				
<i>Psolus chitonoides</i>		+	+		+				+	+	+	+	+	
<i>Psolus eximius</i>								+					+	
<i>Psolus fabricii</i>		+	+	+	+	+		+	+			+		+

Окончание табл. 1

Виды	ЦБМ	СЗБМ	КШ	ЮЗБМ	КО	ЮВК	ККЖ	СКО	СРКО	ЮКО	ВОМ	ЗОМ	СО	ЯМ
<i>Psolus japonicus</i>										+			+	
<i>Psolus peronii</i>		+	+	+		+								
<i>Psolus phantapus</i>		+				+					+		+	+
<i>Psolus squamatus</i>										+	+		+	+
<i>Ypsilothuria bitentaculata</i>			+	+	+	+				+				
<i>Ekmania barthii</i>		+											+	
<i>Ekmania cylindricus</i>													+	
<i>Ekmania diomedae</i>		+											+	
<i>Thyonidium kurilensis</i>									+					
<i>Molpadia musculus</i>													+	
<i>Molpadia orientalis</i>										+			+	+
<i>Molpadia roretzi</i>			+					+			+		+	+
<i>Paracaudina chilensis</i>													+	+
<i>Eupyrgus pacificus</i>														+

* Обозначения географических зон такие же, как на рис. 1

Из табл. 1 видно, что наиболее широко распространенными видами (от Берингова до Японского морей) в дальневосточном регионе являются следующие: *Myriotrochus rinkii*, *Chirodota discolor*, *Ch. orientalis*, *Ch. pellucida*, *Synallactes nozawai*, *Eupentacta fraudatrix*, *Pentamera calcigera*, *Cucumaria vegae*, *Pseudocnus fallax*, *P. pusillus*, *Ocnus glacialis*, *Psolus chitonoides*, *P. fabricii*, *Psolus phantapus* и *Molpadia roretzi*.

Нижеследующие виды не поднимаются севернее Сахалина и южных Курильских островов: *Prototrochus minutus*, *Chirodota albatrossii*, *Scoliorhapis lindbergi*, *Labidoplax variabilis*, *Apseudocnus albus*, *Cucumaria anivaensis*, *C. japonica*, *Pseudocnus koraensis*, *Stereoderma imbricata*, *Psolus japonicus*, *Molpadia orientalis*, *Paracaudina chilensis*, *Eupyrgus pacificus*, причем виды *Anapta amurensis*, *A. ludwigi*, *Havelockia obunca*, *Cucumaria diligens*, *C. insperata*, *C. obscura*, *Ekmania cylindricus*, *E. diomedae* и *Molpadia musculus* встречены только в районе Сахалина. Виды *Scoliorhapis* sp., *Elpidia minutissima*, *Paelopatides solea*, *Pseudostichopus papillatus*, *P. profundus*, *Cucumaria djakonovi*, *Pseudocnus lamperti*, *Staurocucumis abyssorum*, *Echinopsolus* sp. 1, *Psolidium djakonovi* и *Psolus peronii*, наоборот, не спускаются южнее северных Курильских островов и обитают в Беринговом море и у юго-восточных берегов Камчатки.

Особую группу видов составляют голотурии, обитающие в Курило-Камчатском желобе и входящие в отряды Synaptida: *Myriotrochus longissimus*, *Prototrochus kurilensis*, *P. zenkevitchi*, *Siniotrochus spiculifer* и Elasipodida: *Peniagone incerta*, *P. purpurea*, *Psychroplanes rigida*, *Elpidia birsteini*, *E. hansenii*, *E. kurilensis*, *E. longicirrata*, *Kolga kamchatica*, *Scotoplanes hansenii*, *S. kurilensis*, *Psychropotes longicauda*, причем виды *P. kurilensis*, *E. longicirrata* и *K. kamchatica* обнаружены только здесь.

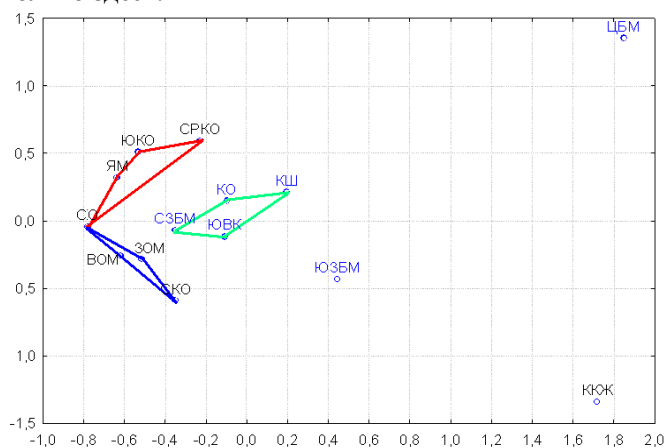


Рис. 3. Результаты многомерного анализа сходства видового состава из разных районов дальневосточного шельфа

Проведенный многомерный анализ сходства видового состава из разных районов дальневосточного шельфа (рис. 3) показал, что наиболее сильно выделяется фауна голотурий Курило-Камчатского желоба (ККЖ), а также центральной (ЦБМ) и юго-западной части Берингова моря (ЮЗБМ).

Остальную фауну голотурий дальневосточных морей России можно разделить на три группы:

1) Сахалин (СО) – континентальный шельф Японского моря (ЯМ) – южные Курилы (ЮКО) – средние Курилы (СРКО);

2) Сахалин (СО) – восточная часть Охотского моря (ВОМ) – западная часть Охотского моря (ЗОМ) – северные Курилы (СКО);

3) северо-западная часть Берингова моря (СЗБМ) – Корякский шельф (КШ) – Командорские о-ва (КО) – юго-восточное побережье Камчатки (ЮВК).

В табл. 2 показано вертикальное распределение видов голотурий в дальневосточных морях России и их характеристики в соответствии с принадлежностью к вертикальной зоне океана. На рис. 4 показано процентное соотношение различных групп дальневосточных голотурий, имеющих разное вертикальное распределение.

Таблица 2

Вертикальное распределение видов голотурий в дальневосточных морях России

Вид	Диапазон глубин, м	Отряд	Семейство	Характеристика вида в соответствии с его принадлежностью к вертикальной зоне океана
<i>Myriotrochus longissimus</i> <i>Myriotrochus mitsukurii</i> <i>Myriotrochus rinkii</i> <i>Prototrochus kurilensis</i> <i>Prototrochus minutus</i> <i>Prototrochus zenkevitchi</i> <i>Siniotrochus spiculifer</i>	5422–7370 67–1760 2–790 7795–8430 60–3357 7400–8135 4650–8430	Synaptida	Myriotrochidae	Абиссально-хадальный Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиальный Хадальный Сублиторально-батиальный Хадальный Абиссально-хадальный
<i>Chiridota albatrossii</i> <i>Chiridota discolor</i> <i>Chiridota ochotensis</i> <i>Chiridota orientalis</i> <i>Chiridota pellucida</i> <i>Chiridota tauiensis</i> <i>Scoliorhapis lindbergi</i> <i>Scoliorhapis</i> sp. <i>Taeniogyrus inexpectatus</i>	46–1000 0–1037 591–1643 10–382 32–252 0–1 0–65 10–24 10		Chiridotidae	Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиальный Сублиторальный Сублиторальный Сублиторальный Сублиторальный Сублиторальный
<i>Rynkatorpa duodactyla</i> <i>Anapta amurensis</i> <i>Anapta ludwigi</i> <i>Labidoplax variabilis</i>	1006–2980 4,2 0–53 0–250		Synaptidae	Батиальный Сублиторальный Сублиторальный Сублиторальный
<i>Pannychia moseleyi</i>	212–2499		Laetmogonidae	Сублиторально-батиальный
<i>Peniagone dubia</i> <i>Peniagone incerta</i> <i>Peniagone purpurea</i> <i>Psychroples rigida</i> <i>Amperima naresi</i> <i>Ellipinion papillosum</i> <i>Elpidia birsteini</i> <i>Elpidia hansenii</i> <i>Elpidia kurilensis</i> <i>Elpidia longicirrata</i> <i>Elpidia minutissima</i> <i>Kolga kamchatica</i> <i>Scotoplanes hansenii</i> <i>Scotoplanes kurilensis</i> <i>Scotoplanes theeli</i>	2850 2293–7230 2934–5070 3194–5230 1889–7160 700–5400 8060–9345 8610–9735 6156–8100 8035–8345 4100–5740 6225–6236 4650–7660 2300–4400 545–2500		Elpidiidae	Батиальный Батиально-абиссально-хадальный Батиально-абиссальный Батиально-абиссальный Батиально-абиссально-хадальный Батиально-абиссальный Хадальный Хадальный Абиссально-хадальный Хадальный Абиссальный Хадальный Абиссально-хадальный Батиально-абиссальный Батиальный
<i>Benthodytes incerta</i> <i>Psychropotes longicauda</i>	2417–3570 4087? 2210–6420	Elasipodida	Psychropotidae	Батиально-абиссальный Батиально-абиссально-хадальный
<i>Bathyplores moseleyi</i> <i>Paelopatides solea</i> <i>Pseudostichopus mollis</i> <i>Pseudostichopus papillatus</i> <i>Pseudostichopus profundus</i> <i>Synallactes chuni</i> <i>Synallactes nozawai</i> <i>Apostichopus japonicus</i>	50–1730 2220–2416 91–1600 182–4200 4100–4200 75–653 1000? 56–1600 0–150	Aspidochirotrida	Synallactidae	Сублиторально-батиальный Батиальный Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиально-абиссальный Абиссальный Сублиторально-батиальный Сублиторально-батиальный
			Stichopodidae	Сублиторальный

Окончание табл. 2

Вид	Диапазон глубин, м	Отряд	Семейство	Характеристика вида в соответствии с его принадлежностью к вертикальной зоне океана
<i>Eupentacta fraudatrix</i>	0–40	Dendrochirotida	Sclerodactylidae	Сублиторальный
<i>Eupentacta pseudoquinquefemita</i>	0–200			Сублиторальный
<i>Havelockia obunca</i>	0–20			Сублиторальный
<i>Allothyone longicauda</i>	15–241		Thyonidae	Сублиторальный
<i>Pentamera calcigera</i>	0–500			Сублиторально-батиальный
<i>Thyone bicornis</i>	19–635			Сублиторально-батиальный
<i>Phyrella fragilis</i>	0–450			Сублиторально-батиальный
<i>Apseudocnus albus</i>	30,5–74		Cucumariidae	Сублиторальный
<i>Cucumaria anivaensis</i>	29			Сублиторальный
<i>Cucumaria conicospermium</i>	34–102			Сублиторальный
<i>Cucumaria diligens</i>	47			Сублиторальный
<i>Cucumaria djakonovi</i>	5–140			Сублиторальный
<i>Cucumaria fusiformis</i>	36			Сублиторальный
<i>Cucumaria insperata</i>	36			Сублиторальный
<i>Cucumaria japonica</i>	0–300			Сублиторальный
<i>Cucumaria levini</i>	60?			Сублиторальный
<i>Cucumaria obscura</i>	88			Сублиторальный
<i>Cucumaria okhotensis</i>	14–131			Сублиторальный
<i>Cucumaria saveljevae</i>	36–183			Сублиторальный
<i>Cucumaria vegae</i>	0–51			Сублиторальный
<i>Pseudocnus fallax</i>	8–180			Сублиторальный
<i>Pseudocnus koraeensis</i>	?–68			Сублиторальный
<i>Pseudocnus lamperti</i>	79–247			Сублиторальный
<i>Pseudocnus pusillus</i>	0–62			Сублиторальный
<i>Staurocucumis abyssorum</i>	385–4810			Сублиторально-батиальный
<i>Stereoderma imbricata</i>	127–136			Сублиторальный
<i>Echinopsolus</i> sp. 1	19			Сублиторальный
<i>Echinopsolus</i> sp. 2	10			Сублиторальный
<i>Leptopentacta sachalinica</i>	0–28			Сублиторальный
<i>Ocnus glacialis</i>	11–500			Сублиторально-батиальный
<i>Psolidium djakonovi</i>	1440	Dendrochirotida	Psolidae	Батиальный
<i>Psolidium</i> sp.	350–500			Батиальный
<i>Psolus chitonoides</i>	0–624			Сублиторально-батиальный
<i>Psolus eximius</i>	60–128			Сублиторальный
<i>Psolus fabricii</i>	0–180			Сублиторальный
<i>Psolus japonicus</i>	40–300			Сублиторальный
<i>Psolus peronii</i>	7–93			Сублиторальный
<i>Psolus phantapus</i>	0–400			Сублиторально-батиальный
<i>Psolus squamatus</i>	7–1206			Сублиторально-батиальный
<i>Ypsilothuria bitentaculata</i>	100–4400	Dendrochirotida	Ypsilothuriidae	Сублиторально-батиально-абиссальный
<i>Ekmania barthii</i>	10–600		Thyonidiidae	Сублиторально-батиальный
<i>Ekmania cylindricus</i>	133			Сублиторальный
<i>Ekmania diomedae</i>	10–300			Сублиторальный
<i>Thyonidium kurilensis</i>	10–228			Сублиторальный
<i>Molpadia musculus</i>	35–5205	Molpadiida	Molpadiidae	Сублиторально-батиально-абиссальный
<i>Molpadia orientalis</i>	17–450			Сублиторально-батиальный
<i>Molpadia roretzi</i>	44–620			Сублиторально-батиальный
<i>Paracaudina chilensis</i>	1–990		Caudinidae	Сублиторально-батиальный
<i>Eupyrus pacificus</i>	31–1475		Eupyrigidae	Сублиторально-батиальный

Из рис. 4 видно, что большинство дальневосточных голотурий достаточно мелководные виды, относящиеся к сублиторальным (43,2%) и сублиторально-батиальным (26,3%). Три вида *Pseudostichopus papillatus*, *Ypsilothuria bitentaculata* и *Molpadia musculus* распространены от сублиторали до абиссали (табл. 2).

К сублиторальным видам относятся в основном представители отряда Dendrochirotida (33,7%), в особенности виды семейства Cucumariidae – 22,1%; среди сублиторально-батиальных видов также преобладают представители отряда Dendrochirotida – 9,5% (табл. 3).

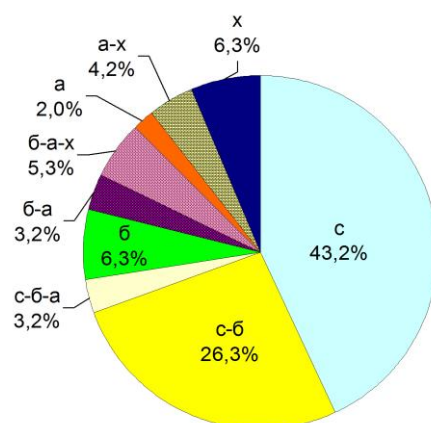


Рис. 4. Процентное соотношение голотуррий, входящих в фауну дальневосточных морей России, имеющих разное вертикальное распределение. Обозначения:
с – сублиторальные, *с-б* – сублиторально-батиальные, *с-б-а* – сублиторально-батиально-абиссальные,
б – батиальные, *б-а* – батиально-абиссальные, *б-а-х* – батиально-абиссально-хакальные,
а-х – абиссально-хакальные, *х* – хакальные

К глубоководным видам (батиально-абиссальным, батиально-абиссально-хакальным, абиссальным, абиссально-хакальным и хакальным), составляющим 21% от общего числа видов, относятся в основном представители отрядов *Elasipodida* и *Synaptida* (табл. 3).

Таблица 3

Процентное соотношение видов голотуррий с разным вертикальным распределением
в разных отрядах и семействах

Характеристика вида в соответствии с его принадлежностью к вертикальной зоне океана	Отряд	Частота, %	Семейство	Частота, %
Сублиторальный	Synaptida	8,4	Chiridotidae	5,3
			Synaptidae	3,2
	Aspidochirotida	1,1	Stichopodidae	1,1
	Dendrochirotida	33,7	Sclerodactylidae	3,2
			Thyonidae	1,1
			Cucumariidae	22,1
			Psolidae	4,2
Сублиторально-батиальный			Thyonidiidae	3,2
	Synaptida	7,4	Myriotrochidae	3,2
			Chiridotidae	4,2
	Elasipodida	1,1	Laetmogonidae	1,1
	Aspidochirotida	4,2	Synaptidae	4,2
	Dendrochirotida	9,5	Thyonidae	3,2
			Cucumariidae	2,1
			Psolidae	3,2
			Thyonidiidae	1,1
	Molpadiida	4,2	Molpadiidae	2,1
Сублиторально-батиально-абиссальный			Caudinidae	1,1
			Eupyrigidae	1,1
	Aspidochirotida	1,1	Synaptidae	1,1
Батиальный	Dendrochirotida	1,1	Ypsilothuriidae	1,1
	Molpadiida	1,1	Molpadiidae	1,1
	Synaptida	1,1	Synaptidae	1,1
	Elasipodida	2,1	Elpidiidae	2,1
	Dendrochirotida	2,1	Psolidae	2,1
Батиально-абиссальный	Aspidochirotida	1,1	Synallactidae	1,1
	Elasipodida	3,2	Elpidiidae	2,1
Батиально-абиссально-хакальный			Psychropotidae	1,1
	Elasipodida	5,3	Elpidiidae	4,2
Абиссальный			Psychropotidae	1,1
	Elasipodida	1,1	Elpidiidae	1,1
Абиссально-хакальный	Aspidochirotida	1,1	Synallactidae	1,1
	Synaptida	2,1	Myriotrochidae	2,1
Хакальный	Elasipodida	2,1	Elpidiidae	2,1
	Synaptida	2,1	Myriotrochidae	2,1
	Elasipodida	4,2	Elpidiidae	4,2

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

Информация об авторах
Information about authors

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

Stepanov Vadim Geogievich – Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Research officer of Hydrobiology Laboratory; vgstepanov@inbox.ru

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

Panina Elena Grigorevna – Kamchatka branch of Pacific Institute of Geography, FEB RAS; 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Candidate of Biological Sciences; Research Assistant of Hydrobiology Laboratory; panina1968@mail.ru

Шапорев Роман Александрович – Камчатский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; 683000, Россия, Петропавловск-Камчатский; научный сотрудник лаборатории пресноводных биоресурсов и аквакультуры

Shaporev Roman Aleksandrovich – Kamchatka Research Institute of Fisheries and Oceanography, 683000, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Research officer Freshwater Bioresources and Aquaculture Laboratory

РАЗДЕЛ III. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

УДК 332.14

С.М. Казанцева¹, В.В. Шеломенцев^{2,3}¹Тюменский государственный университет, Тюмень, 625003;²Региональная академия системных технологий и амплификационного мышления, Тюмень, 625048;³Тюменская государственная академия мировой экономики, управления и права, Тюмень, 625051
e-mail: siv_ksm@mail.ru; 355243@inbox.ru

ПРОБЛЕМЫ РАЗВИТИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО БИЗНЕСА

В статье показаны результаты исследования развития региональных предприятий. Доказано, что региональные бизнес-модели обладают более слабой системой управления, неконкурентоспособны по отношению к федеральным игрокам. Позиционирование крупного бизнеса в столице России и поглощение эффективных региональных игроков федеральными сетями обуславливают высокий уровень монополизации зрелых рынков страны. Данное обстоятельство снижает мотивацию для занятия предпринимательской деятельностью и объясняет миграцию в столицу активной рабочей силы региона. Дальнейшее усиление регионального неравенства угрожает экономической безопасности страны и порождает ряд социальных проблем.

Ключевые слова: региональное развитие, региональное неравенство, слияния и поглощения.

S.M. Kazantseva¹, V.V. Shelomentsev^{2,3} (¹Tyumen State University, Tyumen, 625003; ²Regional Academy of System Technologies and Amplification Thinking, Tyumen, 625048; ³Tyumen State Academy of World Economy, Management and Law, Tyumen, 625051) **Problems of regional business development**

The article shows the results of the study of regional enterprises. It is proved that regional business-models have weak control systems. They are not competitive in relation to federal players. Positioning of big business in the Russian capital and effective absorption of regional players in the federal network causes a high level of monopolization in mature markets of the country. This fact reduces the motivation for entrepreneurial activity and explains the migration of active labor force of the region to the capital. Further strengthening of regional inequality threatens the economic security of the country and raises a number of social problems.

Key words: regional development, regional disparities, mergers and acquisitions.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-97-100

Проводя исследования возможностей и стратегий развития региональных компаний тюменского региона, авторы столкнулись с проблемой низкой конкурентоспособности регионального бизнеса и оттоком специалистов в центральные регионы России. Оценка конкурентоспособности предприятий отдельного региона возможна только при условии учета факторов глобальной конкуренции практически во всех сферах бизнеса. Вопросы выравнивания возможностей развития компаний, определение единых стандартов обслуживания и управления потребовали изучения причин низкой конкурентоспособности компаний региона, на что и направлено исследование, результаты которого отражены в статье.

Структура современного российского бизнеса неоднородна и представлена различными по статусу и уровню развития компаниями. При этом различия по уровню развития компаний в России настолько велики, что не имеют аналогов в мире.

Российское бизнес-пространство можно представить в виде сочетания крупного бизнеса федерального масштаба, имеющего филиалы и представительства в регионах, регионального бизнеса, который также открывает филиалы в менее развитых или более доступных регионах, и местного (локального) бизнеса, функционирующего часто в рамках одного города.

Такая структура складывалась на протяжении длительного периода времени (более 20 лет), и на сегодняшний день изменения в ней маловероятны.

Крупный бизнес федерального масштаба представлен в основном компаниями топливно-энергетического комплекса, черной и цветной металлургией и другими бизнесами, связанными с добычей сырья. Среди этих компаний есть как государственные (РАО «Газпром»), так и частные корпорации (группы О. Дерипаски), которые находятся под государственным контролем.

Несмотря на то, что компании топливно-энергетического комплекса территориально связаны с регионом добычи (тюменский регион – нефть, газ, Челябинская область – железная руда и пр.) их нельзя рассматривать в качестве региональных игроков.

Формирование этих компаний произошло на базе государственных предприятий, имеющих народохозяйственное значение, то есть они изначально были федеральными. Например, занимающий высокое место в различных рейтингах российских компаний «Сургутнефтегаз» (4 место [1]) образован на базе нефтепромыслового управления «Сургутнефть», созданного еще в 1964 г. согласно версии официального сайта компании в 1977 г. [2]. Добывающие компании, в том числе имеющие частную собственность, получили в середине 1990-х годов ценные активы в регионах. В результате передела собственности начала 2000-х гг. некоторые активы попали под контроль государства, что еще в большей степени увеличило разницу между федеральными и региональными игроками.

Если не рассматривать отраслевую принадлежность, а обратиться к показателям выручки как наиболее объективному показателю масштаба бизнеса компании, то в рейтингах, составленных по выручке, а тем более по прибыли [3], добывающие компании федерального уровня также преобладают. При этом из топ-20 компаний восемь находятся под контролем государства [4].

В теории конкурентных преимуществ М. Портера [5] определено, что национальное процветание не обеспечивается просто природными ресурсами, имеющейся рабочей силой, процентными ставками и пр. Оно зависит от способности национальной промышленности вводить новшества и модернизироваться. Компания, действительно внедряющая инновации, вне зависимости от национальной и региональной принадлежности, может занимать лидирующее положение даже на мировом рынке.

Региональные компании, которые вышли на федеральный уровень, составляют от 5 до 10% в зависимости от отрасли, наибольшего успеха добились розничные компании. Согласно рейтингу, подготовленному «Финанс-500» по итогам 2015 г. региональные сети играют заметную роль на этом рынке (20% от общего количества компаний). Основные же игроки – компании столичные и международные сети. Фактически можно говорить о том, что только одна региональная компания входит в двадцать крупнейших федеральных игроков («Магнит»), поскольку, например, компания «Монетка» по структуре собственности является иностранной.

В табл. 1 приведены организации, которые проводят региональную экспансию и являются крупными участниками на федеральном рынке. Некоторые региональные супермаркеты, такие, например, как «Кировский» (Свердловская область) и «Купец» (Свердловская и Челябинская области), которых нельзя отнести к федеральным игрокам, реализуют стратегию позиционирования, которая позволяет им иметь конкурентные преимущества перед федеральными сетями, представленными в этих регионах. Можно отметить также устойчивость этих компаний в отношении попыток поглощения их федеральными конкурентами, однако в целях удержания своих компаний они объединились [6].

Таблица 1

Крупнейшие компании по итогам 2014 года [4]

Место	Компания	Формат магазинов	Выручка млн руб.	Число магазинов	Владельцы	География бизнеса
8	Магнит	Гипермаркеты, магазины у дома под собственным брендом	763 527	9711	Сергей Галицкий 35,1%, Владимир Гордейчук 4,52%	вся Россия
12	X5Retail Group	«Пятерочка», «Копейка», «Карусель», SPAR, 365, «Патэрсон» и другие	655 873	7020	«Альфа-групп» 47,86% Михаила Фридмана, Германа Хана и др. 14,43%	вся Россия
30	Ашан	Гипермаркеты, супермаркеты	317 560	211	семья Мюлье (Франция)	областные центры
40	Метро Кэш энд Керри	Гипермаркеты	240 132	80	семьи Ханиель (30,01% голосующих акций), Шмидт-Рутенбек (15,77% голосующих акций), Байсхайм (9,10% голосующих акций) (Германия)	областные центры

Наибольший интерес для исследования представляют компании тюменского региона. Если говорить о розничных сетях, то в тюменском регионе федеральным игроком можно считать «Монетку» (158 место), однако эта компания по структуре собственности не является тюмен-

ской. Выход на федеральный уровень произошел в результате поглощения ОАО «Торговым домом Копейка», который в свою очередь куплен ФК «Уралсиб»; в настоящее время компания принадлежит Бонтал Трейдинг Лимитед (оффшорная компания, Кипр) [4].

Инвестиционная привлекательность региональных компаний, таких, например, как Элемент-трейд («Монетка») и ОАО «Тюменский завод медицинского оборудования и инструментов», свидетельствует о наличии у них уникальных ресурсов и технологий. Однако поглощение более сильными федеральными игроками несет серьезные опасности для развития экономики региона в целом. К ним относятся риск потери крупных налогоплательщиков и утечка квалифицированных кадров, так как успешные предприниматели – это один из самых ценных ресурсов региона.

По итогам 2015 г. в рейтинг 500 крупнейших компаний России [4] попала только одна компания тюменского региона (не относящаяся к ТЭК): ОАО «Авиакомпания «Ютэйр»» (127 место) (табл. 2). В 2008 г. в этом рейтинге 486 место занимало ОАО «Ханты-Мансийский банк».

Таблица 2

500 крупнейших компаний России (данные за 2014 г.)

Место	Компания Организационно-правовая форма	Специализация Головной офис	Выручка, млрд руб.	Активы, млрд руб.
127	Группа компаний «Ютэйр»	Транспорт Тюменская область, Ханты-Мансийск	70,996	84,372

ОАО «Авиакомпания «Ютэйр»» из Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, она имеет серьезную поддержку в лице местного правительства.

Компании осуществляют стратегическую региональную экспансию, активно участвуют в процессах слияний и поглощений, происходящих в современной России. Наиболее характерные сделки слияний и поглощений с участием региональных компаний представлены в табл. 3. В таблице также дана наша оценка цели сделки, которая часто отличается от заявленной в официальной печати. Сделки поглощения региональных компаний федеральными игроками явно преобладают и свидетельствуют о слабости регионального бизнеса (исключая ТЭК) в целом.

Таблица 3

Сделки слияний и поглощений с участием региональных компаний

Характеристика сделки	Заявленная цель сделки	Оценка автора
Покупка 100% ОАО «Торговый дом Копейка» ФК «Уралсиб»	Развитие розничной сети	Повышение капитализации с последующей перепродажей
Приобретение 100% аптечной сети «Здравник» ОАО «Аптечная сеть 36,6»	Развитие розничной сети	Поглощение региональной компании более сильным федеральным игроком
Приобретение контрольного пакета акций уральского банка «Северная Казна» «Альфа-банком»	Доступ регионального банка к уникальным банковским технологиям	Поглощение региональной компании более сильным федеральным игроком в целях выхода на местный рынок
Приобретение группы компаний «Тюмень-Пресс» крупным федеральным игроком по распространению прессы «АРИА-АиФ» (входит в медиа-холдинг «Аргументы и факты»)	–	Поглощение региональной компании более сильным федеральным игроком в целях выхода на местный рынок
Приобретение ОАО «Запсибкомбанк» правительствами Тюменской области и Ямало-Ненецкого автономного округа	Поддержка банка в условиях кризиса	Сохранение средств, вложенных в региональные программы
Покупка пакета акций Агрофирмы «Боровская» (Курган) ЗАО «Тюменьпродукт» (г. Тюмень)	Модернизация фабрики, улучшение сбыта	Поглощение более слабого конкурента, горизонтальная интеграция в целях снижения издержек
Приобретение 41% акций ОАО «Ханты-Мансийский банк» ООО «ТМ Траст» (г. Москва)	–	Инвестиции с последующим выходом (фиксация прибыли и/или продажа доли)
Приобретение 45% акций ОАО «Ханты-Мансийский банк» ООО «Инвестиционной компанией «Стандарт»» (СПб)	–	Инвестиции с последующим выходом (фиксация прибыли и/или продажа доли)
Приобретение прав на ОАО «Сибнефтемаш» (Тюмень) УК «Гидравлические машины и системы» (г. Москва)	–	Поглощение слабой региональной компании с целью построения вертикально-интегрированной структуры
Приобретение 49,999% акций ОАО «Аэропорт Рощина» (г. Тюмень) Департаментом имущественных отношений Тюменской области	–	Сохранение государственного контроля за стратегически важным для региона объектом
Приобретение 100% ООО «Аркада» (г. Тюмень) ЗАО «Дистрибьюторская Менеджмент Система» (г. Новосибирск)	–	Поглощение более слабого конкурента, выход на региональный рынок

Кроме федеральных игроков в последнее время на рынке активно проявляют себя компании регионального уровня, имеющие более сильные бизнес-модели. Это в первую очередь относится к организациям г. Новосибирска и г. Екатеринбурга. Часто выбираемой, практически предсказуемой стратегией развития тюменских компаний является географическая экспансия в северные города тюменского региона (строительные, розничные и пр.). Географическая экспансия вместо, например, углубления ассортимента и более тонкой сегментации является следствием открытости большинства региональных рынков и низкой конкуренции, однако эта ситуация не будет постоянной.

Вернувшись к теории М. Портера и пытаясь найти у него ответ на вопрос о факторах, обуславливающих слабость регионального бизнеса, мы определили, что абсолютное большинство региональных компаний следует стратегии копирования и имитации технологий ведения бизнеса федеральных игроков, что, тем самым, делает факт их отставания неизбежным. Компании же, имеющие в своем активе современный менеджмент и потенциал (доступ к определенному ресурсу, чаще административному), поглощаются федеральными компаниями.

Эти процессы характерны для России в целом, а не только для тюменского региона. Иной путь развития возможен только посредством внедрения инноваций, под которыми мы понимаем как новые технологии, так и новые методы ведения бизнеса. Сложность заключается в том, что успешно функционирующая региональная компания с небольшими амбициями собственников тяготеет к стабильности и самоуспокоенности. Инновации не приходят, так как вся инновационная информация отфильтровывается, «инновационные» личности воспринимаются как «умники», отклоняющиеся от общепринятых норм. Доказательством данного факта является большой отток специалистов в Москву и Санкт-Петербург, связанный с невозможностью реализации их целей в тюменском регионе.

Замкнутость на прошлом опыте, неэффективность ведения бизнеса в целом позволяют нам сделать вывод о дальнейшем снижении конкурентоспособности региональных предприятий. Примером может служить заметное ухудшение рыночных позиций ХК «Фонд», покупка в 2005 г. ОАО «Тюменский завод медицинского оборудования и инструментов» ОАО «Фармстандарт» (г. Москва) и прочие.

Литература

1. Топ-10 крупнейших нефте- и газодобывающих компаний России [Электронный ресурс]. – URL: <http://topneftegaz.ru/analysis/view/7735> (дата обращения 2.04.2016).
2. Официальный сайт ОАО «Сургутнефтегаз». – URL: <http://www.surgutneftegas.ru/about/history/> (дата обращения 21.03.2016).
3. Рейтинг самых успешных компаний России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.group.interfax.ru/lnt.asp?rbr=11&lnt=3&id=666> (дата обращения 21.03.2016).
4. РБК 500: Рейтинг российского бизнеса 2015 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.rbc.ru/rbc500/> (дата обращения 18.03.2016).
5. Портер М.Э. Конкуренция: пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2000. – 495 с.
6. URL: <http://mergers.ru/news/Novyj-material-41965> (дата обращения 1.03.2016)

Информация об авторах Information about authors

Казанцева Светлана Михайловна – Тюменский государственный университет; 625003, Россия, Тюмень; доктор экономических наук; доцент; профессор кафедры менеджмента, маркетинга и логистики; siv_ksm@mail.ru

Kazantceva Svetlana Mikhajlovna – Tyumen State University; Tyumen, Russia, 625003; Doctor of Economic Sciences; Associate Professor; Professor of Management, Marketing and Logistics Chair; siv_ksm@mail.ru

Шеломенцев Валерий Владимирович – ООО «Управляющая компания «Региональная академия системных технологий и амплификационного мышления» / Тюменская государственная академия мировой экономики, управления и права; 625048, Россия, Тюмень; кандидат социологических наук; директор по научной работе / доцент кафедры менеджмента; 355243@inbox.ru

Shelomentsev Valery Vladimirovich – Management company «Regional Academy of System Technologies and Amplification Thinking» / Tyumen State Academy of World Economy, Management and Law; Candidate of Sociological Sciences; Director for Research / Assistant Professor of Management Chair; 355243@inbox.ru

УДК 334

И.В. Матузова

*Таймырский филиал Ленинградского государственного университета имени А.А. Пушкина,
Дудинка, 647000
e-mail: matuzik@yandex.ru*

ПРИНЦИПЫ АНАЛИЗА ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКОЙ АКТИВНОСТИ

В условиях кризиса актуальными являются вопросы разработки методики оценки предпринимательской активности и выявление проблем ее повышения, в связи с чем в статье объектом исследования и выступает предпринимательская активность. Сформулировано понятие категории «предпринимательская активность» и определены основные принципы методологии анализа предпринимательской активности. Предпринимательская активность рассмотрена как комплексная характеристика деятельности субъектов хозяйствования. Определены ее основные составляющие, такие как предпринимательская деятельность, предпринимательский потенциал и предпринимательский климат. Проведен анализ предпринимательской деятельности субъектов хозяйствования на примере МО город Норильск, направленной на удовлетворение основных потребностей населения территории в сфере торговли и общественного питания.

Ключевые слова: регион, предпринимательская активность, предпринимательский потенциал, предпринимательский климат.

I.V. Matuzova (Taimyr branch of Pushkin Leningrad State University, Dudinka, 647000) **Principles for the analysis of business activity**

In a crisis, the development of methods for assessing entrepreneurial activity and the identification of problems to improve it are urgent issues. Thus the object of the study in the article is entrepreneurial activity. The concept of "entrepreneurial activity" and the basic principles of the methodology to analyze entrepreneurial activity are defined. Entrepreneurial activity is considered as a complex characteristic of activity of economic entities. Its basic components such as entrepreneurship, entrepreneurial potential and business climate are determined. The analysis of business entities by the example of the city of Norilsk MO, aimed at meeting the basic needs of the population in the area of trade and public catering.

Key words: region, entrepreneurial activity, entrepreneurial potential, business climate.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-101-107

В современных условиях перехода экономики от экспортно-сырьевого к инновационному типу развития все большее значение приобретает активизация предпринимательской деятельности субъектов экономики в рамках развития региональных систем. Так, в «Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года» заявлено, что «доля промышленных предприятий, осуществляющих технологические инновации, должна возрасти на 40–50%, а доля инновационной продукции в объеме выпуска до 25–35%» [1].

Не случайно в настоящее время в России очень активно идет процесс разработки и внедрения региональных инновационных систем, учитывающих территориальные особенности: природно-ресурсный потенциал, социально-экономические характеристики региона, призванные способствовать повышению предпринимательской активности хозяйствующих субъектов региона, повышению эффективности функционирования и социально-экономического развития городов и приобретения статуса «территория опережающего развития». Все это и определило актуальность исследования.

Вопросам оценки предпринимательской активности в отечественной и зарубежной литературе уделяется достаточно много внимания. Однако, несмотря на явный интерес к проблеме анализа и оценки предпринимательской активности, в настоящее время дискуссионными остаются вопросы сущности категории «предпринимательская активность» и состава основных показателей, позволяющих оценить уровень предпринимательской активности. Оценка предпринимательской активности является одной из важных задач управления социально-экономической деятельностью региона, позволяет оценить уровень надежности региональной системы при реа-

лизации социально-экономических процессов и возможные риски, связанные с разработкой, внедрением и реализацией стратегии опережающего развития.

При оценке предпринимательской активности необходимо исходить из принципов системного подхода, позволяющего рассматривать регион как сложную социально-экономическую систему, представляющую собой совокупность следующих основных подсистем:

- местные органы власти (системообразующий комплекс);
- частный капитал (системообслуживающий комплекс);
- население.

Определяя предпринимательскую активность как комплексную характеристику деятельности субъектов хозяйствования, акцентируем внимание на ее основных характеристиках.

Во-первых, в основе предпринимательской активности лежит, прежде всего, предпринимательская деятельность, направленная на удовлетворение потребительских предпочтений населения региона.

Во-вторых, степень интенсивности предпринимательской активности напрямую зависит от уровня предпринимательского потенциала частного капитала и населения.

В-третьих, масштабность и результативность предпринимательской активности определяется состоянием предпринимательского климата.

В результате предлагается следующее определение категории «предпринимательская активность»: динамическая характеристика деятельности органов власти по планированию, организации и реализации процесса по выпуску конкурентоспособной продукции, интенсивность которой зависит от уровня предпринимательского потенциала частного капитала и населения, а результативность определяется наличием благоприятного предпринимательского климата.

Предложенное определение является универсальным ввиду возможности его широкого применения и направленности внимания на основные факторы экономической системы, оказывающие влияние на результативность процесса активизации предпринимательской деятельности. Предпринимательская активность рассматривается не только как характеристика предпринимательской деятельности, но и как средство выбора стратегии развития в зависимости от уровня предпринимательского потенциала и состояния предпринимательского климата.

На основе сформулированных особенностей, принимая во внимание, что регион – это сложная система со своими входами и выходами, определяем основные показатели предпринимательской активности региона, которые складываются из оценки предпринимательского потенциала и предпринимательского климата.

Под предпринимательским потенциалом понимается возможность осуществления предпринимательской деятельности, а предпринимательский климат рассматриваем как условия внешней среды для этой деятельности.

Сегодня Красноярский край является одним из двенадцати регионов инновационного развития, объединившихся в межрегиональную «Ассоциацию инновационных регионов России» с целью стимулирования обмена накопленным опытом по созданию благоприятной правовой, экономической, социальной, творческой среды территориального развития. Основной целью деятельности ассоциации является «содействие эффективному инновационному развитию регионов-участников, построенное на признании сложившихся различных моделей научно-технического роста регионов» [2].

Основными целями краевой инновационной политики являются [3]:

- 1) обеспечение населения Красноярского края высокотехнологичной продукцией;
- 2) стимулирование активности предприятий, обеспечивающей рост конкурентоспособности продукции на основе освоения научно-технических достижений и обновления производства;
- 3) обеспечение правового регулирования и защита интересов субъектов инновационной деятельности;
- 4) создание благоприятных условий для развития конкурентной среды в инновационной сфере, поддержка малого и среднего предпринимательства;
- 5) формирование современной эффективной инновационной инфраструктуры.

По данным статистики доля инновационно активных предприятий среди всех предприятий Красноярского края – 14%. Удельный вес инновационной продукции в общем объеме отгруженных товаров инновационно активных предприятий – 5%.

В структуре численности занятого населения специалисты с высшим образованием составляют более 25%. Число аспирантов и докторантов на 100 тыс. населения – 85. Красноярский край занимает второе место в Сибирском Федеральном округе по количеству поданных заявок на изобретения, полезные модели и товарные знаки – более 800.

Красноярский край как субъект Российской Федерации относится к сырьевым регионам. Обеспеченность природными ресурсами является основой инвестиционной привлекательности региона и базой последующего его развития. В крае открыто более 6 тыс. месторождений различных видов полезных ископаемых. По хозяйственному назначению полезные ископаемые подразделяются на следующие группы: топливные (энергетические), металлургические и химические. В крае находится 70% запасов угля России, также сосредоточены основные месторождения платины, медно-никелевых руд, исландского шпата, свинца, апатитов и нефелитов, молибдена, меди, титано-магниевого руд, магнетитов, сурьмы, талька, графита и др.

При этом многопрофильность экономики края дает возможность развития инновационных технологий во многих отраслях. Так, реализация крупных проектов и меры государственной поддержки отраслей обусловили положительные тенденции по основным показателям социально-экономического развития края.

Индекс промышленного производства в 2014 г. составил 107,2% к 2013 г. (Россия – 108,2%), в том числе:

- добыча полезных ископаемых – 175,9% (Россия – 103,6%);
- обрабатывающие производства – 102,5% (Россия – 111,8%);
- производство и распределение электроэнергии, газа и воды – 103,6% (Россия – 104,1%) [4].

В федеральный перечень монопрофильных городов включены семь муниципальных образований, расположенных на территории Красноярского края. Это города: Норильск, Зеленогорск, Железногорск, Бородино, Шарыпово, Лесосибирск, Назарово.

Моногород – муниципальное образование на базе градообразующего предприятия [5]. Среди критериев отнесения населенных пунктов к категории монопрофильных, одобренных Межведомственной рабочей группой по вопросам снижения негативного воздействия финансового кризиса на социально-экономическое развитие монопрофильных городов в субъектах Российской Федерации, выделяют следующие [5]:

1. Наличие предприятия или нескольких предприятий, осуществляющих деятельность в рамках единого производственно-технологического процесса, на которых занято на основной работе более 25% экономически активного населения.

2. Наличие в населенном пункте предприятия или нескольких предприятий, осуществляющих деятельность в рамках единого производственно-технологического процесса, на долю которых приходится более 50% объема промышленного производства.

3. Дополнительные критерии отнесения населенных пунктов к категории монопрофильных:
– доля налогов и сборов, поступающих в бюджет муниципального образования от предприятия или нескольких предприятий, осуществляющих деятельность в рамках единого производственно-технологического процесса, расположенных в населенном пункте, составляет не менее 20% от общего объема налогов и сборов, поступающих в бюджет муниципального образования от всех организаций и предприятий.

Муниципальное образование город Норильск (далее МО город Норильск) – развитый индустриальный городской округ Красноярского края, на территории которого функционируют такие отрасли экономики, как горнодобывающая, цветная металлургия, энергетическая, газовая и пищевая промышленности, транспорт, связь, жилищно-коммунальное хозяйство, торговля и др.

Проведем анализ предпринимательской деятельности субъектов хозяйствования МО город Норильск, направленной на удовлетворение основных потребностей населения территории.

Численность населения муниципального образования город Норильск на 31.12.2015 составила 176 386 человек [6].

Удельный вес занятых в экономике в 2015 г. составил 64,3 %, а удельный вес занятых в малом и среднем предпринимательстве 11,8% [6].

Преобладающее положение в экономике муниципального образования город Норильск занимает цветная металлургия, представленная Заполярным филиалом ПАО «Горно-металлургическая компания «Норильский никель». ПАО «ГМК «Норильский никель» является одним из мировых лидеров по производству цветных и драгоценных металлов.

По данным Межрайонной инспекции Федеральной налоговой службы России № 25 по Красноярскому краю на 01.01.2015 на территории муниципального образования город Норильск

общее число субъектов малого и среднего предпринимательства составляло 7 158 единиц, из которых субъекты малого предпринимательства – 7 119 единиц.

Динамика количества субъектов малого и среднего предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск за 2011–2014 гг. представлена в табл. 1.

Таблица 1

**Динамика количества субъектов малого и среднего предпринимательства
на территории муниципального образования город Норильск за 2011–2014 годы**

Показатель	2011 г.	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Количество субъектов малого и среднего предпринимательства, всего	7 172	7 299	7 324	7 158
индивидуальных предпринимателей	5 588	5 710	5 164	5 104
индивидуальных предпринимателей, относящихся к субъектам малого предпринимательства	5 586	5 708	5 163	5 102
индивидуальных предпринимателей, относящихся к субъектам среднего предпринимательства	2	2	1	2
юридических лиц	1 584	1 589	2 160	2 054
юридических лиц малого предпринимательства	1 547	1 552	2 095	2 017
юридических лиц среднего предпринимательства	37	37	65	37

В отраслевой структуре предпринимательского сектора существенная доля принадлежит непродушенной сфере деятельности. Прежде всего, это торговля и общественное питание – 42,5%, кроме того, субъекты малого и среднего предпринимательства оказывают следующие услуги [6]:

- транспортные услуги – 20,9%;
- бытовые услуги – 17,5%;
- прочие услуги – 18,4%.
- производственная сфера деятельности – 0,7%.

Малое и среднее предпринимательство играет существенную роль в социальной жизни населения муниципального образования город Норильск. Оно оперативно реагирует на изменение конъюнктуры рынка, предлагая товары и услуги, которые пользуются спросом населения и сравнительно доступны по ценам.

В отраслевой структуре предпринимательского сектора в последние годы остается более привлекательной непродушенная сфера деятельности (прежде всего торговля и общественное питание), в ней занято:

- в 2012, 2013 гг. более 50% от общего числа субъектов малого предпринимательства;
- в 2014 г. – около 42,5%.

По состоянию на 01.01.2015 на потребительском рынке МО город Норильск функционировали [6]:

- 848 предприятий торговли с торговой площадью 129 861 кв. м;
- 237 предприятий общественного питания на 18 300 посадочных мест;
- 510 предприятий сферы бытовых услуг, в которых организовано 1 213 рабочих мест;
- 1 розничный рынок на 25 торговых мест.

Инфраструктура розничной торговли МО город Норильск характеризуется разнообразием торговых объектов и форм торгового обслуживания.

На потребительском рынке происходят количественные и качественные изменения, связанные с применением современных технологий как в сфере торговли, так и в сфере предоставления услуг общественного питания и бытового обслуживания населения.

Одним из показателей развития инфраструктуры потребительского рынка является обеспеченность населения площадью торговых объектов.

Нормативы минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов для муниципального образования город Норильск установлены законом Красноярского края от 19.12.2013 №5-1997 «О нормативах минимальной обеспеченности населения площадью торговых объектов для Красноярского края, муниципальных районов и городских округов края» на период до 31.12.2017 г.

Обеспеченность населения муниципального образования город Норильск на 01.01.2015 г. составила 120% (733,6 кв. м на 1 000 человек при нормативе обеспеченности, установленном законом Красноярского края, – 612,81 кв. м):

- по торговым объектам, реализующим продовольственные товары, – 140% (261,8 кв. м на 1 000 человек при нормативе обеспеченности – 187,02 кв. м);

– по торговым объектам, реализующим непродовольственные товары, – 111% (471,8 кв. м на 1 000 человек при нормативе обеспеченности – 425,79 кв. м).

Положительной тенденцией является и развитие сетей предприятий общественного питания. В качестве объектов, функционирующих в современном формате предоставления услуг общественного питания, могут быть названы объекты, работающие по принципу food court. Эти объекты размещены в торговом центре «Арена-Норильск», где посетителям предлагают услуги сразу несколько предприятий, имеющих общий зал для питания. Всего в торговом центре работает восемь предприятий общественного питания на 262 посадочных места. Обеспеченность посадочными местами в сети общедоступных предприятий общественного питания на территории МО город Норильск на 01.01.2015 г. составила 100%, на 1 000 жителей – 40 посадочных мест (обеспеченность рассчитана по СНиП 2.07.01.89 «Градостроение, планировка и застройка города и сельских поселений», согласно которому норматив составляет 40 посадочных мест на 1 000 жителей).

Продукция местного производства широко представлена на потребительском рынке МО город Норильск. Однако возможности местной пищевой и перерабатывающей промышленности, работающей на привозном сырье (кроме мяса северного оленя и рыбы местных водоемов), ограничены. Доля продукции местных товаропроизводителей от общего объема потребления отдельных групп продовольственных товаров составляет: около 40% молока и молочных продуктов, до 30% колбасных изделий и безалкогольных напитков, около 9% рыбы и рыбопродуктов, 8% кондитерских изделий. И только весь объем потребления хлеба на территории обеспечивается местными хлебопекарными предприятиями.

Основные виды и объемы выпускаемой продукции субъектами малого и среднего предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск за период 2013–2015 гг. представлены в табл. 2.

Таблица 2

Основные виды выпускаемой продукции субъектами малого и среднего предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск за период 2013-2015 годов, тонн

Наименование товарной продукции	Объем выпуска товарной продукции		
	2012 г.	2013 г.	2014 г.
Молоко и молочные продукты	6 743	6 505	6 273
Хлеб и хлебобулочные изделия	4 750	4 538	4 367
Готовые мясные и колбасные изделия	1 696	1 755	1 999
Безалкогольные напитки	636	712	573
Кондитерские изделия	399	330	289
Рыбопродукты (соленые, копченые, вяленые)	393	315	330
Мясные полуфабрикаты (сырые)	381	385	459
Пиво	128	160	153

В связи со сложной экономической ситуацией в стране: снижением курса национальной валюты, торговыми ограничениями в виде санкций, стагнацией рынка потребительского кредитования, а также изменениями по уплате страховых взносов в пенсионный фонд и фонд обязательного медицинского страхования, вступившими в силу в 2015 г., в период с 2015 по 2018 гг. прогнозируется снижение численности субъектов малого предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск.

Также на снижение численности субъектов малого предпринимательства могут оказать влияние такие внутренние факторы, как:

- высокая арендная плата за нежилые арендуемые помещения;
- слабая деловая активность субъектов малого и среднего бизнеса;
- высокие транспортные издержки по доставке грузов на территорию;
- сложность в получении кредитных ресурсов;
- изменения в действующем законодательстве (повышение налоговых ставок, отчислений в ФОМС и пенсионный фонд).

Для снижения риска сокращения численности субъектов малого предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск осуществляются разные виды поддержки субъектов малого предпринимательства.

При этом финансирование всех оказываемых мероприятий по поддержке и развитию малого бизнеса осуществляется из различных источников. Объем инвестиций за 2012–2014 гг., привле-

ченных из бюджетов различных уровней на реализацию мероприятий по поддержке малого бизнеса на территории муниципального образования город Норильск, представлен в табл. 3 [6].

Таблица 3

Объем инвестиций за 2012–2014 годы, привлеченных из бюджетов различных уровней на реализацию мероприятий по поддержке малого бизнеса на территории муниципального образования город Норильск, тыс. руб.

Источник финансирования	2012 г.	2013 г.	2014 г.	Организации, учреждения – участники инфраструктуры поддержки
Федеральный бюджет	4 390,00	6 602,00	7 700,00	ЗП ОАО «Красноярское региональное агентство поддержки малого и среднего бизнеса»
Краевой бюджет	5 100,00	7 590,00	3 400,00	1. КГКУ «Центр занятости населения города Норильска»; 2. Министерство экономического развития, инвестиционной политики и внешних связей Красноярского края
Местный бюджет	2 948,48	2 981,58	1 920,00	Администрация города Норильска
Внебюджетные источники	1 838,49	2 558,70	7 540,50	1. НО «Норильский городской фонд поддержки предпринимательства»; 2. Управление благотворительных программ ПАО «ГМК «Норильский никель»; 3. Общественные организации

Следует отметить, что объем финансирования мероприятий, направленных на поддержку малого предпринимательства, ежегодно растет. Причем с 2012 по 2014 гг. краевой и местный бюджеты заметно снизили свои уровни финансирования (более чем на 30%), а субсидии за счет средств федерального бюджета и внебюджетных источников выросли почти в 2,5 раза. Такое перераспределение объемов источников финансирования связано с расширением круга участников инфраструктуры поддержки предпринимательства, финансирующих мероприятия за счет внебюджетных источников: управление благотворительных программ ПАО «ГМК «Норильский никель», некоммерческая организация «Союз поддержки предпринимателей».

Уровень оказания мер по поддержке субъектов малого предпринимательства на территории муниципального образования город Норильск определяется:

- оценкой эффективности реализации муниципальной программы «Развитие потребительского рынка, поддержка малого и среднего предпринимательства»;
- количеством трудоустроенных безработных граждан, зарегистрированных в качестве субъектов малого предпринимательства;
- числом выданных субъектам малого предпринимательства займов и кредитов на выгодных льготных условиях;
- числом вновь созданных субъектов малого предпринимательства, появившихся благодаря мероприятиям, реализуемым градостроительным предприятием.

Стоит отметить, что все реализуемые в Норильске мероприятия по поддержке малого предпринимательства осуществляются в рамках замкнутых невязанных между собой программ, имеющих собственные бюджеты и определенные несогласованные между собой задачи, направленные на решение одной и той же проблемы.

Таким образом, при оценке предпринимательской активности региона первостепенное значение имеет предпринимательская деятельность, направленная на удовлетворение потребностей населения данной территории. Оценка уровня предпринимательского потенциала в большинстве своем и будет определять степень активности предпринимательской деятельности субъектов хозяйствования. Более детального анализа требуют и показатели предпринимательского климата, которые относятся не к количественным, а скорее к качественным характеристикам региона; в связи с этим их оценка зачастую затруднена. В системе общей оценки предпринимательской активности региона предпринимательский климат трудно представить в числовом выражении в отличие от предпринимательского потенциала.

Поэтому задача дальнейшей разработки методики оценки предпринимательской активности и выявления проблем ее повышения является актуальной и требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.ifap.ru/ofdocs/rus/rus006/pdf>
2. Ассоциация инновационных регионов России [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.i-regions.org/association/about.php>
3. Проект Закона «Об инновационной политике на территории Красноярского края» [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.sobranie.info/lawsinfo.php?UID=2287>
4. Регионы России. Социально-экономические показатели. 2014: Р32: стат. сб. / Росстат. – М., 2014. – 900 с.
5. Министерство экономики и регионального развития Красноярского края: сайт. – URL: <http://www.econ.krskstate.ru>
6. Автоматизированная информационная система мониторинга муниципальных образований (АИС ММО) предназначена для сбора данных в рамках мониторинга показателей социально-экономического развития муниципальных образований Красноярского края [Электронный ресурс] / Министерство экономики и регионального развития администрации Красноярского края. – URL: www.aismmo.ru.

Информация об авторе Information about author

Матузова Ирина Владимировна – Таймырский филиал Ленинградского государственного университета имени А.С. Пушкина; 647000, Россия, Дудинка; кандидат экономических наук; доцент; заведующая кафедрой экономики и права; matuzik@yandex.ru

Matuzova Irina Vladimirovna – Taimyr branch of Pushkin Leningrad State University; 647000, Russia, Dudinka; Candidate of Economic Sciences; Associate Professor; Head of Economics and Law Chair; matuzik@yandex.ru

УДК 332.14

Н.Н. Шилова¹, Е.П. Киселица², С.А. Люфт³¹Тюменский индустриальный университет, Тюмень, 625000;²Тюменский государственный университет, Тюмень, 625003;³Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского, Омск, 644077
e-mail: frmtmn@yandex.ru**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО КЛАСТЕРА
НА ЭКОНОМИКУ РЕГИОНА**

В данной статье актуализируется целесообразность применения кластерного подхода в реализации промышленной политики региона. Раскрыты методические подходы к оценке эффективности функционирования промышленного кластера, представлена методика оценки влияния промышленного кластера на экономику региона, основанная на анализе результативности деятельности научных организаций, составляющих ядро кластера, оценке эффектов локализации и оценке эффективности кластера, основанной на теории интенсивного/экстенсивного развития экономики кластера.

Ключевые слова: промышленная политика, инновации, промышленный кластер, эффективность кластера, экстенсивное и интенсивное развитие кластера.

N.N. Shilova¹, E.P. Kiselica², S.A. Luft³ (¹Tyumen Industrial University, Tyumen, 625000; ²Tyumen State University, Tyumen, 625003; ³Dostoevsky Omsk State University, Omsk, 644077) **Evaluation of the influence of the industrial cluster on regional economy**

The article focuses on the feasibility of applying the cluster approach in the implementation of industrial policy in the region. Methodological approaches to the assessment of efficiency of industrial cluster functioning are revealed. The method to estimate the influence of the industrial cluster on the regional economy is presented. It is based on the effectiveness analysis of scientific organizations that make up the core of the cluster, assessment of the effects of localization, and evaluation of the effectiveness of the cluster based on the theory of intensive and extensive development of the cluster economy.

Key words: industrial policy, innovation, industrial cluster, effectiveness of cluster, extensive and intensive cluster development.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-108-114

Обращение к проблеме усовершенствования методического обеспечения процедуры формирования промышленной политики региона, разработка механизмов ее реализации, оценка эффективности этих механизмов вызваны сложившимися условиями:

- актуализацией промышленной политики на высшем политическом уровне и усилением социально-экономических и политических предпосылок к ее реализации;
- фрагментарностью и малочисленностью исследований по промышленной политике;
- низкой трансляцией опыта достаточного количества экспериментов и инициатив в реализации кластерного подхода в рамках промышленной политики регионов.

На современном этапе развития экономики России кластерный подход признан одним из эффективных методов реализации промышленной политики региона, обеспечивающих укрепление конкурентоспособности региона как способности к производству товаров и услуг, соответствующих требованиям международных рынков при устойчиво высоком уровне доходов населения [1].

Являясь механизмом достижения целей промышленной политики, кластерный подход служит инструментом для повсеместного стимулирования регионального развития за счет роста инновационной активности предприятий, сокращения сроков внедрения инновационных разработок в промышленном производстве и, как следствие – высокой эффективности использования производственно-интеллектуального капитала и формирования экономики инновационного типа.

Весьма низкий уровень удельного веса инновационных товаров, работ, услуг в общем объеме отгруженных товаров, выполненных работ, услуг организациями промышленного производства и высокая дифференциация регионов по показателю «инновационная активность» являются подтверждением актуальности внедрения кластерного подхода в развитии промышленного сектора регионов (рис. 1).

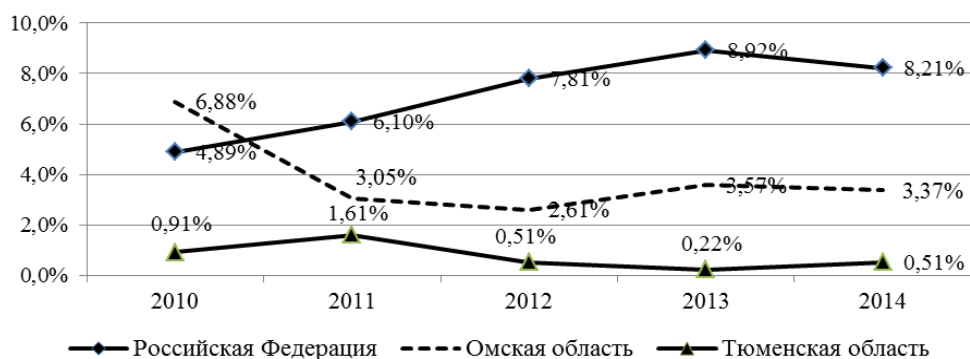


Рис. 1. Удельный вес инновационной продукции в общем объеме промышленного производства
(Источник: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/science_and_innovations/science/#)

Интеграция инновационного потенциала входящих в кластер научно-образовательных организаций с ресурсным потенциалом промышленных предприятий обеспечивает:

- возможность создания активных творческих команд, способных выдвигать новые инициативы по определению «точек роста»;
- развитие системы подготовки и повышения квалификации научных, инженерно-технических и управленческих кадров;
- построение единого цикла инноваций от генерации научных знаний и формирования на их основе бизнес-идей до реализации продукции на традиционных или новых рынках.

Это ускоряет процесс разработки и внедрения нововведений, развивает у участников кластера восприимчивость к инновациям, способствует рационализации бизнеса, опережающему росту новых его направлений, формирует объективные условия инвестиционной привлекательности региона.

В состав кластера нефтепереработки Омской области войдут:

Крупные промышленные предприятия:

- Северная площадка: ОАО «Газпромнефть-Омский НПЗ», ЗАО «ГК «Титан», ОАО «Омский каучук», ООО «Полиом», ООО «Грин Лайт», ЗАО «Ретал».
- Восточная площадка: ОАО «Омкшина», ЗАО «Кордиант-Восток», ООО «Омсктехуглерод».
- Крутогорская площадка: ЗАО «ВСП Крутогорский НПЗ», такие как Проектный сектор: ОАО «Омскнефтехимпроект», ЗАО «ПИРС».

Научное ядро кластера

- центр научного ядра: ФГБУН «Институт проблем переработки углеводородов СО РАН»
- профессиональные образовательные организации: ФГБОУ ВПО «Омский государственный технический университет», ФГБОУ ВПО «Омский государственный университет имени Ф.М. Достоевского», филиал ФГБОУ ВПО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского» в г. Омске, БОУ ОО СПО «Омский промышленно-экономический колледж» (ресурсный центр подготовки специалистов для нефтехимического комплекса), БОУ НПО «Профессиональное училище № 52» [3].

В связи с тем, что ежегодно на предприятиях России вырабатывается около 50 тыс. тонн кислого гудрона, в контур кластера целесообразно включить предприятия, на которых отходы нефтепереработки могут быть использованы как вторичные сырьевые ресурсы [4–6].

Совокупный кластерный эффект (влияние участия в кластере на результирующие показатели деятельности фирмы – показатели эффективности, инновационной активности и конкурентоспособности) для компании – участника кластера представляет собой синергию следующих эф-

фактов: эффект от снижения транзакционных издержек, эффект от диффузии инноваций, кластерный эффект от снижения стоимости капитала, эффект совместного использования инфраструктурных объектов, маркетинговые эффекты.

В контексте обоснования целесообразности формирования кластеров и поддержки кластерных инициатив со стороны региональных властей методическое обеспечение оценки влияния промышленного кластера на экономику региона – весьма актуальная проблема.

В зарубежной практике оценка влияния инновационного кластера на экономику региона основывается на экспертных оценках, анкетировании, интервьюировании, SWOT и PEST-анализах, расчетах показателей географической концентрации и локализации.

Для расчета комплексного показателя оценки влияния инновационного кластера на экономику региона, позволяющего объединить неограниченное количество разноплановых и несоизмеримых между собой параметров, выделена методика многомерного сравнительного анализа, основанная на методе евклидовых расстояний.

Методика многомерного сравнительного анализа (метод евклидовых расстояний) является универсальной, так как позволяет не только учесть абсолютную величину показателей, но и их близость к эталону, в качестве которого может быть использована наилучшая величина показателя. Применяя методику многомерного сравнительного анализа для оценки влияния инновационного кластера на экономику региона, необходимо обосновать систему показателей. Метод евклидовых расстояний решает задачу сравнения отобранного множества, именно поэтому данный метод является более подходящим для детальной и точной оценки качества выпускаемых нефтепродуктов.

Первая группа показателей позволяет выполнить оценку результативности деятельности научных организаций, составляющих ядро кластера:

1) показатели динамики публикационной активности научной организации в расчете на одного исследователя (число опубликованных докладов, тезисов докладов, представленных на крупных конференциях, симпозиумах и чтениях; цитируемость в РИНЦ и Web of Science, импакт-фактор публикаций; число монографий и глав в монографиях, учебников и глав в учебниках);

2) показатели динамики нематериальных активов, созданных работниками научной организации в расчете на одного исследователя (число охраняемых объектов интеллектуальной собственности; полученных за анализируемый период отечественных и зарубежных патентов (свидетельств) на объекты интеллектуальной собственности);

3) показатели динамики вовлеченности научной организации в национальное и мировое научно-образовательное сообщество научно-образовательных структур (удельный вес средств иностранных источников, удельный вес средств, полученных по отечественным грантам и целевым программам во внутренних затратах на исследования и разработки; число созданных научно-образовательных структур, удельный вес работников научной организации, ведущих преподавательскую деятельность);

4) показатели динамики коммерциализации результатов исследований (объем средств, поступивших от передачи технологий и средств, поступивших по договорам с предприятиями на выполнение НИОКР в расчете на одного исследователя; количество созданных малых предприятий).

Вторая группа показателей формирует оценку эффектов локализации, характеризующих роль кластера в отрасли региона:

1) коэффициент локализации производства кластера – отношение удельного веса кластера в структуре производства региона к удельному весу той же отрасли в стране. Его расчет производится по валовой товарной продукции, основным промышленным фондам и численности промышленно-производственного персонала;

2) коэффициент отраслевой концентрации – процентное отношение суммы рыночных долей представителей кластера отрасли к общему объему реализации продукции всеми фирмами, действующими на данном отраслевом рынке.

Для оценки эффективности функционирования кластера авторы считают возможным обратиться к оценке эффективности, основанной на теории интенсивного/экстенсивного развития:

1) экстенсивное использование ресурсов и экстенсивное развитие ориентируются на вовлечение в производство дополнительных ресурсов;

2) интенсификация экономики состоит в том, чтобы результаты производства росли быстрее, чем затраты на него, чтобы, вовлекая в производство сравнительно меньше ресурсов, добиться больших производственных результатов.

При расчете темпов развития результативных и ресурсных показателей можно использовать как базисные, так и цепные индексы. Количественное соотношение экстенсивности и интенсивности развития выражается в показателях использования ресурсов (по системе балльных оценок от 0 до 5).

При проведении оценки можно воспользоваться:

1) методом матричного представления информации, сопоставляя темпы изменения результативного показателя (объем продукции, выручка, прибыль, производительность труда, рыночная доля кластера и пр.) и показателей использования производственных и финансовых ресурсов/затрат, понесенных кластером (всеми предприятиями, образующими кластер) в процессе создания результата (рис. 2).



Рис. 2. Классификация областей использования ресурсов кластерами [7]

2) методом расчета индекса эффективности ресурсов (затрат), использованных кластером, расчет которого предлагается осуществлять по принципу показателей емкости:

$$I\varepsilon = \frac{I_z}{I_r},$$

где $I\varepsilon$ – индекс эффективности использования затрат (ресурсов); I_z – индекс затрат; I_r – индекс результативного показателя.

Каждому определенному индексу эффективности соответствует своя область эффективности результатов (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика областей эффективности производства в кластере

Область экономики кластера	Соотношение индексов	Характеристика области
5 – область интенсивного производства	$I_r > 1, I_z < 1, I_r > I_z, I\varepsilon < 1$	Увеличение результата производства при одновременном снижении затрат (ресурсов)
4 – область частично интенсивного производства	$I_r > 1, I_z > 1, I_r > I_z, I\varepsilon < 1$	Рост производства сопровождается ростом ресурсов/затрат, но темпы роста производства выше, чем темпы роста затрат
3 – область эффективного сокращения производства	$I_r < 1, I_z < 1, I_r > I_z, I\varepsilon < 1$	Уменьшение результатов производства идет более медленными темпами, чем снижение затрат (ресурсов)
2 – область неэффективного сокращения производства	$I_r < 1, I_z < 1, I_r < I_z, I\varepsilon > 1$	Снижение результатов производства идет более высокими темпами, чем снижение затрат (ресурсов)
1 – область экстенсивного производства	$I_r > 1, I_z > 1, I_r < I_z, I\varepsilon > 1$	Экономика кластера основана на вовлечении новых ресурсов для ведения производственной деятельности
0 – область неуправляемого развития	$I_r < 1, I_z > 1, \varepsilon > 1$	Снижение результатов производства при одновременном росте текущих затрат

Оценка влияния промышленного кластера на экономику промышленного сектора региона может быть произведена по описанной выше методике.

Построение матрицы осуществляется путем сопоставления темпов развития показателей эффективности производства продукции/услуг в кластере (рентабельность производства, рентабельность продаж, рентабельность капитала, производительность труда, фондоотдача, рыночная доля кластера и пр.) и этих же показателей, характеризующих промышленный сектор региона в целом. При сравнении по показателю «рыночная доля» в качестве результирующего показателя региона следует использовать показатель «удельный вес промышленности региона в промышленности РФ» (рис. 3).



Рис. 3. Классификация областей влияния кластера на экономику региона

Используем предлагаемую методику для оценки эффективности трудовых ресурсов в промышленном секторе Омской области и оценки влияния кластера нефтепереработки на экономику промышленности (табл. 2, рис. 4).

Таблица 2

Качественная оценка эффективности трудового потенциала в промышленном секторе Омской области

Показатели	2014 г.	2015 г.	Темп изменения	Индекс эффективности	Область эффективности
Оборот промышленных предприятий Омской области, млн руб.	850052,2	872153,6	102,6		
Численность сектора «промышленность», тыс. чел.	113,5	106,6	93,9	0,92	5
Производительность труда в промышленном секторе Омской области	7489,45	8181,55	1,09		
Оборот в кластере нефтехимии и нефтепереработки, млн руб.	544857,3	594984,2	1,09		
Численность работников кластера нефтехимии и нефтепереработки, тыс. чел.	28,8	27,9	0,97	0,89	5
Производительность труда в кластере нефтепереработки	18918,7	21325,6	1,13		

Видим, что за анализируемый период наблюдается прирост оборота в кластере нефтехимии (I оборота = 1,092) при сокращении численности работников кластера (I численности = 0,969), индекс эффективности трудовых ресурсов – 0,89 (область «5»), что позволяет сделать вывод: «кластер развивается по интенсивному типу использования трудовых ресурсов».

Прирост оборота в промышленном секторе также обеспечивается интенсификацией труда, однако уровень интенсификации в кластере нефтепереработки выше.

Кластер нефтепереработки в целом способствует росту интенсивности труда в промышленном секторе Омской области (область «4»).

Темп ПТ в кластере

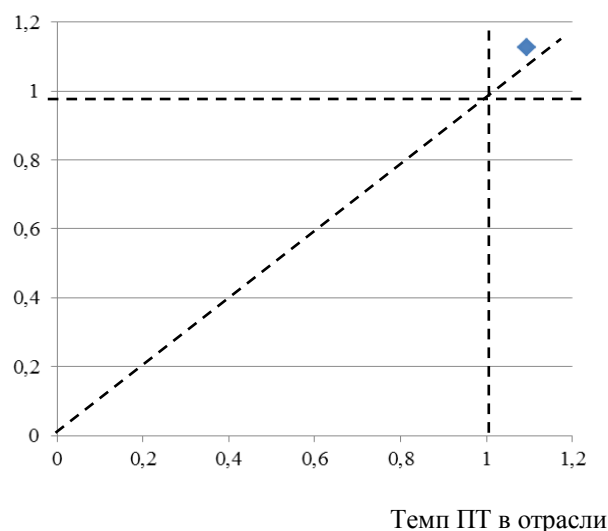


Рис. 4. Оценка влияния кластера на эффективность труда в промышленном секторе региона

Таким образом, оценка влияния промышленного кластера на экономику региона представляет собой совокупность результативности деятельности научных организаций, составляющих ядро кластера, оценки эффектов локализации, оценки эффективности кластера, основанной на теории интенсивного/экстенсивного развития экономики кластера.

При оценке влияния кластера на экономику промышленного сектора или региона в целом можно воспользоваться методикой, основанной на теории интенсивного/экстенсивного развития; методика проста в использовании, предполагает широкую свободу в выборе спектра сравниваемых показателей эффективности ресурсов и затрат, результаты оценки наглядны.

Описанные в статье методические подходы и группы показателей могут быть использованы при принятии решения о целесообразности поддержки региональными властями промышленного кластера региона.

Литература

1. Люфт С.А., Шилова Н.Н. Кластерный подход как основа эффективного развития региона // Инновации и инвестиции. – 2016. – № 2. – С. 134–139.
2. Королев В.И. Инновационные территориальные кластеры: зарубежный опыт и российские условия // Российский внешнеэкономический вестник. – 2013. – № 11.
3. Стратегия социально-экономического развития Омской области до 2025 года, утвержденная Указом Губернатора Омской области от 24 июня 2013 года № 93.
4. Шилова Н.Н. К проблеме использования промышленных отходов в производстве строительных материалов // Проблемы современной экономики. – 2004. – № 4. – С. 206–213.
5. Шилова Н.Н. Теория и методология формирования системы рационального использования промышленных отходов на предприятиях регионального строительного комплекса: моногр. – Тюмень, 2006.
6. Шилова Н.Н. Мониторинг вторичных ресурсов как составной элемент экологической политики региона (на примере Иркутской области) // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2004. – № 4. – С. 39–44.
7. Шилова Н.Н. Количественно-качественная оценка экономического развития промышленного предприятия // Известия высших учебных заведений. Социология. Экономика. Политика. – Тюмень: Тюменский государственный нефтегазовый университет, 2013. – № 2.

Информация об авторах
Information about authors

Шилова Наталья Николаевна – Тюменский индустриальный университет; 625000, Россия, Тюмень; доктор экономических наук; профессор; профессор кафедры менеджмента в отраслях топливно-энергетического комплекса; frmtmn@yandex.ru

Shilova Natalia Nikolaevna – Tyumen Industrial University; Russia, 625000, Tyumen; Doctor of Economic Sciences; Professor; Professor of Management in Branches of Fuel and Energy Complex Chair; frmtmn@yandex.ru

Киселица Елена Петровна – Тюменский государственный университет; 625003, Россия, Тюмень; доктор экономических наук; доцент; профессор кафедры экономической теории и прикладной экономики; oles_73@mail.ru

Kiselica Elena Petrovna – Tyumen State University; 625003, Russia, Tyumen; Doctor of Economic Sciences; Associate Professor; Professor of Economic Theory and Applied Economics Chair; oles_73@mail.ru

Люфт Светлана Алексеевна – Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского; 644077, Россия, Омск; ассистент кафедры менеджмента; luftsa@yandex.ru

Luft Svetlana Alekseevna – Dostoevsky Omsk State University; 644077, Russia, Omsk; Assistant of Management Chair; luftsa@yandex.ru

УДК 330.14

С.А. Шушпанов

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

О СООТВЕТСТВИИ ХОЗЯЙСТВЕННЫХ ОПЕРАЦИЙ СТАДИЯМ КРУГООБОРОТА ОБОРОТНОГО КАПИТАЛА

В статье на основе модели хозяйственных процессов коммерческого предприятия показаны место и значение кругооборота капитала, выделены сферы кругооборота капитала по целевому признаку, показана связь стадий кругооборота оборотного капитала с хозяйственными операциями и бухгалтерскими записями.

Ключевые слова: кругооборот капитала, бухгалтерский учет, системное мышление, процессный подход, моделирование.

S.A. Shushpanov (Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 68300). **About conformity of business transactions to stages of working capital circuit**

The article presents models of business processes of commercial enterprises. The place and importance of capital circulation are shown. The scope of capital circulation on the basis of the target is pointed out. The relationship of the circuit stages of working capital to business transactions and accounting records is shown.

Key words: capital circulation, accounting, system thinking, process approach, modeling.

DOI: 10.17217/2079-0333-2016-36-115-122

Развитие техники и технологий ведет к развитию способов (форм, приемов) мышления и научного познания. Статическое (*аналитическое*) мышление, зародившееся на заре цивилизации, постепенно дополнилось динамическим, системным. На заре научного развития ценилась способность вычленения из окружающего мира объекта исследования (абстрагирование от динамических свойств и связей объектов). Постепенно ученые научились рассматривать объекты исследования (в том числе и экономические) в развитии, с учетом изменений состояния объектов и связей между ними, с учетом влиянием факторов внешней среды. Сформировались и стали широко применяться общенаучные методы (подходы) познания мира:

- 1) системный подход и системное мышление – как целостное восприятие окружающего мира [1];
- 2) процессный подход – как инструмент детализации и формализации хозяйственного процесса;
- 3) моделирование – как представление (визуализация) сложных структур и процессов в виде схем, с указанием связей между элементами систем, с возможностью следить за последовательными изменениями форм элементов систем.

Состояние нормативно-правовой базы и методологического обеспечения бухгалтерского учета в России далеки от применения признанных мировым сообществом научных достижений, они характеризуются возрастанием энтропийных процессов (неопределенностью), ожиданием сдвигов (смене концепций) в методологии и бухгалтерском законодательстве. «Направлениями совершенствования бухгалтерского учета следует признать развитие последовательных теоретических и методологических концепций, с помощью которых возможно оценить уже устоявшиеся и недавно возникшие новые учетные представления и разработать на этой основе теоретическое, нормативно-правовое и методическое обеспечение учетно-аналитического процесса ... Важнейшей характерной особенностью современной стадии развития бухгалтерского учета является возрастание тенденции к единству научного знания, которая находит свое воплощение в широком разворачивании междисциплинарных направлений исследования, в использовании идей и методов одних наук в других, переходе от дисциплинарных методов исследования к проблемно-ориентированным и практико-ориентированным» [2]. К сожалению, в России как в теории, так и в практике бухгалтерского учета доминирует балансовая теория, основанная больше на стати-

ческих, чем динамических понятиях (в широком смысле этих понятий). «Вот уже более 70 лет двойная запись ... в учебной литературе по бухучету объясняется на основе балансовой теории, стремящейся вывести все категории бухучета из бухгалтерского баланса. В связи с этим учебный курс науки строится не от простого к сложному, а наоборот – начинается с разъяснения содержания самой сложной учетной категории – бухгалтерского баланса, выступающего и логически, и исторически заключительным приемом бухгалтерской работы. Этим с самого начала обеспечивается поверхностность освоения предмета. При этом объяснение из баланса двойной записи на деле оказывается псевдообъяснением ... Существует гораздо более простое объяснение двойной записи. Еще К. Маркс в «Капитале» показал, что деятельность предприятия лицом, вложившим в него деньги (капитал), неизбежно воспринимается как кругооборот капитала – смена капиталом определенных форм (денежной, производительной, товарной)» [3, с. 51].

Переходным «мостиком», объединяющим «старое» видение бухгалтерского учета и «новое», основанное на системном мышлении, могут послужить исследования кругооборота капитала, так как они основаны на *диалектическом* подходе.

Все публикации, объединяющие исследования кругооборота капитала и теории бухгалтерского учета, можно разделить на две группы. Первая группа публикаций [3–6] имеет преимущественно научный (фундаментальный) и общеэкономический характер. Значимость таких публикаций заключается в том, что они акцентируют наше внимание, раскрывая проблемные зоны, ставя вопрос: «Что не так?». Вторая группа публикаций имеет ярко выраженный прикладной характер. Эти публикации [8, 9] отвечают на вопрос: «Что надо сделать?». Они показывают, как воплощаются на практике идеи кругооборота капитала. В них прослеживается процессный характер, а также применяются схожие термины, связанные с понятием «кругооборот капитала»: «кругооборот средств предприятия», «производственно-финансовый цикл в промышленности».

Цель данной статьи заключается в том, чтобы на принципах системного мышления (передовых методах научного познания) показать связь бухгалтерских и общеэкономических представлений о кругообороте капитала и соответствие стадий кругооборота капитала хозяйственным операциям. Для достижения этой цели определим специфическое бухгалтерское представление кругооборота капитала, выделим сферы кругооборота капитала по целевому признаку, покажем учетную модель хозяйственных процессов коммерческого предприятия, построим модель кругооборота оборотного капитала (с выделением стадий кругооборота капитала); выявим сходства и различия экономических и бухгалтерских понятий и методик, а также соответствие хозяйственных операций стадиям кругооборота оборотного капитала.

Кругооборот капитала (далее КК) является исходным инструментом и понятийной базой для построения учетной модели коммерческого предприятия. Актуальность применения кругооборота капитала обусловлена четким представлением о том, какие экономические¹ изменения происходят в каждой его стадии. Важность научного исследования процесса КК отмечал В.Ф. Палий: «Современный бухгалтерский учет возник тогда, когда к счетам учета ценностей и расчетов были добавлены счета учета внесенного капитала, а затем и прибыли. Это позволило объединить при помощи двойной записи все счета в единую замкнутую систему. Все записи велись в единой валюте для всех счетов. Стало возможным моделировать на счетах процесс кругооборота капитала внутри данной организационной структуры (пермутации) или с внешней средой (модификации) при помощи записи изменений сразу на двух или нескольких счетах. Процесс кругооборота капитала отражался на счетах как последовательная смена состояний, непрерывное движение, ведущее к изменению начального объема капитала. В этом основная суть двойной записи на счетах, которая является центральным элементом метода бухгалтерского учета. Вокруг него формируются (из него вытекают) все остальные элементы метода» [7].

Далее выделим сферы кругооборота капитала по целевому признаку. В своих трудах К. Маркс, исследуя общеэкономические явления, представлял КК с позиции политической экономии. Значимость формулы К. Маркса (Д-Т-...П-...Т'-Д') обусловлена ее динамическим характером, созвучным с процессным, бухгалтерского значения она не имеет, здесь можно полностью согласиться с профессором К.Н. Лебедевым: «...формула кругооборота капитала является теорией «простой» бухгалтерии» [6, с. 51]. С точки зрения бухгалтерского учета, КК – нечто иное,

¹ Экономическое содержание хозяйственных операций приобретает повышенный интерес в свете изменения роли балансовой теории (отказ от примата бухгалтерского баланса над бухгалтерскими счетами).

обусловленное бухгалтерскими принципами², целью учета, особенностями видов деятельности и т. д. В пособии «Бухгалтерский баланс: техника составления» [8] дано лаконичное определение капитала как совокупности ресурсов, обеспечивающих хозяйственную деятельность, показан процесс создания уставного капитала, а также стадии кругооборота оборотного капитала коммерческих предприятий, которые зависят от *сферы* деятельности предприятия. В публикациях иногда употребляется понятие «вид» деятельности. Это неверно, так как категория «вид» деятельности закреплена за Общероссийским классификатором видов экономической деятельности.

Традиционно КК представляют в виде двух основных циклов (сфер):

- кругооборота оборотного капитала (производственно-финансовый цикл хозяйственной деятельности). Цель кругооборота оборотного капитала – отражение процесса производства продукции (рис. 1);
- кругооборота внеоборотного капитала (инвестиционный цикл) [9]. Его цель – отражение процесса приобретения оборотных активов, получения и возврата кредитов, накопление износа, модернизации оборудования и т. д.

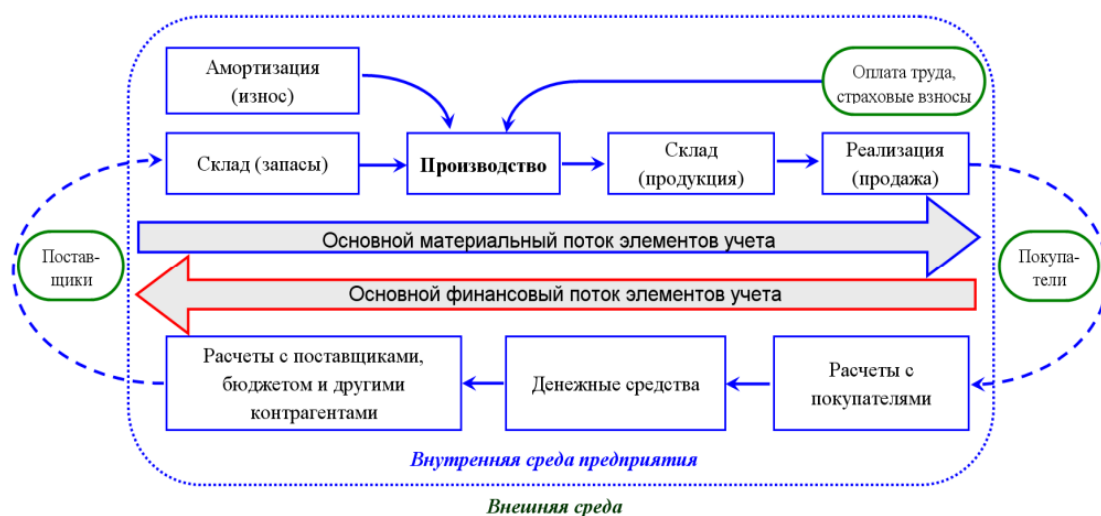


Рис. 1. Модель хозяйственных процессов коммерческого предприятия
(Источник: разработано автором)

По целевому признаку выделим еще две сферы КК:

- кругооборот уставного, резервного и добавочного капиталов, целью которого является отражение процесса движения капитала, прибыли и дивидендов. Цель – отражение процесса формирования уставного капитала. Практиками учета, в отличие от теоретиков, он обычно не рассматривается по причине небольшого количества видов операций и объектов учета, а также по причине отсутствия проблем учета и распределения прибыли;
- кругооборот финансового капитала. Цель – отражение процесса вложения свободных денежных средств предприятия для получения дохода от финансовых инструментов.

По своему целевому назначению две последние сферы КК очень близки, кроме того, в бухгалтерской отчетности, в форме № 4 в части оборота денег, они объединены в один денежный поток от финансовых операций. Форма № 4 «Отчет о движении денежных средств» содержит денежные потоки от финансовых операций, в которых отражаются денежные потоки от операций, связанных с оборотом свободных финансов (кругооборот финансового капитала), а также операции, связанные с расчетами с учредителями (кругооборот уставного капитала). Кругообороты капитала отличаются от потоков формы № 4 наличием не только денежных операций, но и материальных.

Предметом дальнейшего исследования будет только кругооборот оборотного капитала. Для достижения поставленных задач рассмотрим подробнее модель хозяйственных процессов коммерческого предприятия (рис. 1).

² С точки зрения бухгалтерского учета важнейший принцип обособленности не учитывался К. Марксом, да и сейчас некоторые исследователи забывают о таком принципе.

Данная модель применяется в учебном процессе кафедры «Бухгалтерский учет и финансы» КамчатГТУ [10, 11]. Она является развитием модели «черного» ящика, применительно к хозяйственным процессам промышленного предприятия и иллюстрирует стадии кругооборота оборотного капитала.

Кратко представим основное содержание модели. Внутри модели, во внутренней среде, находятся прямоугольники – центры учета (далее ЦУ), соответствующие подразделениям предприятия. В менеджменте применяется аналогичный термин «Центр финансовой ответственности». Стрелки, соединяющие центры учета, – хозяйственные операции перемещения объектов учета. Хозяйственные операции (далее ХО) – факты хозяйственной жизни, приводящие к изменению состояния объектов учета (имущества, денег и обязательств). Операции с финансовыми инструментами тоже являются хозяйственными операциями. Все изменения, происходящие с объектами бухгалтерского учета (имуществом, деньгами, обязательствами), происходят именно в момент совершения конкретной ХО, которые можно рассматривать как составные части стадий кругооборота капитала, в которых происходит смена форм капитала. Понятие «объект учета» соответствует понятию «форма капитала». Схематично одна ХО представляет собой связь двух ЦУ (рис. 2). Каждый ЦУ имеет соответствующий бухгалтерский счет, на котором отражаются перемещения объектов в течение отчетного периода и остатки объектов учета на отчетную дату. Счет бухгалтерского учета – регистр для хранения информации об остатках, поступлениях и выбытии однородных объектов учета. Счет 10 «Материалы» соответствует подразделению «Склад», счет 20 «Основное производство» соответствует подразделению «Цех». Контрагенты внешней среды – поставщики, покупатели. В модели выделены два потока: материальный – движение объектов учета внутри предприятия, и финансовый – движение объектов учета, связанное с взаимодействием с контрагентами внешней среды.

Специфика бухгалтерского учета (метод двойной записи) заключается в фиксации информации о перемещениях объектов учета на двух счетах одновременно. Существуют исключения, например, инвентаризация внутри подразделения. Факт перемещения подтверждает первичный учтенный документ (ПУД), который подтверждает факт хозяйственной жизни – хозяйственную операцию (изменения объектов учета). Не все факты отражаются в учете. Заключение договора поставки не отражается в учете, пока не произойдет событие изменения состояния расчетов или имущества. Динамически на первом счете происходит *отток*, а на втором *приток* объектов учета в одной сумме (стоимостной величине). Применение терминов «отток» и «приток» в бухгалтерской записи рассмотрены в статье «Методика динамического имитационного моделирования – инструмент решения проблемы двойной записи» [11]. В традиционной бухгалтерской литературе применяются понятия «расход» и «приход». Целесообразнее применять новые понятия «отток» и «приток», так как они больше соответствуют мировой практике учета – международным стандартам финансовой отчетности.

Хозяйственные операции (ХО) записываются на счетах бухгалтерского учета с применением методики двойной записи. Одна ХО имеет как минимум одну бухгалтерскую запись. Запись имеет структуру: счет «Дебет», счет «Кредит», величина (сумма), дата операции и т. д. Пример записи (рис. 2): Дебет 10 – Кредит 60 100-00 руб. ПУД, соответствующий этой ХО, – накладная поставщика. Экономическое содержание записи – поступление на склад материалов от поставщика на сумму 100-00 рублей. В динамическом представлении данная ХО содержит изменения следующих объектов учета: на счете 60 – отток обязательства поставщика, на счете 10 – приток материалов.

Особенность бухгалтерского учета связана с наличием реальных и «виртуальных» ЦУ, которым соответствуют бухгалтерские счета. К реальным относятся ЦУ: касса, склад, цеха и т. д. Этим ЦУ соответствуют счета учета денег и имущества. «Виртуальные» ЦУ – часть бухгалтерии. Им соответствуют счета расчетов с контрагентами (поставщиками, покупателями, бюджетом и т. д.). На этих ЦУ бухгалтеры отражают операции, связанные с начислением обязательств – заработной платы, страховых взносов, амортизации, резервов (оценочных обязательств). На этих же счетах отражаются операции, связанные с перечислением и получением денежных средств.

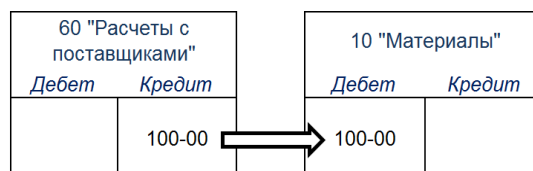


Рис. 2. Операция: перемещение материалов на склад от поставщика (Запись: Дебет 10 – Кредит 60, сумма 100-00 руб.). (Источник: разработано автором)

Далее покажем место операции, изображенной на рис. 2, в модели хозяйственных процессов (рис. 1). Данная операция соответствует *связи* (стрелке) между ЦУ «Склад (запасы)» и ЦУ «Расчеты с поставщиками, бюджетом и другими контрагентами».

Поясним модель хозяйственных процессов (рис. 1). С точки зрения экономиста, бухгалтерский счет – это средство отражения перехода порций «форм капитала» [3, с. 51]. В учете понятие «формы капитала» соответствует категория «объекты учета» – имущество, капитал, прибыль, обязательства и т. д. Операции отражают перемещение форм капитала, в одной оценке³ по кредиту одного счета, по кредиту другого счета (сумма всегда одинаковая).

В КК наиболее сложным для восприятия является возникновение таких форм, как «доходы», «расходы», «прибыль» или «убыток». Возникает вопрос: «Как и где в КК «возникает» прибыль (убыток)?» Ответ заложен в формуле Маркса – Д (в стадии деньги штрих). В учете процедура формирования прибыли (убытка) совершается на счетах 90 «Продажи» и 91 «Прочие доходы и расходы» и имеет следующую последовательность:

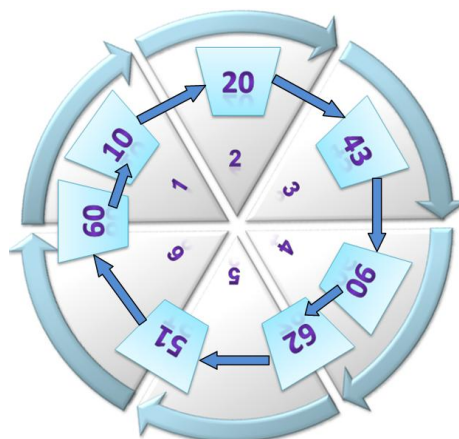
1. В течение месяца возникают и аккумулируются «доходы» – в момент признания «выручки» и прочих доходов.

2. В конце месяца определяется величина «расходов» как часть затрат, относящаяся к реализованной продукции (работ, услуг).

3. На счетах 90 «Продажи» и 91 «Прочие доходы и расходы» сопоставляются два потока. Слева (по дебету) отражаются расходы (себестоимость реализованной продукции). Справа (по кредиту) – доходы (цена реализованной продукции). Разница этих величин и есть прибыль или убыток. Убыток, хотя и отражается в виде дебетового остатка, не является имуществом.

4. Финансовый результат списывается с 90 и 91 счетов на счет 99 «Прибыли и убытки». Данная ХО связывает сферы КК, оборотного и уставного.

На основании модели хозяйственных процессов (рис. 1) построим модель кругооборота оборотного капитала, выделяя стадии КК и принадлежащие им операции и бухгалтерские счета (рис. 3).



Стадии кругооборота

1. Поступление и хранение ценностей
2. Производство
3. Хранение продукции
4. Реализация продукции (работ услуг)
5. Расчеты с контрагентами (*на выходе*)⁴
6. Расчеты с контрагентами (*на входе*)

Основные бухгалтерские счета

- 10 «Материалы»
- 20 «Основное производство»
- 43 «Готовая продукция»
- 90 «Продажи»
- 62 «Расчеты с покупателями»
- 51 «Расчетный счет»
- 60 «Расчеты с поставщиками»

Рис. 3. Модель кругооборота оборотного капитала.
(Источник: разработано автором)

³ Имеется в виду оценка входящего имущества по себестоимости (движение форм капитала по материальному потоку от поставщика до хранения готовой продукции). Оценка готовой продукции – себестоимость использованных ресурсов.

⁴ Пятая и шестая стадии соответствуют по своему смыслу общеэкономическому понятию «стадия обращения». Выделение двух стадий расчетов относительно и опосредовано тем, какие материальные операции связаны с операциями по расчетам. Если расчеты связаны с операциями поставки материалов, тогда расчеты с контрагентами принадлежат стадии «Расчеты на входе». Если расчеты связаны с операциями отгрузки, тогда расчеты с контрагентами принадлежат стадии «Расчеты на выходе».

Видов операций в процессе КК совершается значительно больше, чем показано на рис. 3. Весь кругооборот состоит из шести стадий. Выделение конкретных стадий (с первой по четвертую) признано практиками учета [9, 10]. Авторская доработка связана с разделением стадии обращения (пятая и шестая) на две самостоятельные стадии: расчеты на выходе и расчеты на входе. Важность выделения 5 и 6 стадий связана с их целевым назначением. Расчеты на входе связаны в основном с поставщиками. Расчеты на выходе связаны в основном с покупателями. В каждой стадии кругооборота (большие стрелки) совершаются соответствующие им ХО. Бухгалтерские счета, участвующие в операциях, соединены маленькими стрелками. Связи бухгалтерских счетов – бухгалтерские записи (см. рис. 2). Источник записей – первичные учетные документы. Шесть стадий кругооборота для идентификации ХО целесообразно разделить на два потока (см. рис. 1):

– *материальный поток* (включающий в себя 1, 2, 3, 4 стадии) – операции с имуществом⁵, протекающие во внутренней среде предприятия;

– *финансовый поток* (включающий в себя 5 и 6 стадии) – операции денежные, связывающие предприятие с контрагентами и протекающие во внешней среде.

Из рис. 3 видно, что операция, представленная на рис. 2 (Дебет 10 – Кредит 60), принадлежит первой стадии «Поступление и хранение ценностей», и, что очень важно, счет 60 принадлежит двум стадиям: шестой «Расчеты с контрагентами (на входе)» и первой «Поступление и хранение ценностей». Заметим, что только некоторые счета, участвующие в стадиях кругооборота, представлены на рис. 1. Для получения полного представления о совершаемых ХО нужно знать, что счет 51 «Расчетный счет» может быть связан с любым счетом расчетов в пятой и шестой стадиях кругооборота. Подробнее связи бухгалтерских записей со стадиями кругооборота оборотного капитала даны в табл. 1.

В заключение подробнее покажем соответствие стадий кругооборота оборотного капитала и соответствующих им ХО и бухгалтерских записей. Информация, содержащаяся в графе «Объект учета (форма капитала)» табл. 1, показывает «метаморфозы», происходящие с формами капитала в процессе кругооборота. Этих форм значительно больше, чем в формуле Маркса. Бухгалтеры-практики умеют вести адекватно учет всех объектов – необходимо и бухгалтерам-теоретикам осмыслить и воплотить в теории методологию бухгалтерского учета с позиций системного мышления.

Изменения, происходящие с имущественными (материальными) формами, понятны для восприятия, так как процесс их изменения имеет вещественную форму. Физический «переток» имущественных форм стоимости происходит с левого счета (кредита) на правый (дебет) (см. рис. 2). Цепочка изменений имущественных форм (см. рис. 3) начинается с поступления материалов от поставщиков (Д10 К60) и заканчивается отгрузкой готовой продукции покупателям (Д90 К43).

Таблица 1

**Соответствие стадий кругооборота оборотного капитала хозяйственным операциям
и бухгалтерским записям**

Стадии КК	Хозяйственные операции	Бухгалтерские записи	Объект учета (форма капитала) (–) отток, (+) приток	
			Кредитуемый счет	Дебетуемый счет
1. Поступление и хранение материальных запасов	Поступление МПЗ от поставщиков	Д 10 К 60	Долг поставщика (–)	Имущество (материалы) (+)
	Налог на добавленную стоимость (НДС) по приобретенным ценностям	Д 19 К 60	Долг поставщика (–)	НДС по приобретенному имуществу (+)
2. Производство	Поступление МПЗ со склада	Д 20 К 10	Имущество (материалы) (–)	Имущество (затраты) (+)
	Начисление заработной платы, амортизации, страховых взносов	Д 20 К 70,69,02	Обязательства предприятия (+)	Имущество (затраты) (+)
3. Хранение продукции	Поступление продукции на склад из производства	Д 43 К 20	Имущество (затраты) (–)	Имущество (готовая продукция) (+)

⁵ Специфический характер имеют операции, связанные с использованием труда (рабочей силы).

Окончание табл. 1

Стадии КК	Хозяйственные операции	Бухгалтерские записи	Объект учета (форма капитала) (–) отток, (+) приток	
			Кредитуемый счет	Дебетуемый счет
4. Реализация продукции (работ услуг)	Отгрузка продукции покупателю	Д 90 К 43	Имущество (затраты) (–)	Имущество (расходы) (+)
	Признание дохода	Д 62 К 90	Выручка (доход) (–)	Долг покупателя (+)
	Начисление налога на добавленную стоимость	Д 90 К 68	Долг контрагента (–)	Налоги (расходы) (+)
	Начисление налогов с доходов работников	Д 70 К 68	Обязательства предприятия (+)	Обязательства перед работниками (–)
	Начисление прочих расходов	Д 91 К 68	Долг контрагента (–)	Прочие расходы (+)
	Признание общехозяйственных и коммерческих расходов	Д 90 К 26, 44	Имущество (затраты) (–)	Имущество (расходы) (+)
	Налоговый вычет по НДС	Д 68 К 19	НДС по приобретенному имуществу (–)	НДС по приобретенному имуществу (+)
	Расчет прибыли	Д 90 К 99	Прибыль (–)	Прибыль (+)
	Расчет убытка	Д 99 К 90	Убыток (–)	Убыток (+)
	Начисление налога на прибыль	Д 99 К 68	Обязательства предприятия (+)	Прибыль (–)
5. Расчеты с контрагентами (на выходе)	Поступление выручки от покупателей	Д 51 К 62	Долг покупателя (–)	Деньги (+)
	Прочие поступления от контрагентов	Д 51 К 60...76	Долг контрагента (–)	Деньги (+)
	Оплата налогов страховых взносов и т. д.	Д 68, 69 ... К 51	Деньги (–)	Долг контрагентов (+)
	Прочие расчеты (с подотчетными лицами и т. п.)	Д 71, 76 ... К 51	Деньги (–)	Долг контрагентов (+)
6. Расчеты с контрагентами (на входе)	Платежи поставщикам, персоналу и т. п.	Д 60, 70 К 51	Деньги (–)	Долг контрагентов (+)
	Прочие расчеты на входе	Д 75 ... К 51	Деньги (–)	Долг контрагентов (+)

Изменения, происходящие с обязательствами, сложнее для понимания. Можно выделить два вида обязательств. Первый вид: обязательства, связанные с движением имущества, – возникают в стадии расчетов на входе и выходе. В этих операциях обязательства «обмениваются» на имущество (стоимость не изменяется). Второй вид: обязательства, связанные с начислением налогов, заработной платы, страховых взносов, амортизации, – возникают в стадии реализации продукции. В этих операциях «возникает» стоимость как по дебету (себестоимость), так и по кредиту (обязательства предприятия).

Поведение обязательств, с математической точки зрения, очень специфично. Если имущество имеет положительный «диапазон» изменения величины остатков на активных счетах – от нуля до плюс бесконечности⁶, и поэтому остатки отражаются только слева (по дебету), то диапазон остатков задолженности на счетах расчетов содержит множество от плюс бесконечности до минус бесконечности. В зависимости от состояния расчетов (авансы, переплата и т. д.) обязательства (нашего предприятия) при переходе через ноль превращаются в свою противоположность – долги контрагентов нашему предприятию. По этой причине остатки на счетах расчетов имеют активно-пассивный характер. Остатки задолженности слева (по дебету) счетов расчетов – это долги контрагентов предприятию (дебиторская задолженность). Остатки справа (по кредиту) счетов расчетов – это обязательства предприятия перед контрагентами (кредиторская задолженность).

⁶ Физически не может быть отрицательного остатка – ни в кассе, ни на расчетном счете, ни на складе и т. д.

Информация из табл. 1 позволяет связать стадии кругооборота оборотного капитала с совершаемыми операциями, разделить операции по потокам (материальному и финансовому); показать всю сложность изменений, происходящих с формами капитала. Зная место операций в кругообороте капитала, а также соответствующие им бухгалтерские счета, нетрудно представить, какие изменения происходят с объектами бухгалтерского учета в каждой операции.

Применение методики, рассмотренной в статье, позволит бухгалтеру-практику глубже понимать происходящие на предприятии хозяйственные процессы. В процессе обучения данная методика повышает степень восприятия студентами нормативной базы по бухгалтерскому учету.

Литература

1. *Прангшивили И.В.* Системный подход, системное мышление и энтропизация фундаментальных знаний // Проблемы управления. – 2003. – Вып. № 1. – С.4.
2. *Говдя В.В.* Современные концепции развития бухгалтерского учета: проблемы и перспективы // Научный журнал КубГАУ. – 2014. – № 99(05) [Электронный ресурс]. – URL: <http://ej.kubagro.ru/2014/05/pdf/51.pdf> (дата обращения: 15.03.2016)
3. *Лебедев К.Н.* Является ли системный подход методом бухгалтерского учета // Вестник Финансовой академии. – 2010. – Июнь. – С. 50–55.
4. *Лебедев К.Н.* Проблемы действующей номенклатуры счетов бухгалтерского учета // Все для бухгалтера. – 2015. – № 3. Июль – сентябрь.
5. *Будович Ю.И.* Совершенствование группировки имущества и бухгалтерских счетов по признаку этапа кругооборота капитала // Бухгалтерский учет в издательстве и полиграфии. – 2015. – № 3. Июль – сентябрь.
6. *Лебедев К.Н.* Почему модель кругооборота капитала К. Маркса так и не стала теорией бухгалтерского учета? // Международный бухгалтерский учет. – 2015. – № 1. – С. 43–52.
7. *Палий В.Ф.* О методе бухгалтерского учета // Бухгалтерский учет. – 2006. – Апрель.
8. Бухгалтерский баланс: техника составления / под ред. Д.М. Кислова. – М.: ИД «ГроссМедиа»: РОСБУХ, 2011.
9. *Щиборщ К.В.* Бюджетирование деятельности промышленных предприятий России. – М.: Дело и сервис, 2001. – 544 с.
10. *Шушпанов С.А.* Учет затрат, калькулирование и бюджетирование в производственной сфере: учеб. пособие. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2013. – 152 с.
11. *Агунович Ю.А., Шушпанов С.А.* Методика динамического имитационного моделирования – инструмент решения проблемы двойной записи // РИСК: Ресурсы, Информация, Снабжение, Конкуренция. – 2015. – № 2. – С. 270–274.

Информация об авторе Information about author

Шушпанов Сергей Анатольевич – Камчатский государственный технический университет; 683003, Россия, Петропавловск-Камчатский; старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета и финансов; shoosa@mail.ru

Shushpanov Sergej Anatolevich – Kamchatka State Technical University; 683003, Russia, Petropavlovsk-Kamchatsky; Senior Lecturer of Accounting and Finance Chair; shoosa@mail.ru

ПРАВИЛА НАПРАВЛЕНИЯ, РЕЦЕНЗИРОВАНИЯ И ОПУБЛИКОВАНИЯ РУКОПИСЕЙ, ПРЕДСТАВЛЕННЫХ В НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ «ВЕСТНИК КАМЧАТГТУ»

Журнал «Вестник КамчатГТУ» выпускается четыре раза в год и публикует результаты научных исследований по направлениям:

- научно-информационное обеспечение развития технических систем, контроля природной среды и использования природных ресурсов;
- аквакультура и охрана водных биологических ресурсов и среды их обитания, воздействие природных и антропогенных факторов на состояние водных экосистем;
- пищевые технологии и рыбоперерабатывающая техника;
- социально-экономическое развитие регионов.

В журнале печатаются результаты, ранее не опубликованные и не предназначенные к одновременной публикации в других изданиях.

Работа должна отвечать указанному выше направлению, обладать несомненной новизной, иметь теоретическую и практическую значимость. Рукописи статей должны быть подготовлены на высоком научном уровне и содержать результаты исследований по соответствующей проблематике.

Рукописи должны быть оформлены в соответствии с правилами оформления, принятыми в журнале.

Журнал публикует статьи на русском языке.

Направление рукописей

Рукописи статей с анкетами-заявками на опубликование в бумажном и электронном виде направляются в редакцию по адресам: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35, «Вестник КамчатГТУ», e-mail: vestnik@kamchatgtu.ru.

Распечатанные рукописи должны быть тщательно выверены и обязательно подписаны всеми авторами на обороте последнего листа. Название файла должно соответствовать фамилии автора статьи.

К рукописи должны быть приложены:

- анкета-заявка на опубликование. Если у статьи несколько авторов, то сведения предоставляются полностью о каждом из них, указывается автор для переписки с редакцией (Приложение 1);
- разрешение на опубликование материалов от организации, в которой работает автор с подписью руководителя и печатью организации (для внешних авторов);
- акт экспертизы / экспертное заключение в форме, принятой в направляющей организации;
- согласие автора о передаче права на публикацию рукописи и распространение в российских и международных электронных базах данных (Приложение 2).

Рецензирование рукописей

Вопрос об опубликовании рукописи, ее отклонении решает редакционная коллегия журнала.

Рецензентами журнала являются признанные высококвалифицированные ученые, имеющие степень доктора или кандидата наук с учетом их научной специализации в соответствующих областях науки.

Рукописи, получившие положительную оценку рецензентов, принимаются к опубликованию в журнале на заседании редколлегии журнала.

Рукописи, получившие рекомендации по доработке, отправляются авторам с замечаниями рецензентов. Доработанный вариант и письмо с ответами на замечания рецензентов необходимо прислать в редакцию в указанный срок для повторного рецензирования. Датой представления считается дата поступления в редакцию исправленной рукописи статьи.

В случае если рукопись получила отрицательную оценку рецензентов, автор получает мотивированный отказ в опубликовании.

Решение редакционной коллегии о принятии статьи к печати или ее отклонении сообщается авторам. Рукописи авторам не возвращаются.

Оригиналы рецензий хранятся в редакции журнала в течение пяти лет.

Копии рецензий представляются в Министерство науки и образования РФ при поступлении в редакцию журнала соответствующего запроса.

Опубликование рукописей

Каждый номер научного журнала комплектуется из рукописей статей, прошедших рецензирование и принятых к опубликованию решением редакционной коллегии с учетом очередности поступления рукописи, ее объема и наполненности разделов.

Вне очереди принимаются к опубликованию рукописи статей аспирантов, завершающих обучение в аспирантуре, и лиц, выходящих на защиту диссертации.

Преимущественное право опубликования в журнале имеют рукописи статей, включающие результаты научных исследований в области рыбного хозяйства.

Автор может опубликовать в одном номере журнала не более одной статьи в качестве единственного автора.

Плата за публикации рукописей не взимается. Гонорар за публикации не выплачивается.

Полнотекстовые электронные версии выпусков журналов размещаются на сайте КамчатГТУ (<http://www.kamchatgtu.ru>), в Научной электронной библиотеке (НЭБ) (<http://elibrary.ru>).

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах размещаются в свободном доступе на сайте журнала, в электронных системах цитирования (базах данных) на русском и английском языках.

Приложение 1

Анкета-заявка

Полные Ф.И.О.	На русском и английском языках
Название статьи	На русском и английском языках
Ученая степень	На русском и английском языках
Ученое звание	На русском и английском языках
Должность (с указанием структурного подразделения)	На русском и английском языках
Место работы	На русском и английском языках
Адрес места работы (обязательно указать индекс)	На русском и английском языках
Членство в академиях (РАЕН, РАН, МАНЭБ, Военная и др.)	На русском и английском языках
Номера телефонов (мобильный, служебный, домашний)	
Адрес электронной почты (e-mail)	

Приложение 2

Согласие автора о передаче права на публикацию рукописи в научном журнале «Вестник Камчатского государственного технического университета» и распространение в российских и международных электронных базах данных

Я, нижеподписавшийся, _____
(Ф., И., О. автора)

автор рукописи _____

(название рукописи)

передаю на безвозмездной основе редакции научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» неисключительное право на опубликование этой рукописи статьи (далее – Произведение) в печатной и электронной версиях научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета», а также на распространение Произведения путем размещения его электронной копии в базе данных «Научная электронная библиотека» («НЭБ»), представленной в виде информационного ресурса сети Интернет elibrary.ru. Территория, на которой допускается использование вышеуказанных прав на Произведение, не ограничена.

Я подтверждаю, что указанное Произведение нигде ранее не было опубликовано.

Я подтверждаю, что данная публикация не нарушает авторские права других лиц или организаций.

С правилами представления статей в редакцию научного журнала «Вестник Камчатского государственного технического университета» согласен / согласна.

наименование
организации

должность

дата

подпись

расшифровка
подписи

ПРАВИЛА ОФОРМЛЕНИЯ РУКОПИСЕЙ СТАТЕЙ

Объем. Объем рукописи статьи до 24 страниц, включая рисунки, таблицы, формулы, список литературы.

Рекомендуемая структура. Введение (состояние проблемы, задачи исследования). Основная часть (постановка задачи, материалы и методы, результаты и обсуждение). Заключение (итоги, обобщения, выводы).

Правила набора. Текстовый редактор Microsoft Word, шрифт Times New Roman, размер шрифта 11, абзацный отступ – 0,7 см; междустрочный интервал – 1,0. Поля: верхнее – 23 мм, нижнее – 22 мм, правое – 20 мм, левое – 28 мм.

Начало статьи:

- индекс универсальной десятичной классификации (УДК), выровненный влево (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – на русском языке указываются имена, отчества (инициалы), фамилии авторов последовательно с выравниванием по центру (полужирным шрифтом, с указанием индексов, соответствующих индексам, присвоенным организациям, где работают авторы) (шрифт 11);
- ниже под номерами в виде индексов указываются полные наименования организаций, где работают авторы, а также названия городов и почтовые индексы (шрифт 10, курсив, выравнивание по центру);
- ниже указывается электронный адрес автора для переписки (шрифт 10, курсив);
- через один междустрочный интервал – название статьи на русском языке прописными (заглавными) полужирными буквами, без переносов, выровненное по центру (шрифт 11);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации (≈150 слов) на русском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова (не более 10 слов) на русском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – информация на английском языке: выровненное по ширине название статьи строчными полужирными буквами, имена, отчества (инициалы), фамилии авторов с такими же номерами в виде индексов, присвоенных организациям, где работают авторы, как и в варианте на русском языке, а также полные названия организаций, где работают авторы, названия городов и почтовые индексы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – текст краткой аннотации на английском языке, выровненный по ширине полосы (шрифт 10);
- через один междустрочный интервал – ключевые слова на английском языке, выровненные по ширине полосы (шрифт 10);
- через два междустрочных интервала – текст статьи (шрифт 11).

Образец оформления начала статьи

УДК 519.6:550.38

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

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

²Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН,
с. Паратунка, Камчатский край, 684034
e-mail: oksanam1@mail.kamchatka.ru

МЕТОД ВЫДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРНОЙ СУТОЧНОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ И ЛОКАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ В ГЕОМАГНИТНОМ СИГНАЛЕ

Предложенный в работе метод, основанный на конструкции вейвлет-пакетов, позволяет в автоматическом режиме выделить в геомагнитном сигнале характерную составляющую и разномасштабные ло-

кальные особенности, формирующиеся в периоды магнитных бурь. Локальные особенности несут информацию об интенсивности и характере развития магнитной бури, и их динамический анализ дает возможность проследить изменения энергетических параметров поля и фиксировать момент предстоящей бури. Выделенная характерная суточная составляющая геомагнитного сигнала описывает вариации поля в спокойные периоды времени и их существенное изменение в периоды возрастания геомагнитной активности. Апробация метода выполнена на модельных сигналах и данных магнитного поля Земли, полученных на обсерватории «Паратунка» (с. Паратунка, Камчатский край).

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

O.V. Mandrikova^{1, 2}, I.S. Solovyev^{1, 2} (¹Kamchatka State Technical University, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003; ²Institute of Cosmophysical Researches and Radio Wave Propagation, Paratunka, Kamchatka, 684034)
Characteristic diurnal constituent and local features in geomagnetic signal extraction method

The article proposes a new wavelet-based method, which allows to distinguish characteristic constituent and local features during magnetic storms in geomagnetic signal in an automatic mode. The local features carry substantial information about the intensity and the dynamic of the development of the geomagnetic perturbations; it allows us to detect sudden commencement because it could be an indicator of onset of the geomagnetic storm. The distinguished characteristic diurnal constituent of the geomagnetic signal describes the field variations in quiet time and its essential changes in periods of increasing geomagnetic activity. The method has been successfully tested on the model signals and the Earth's magnetic field data obtained at the observatory «Paratunka» (village Paratunka, Kamchatka region, Far East of Russia).

Key words: wavelet transform, magnetic storm, geomagnetic data.

Рисунки. Все рисунки, кроме единственного, нумеруются, и на них делаются ссылки в тексте. Рисунки небольшого формата могут быть сверстаны в виде «форточек» (т. е. обтекаемые текстом). При этом расстояние между текстом и контуром рисунка должно быть равно 0,9 см. Рисунки, вставленные в текст, должны правиться средствами Microsoft Word, быть четкими, обозначения и надписи читаемыми. Номер рисунка и подпись к нему печатаются ниже 9 кеглем и выносятся отдельно от рисунка для возможности редактирования.

Образец оформления рисунков

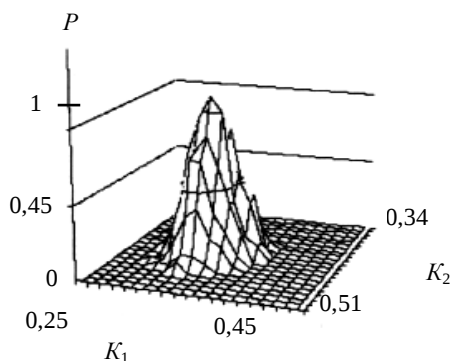


Рис. 3. Функция $P(K1, K2)$ вероятности работоспособности трехфазового мостового выпрямителя

Очевидно, что вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии элементов объекта диагностирования и их свойств. Если вероятности возникновения кратных дефектов невелики, функция $p(K1, K2)$ близка к константе на всей области (рис. 3), если велика вероятность возникновения кратных дефектов, вид функции $p(K1, K2)$ зависит от топологии соединения элементов объекта диагностирования. Для определения области работоспособности в пространстве $K1, K2$ в каждой его точке необходимо вычислить значение P – вероятности нахождения объекта в работоспособном состоянии, вычислив отношение значения функции $p(K1, K2)$ к сумме значений $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$.

Определив таким образом функцию $P(K1, K2)$ и задавшись требуемым пороговым значением величины вероятности (например, $P > 0.95$), получим область работоспособности объекта в пространстве выделенных параметров $K1, K2$. Аналитическое решение рассматриваемой задачи не найдено, так как нахождение функций $p(K1, K2)$ и $p_n(K1, K2)$ в общем случае затруднено из-за высокой размерности системы уравнений, определяющих $K1$ и $K2$ как функции y_j .

Формулы. Математические, физические и химические формулы следует набирать в редакторе Microsoft Equation Editor. Все формулы, на которые есть в тексте, нумеруются, и ссылки на них приводятся в круглых скобках. Формулы выносятся отдельной строкой. Номер формулы вводится в круглые скобки и выравнивается вправо.

Полученные из опыта значения коэффициентов передач по каждому из каналов $K1(y_j)$ и $K2(y_j)$ соответственно удовлетворяют неравенствам:

$$\begin{aligned} -1 \leq K1(y_j) \leq 1, \\ -1 \leq K2(y_j) \leq 1. \end{aligned} \quad (8)$$

Учитывая более жесткие ограничения (1), получим систему неравенств:

$$\begin{aligned} K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max), \\ K1(y_j \min) \leq K1(y_j) \leq K1(y_j \max). \end{aligned} \quad (9)$$

При построении семейства характеристик $K1_j = f(K2_j)$ учет неравенств (9) приведет к ограничению изоварных кривых с обеих сторон и выделению отрезков кривых, пересекающихся в исходной рабочей точке, соответствующей номинальным значениям $y_j^H(x)$.

Таблицы. Все таблицы, кроме единственной, нумеруются. Текст таблиц набираются курсивом, 9 кеглем, через 1,0 интервал. Таблицу, в зависимости от ее размера, помещают под текстом, в котором впервые дана ссылка на нее, или на следующей странице. Допускается помещать таблицу вдоль длинной стороны листа. При делении таблицы на части допускается заменять ее головку или боковик соответственно номером граф и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами графы и строки первой части таблицы. Слово «Таблица» указывают один раз над первой частью таблицы курсивом, над другими частями пишут слова «Продолжение табл.» или «Окончание табл.» с указанием номера таблицы.

В исходной флоре Авачинской губы, включающей 165 видов, превалировали массовые и поясообразующие (табл. 1).

Таблица 1

**Соотношение массовых, часто, редко и единично встречающихся видов
во флоре Авачинской губы в различные периоды**

Группы видов	1970 г.		1991 г.		1999 г.	
	Количество видов	%	Количество видов	%	Количество видов	%
Массовые	54	32,7	35	22,15	24	23,3
Частые	46	27,9	36	22,8	6	5,8
Редкие	38	23,0	35	22,15	33	32,1
Единичные	27	16,4	52	32,9	40	38,8
Всего	165	100	158	100	103	100

За двадцатилетний период сильного загрязнения (1970–1991 гг.) видовой состав сократился незначительно.

Ссылки. Все ссылки на используемые источники нумеруются. Номера ссылок в тексте должны идти по порядку и быть заключены в квадратные скобки. Примеры: [1–7] или [1, с. 20] при ссылке на конкретный фрагмент документа или при использовании прямой цитаты.

Список литературы. Список используемых источников приводится под заголовком **Литература** в конце текста статьи и составляется в порядке упоминания источника в статье. Оформляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка».

Книга одного, двух, трех авторов:

Гришаева Л.И., Цурикова Л.В. Введение в теорию межкультурной коммуникации: учеб. пособие для вузов. 3-е изд. – М.: Academia, 2006. – 123 с. (Высшее профессиональное образование. Языкознание).

Книга, имеющая более трех авторов:

Методы анализа и обработки сложных геофизических сигналов: моногр. / О.В. Мандрикова, В.В. Геппенер, Д.М. Клионский, А.В. Экало. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2010. – 258 с.

Сборники трудов:

Россия и мир: гуманитар. проблемы: межвуз. сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т вод. коммуникаций. – 2004. – Вып. 8. – С. 145.

Археология: история и перспективы: сб. ст. Первой межрегион. конф., Ярославль, 2003. – 350 с.

Материалы конференций:

Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: материалы III Всерос. науч.-техн. конф. (20–22 марта 2012 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2012. – 230 с.

Статьи из журналов, сборников, материалов конференций:

Ефимова Т.Н., Кусакин А.В. Охрана и рациональное использование болот в Республике Марий Эл // Проблемы региональной экологии. – 2007. – № 1. – С. 80–86.

Бугаев В.Ф. Многовидовой промысел лососей бассейна р. Камчатка // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы V науч. конф. (22–24 ноября 2004 г.) – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2004. – С. 168–172.

Авторефераты, диссертации:

Горовая О.Ю. Экологические особенности гольцов рода *Salvelinus* (*Salmoniformes: Salmonidae*) Камчатки: анализ фауны и сообществ паразитов: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2008. – 25 с.

Фенухин В.И. Этнополитические конфликты в современной России: на примере Северо-Кавказского региона: дис.... канд. полит. наук. – М., 2002. – С. 54–55.

Аналитические обзоры:

Экономика и политика России и государств ближнего зарубежья: аналит. обзор, апр. 2007 / Рос. акад. наук, Ин-т мировой экономики и междунар. отношений. – М.: ИМЭМО, 2007. – 39 с.

Официальные документы:

О противодействии терроризму: федер. закон Рос. Федерации от 6 марта 2006 г. № 35-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 26 февр. 2006 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 1 марта 2006 г. // Рос. газ. – 2006. – 10 марта.

Патенты:

Приемопередающее устройство: пат. 2187888 Рос. Федерация. № 2000131736/09; заявл. 18.12.00; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.). – 3 с.

Архивные документы:

Гребеничиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. – Ф. 41. – Ед. хр. 45. – Л. 1–10.

Электронные ресурсы:

О введении надбавок за сложность, напряженность и высокое качество работы [Электронный ресурс]: указание М-ва соц. защиты Рос. Федерации от 14 июля 1992 г. № 1-49-У. Документ опубликован не был. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

Жилищное право: актуальные вопросы законодательства: электрон. журн. – 2007. – № 1. – URL: <http://www.gilpravo.ru> (дата обращения: 20.08.2007).

Паринов С.И., Ляпунов В.М., Пузырев Р.Л. Система Соционет как платформа для разработки научных информационных ресурсов и онлайн-сервисов // Электрон. б-ки. – 2003. – Т. 6, вып. 1. – URL: <http://www.elbib.ru/index.phtml?page=elbib/rus/journal/2003/part1/PLP/> (дата обращения: 25.11.2006).

Авилова Л.И. Развитие металлопроизводства в эпоху раннего металла (энеолит – поздний бронзовый век) [Электронный ресурс]: состояние проблемы и перспективы исследований // Вести. РФФИ. – 1997. – № 2. – URL: <http://www.rfbr.ru/pics/22394ref/file.pdf> (дата обращения: 19.09.2007).

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Камчатский государственный технический университет»

Управление Федеральной службы по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций по Камчатскому краю
Свидетельство о регистрации средства массовой информации
ПИ № ТУ 41-00167 от 07 декабря 2011 года

Главный редактор С.А. Левков
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 30.06.2016 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 14,58. Уч.-изд. л. 14,94. Усл. печ. л. 15,35
Тираж 500 экз. Заказ № 49

Подписной индекс в каталоге «Пресса России» 81288

Цена свободная

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства
ФГБОУ ВПО «Камчатский государственный технический университет»